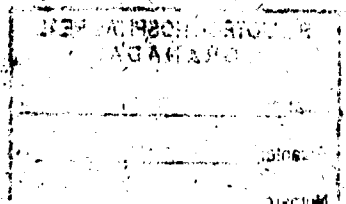
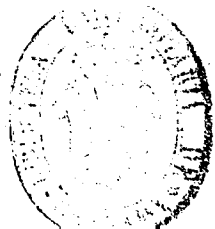


COMPENDIO
MATHEMATICO,
TOMO VII.



R. 13. 058

(N. 12055)

COMPENDIO

MATHEMATICO,

EN QUE SE CONTIENEN TODAS
las materias mas principales de las Ciencias,
que tratan de la Cantidad.

QUE COMPUSO EL DOCTOR THOMAS
*Vicente Tosca, Presbytero de la Congregacion del
Oratorio de S. Felipe Neri de Valencia.*

SEGUNDA IMPRESSION.

CORREGIDA, Y ENMENDADA DE
muchos yerros de Impresion, y Laminas, co-
mo lo verá el curioso.

DEDICADO

AL EX.mo SEÑOR CONDE DE ARANDA, &c.

TOMO VII.

QUE CONTIENE

LA ASTRONOMIA.

CON PRIVILEGIO.

En Madrid: En la Imprenta de Antonio Marin. Año 1727.

*Se hallará en la Libreria de Juan de Moya, frente de las
Gradas de S. Felipe; y en Casa de D. Jayme Marqués,
vive en el Santo, y Real Monte de Piedad de
esta Corte.*

APROBACION DEL SEÑOR
Doctor Miguèl Sanchez, Presbytero de
la Congregacion del Oratorio de S. Fe-
lipe Neri, y Examinador Syno-
dal de este Arçobispado de
Valencia.

DE comision del Señor Don Ja-
cinto Ortì, Presbytero, Doc-
tor en ambos Derechos, Canonigo
Prebendado en la Santa Iglesia Me-
tropolitana de Valencia; Oficial, y
Vicario General de su Arçobispado,
&c. He visto el septimo Tomo de el
Curso, ò Compendio Mathematico,
que el R. P. Doctor Thomàs Vicente
Tosca, Presbytero de nuestra Con-
gregacion del Oratorio, desea facar
à luz; y no he hallado en èl senten-
cia, ni palabra alguna, que desdiga de
la pureza de nuestra Santa Fè, y bue-

nas costumbres; y siendo las materias que contiene , como son , de mucha utilidad para el publico , me parece (salvo semper , &c.) que se le puede, y conviene dár al Autor la licencia que solicita. En la Real Casa de la Congregacion del Oratorio de Valencia à 20. de Enero de 1713.

Doct. Miguel Sanchez.

Imprimatur,
D. Hyacinthus Ortì,
Vic. Gen.

Imprimatur,
D. Thomàs Melgarejo
y Gamboa.

APRO-

APROBACION DEL SEÑOR
Doct. D. Joseph Fernandez de Mar-
manillo, Presbytero de la Congregacion
del Oratorio de S. Felipe Neri, Secreta-
rio del Santo Oficio, y Examinador
Synodal de este Arçobispado de
Valencia, y del Obispado
de Tortosa.

DE comision, y por orden del Señor Don San- cho de Barnuevo , del Consejo de su Magestad, y su Fiscal Civil en la Real Chancilleria de Valencia , he leído con singular fruicion , y gusto los Tomos 7. 8. y 9. y vltimos del Compendio Mathematico , que con su acostumbrada claridad , erudicion , y solidèz, ha escrito el R. P. Doct. Thomàs Vicente Tosca, Presbytero de la Congregacion del Oratorio ; y solo debo dezir , que aviendo merecido los seis primeros el aplauso vniversal en toda España, estos tres por vltimos seràn admitidos en el Orbe literario , no solo por complemento de la Obra , sino por corona de su Autor , sirviendo la tierra que describe en su Geographia, y aun el Cielo que regula en su Astronomia, de teatro dilatadissimo à sus glorias ; y reservandose el tiempo que ordena en su Kalendario , para ir las publicand. por todas las edades. Con esto he dicho mi parecer, (salvo semper , &c.) que sobre no contener clau-
sula

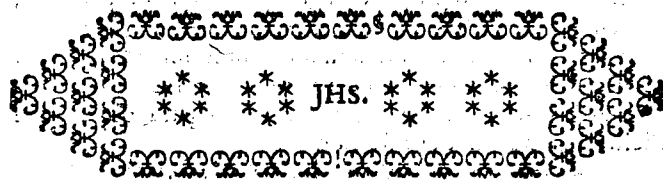
sta que se oponga à nuestra Santa Fè, y buenas costumbres, ni à las Regalias de su Magestad, el Magisterio, y facilidad con que en ellos haze comprehensibles à qualquier mediano ingenio los mas obtrufos Theoremas, y Problemas de la Mathematica, les hazen dignissimos de la luz publica. Real Casa de la Congregacion de S. Felipe Neri de Valencia à 14. de Febrero de 1715.

*Doct. D. Joseph Fernandez
de Marmamillo.*

Ufando de la comision que tengo, doy licencia para que se impriman los tres Tomos en octavo, complemento del Compendio Mathematico. Valencia, y Febrero 22. de 1715.

D. Sancho Barnuevo.

TRA-



TRATADO XXIII.

DE LA

ASTRONOMIA.



S, sin duda alguna, la Astronomia es la ciencia mas noble de las Mathematicas: es sin contradiccion la Reyna de ellas, y à quien tributan todas vassallage, contribuyendo à sus empleos con sus Theoremas, y Problemas: ella es la que elevandose sobre todo lo terreno, fixa en el Cielo su vista, discurre altamente por sus dilatadas regiones: contempla la harmonia de sus esferas: mide la magnitud de los Astros, y sujeta à ciertos calculos, y leyes sus movimientos: arrebatata juntamente el entendimiento humano, y haziendole en cierta manera perder de vista la tierra, le obliga à que fixandola en lo alto, se detenga gustosa en la contemplacion de la exterior hermosura de aquella mansion eterna, para que fomos criados.

Mereciòse en todas las edades la Astronomia, por su
Tom. VII. A no-

nobleza las atenciones de varios Emperadores, y Reyes, que en medio de las precisas obligaciones que requirían sus dilatados dominios, tenían horas determinadas para su empleo: No le estorbaban à Julio Cesar los belicos estruendos el tiempo que tenía dedicado para observar el Cielo, diziendo en boca de Luciano:

*Média inter praelia semper
Stellarum, Cœlique plagis, superisque vocabi,
Nec meus Eudoxi vincetur fastibus annus.*

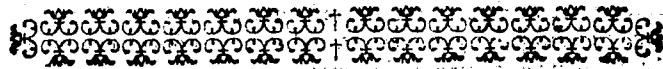
El Rey Don Alfonso el X. de Castilla, se dedicò tan de veras à la Astronomia, que expendió quâtrocientos mil doblones en sus adelantamientos: Omito otros muchos, cuyos gloriosos nombres celebra la fama, y eternizan las Historias, que en este punto no fueron inferiores à los sobredichos.

Empezò la Astronomia con el mismo Mundo, cuyos primeros Patriarcas, con los muchos años que vivian, pudieron repetir vnas mismas observaciones, y dexar à sus successores vna buena planta de los movimientos celestes, y efectos de las Estrellas: de aqui se derivò la noticia de esta ciencia à los Hebréos: de estos, passò à los Egypcios: de los Egypcios, à los Chaldeos: de estos, à los Griegos; y de estos, vltimamente, à los Romanos; pero borrò de tal suerte el tiempo estos antiguos monumentos, que de la doctrina de los Chaldeos, que fueron los mas adelantados, solo quedò la fama; exceptuando vnas antiquissimas observaciones de Eclipses, que nos refiere Hyparcho, hechas el año 7. de Nabonassar: esto es, 720. antes del Nacimiento de Christo nuestro Señor: De esta manera permaneciò la Astronomia, sin mas cultura, ni adelantamiento, hasta el año 1252. en que el Rey Don Alfonso X. de Castilla procurò se fabricassen sus Tablas Astronomicas; pero fundandose estas, mas en las opiniones de los Arabes, que en ciertas, y seguras observaciones, manifestó el Cielo brevemente sus errores, retrocediendo los Equinoccios àzia el principio del año.

Esto fue motivo para que muchos se aplicassen en estos vltimos siglos al cultivo de esta ciencia, singularmente

Ni-

Nicolàs Copetnico, y Tycho Brahe, Cavallero de Dinamarca, el que con ocasion de la nueva Estrella que se dexò ver en la Calsiopeya, resolviò erigir nuevamente desde los fundamentos la Astronomia, à quienes siguieron otros muchos, que con su aplicacion la han colocado en el estado feliz que tiene en nuestros dias. Procuraré explicarla en este Tratado, con la claridad posible, para que ya que por mis indispensables ocupaciones, no me ha sido posible fundarla en observaciones propias, consiga à lo menos la facilidad, para que pueda el Lector llegar con poco trabajo al conocimiento de lo que de ella nos han dexado escrito los Astronomos mas diligentes, y peritos. Divido todo el Tratado en siete Libros: El primero, será de la Esfera celeste: el segundo, del Sol: el tercero, de la Luna: el quarto, de sus Eclipses: el quinto, de las Estrellas fijas: el sexto, de los Planetas superiores: y el septimo, de los Inferiores.



LIBRO I.

DE LA ESFERA DEL MUNDO en comun, ù de los principios generales de la Astronomia, y Cosmographia.

Comprendo en este primer Libro vna compendiosa explicacion de la maravillosa Maquina de los Cielos, que llamamos *Esfera celeste*, donde con la claridad posible procuro manifestar al Lector el orden, y disposicion de los Cielos; el movimiento real, y aparente de los Planetas; la cantidad del año, y las partes de que se compone; la alternada variedad de sus quatro estaciones; el aumento, y disminucion

de los días ; y otras curiosidades semejantes , con toda la doctrina del primer movíl : materia , no solo gustosa , si útil , y aun necesaria para la inteligencia de la Astronomia ; y que sirviendo de introduccion para lo mas recondito de esta ciencia , facilita la senda para subir à la cumbre de sus mas elevadas noticias.

CAPITULO I.

DE LA REGION ETHEREA , O CELESTE.

LO contenido en este Capitulo , es mas Philosophico , que Mathematico ; y por consiguiente , no es todo demonstrable : y así , procurarè resolver en las Proposiciones siguientes lo que juzgare ser mas conforme à razon , y me pareciere tener mayor probabilidad. Por *region etherea* ; se ha de entender todo lo que ay desde la Luna arriba ; como por *region elementar* , lo que se contiene desde la Luna , hasta el centro de la tierra ; aunque juzgo estenderse la substancia etherea , hasta mucho mas abaxo de la Luna.

PROP. I. Theorema.

Explicase el orden de la Creacion del Mundo.

CRIÒ la poderosa mano de Dios el Mundo en espacio de seis dias naturales , repartiendo en ellos por sus altos fines , las obras de la creacion , como consta del cap. 1. del Genesis.

En el dia primero , erió de nada todas las substancias corporeas , y los Angeles , dando con esta creacion principio juntamente à las cosas , y al tiempo. Criò el Cielo Empireo , y en el los Angeles ; y el bastissimo espacio , que debaxo este dilatado Cielo se comprehende , le llenò de substancia corporea : esto es , de vn quasi infinito numero de corpusculos , ò atomos , sobre toda imaginacion humana subtilissimos , los quales son la materia primera de

todas las cosas corporeas , segun nuestra hypothesi , de que en otras partes hemos hecho mencion.

A estos atomos , fue viniendo entre si , de tal suerte , que resultaron otros corpusculos de diferentes figuras , que aunque mayores que los atomos , pero totalmente imperceptibles al sentido : à estos corpusculos concedió diferentes movimientos , encaminados à la fabrica del Universo , segun el orden , y disposicion que avia de tener este artefacto. A cierta porcion de ellos imprimió impulso , y movimiento àzia vn punto constituido en medio , segun se cree , de aquella gran concabidad del Cielo Empireo , con lo qual moviendose de todas partes àzia vn mismo punto , quedò formado vn globo , que es la Tierra : à la manera , que apretando , y moviendo la cera con la mano àzia vn punto , formamos vna bola. Los demás corpusculos que quedaron hasta la superficie concaba del Cielo Empireo , tenian la fluidèz de la agua , y la Escritura Sagrada les llama *Abisimo*. Llamanse tambien propriamente *Ghaos* , ò *Massa cahotica* , porque en toda aquella massa estaban incluidos , y mezclados los materiales , para la restante fabrica del Universo.

Despues de lo sobredicho , juntò Dios en vn lugar gran multitud de los corpusculos mas sutiles , de suerte , que quedasse formado de ellos vn globo , donde se moviesen con vn movimiento tremulo , y vortiginoso muy acelerado , y con esto quedò formada la luz ; la qual , como dixe en el Tratado de la Optica , consiste en vn movimiento tremulo , y concitatissimo de vna materia subtilissima ; à este globo nuevamente formado , comunicò Dios movimiento circular al rededor de la Tierra , con que causò dia , y noche , luz , y tinieblas , y se concluyeron las obras del dia primero.

En el segundo dia condensò Dios àzia la parte superior la massa cahotica , de que se siguiò quedar lo restante hasta cerca de la superficie de la Tierra mas raro , y sutil ; y este espacio dilatadissimo , lleno de este cuerpo tan tutil , y fluido , es el Firmamento , à quien el mismo Dios puso el nombre de *Cielo* , el qual dividió las aguas

superiores de las inferiores, quedando estas sobre la superficie de la tierra, y cubriendola en todo.

En el dia tercero dispuso Dios el globo terrestre, con arte tan maravilloso, que fuese proporcionado para la habitacion de los vivientes: condensò, y unió muy estrechamente entre sí algunas partes del Orbe de la tierra, con que quedò hecha la substancia lapidea, à que estendiò en diferentes circulos, que cruzandose vnos à otros, sirviesen como de huesos en la tierra: de esta misma materia, y sobre estos fundamentos levantò los montes, que formaron grandes desigualdades en la superficie del globo terrestre, con lo qual las aguas que avia sobre la superficie de la tierra, se retiraron, recogiendo se à llenar las profundidades; à estas congregaciones de las aguas llamó el Criador *Mares*; y à lo restante, cuya superficie quedò descubierta, y enjuta, diò el nombre de *Tierra*, à quien adornò con la variedad de arboles, y plantas, que admiramos en la naturaleza.

En el quarto dia fabricò Dios las Estrellas de esta manera, segun nuestra corta inteligencia: En aquella massa cahotica estaban mezclados en gran multitud diferentes corpusculos de muy diversas figuras, à quienes imprimiò varios impulsos, vnos à vn lugar, otros à otro: de que se siguiò, que con esta innata propension se recogieron, y vnieron los de cada especie al lugar que les destiniò la poderosa mano de Dios; y formaron en diferentes lugares del Firmamento vnos grandes globos, que son las Estrellas, de la misma fuerte que diximos arriba, fue formado el globo terrestre: los corpusculos subtilísimos que se mueven con movimiento tremulo, y principalmente aquellos que componian el globo luminoso, que se hizo el primer dia, formaron en el dia quarto las Estrellas fixas, y el Sol, que brillan con su propria luz; los otros atomos, que carecen del movimiento tremulo, formaron los otros Planetas, que luzen con luz agena, reverberando la que reciben del Sol.

Luego que fueron criadas las Estrellas, empezaron à moverse con los varios movimientos que se observan.

Final-

Finalmente, por averse formado de la massa cahotica tantos, y tan grandes cuerpos, como son las Estrellas, quedò lo restante muy raro, y tenue; y este cuerpo raro, puro, y sobre manera sutil, es el *Ether*, que sirve de medio comun, en que estàn los demàs cuerpos del Mundo, de tal suerte, que teniendo las partes de la Tierra, y de las Estrellas propension natural cada vna àzia el centro del globo de quien es parte, el Ether no tiene propension alguna à punto, ni lugar determinado; y por consiguiente, ni es grave, ni leve.

El quinto dia produjo Dios de las aguas los Pezes, y las Aves; aquellos de lo mas crasso, y estas de lo mas sutil.

El sexto dia produjo de la tierra todas las especies de animales terrestres; y por ultimo remate, criò Dios al hombre à su imagen, y semejança, formando de la tierra la admirable fabrica de su cuerpo; y criando de nada su alma espiritual, y eterna, y capaz de la Bienaventurança, la qual unió al cuerpo.

PROP. II. Theorema.

Los Astros, y Cielos se componen de materia, y forma.

EN este punto ay dos opiniones principales: La primera, dize, ser el Cielo cuerpo simplicísimos, sin composicion de materia, y forma: así lo sintiò Aristoteles, Aberroes, y otros: La segunda afirma componerse así el Cielo, como los Astros, de materia, y forma: este es el comun sentir de los Santos Padres, y Philosophos, y el mas verdadero: La razon es, porque los Cielos, y los Astros constan de aquellos subtilísimos corpusculos que Dios criò en el primer dia del Mundo, los quales, coligados, y conuinados de vna manera, forman la Luna: de otra fuerte, componen el Sol, &c. Los que permanecieron en estado fluidísimos, y subtilísimos, forman el Cielo, en quien estàn los Astros, segun queda dicho en la proposicion antecedente: Luego aquellos corpusculos, son la materia de que se han formado los Cielos, y Estrellas, y

su disposicion, y coligacion, es la forma, segun la mejor Philoſofia: Luego los Cielos, y Astros, ſe componen de materia, y forma.

PROP. III. Theorema.

Explicaſe de que ſuerte ſean los Cielos, y Eſtrellas corruptibles.

EN eſte punto andan varios los Autores; porque Ariftoteles, Santo Thomas, San Buenaventura, San Alberto Magno, y otros Philoſofos, defienden ſer los Cielos incorruptibles, por no hallar fundamento para negarles eſta perfeccion; pero caſi toda la Philoſofia antigua, ſintió que eran corruptibles, lo qual ſiguieron muchiſimos Santos Padres, Juſtino, Baſilio, Ireneo, Ambroſio, Geronimo, y otros, à quienes ſiguen muchos Aſtronomos modernos; y verdaderamente, el dezir, que ſon los cuerpos celeſtes de alguna manera corruptibles, parece mas conforme à la Sagrada Eſcritura; y juzgo, que con eſto ſe pueden componer entrambos ſentires.

Digo lo 1. que aquella ſubſtancia etherea fluidiſſima, y ſubtiliſſima, que llena el dilatado eſpacio en que eſtàn, y por donde ſe mueven los Aſtros, es incorruptible: La razon es, por no ſer otra coſa, que vn agregado de corpusculos muy ſutiles, que componen vn cuerpo fluidiſſimo, el qual no es capaz de otra alteracion, ò mutacion, que de la diviſion; y eſta, no es ſuficiente para que vn cuerpo fluido ſe diga ſer corruptible: como ſe vè en el ayre, ò agua, que no ſe dizen corromperſe, ò deſtruirſe, por padecer eſta diviſion tan conforme à la naturaleza del cuerpo fluido; y aunque cada vno de eſtos corpusculos, que componen el Ether, conſte de muchos atomos coligados, y vnidos entre ſi; pero es tal eſta coligacion, y vnion, que no ay en la naturaleza fuerza alguna que la pueda deſtruir: Luego eſta ſubſtancia etherea, y fluida, es naturalmente incorruptible.

Digo lo 2. que los cuerpos celeſtes, eſto es, los Aſtros, y Planetas, en quanto al todo de ſus cuerpos, ſon incor-

corruptibles; pero en quanto à algunas partes que les componen, ſon corruptibles: de la miſma manera que la tierra, en quanto al todo, ò principal ſubſtancia ſuya, es incorruptible, como ſe colige de muchos lugares de la Sagrada Eſcritura; y en quanto à muchas de las partes que la componen, es corruptible, como lo atestigua la experiencia: La razon que conviene ſer los Aſtros incorruptibles, en quanto à lo principal de ſus cuerpos, es la miſma que la de la tierra; porque no ay fundamento para dezir, que ay en la naturaleza agente alguno natural, que pueda deshazer la armazon de aquellos baſtiſſimos cuerpos, como ni para deshazer el cuerpo del globo terreſtre; pero que en quanto à algunas de ſus partes, ſean corruptibles, lo conviene la experiencia; porque, como vimos en el Tratado antecedente, las manchas del Sol, y los Cometas, ſe engendran de nuevo en el Cielo; y despues ſe deshazen, como ſienten muchos; y eſpecialmente en las maculas ſolares, es lo mas probable: Luego en los Cielos ay generaciones, y corrupciones, y aun mucho mayores que en la Tierra: pues como dize el Padre Scheiner; ſon à vèzes las faculas ſolares, mayores que toda la Europa: Luego los cuerpos de los Aſtros ſon, en quanto à algunas partes ſuyas, corruptibles; y con eſto ſe dà comunmente cabal ſatisfaccion à los Textos de la Eſcritura, que hablan de la corruptibilidad, y mutacion de los cuerpos celeſtes.

Solo advierto, que quando dixe ſer los cuerpos celeſtes incorruptibles, en quanto à lo principal de ſus cuerpos, no ſe ha de entender de la incorruptibilidad radical, porque eſta la llevan conſigo todos los cuerpos compueſtos de partes, ò ſean eſtas integrales, ò ſean materia, y forma; porque ſiendo compueſtos, ſon deſtructibles, por la deſcompoſicion, ò deſunion de ſus partes, à lo que llama *Corrupcion* la buena Philoſofia; ſolo hablo de la incorruptibilidad proxima, que conſiſte en no aver en la naturaleza agente natural que pueda cauſar eſta deſunion, ò deſtruccion. No me detengo mas en eſto, por ſer proprio de la Philoſofia.

PROP. IV. Theorema.

Los Cielos de las Estrellas son fluidos.

Hablo en esta proposicion solamente de los Cielos en que están las Estrellas, que son los observables desde la Tierra, y que están sujetos à las observaciones Astronomicas, y discursos de la Filosofia; porque lo tocante al Cielo Empireo, es mas proprio de la Theologia: Suele, pues, controvertirse, si los Cielos de las Estrellas son solidos, ò fluidos: para lo qual te debe advertir, que por nombre de *Solido* en esta question, no se entiende lo que solamente consta de las tres dimensiones, longitud, latitud, y profundidad; porque en este sentido, no ay duda ser los Cielos solidos: entienda, pues, por *Solido*, lo que à mas de tener las tres dimensiones sobredichas, es duro, firme, y consistente como la piedra, à diferencia de los cuerpos fluidos, como son el ayre, y agua, que carecen de dicha firmeza, y consistencia. Esto supuesto,

La primera opinion defiende, que todos los Cielos son solidos: es de Aristoteles, Anaximandro, Santo Thomàs, Alfragano, Clavio, y otros muchos Theologos, y Philosophos. La segunda opinion admite los Cielos parte fluidos, y parte solidos: esto es, el Cielo Planetario fluido; y el de las Estrellas fixas, solido: es de Empedocles, Anaximenes, Platon, Fromondo, y de muchos Philosophos, y Astronomos, assi antiguos, como modernos, à quienes sigue el Padre Ricciolio en el lib. 9. de su Almagesto, cap. 7. La tercera opinion siente, que todos los Cielos son fluidos: es de Anacreon, Manilio, Plinio, Hygino, Tycho, Gilberto, Keplero, Bulialdo, Descartes, y muchos Santos Padres, que cita Schombergerio.

De todas estas opiniones, tengo por mas probable la tercera; y assi, digo, que todos los Cielos de las Estrellas son fluidos, y de vna materia etherea, y subtilissima, por la qual se mueven las Estrellas. Pruebase lo primero, porque quando la Escritura Sagrada habla del movimien-

to natural de las Estrellas, jamás le atribuye à los Cielos, como consta de Josuè, cap. 1. v. 14. Eclesiastès, cap. 1. v. 4. Psalmo 18. Habacuc 3. v. 11. Todo lo qual se confirma con la autoridad de muchos Santos Padres, que cita el Padre Scheiner, lib. 4. de la Rosa Ursina, part. 2. cap. 26.

Pruebase lo segundo, por què no ay necesidad de admitir los Cielos solidos; porque, ò avia de ser para sustentarse las Estrellas, ò para que estas se muevan: No para lo primero, porque las Estrellas no pesan; porque siendo globos totales, cada vna tiene el centro de magnitud, y gravedad dentro de si misma: y assi como la tierra està en medio del ayre, y alli se mantiene, por estar en si misma el centro de la gravedad à quien conspiran; y se mueven todas sus partes: assi las Estrellas están en la subtilissima substancia del ether, y cada vna se sustenta en si misma.

Ni es menester tampoco que los Cielos sean solidos, para que las Estrellas se muevan; porque para moverse, les basta el impulso natural que al principio les imprimió el Criador, ò el de los Angeles que las llevan, segun despues diremos: y verdaderamente, parece poco conforme à la Sabiduria Divina, que para mover vn cuerpo, como el de Saturno, que es como vn punto, respecto de su Cielo, mueva vna maquina tan grande, como sería el Orbe de Saturno; pudiendose este mover, ò por si, ò por vn Angel. A mas de esto, son tantos los Phenomenos, y movimientos que se observan en los Altros, que los que defienden la solidèz de los Cielos, se han visto precisados à admitir vn gran numero de Orbes, Eccentricos, Epicyclos, Eccentrepicyclos, Equantes, Deferentes, y otras monstruosidades semejantes, que si bien fueron con acierto discurridas por los Antiguos como Hypotheses, ò suposiciones para la explicacion, y calculo de los movimientos, han sido despues vendidas al mundo, è introducidas en las escuelas como realidades, y afirmadas como Thefes, y asserciones, sin que aya razon eficaz que las convenza.

Pruebase lo tercero con diferentes observaciones. 1. Varias vezes se han visto aparecer entre las Estrellas fixas algunas Estrellas nuevas, que despues de algun tiempo desaparecieron, como en su lugar diximos: las quales, ò se engendran de nuevo, ò descienden à distancia proporcionada para hazernos visibles; y de qualquiera manera que sea, convencen la fluidèz de los Cielos, y repugnan su solidèz. 2. Los Cometas, que tantas vezes se dexan ver desde la Tierra, se engendran en los Cielos, como es ya opinion constante de los Astronomos, como dixe en el Tratado anteced. estos se mueven alli con varios movimientos, y muy obliquos à la Equinoccial, yà subiendo, yà baxando, yà retirandose al Septentrion, yà bolviendo al Mediodia; y si los Cielos fueran solidos, seria forzoso encontrassen con los circulos solidos de las Planetas.

3. Venus, y Mercurio, segun infalibles observaciones, algunas vezes estan mas altos, otras mas baxos que el Sol, como despues dire; y lo mismo se convence de Marte, por su gran parallaxe, y aumento aparente de su magnitud: de que se sigue, avia de estar rompido por varias partes del orbe del Sol; y aunque algunos Autores quieren componer esto, admitiendo en el Cielo planetario vnos canales, por donde caminen dichos Planetas, ò varios circulos solidos, encajados en la solidèz de dicho Cielo; pero esto no carece de gran dificultad, porque vn encaxe avia de llevar al Sol, y a los dilatados orbes, y epicyclos de Venus, y Mercurio, que tienen por centro al Sol, como se verá en su lugar; y si Marte tiene tambien por centro al Sol, se avrá de juzgar lo mismo. Tambien Jupiter con los circulos que llevan sus Satelites, que se observan moverse à su contorno, avia de correr por vna canal dilatadissima, ò por vn encaxe muy grande; todo lo qual, si bien se considera, llevará muchos inconvenientes.

Pruebase lo quarto, por què si el Cielo fuesse solido, y compuesto de tantos orbes, y epicyclos, incidiendo en ellos la luz de los Astros, y Planetas, tormaria segun leyes de Dioptrica, varias reflexiones, y refracciones, de que

que resultaria la formacion de varios, y amenos colores, que se descubrieran muchos como arcos Iris en el Cielo, se variarian ordinariamente las distancias aparentes, y figuras de los Astros; y no se observarian en los lugares, que segun las Tablas Astronomicas predizen los Astronomos: todo lo qual es manifestamente contra la experiencia. Estas, y otras razones hazen ya tan probable, por no dezir cierta, la sentencia, que afirma ser los Cielos fluidos, que casi todos los Mathematicos modernos, no solo la admiten, si que con muchos Padres antiguos, Philosophos, y Astronomos, se rien de su solidèz.

Objetan algunos contra esto, primeramente, lo que Eliu en el cap. 37. v. 18. de Job, dixo: *Tu forsitan fabricatus es Caelos; qui solidissimi quasi ære fuisset sunt*; donde dize ser solidissimos como el bronçe. A esto se responde, que de su dicho, no se puede inferir cosa cierta, pues Dios le notó de imperito en muchos de sus dichos, como consta del cap. 38. Objetafe tambien, que à lo menos, el Cielo de las Estrellas fixas ha de ser solido, yà por darle la Escritura Sagrada el nombre de Firmamento: yà para que sobre el se mantengan las aguas superiores, y lleve las Estrellas fixas, con la invariable distancia que observan entre si; pero se responde facilmente, que dicho Cielo, se llama Firmamento, por ser vn espacio extenso que divide las aguas superiores de las inferiores: las quales, no pueden caer àzia la tierra, por no ser partes de ella, ni tener àzia ella impulso alguno. Ultimamente, para que las fixas se muevan con aquella vniformidad, basta el impulso que el Señor les dió al principio, ò el de los Angeles que las llevan, segun lo que se determina en la Proposicion siguiente.

PROP. V. Theorema.

Los Cielos, y Estrellas se mueven por impulso recibido del Criador en su creacion.

Varios han sido los sentires de los Autores, en quanto à la causa del movimiento de los Cielos: Alberto

berto Magno; Alpetragio; y otros; sintieron, que Dios mueve por sí los Cielos, y Astros. Otros con Santo Thomas, quæst. 3. de Pot. art. 3. y en el Opusc. 10. art. 3. sienten ser movidos por los Angeles; y entienden ser esta sentencia mas conforme à la Sagrada Escritura; por lo de Job, cap. 9. v. 13. *Sub quo curvantur qui portant orbem*. Otros sienten moverse por sí mismos en virtud del impulso que Dios les imprimió en su creacion; así como la piedra se mueve por sí misma àzia el centro de la tierra. Esta sentencia tienen por cierta comunmente los Philosophos, y Mathematicos modernos; y de los Antiguos la defienden Guillelmo Parisiense, Juan Mayor, Alberto de Saxonia, y otros; à quienes siguen Gabriel, Pererio, Valeño, Camerario, Telles: de los Astronomos, Longomontano; Keplero, y el Padre Miliet, lib. 1. Astronom. Prop. 7. y 8.

Entrambos sentires son probables, y ninguno se puede demonstrar con razones philosophicas; pero juzgo ser este ultimo mas conforme à la Escritura Sagrada, y mas ajustado à la razon natural. Que sea mas conforme à la Escritura; parece constante, porque en Josué, cap. 10. en el 4. de los Reyes, cap. 20. en el Eclesiastes, cap. 1. y 43. y en otros muchos lugares, se atribuye el movimiento al Sol, y à los Astros: lo que se diria en sentido metaphorico, si los Astros no se movieran por sí; si por los Angeles, como prueba largamente el Padre Miliet en el lugar citado.

Que sea mas conforme à razon natural, se prueba, porque mas varios, y admirables son los movimientos que se descubren en los animales, que los que se observan en los Cielos, como son aquellas systoles, y diastoles del corazon, hechas con tanto concierto, la distribucion, y movimiento de los humores; la organizacion de los vivientes, el tejido, y disposicion de las plantas, y otras maravillas, que por frequentes no se reparan; y executandose estas, no por ministerio de Angeles, si por sí mismas con la virtud que recibieron del Criador, mucho mas nos debemos persuadir. se mueven los Cielos con el

impulso, que les concedió su Criador, sin que se atribuya à los Angeles esse movimiento.

Por estas, y otras razones, que son mas propias de la Filosofia, me parece mas verosímil, que Dios imprimió en la Creacion del Mundo varios movimientos à la materia futil de los Cielos; y que con el impulso de esta, son llevados los Astros, y por ella se mueven con varios movimientos: Objetan algunos contra este sentir aquel Texto de Job, cap. 9. v. 13. *Sub quo curvantur qui portant orbem*; pero este, y otros semejantes, se entienden comunmente de la asistencia con que los Angeles asisten, y presiden à los Astros, lo que es innegable.

PROP. VI. Theorema.

Determinase el numero de los Cielos.

Muchas son las sentencias de los Autores en orden al numero de los Cielos: Todos los que admiten los Cielos solidos, suponen tres cosas: La primera, que las Estrellas están vnidas, y fixadas en ellos como los nudos en la tabla; y por consiguiente, que no tienen otro movimiento que el del Cielo, à que están vnidas: La segunda, que en las Estrellas ay muchos movimientos, y algunos de ellos, opuestos entre sí, segun lo que despues veremos: La tercera, que vn mismo cuerpo por sí solo, no puede moverse à vn mismo tiempo con encontrados movimientos. De estas suposiciones infieren, averse de admitir à lo menos tantos Cielos realmente distintos, quantos son los movimientos que se observan en las Estrellas.

Segun esto, los Egypcios, Chaldeos, y otros Astronomos antiguos, hasta Hyparcho, que floreció por los años 136. antes del Nacimiento de Christo, admitieron ocho Cielos: siete, para los siete Planetas, por tener cada vno su movimiento proprio de Poniente à Levante; y el octavo para las Estrellas fixas, que solo juzgaron tener su movimiento de Levante à Poniente: à este octavo Cielo llamaron *Primer Móvil*, porque juzgaron movia los demás

más Cielos, llevandoles de Levante à Poniente; pero Hyparcho, y otros, hasta el tiempo de Ptolomeo, que floreció en tiempo de Adriano, y Antonino, Emperadores, y murió el año 147. del Nacimiento de Christo, advirtieron otro movimiento particular, aunque tardísimo, en las Estrellas fixas de Poniente à Levante; por lo qual añadieron à los sobredichos otro Cielo nono, que fuese el primer movil, y llevase à todos los demás de Levante à Poniente, à que se seguia, descendiendo, el de las Estrellas fixas, que las movia con tardo movimiento de Poniente à Levante, y luego los de los siete Planetas arriba referidos.

Permanecieron en este sentir los Astronomos, hasta el tiempo del Rey Don Alfonso, que fue por los años 1240. y sus sequaces, à los quales pareció tenian las Estrellas fixas otro movimiento à mas de los referidos, que llamaron de *Trepidacion*; por lo que admitieron sobre los nueve arriba dichas, vn dezimo Cielo: este; dezian ser el primer movil, que movia todos los demás de Levante à Poniente; à este seguia otro, con el movimiento tardísimo de Poniente à Levante; que comunicaba al Cielo de las fixas; à este seguia el octavo de las fixas, con su movimiento de *trepidacion*; y luego los siete de los Planetas, con sus propios movimientos: Despues de estos, el Padre Clavio, Magino, y otros Autores, en lugar de dicho movimiento de *trepidacion*, pusieron dos movimientos de *libracion*, que se explicaran, en su lugar; y así, sobre los nueve Cielos de Ptolomeo, admitieron dos mas, en lugar del dezimo de los Alphonsinos; con que sin el Empireo, admitieron onze Cielos: el vndezimo, para primer movil, que llevase todos los demás de Levante à Poniente; el dezimo, para el movimiento de *libracion* del Septentrion al Mediodia, y al contrario: el nono, para la *libracion* de Poniente à Levante, y al contrario; el octavo, para el movimiento tardísimo de las fixas à zia Levante; y los siete, para los siete Planetas. Estas fueron las opiniones de los que ponian los Cielos solidos, las quales tienen ya poca probabilidad, como se puede colegir de

de lo dicho en la Proposicion antecedente, y de lo que mas adelante diremos; y así no me detengo aora en su impugnacion.

Los que admiten todos los Cielos de las Estrellas fluidos, dicen comunmente, que todas las Estrellas, así fixas, como errantes, estan en vn Cielo, que se continuz desde la Luna, hasta la parte exterior del Empireo; y aunque esta sentencia solo admite vn Cielo; le distingue imaginariamente por partes, que llama Cielos; como el Cielo de la Luna, el de Mercurio, &c. Nuestro sentir es con San Juan Damasceno, lib. 2. de *Fide Orthodoxa*; y el Padre Gaspar Escoto en su *Curso Mathematico*, lib. 7. part. 3. cap. 7. que los Cielos son tres, Aereo, Sydereo, y Empireo, acomodandonos en esto al estilo de la Sagrada Escritura, que llama tambien en varios lugares Cielo à la region aerea, y todo lo que ay desde cerca de la tierra hasta la Luna; à este llamo primer Cielo: el segundo, es el de las Estrellas; y el tercero, el Empireo, al qual fue arrebatado San Pablo; y cuya existencia consta del comun sentir de los Santos Padres, que le coligen de diferentes lugares de la Escritura Sagrada; y es el mas alto, è inmovil, destinado para la eterna habitacion de los Bienaventurados. ✓

CAPITULO II.

DDL SYSTEMA DEL UNIVERSO.

Sistema del Universo, es el orden, y situacion natural que tienen entre si los cuerpos principales del Universo. Y como sean diferentes las opiniones de los Philosophos, y Astronomos en quanto al numero, orden, y movimiento de dichos cuerpos, como consta de la Proposicion antecedente, son tambien varios los sistemas que han descubierto. Basterá explicar los principales, que son el Ptolemayo, el Platonico, el Egypciaco, el Copernicano,

18 *Trat. XXIII. De la Astronomia,*
cano, y el Tyconico; porque entendidos estos, se tiene
cabal noticia de los demas.

PROP. VII. Theorema.

Explicase el Systema de Ptolomeo. fig. 1.

Observò Ptolomeo con felicidad el Cielo en Alexandria de Egipto: su Systema, en quanto al orden de las esferas, es el mismo de los Chaldeos, de Pythagoras, Archimedes, Sofigenes, Hyparcho, Cicero, y Plinio; y el que despues siguieron Albategino, Alphragano, y muchos Arabes, con los Alphonsinos, Purbachio, Juan de Regiomonte, Clavio, y Magino, con otros Astronomos, y es como se sigue.

Dividió el mundo en dos regiones, vna Etherea, y otra Elementar; de las quales, la Etherea, ò Celeste, rodea, y comprehende la Elementar. En la Celeste pone nueve Cielos, ò esferas concentricas, en cuyo centro pone la Tierra inmovil: La primera, y superior esfera, (debaxo del Cielo Empireo) llama *primer movil*; porque moviendose de Levante à Poniente en 24. horas, comunica este mismo movimiento à los Cielos inferiores: La segunda, es el Firmamento, donde están las Estrellas fixas: luego se siguen siete para los siete Planetas, cuyos nombres son, *Saturno, Jupiter, Marte, Sol, Venus, Mercurio, y Luna*; y los caracteres con que se expressan, son los que se ven al lado de la misma figura; cuyos lugares, y esferas, segun Ptolomeo, están con el orden que se ha referido: La primera, y mas alta, debaxo del Cielo estrellado, es la de Saturno: sigue la de Jupiter, &c. como se ve en la fig. 1. La region Elementar, divide en quatro cuerpos: el primero, es el Fuego, que pone debaxo el concavo del Cielo Lunar: sigue el Ayre, y despues el Globo Teraqueo, que contiene los dos cuerpos, Agua, y Tierra. Los Alphonsinos añadieron la dezima esfera, como dixe en la proposicion antecedente, para salvar vn movimiento de trepidacion, que juzgaron tener las Estrellas fixas, en cuyo lugar pusieron dos esferas Clavio, Magino, y otros, para

para explicar dicho movimiento de trepidacion, ò libracion; pero estas esferas, dezima, y vndezima, se han añadido con poquissimo fundamento, como en su lugar veremos.

PROP. VIII. Theorema.

Explicase el systema de Platon, y Porphyrio.

El systema de estos Autores, viene à ser el mismo que el Ptolemayco, solo que Platon, à quien siguió en esto Aristoteles, dió al Sol el segundo lugar, constituyendole inmediatamente sobre la Luna: luego sobre el Sol puso à Mercurio, despues Venus, luego à Marte, despues Jupiter, y sobre este à Saturno. Aprobaron este systema Eudoxo, Calippo, Theon, y Gebro. Y quiso Platon observar en las distancias de los Cielos los intervalos musicos, siguiendo en esto à Pythagoras. Porphyrio, Apuleyo, Marcilio Ficino, y algunos Platonicos, pusieron los Planetas con este orden: Luna, Sol, Venus, Mercurio, Marte, &c. Las razones que les pudieron inducir à poner el Sol en el segundo lugar, constarán de la explicacion del systema de los Egypcios.

PROP. IX. Theorema.

Explicase el systema de los Egypcios. fig. 2.

Los Egypcios, con la continua observacion del Cielo, se acercaron tanto à la verdad, que merecieron la aprobacion de casi todos los Astronomos de nuestros tiempos. Observaron à Mercurio, y Venus; vnas vezes superiores al Sol; otras inferiores: ya inferior el vno, y superior el otro; ya al contrario. Advirtieron tambien, que Venus, jamás se aparta del Sol 50. grados, ni Mercurio 30. De donde infirieron, que Venus, y Mercurio, tienen por centro de su movimiento al Sol; y Mercurio, es mas vezino, con lo qual formaron su systema, como se ve en la fig. 2. segun el qual, todos los Planetas, tienen por centro à la Tierra, menos Venus, y Mercurio, que tien-

nen por centro al Sol: este systema está recibido de todos los modernos, en quanto à constituir el Sol por centro de los Orbes de Mercurio, y Venus.

PROP. X. Theorema.

Explicase el systema de Nicolàs Copernico. fig. 3.

Nicolàs Copernico, Canonigo de Torn en Prusia, empezó à observar el Cielo cerca del año 1500. refucitò, y adelantò la opinion de Aristarcho Samio, y de Philolao Pythagorico, disponiendo el systema mundano como se sigue.

Pone el Sol inmòbile en el centro del Mundo: al rededor del Sol, como centro, se mueve Mercurio en el espacio como de tres meses: Siguese despues Venus, que se mueve al rededor del Sol en siete meses y medio por vn circulo, que tiene tambien por centro al Sol, y comprehende dentro al de Mercurio: Siguese la Tierra, que dize ser vno de los siete Planetas; esta supone moverse por vn circulo, que tiene por centro al Sol, y abraza dentro de si los de Mercurio, y Venus, y perficiona su circulacion en espacio de vn año: A mas de este movimiento, concede otro à la Tierra, con el qual rueda en si misma al rededor de su proprio centro de Poniente à Levante, concluyendo su circulacion en espacio de 24. horas, con lo qual se forman los dias, y las noches.

Siguese la Luna, la qual en 27. dias rueda al rededor de la Tierra, à quien tiene por centro: Siguese Marte, el qual tiene por centro de su movimiento al Sol, y anda por vn circulo, que abraza dentro de si todos los sobredichos, y cumple su movimiento en dos años: Siguese Jupiter, que tiene por centro de su movimiento al Sol, à que perficiona en 12. años, con poca diferencia, y el circulo por donde camina, comprehende todos los referidos: Siguese Saturno, que casi en 30. años se mueve por vn circulo, que tiene tambien por centro al Sol, y abraza todos los demás: Ultimamente, se figuen las Estrellas fixas, à quienes pone inmòbiles. Vease la fig. 3.

Este

Este systema explica ingeniosamente todo lo que se observa en el Cielo, como despues verèmos: por lo qual, aviendose condenado este sentir de la inmòbilidad del Sol, y movilidad de la Tierra, por la Sacra Congregacion de los Cardenales, se permite expressamente como hypothesis, y suposicion: esto es, que se ha de tener por falso el dezir, que el mundo tiene en la verdad esta disposicion; pero que si la tuviera, se explicarian bien los movimientos, y apariencias celestes: segun este systema, los siete Planetas son, Saturno, Jupiter, Marte, Venus, Mercurio, Luna, y Tierra; y el Sol, es vna de las Estrellas fixas mayores, que por estar cerca de nosotros, nos comunica tanta luz: Las razones con que se pretende probar la existencia real de este systema, y las que tiene contra si, se propondràn en otra parte.

PROP. XI. Theorema.

Explicase el systema de Tycho Brahe, y Longomontano. figur. 4.

Tychò Brahe, Cavallero de Dinamarca, observò con tanta sollicitud, y acierto las Estrellas por los años del Señor 1586. que mereciò ser tenido por el mas cèlebre Astronomo de su tiempo: Su systema, es el siguiente.

Pone la Tierra inmòbile en el centro del Mundo: siguese la Luna, que tiene por centro à la Tierra; y despues, mucho mas alto el Sol, cuyo movimiento tiene tambien à la Tierra por centro: Los demás Planetas, que son, Mercurio, Venus, Marte, Jupiter, y Saturno, tienen todos por centro de sus movimientos al Sol, de suerte, que el mas cercano al Sol, es Mercurio: siguese Venus, despues Marte, luego Jupiter, y ultimamente Saturno; y despues, sobre todos los Planetas, coloca el Firmamento, como se vè en la fig. 4. Este systema propuso el Orbe Astronomico Tycho Brahe, con el lemma: *Quid si sic?* como si dixesse: vease si en mi systema se explican las apariencias

cias celestes, sin dar movimiento à la Tierra, como le diò Copernico.

Longomontano siguiò à su Maestro Tycho, aunque diò movimiento diurno à la Tierra, de suerte, que sin salir de su centro, rodasse de Poniente à Levante en 24. horas, con lo qual negò à las Estrellas el movimiento de Levante à Poniente.

El Padre Ricciolio, de la Compañia de Jesus, observò en todo el ystema de los Egypcios, variando solamente el circulo de Marte, que le constituyò, conforme à Tycho; y así dexa à Jupiter, y Saturno concentricos al Mundo.

SCHOLIO.

OTros muchos systemas se pueden discurrir à mas de los referidos; pues de nueve terminos, como son los siete Planetas, la Tierra, y el Firmamento, se puede suponer inmoble qualquiera de ellos, ò qualesquiera dos, &c. De que resultaria vn gran numero de disposiciones, ò systemas diferentes; y qualquiera, así de los sobredichos, como de los demás que se pueden discurrir, será admisible como hypothesis, si satisfaciere à las observaciones celestes, ajustandose con todo lo que se observa en los Cielos; mas no por esso se debe ya admitir como tbesi, ò conclusion assertiva, afirmando tener actualmente el Mundo aquella disposición: pues antes bien se infiere, que explicandose con qualquiera los movimientos celestes, qualquiera puede ser la que realmente existe. De que se colige, que no porque el systema Copernicano explique bien con el movimiento de la tierra, y estabilidad del Sol todas las apariencias celestes, se ha de tener por el verdadero; antes bien se convence no aver necesidad alguna para entender en sentido metaphorico los Textos sagrados, que atribuyen el movimiento al Sol, y la estabilidad à la Tierra; y por consiguiente, averse de tener por conclusion assertiva, que los Cielos son los que se mueven, y no la Tierra; pero de esto se tratarà en otra parte con mas extension.

CAPITULO III.

DE LOS CIRCULOS DE LA ESFERA celeste.

Este Capitulo es importantissimo, y conviene en gran manera tener bien comprehendido todo lo que en él se trata, y en primer lugar las definiciones comunes de la esfera, que son las siguientes.

DEFINICIONES.

1. **E**sfera, es vn solido comprehendido de vna sola superficie, que tiene vn punto en medio, del qual todas las rectas, à la superficie, son iguales.
2. *Centro de la esfera*, es aquel punto medio, de donde salen iguales todas las rectas à la superficie.
3. *Semidiametro*, ò *Radio de la esfera*, es qualquiera recta que sale del centro de la esfera à la superficie, y todos son iguales.
4. *Diametro de la esfera*, es qualquiera recta, que pasando por el centro, se termina de vna, y otra parte en la superficie de la esfera. Todos los diametros son iguales, porque cada vno se compone de dos semidiametros iguales.
5. *Exe de la esfera*, es el diametro inmoble, sobre quien se mueve la esfera: y así, qualquiera exe es diametro, mas no qualquiera diametro es exe; pero puede serlo, pues sobre él se puede mover la esfera.
6. *Potos de la esfera*, son los extremos del exe.
7. *Circulo maximo en la esfera*, es el que tiene el mismo centro que la esfera, y la divide en dos partes, ò emisferios iguales. Llamase *Maximo*, porque no ay en la esfera otro mayor, aunque puede aver infinitos iguales. Todos los circulos maximos son iguales, porque todos tienen iguales semidiametros, que son los mismos de la esfera.

8. *Circulo menor*, es el que no es maximo, ò el que no divide la esfera en dos partes iguales, ni tiene el mismo centro de la esfera.

9. *Circulos paralelos*, son los entre si equidistantes, ò cuyos planos son paralelos.

10. *Circulos entre si perpendiculares*, ò *rectos*, son los que se cortan formando angulos rectos.

11. *Circulos entre si inclinados*, ò *obliquos*, son los que se cortan sin formar angulos rectos.

12. *Nodos*, ò *secciones*, son los puntos en que dos circulos maximos se cortan.

13. *Eje del circulo*, es la recta, que passando por el centro del circulo, es perpendicular a su plano.

14. *Polos del circulo*, son los extremos de su eje.

15. *Angulo esferico*, es el que forman dos circulos maximos, porque los demas no se consideran. Su medida, es el arco del maximo perpendicular à entrambos.

16. *Triangulo esferico*, es el que se forma de tres arcos de circulo maximo en la superficie de la esfera, los otros no se consideran.

Todo circulo se divide en 360. grados: cada grado consta de 60. minutos: cada minuto, de 60. segundos: cada segundo, de 60. terceros; y así infinitamente.

PROP. XII. Theorema.

Propónase los circulos de la esfera celeste. fig. 5.

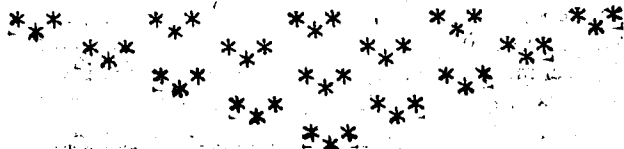
Los circulos que se pueden imaginar en la esfera celeste son innumerables; pero los mas principales son diez, los quales se suelen colocar en las esferas materiales, y globos celestes; y son seis maximos, y quatro menores. Los seis maximos, son: *Orizonte*, *Meridiano*, *Equinoccial*, *Ecliptica*, *Cólaro de los Equinoccios*, y *Cólaro de los Solsticios*. Los quatro menores, son: *Tropico de Cancer*, *Tropico de Capricorno*, *Circulo Arctico*, y *Circulo Antartico*. De estos circulos el Orizonte, y Meridiano son inmóviles, y se imaginan en el concavo del Cielo Empireo;

todos los otros son móviles, y se consideran en el primer móvil.

A mas de estos circulos ay otros, como son los *circulos Verticales*, ò de altura, que llaman *Azimudes*, *circulos de Declinacion*, *circulos de Latitud*, *circulos Horarios*, *circulos de Posicion*, *circulos de las Cosas celestes*, y *circulos Almucantaras*. Todos los quales se explicarán en particular; pero antes es menester advertir lo siguiente.

Todo quanto se dixere de vn circulo en qualquiera de las esferas celestes, se ha de entender en todas las esferas concentricas; porque à qualquiera circulo de vna esfera, le corresponden otro proporcional, y concentrico en todas las esferas concentricas: lo que es bien claro, porque si dicho circulo es maximo, su seccion cortará en la esfera menor concentrica, otro circulo maximo; y si es menor, las lineas que de todos los puntos de su periferia van al centro comun, formarán vna pyramide conica, que cortará en la esfera menor concentrica, vn circulo proporcional al primero: Luego à estos circulos de la esfera menor, convendrán proporcionalmente las mismas divisiones, y propiedades, que à sus correspondientes en la esfera superior.

Los circulos se comprehenden mejor en vna esfera, ò globo; pero bastantemente se entenderán en la fig. 5. la qual se describe de esta manera. Del centro G, hagase vn circulo dividido en sus quatro quadrantes, con las lineas AB, EQ perpendiculares por el centro G. Hecho esto, tomente AN, AO: BT, BV: EC, EK: QR, QP, de 23. grad. y medio: y tirense las lineas NO, CR, KP, TV rectas, ò curvas. Tirese tambien CGP, y quedará pintada en llano la esfera, que servirá para la explicacion de los diez circulos arriba dichos.



PROP. XIII. Theorema.

Explicanse los diez principales circulos de la esfera celeste. fig. 5.

EXE, Y POLOS DEL MUNDO.

Polos del Mundo, son los dos puntos sobre que se mueve toda la maquina de los Cielos, como son A, B. El polo A, que supongo caer a la parte del Septentrion, se llama *Arctico*, por las constelaciones de las Ollas, que en Griego se llaman *Arctos*. Llamase tambien *Septentrional*; y aquella parte del mundo, *Septentrion*, por las siete Estrellas mas brillantes de la Olla mayor, que se llaman *siete Triones*. Dizese tambien *Boreal*, por el viento *Boreas*, que viene de aquella parte. El otro Polo B, se llama *Antarctico*, que es lo mismo que *opuesto al Arctico*: y tambien *Austral*, por el viento *Austro*, que de alli corre: y *Meridional*, por estar respecto de nosotros a la parte donde declina el Sol a la mitad del dia. Sobre estos dos puntos se mueven los Cielos, y Estrellas, dando cada dia vna buelta, con el movimiento diurno de Levante a Poniente. La recta AB, que passa por los dos Polos, y por el centro de la esfera G, es el *Exe del Mundo*; y es linea imaginaria, porque los Cielos no necesitan de exe material para su movimiento.

EQUINOCCIAL.

La *Equinoccial*, o *Equador*, es vn circulo maximo, que dista igualmente de los Polos del Mundo. Este circulo se representa en la figura con la linea recta EQ. Llamase *Equinoccial*, porque estando el Sol en el, son los dias iguales con las noches en todo el Mundo. Su exe AB, es el mismo exe del Mundo, y tambien sus Polos A, y B: y como la *Equinoccial* sea circulo maximo, parte la esfera en dos emisferios iguales; y el que està azia el Polo *Arctico* A, se llama *Emisferio boreal*; y el que està azia el Polo

Polo *Antarctico* B, *Emisferio Austral*.

Los principales oficios de la *Equinoccial*, son los siguientes. 1. Hazer los equinoccios, quando el Sol, que camina por la *Ecliptica*, llega a los puntos en que estos circulos se cortan. 2. Distingue el emisferio boreal del *Austral*. 3. Es el termino de quien se cuentan las declinaciones de las Estrellas, que no son otro, que la distancia que tienen de la *Equinoccial*, como despues veremos. 4. Determina la duracion del dia artificial, o tiempo en que el Sol està sobre el *Orizonte*. 5. Es la medida del tiempo; porque el tiempo en que salen 15. grados, es vna hora: y todos los 360. de que consta la *Equinoccial*, salen en 24. horas, siempre con movimiento igual. 6. En la *Equinoccial*, se cuentan las ascensiones rectas. 7. En la Tierra, donde tambien se considera su *Equinoccial* debaxo de la celeste, (12.) es el termino de quien se cuenta la latitud de los lugares. Todo esto se explicará despues.

ECLYPTICA, Y ZODIACO.

La *Ecliptica*, es vn circulo maximo, que corta obliquamente a la *Equinoccial*, formando con ella vn angulo de 23. grados y medio, representase con la linea CP: sus polos, son O, T, que distan de los polos del mundo A, B, 23. grad. y medio. Llamase *Ecliptica*, porque los *Eclipses* del Sol, y Luna, siempre suceden en este circulo. Dizese *camino del Sol*, porque el Sol siempre va por debaxo la *Ecliptica*, siendo asi, que los demàs Planetas se desvian a vna, o a otra parte. En la *Ecliptica*, se consideran quatro puntos principales, que distan entre si 90. grados. Los dos, se llaman *Equinociales*; y los otros dos, *Solsticiales*. Los dos puntos equinociales, son aquellos, en que la *Ecliptica* corta a la *Equinoccial*, representados por el punto G. Llamanse *Equinociales*, porque en llegando a ellos el Sol, llega a la *Equinoccial*, y haze los dias iguales con las noches; lo qual sucede en 21. de Marzo, y 23. de Septiembre: el de Marzo, se llama *Equinoccio Vernal*, porque de el empieza la Primavera; y el de Sep-

Septiembre, *Autumnal*, porque de él empieza el Otoño: Los Solsticiales son C, P, en los quales se aparta el Sol de la equinocial, lo mas que se puede apartar: el que cae à la parte boreal, se llama *Solsticio Estival*, porque de él empieza el Estio: el que cae à la parte austral, se llama *Solsticio Hiernal*, porque de él empieza el Invierno. La *Ecliptica*, queda dividida por la equinocial en dos semicirculos iguales: el que cae à la parte boreal, se llama *Boreal*; y el que à la austral, *Austral*. Los oficios de la *Ecliptica*, son los siguientes.

1. La *Ecliptica*, es la regla de los movimientos particulares de los Astros, porque todos se hazen, y numeran segun la *Ecliptica*; y assi diremos despues, que el Sol dà la buelta al Cielo en vn año; la Luna en vn mes, &c. esto es, que caminan la *Ecliptica* en esse tiempo.

2. En la *Ecliptica*, y no fuera de ella, suceden los Eclipses de Sol, y Luna. 3. La *Ecliptica*, con su obliquidad à la equinocial, causa la desigualdad de los dias, y noches; la variedad de los tiempos de calor, frio, &c. 4. La *Ecliptica*, es el termino de quien se numera la latitud de los Astros, que no es otro, como despues verèmos, que la distancia entre los Astros, y la *Ecliptica*.

El *Zodiaco*, no es casi distinto circulo de la *Ecliptica*: es vna faja, ò zona ancha, como 20. grados, en medio de la qual està la *Ecliptica*, y es en la figura DZXF, en cuyo medio està la *Ecliptica* CP, que la divide à lo largo: Dividefe el *Zodiaco*, segun su longitud, en 12. partes iguales, y estas son los 12. Signos; y porque la *Ecliptica* consta de 360. grados, tocan 30. grados a cada Signo: los doze Signos, con sus caracteres acostumbrados, son los que se ven cerca de la misma figura: De los quales, los seis primeros, se llaman *Borales*, porque están en el semicirculo de la *Ecliptica*, que cae à la parte boreal; y los otros seis, *Austales*, porque están en el semicirculo, que cae à la parte austral: Estos doze Signos están en el Cielo, con el mismo orden que en la figura, siguiendose vno despues de otro de Poniente àzia Levante, empezando de la interseccion vernal del Equador con la *Ecliptica*.

Los

Los 12. Signos, son en dos maneras; vnos son *Racionales*, è *invisibles*, ò *del primer movil*; y otros *Visibles*, *Estrellados*, ò *del Cielo estrellado*: vnos, y otros tienen los mismos nombres de *Aries*, *Tauro*, &c. arriba puestos. Los Signos racionales, ò *del primer movil*, son doze porciones iguales del Cielo, que empiezan desde el punto, ò equinoccio vernal, y se van siguiendo àzia Levante, y se consideran en el primer movil: Los Signos sensibles, y estrellados, son doze constelaciones, ò agregados de Estrellas fixas, que están en el Cielo estrellado, debaxo del primer movil; y porque las Estrellas que componen dichas imagenes, son visibles, se llaman *Signos visibles*, à distincion de los Signos racionales, que les distingue la razon, y no les percibe el sentido.

Dos diferencias principales ay entre los Signos racionales, y sensibles: la primera, que los racionales son iguales, pues cada vno consta de 30. grados; pero los sensibles, son desiguales, porque muchos ocupan mas de 30. grados, y otros no llegan: La segunda, que los Signos racionales, ò *del primer movil*, empiezan del mismo punto del equinoccio vernal; esto es, de aquella interseccion de la equinocial con la *Ecliptica*, que empieza à hazer la Primavera; pero los Signos estrellados, no empiezan alli, si mas adelante, ni corresponde el Ariete estrellado al Ariete racional, ni Tauro à Tauro, &c.

De suerte, que por los años 400. de Christo nuestro Señor, se hallaba la primera Estrella de la constelacion de Ariete en el principio del Ariete del primer movil, y todas sus Estrellas debaxo del Ariete racional; y assimismo todos los otros Signos sensibles correspondian à sus racionales, con poca diferencia; pero oy todas las Estrellas del Ariete sensible, menos tres, se hallan en Tauro racional, y assi de las demás: de modo, que ninguna de las imagenes celestes corresponde enteramente al mismo Signo del primer movil: lo qual proviene de vn movimiento lento de las Estrellas fixas, con el qual varian vn grado en 72. años; y en 2160. vn Signo, como se verá en su lugar; pero advierto, que siempre que se nombran

Sig-

Signos absolutamente, y sin limitacion, se han de entender los racionales, à del primer movil.

Ultimamente, se debe advertir, que los Signos racionales, propriamente, son doze sectores iguales, comprehendidos de seis circulos maximos, que passando por los polos de la Ecliptica, la dividen en 12. partes iguales, como se colegirà de lo que despues diremos.

COLUROS.

Los Coluros son dos, como diximos: el vno, de los Equinoccios; y el otro, de los Solsticios. *Coluro de los Equinoccios*, es vn circulo maximo, que passa por los polos del mundo, y por los puntos equinocciales, ò intersecciones de la Equinoccial, y Ecliptica: en la figura le representa la linea AB. *Coluro de los Solsticios*, es vn circulo maximo, que passa por los polos del mundo, y por los puntos Solsticiales, y es en la figura el circulo AEBQ, que passa por los puntos Solsticiales C, P, en los quales corta la Ecliptica. Llamante *Coluros*, que en Griego es lo mismo que *Mutilos*, ò *imperfectos*, porque jamas les pueden ver enteros los que habitan fuera de la Equinoccial.

El Coluro de los Equinoccios, divide la Ecliptica en dos semicirculos: el vno Boreal, desde el principio de Ariete por Cancro, hasta el principio de Libra; y el otro, Austral, desde el principio de Libra por Capricorno, hasta el principio de Ariete. El Coluro de los Solsticios, divide tambien la Ecliptica en dos semicirculos: el vno desde el principio de Capricorno por Ariete, hasta el principio de Cancro, y se llama *Ascendente*, porque por èl sube el Sol àzia nosotros; el otro semicirculo, es desde el principio de Cancro por Libra, hasta el principio de Capricorno, y se llama *Descendente*, por baxarse por èl el Sol àzia el otro Polo, contrario al nuestro. A mas de esto, en el Coluro de los Solsticios, se cuenta la maxima declinacion del Sol, que es EC de 23. grados y medio àzia el polo A; y PQ de 23. grados y medio àzia el po-

lo B: en èl se hallan tambien los polos O, T, de la Ecliptica; y las distancias AO, BT, entre los polos de la Ecliptica, y los polos del Mundo.

TROPICOS.

LOS Tropicos, son dos circulos menores paralelos à la Equinoccial, que passan por los puntos Solsticiales, cada vno por el suyo: con que no cortan, si solamente tocan à la Ecliptica en las intersecciones de la misma Ecliptica, con el Coluro de los Solsticios; y son en la figura CR; KP: de los quales, CR, que està à la parte boreal, se llama *Tropico de Cancro*, por empezar este Signo en el dicho Tropico; pero KP, que cae à la parte austral, se llama *Tropico de Capricorno*, por tener alli su principio este Signo. Los Tropicos encierran entre si el camino del Sol, porque jamas sale de aquel pedazo de Cielo, que ay entre vno, y otro Tropico.

CIRCULOS POLARES.

LOS *Circulos Polares*, son dos circulos menores, descritos de los polos del Mundo, que passan por los polos de la Ecliptica, cada vno por el suyo, y son NO, TV: de los quales, NO, se llama *Circulo arctico*, por estàr junto al polo Arctico A; y el TV, se llama *Antarctico*, por estàr cerca del Polo Antarctico B: Los circulos polares, determinan la distancia de los Polos de la Ecliptica, à los del Mundo: Determinan tambien en la Tierra las regiones en que el dia mayor del año, es mas que 24. horas; porque dicho dia es de 24. horas en las Tierras que estàn debaxo de dicho circulo; y todas las que ay dentro de su ambito, son mayores que de 24. horas, como despues verèmos.

ORIZONTE.

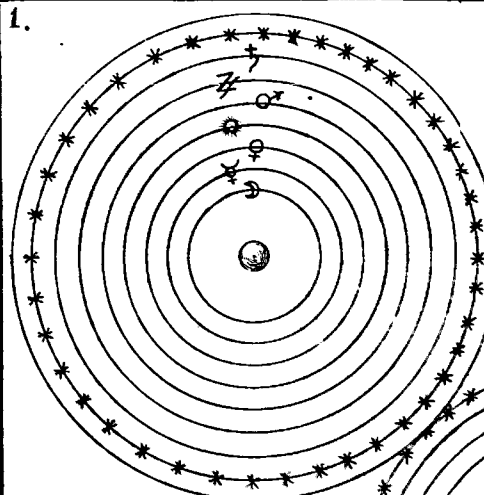
O*Rizonte*, segun la ethimologia del Griego, es lo mismo que *Terminaxor*, ò *Finitor*: es vn circulo, que

que respectó del punto de la Tierra de quien es Horizonte; determina el dia, y la noche; y distingue la parte celeste superior de la inferior. Es en dos maneras, *Racional*, y *Sensible*. *Orizante racional*, es vn circulo maximo, cuyos polos son el punto Vertical, que es el que se considera en el Cielo sobre nuestra cabeza, y se llama *Zenith*; y el punto opuesto à este, que se llama *Nadir*; y està à la otra parte del Cielo correspondiente à nuestros pies. Como en la fig. 6. El circulo HR, es el Orizante racional, respectó del punto C; sus polos son Z, N; el punto Z, es el Zenith; y N, Nadir; y el emispherio HZR, es el superior; y HNR, es el inferior. Dizele *Racional*, porque no le percibe el sentido; si tan solamente la razon.

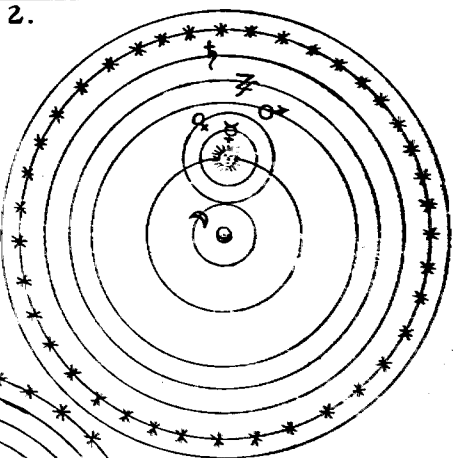
Orizante sensible, es vn circulo, que distingue la parte superior aparente del Cielo, de la inferior, ò que no se ve; y es aquel circulo, donde parece juntarse el Cielo con la Tierra: como si la vista se halla en el punto C, será Orizante sensible el circulo SCE; pero si la vista se halla elevada sobre la superficie de la Tierra, como en B, la linea visual BM, que toca la superficie de la Tierra, determina en el Cielo el punto M, por donde passa el Orizante sensible MQ.

El Orizante tiene los officios siguientes. 1. El sensible, divide la parte del Cielo, vista de la que no se ve. 2. Determina la cantidad del dia artificial, y de la noche; porque todo el tiempo que el Sol està sobre el Orizante sensible, se llama dia artificial, y el tiempo que està debaxo, es la noche. 3. Determina, que Estrellas sean las que jamás se ocultan, ò jamas salen. 4. El Orizante racional, dà la denominacion a la esfera de recta, obliqua, ò paralela, como despues verèmos. 5. En este Orizante se numeran los puntos del Orto, y Ocaso de los Astros, y quanto disten de los puntos del verdadero Orto, y Ocaso, que es lo que llamamos *amplitud ortiva*, y *occidua*. 6. Del Orizante se cuenta en el Meridiano la altura de polo; todo lo qual se explicara despues. Pero advierto, que la diferencia del Orizante sensible, y racional, es insensible, respectó del Firmamento; y así en la

Astro-



- ♄ Saturno.
- ♃ Iupiter.
- ♂ Marte.
- ☀ Sol.
- ♀ Venus.
- ☿ Mercurio.
- ☾ Luna

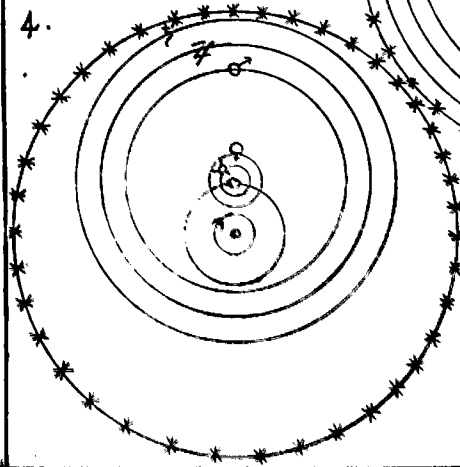
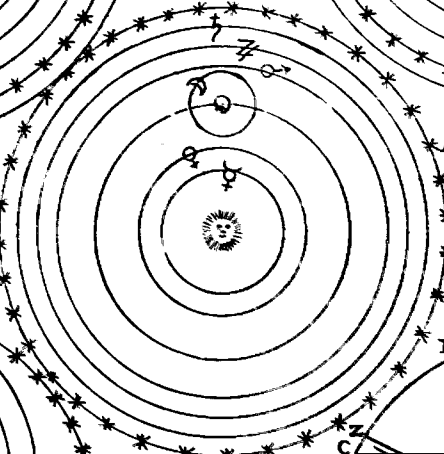


Aries. Tauro. Geminis.
♈ ♉ ♊

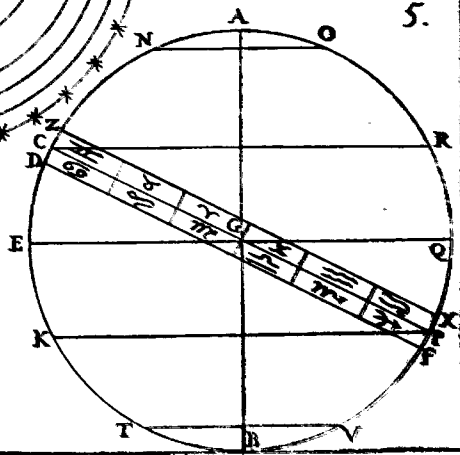
Cancer. Leon. Virgo.
♋ ♌ ♍

*Libra. Escorp. Sagitario.
♎ ♏ ♐

*Capricor. Aquario. Pisis.
♑ ♒ ♓



- Conjuncion. ○
- Sextil. ★
- Quadrado. □
- Trino. △
- Oposicion. ○



Astronomia se toman por vno mismo, en quanto à lo arriba dicho del orto de las Estrellas, amplitud ortiva, y Occidua, altura de polo, &c.

MERIDIANO.

Meridiano, es vn circulo maximo, que passa por los polos del Mundo, y por el Zenith, y Nadir: como en la fig. 6. supuesto, que sean los polos del Mundo H, R, y el Zenith Z, y el Nadir N, sera el Meridiano el circulo HZRN: llamate Meridiano, porque en llegando el Sol à èl, haze medio dia, si està sobre el Horizonte; y media noche, si està debaxo.

De lo dicho se inferè, que como el circulo Meridiano passe por el Zenith, y Nadir, tantos ay Meridianos diferentes, quantos ay puntos imaginables de Levante à Poniente, y cada vno de ellos tiene su Horizonte diferente; pero todos los lugares que directamente està de Septentrion à Meridiana, tienen vn mismo Meridiano, como tambien cada Horizonte sirve para dos lugares; como el mismo Horizonte HR, sirve para el lugar C, y para el lugar O; pero en las espheras materiales, solo se pone vn Meridiano, y Horizonte, que haze el officio de todos: y es bastante con el movimiento de la esphera para declarar todo lo perteneciente al Meridiano de qualquiera lugar.

Los officios del Meridiano, son: 1. Señalar el mismo dia, y media noche. 2. En el Meridiano tienen los Astros la mayor altura sobre el Horizonte, ò menor distancia del Zenith. 3. En el Meridiano, se mide facilmente la distancia entre qualquier Astro, y el Equador. 4. Del Meridiano se empiezan à contar las horas Astronomicas. 5. Tiene el Meridiano insignes vios en la Astronomia, como para observar la altura de polo, declinaciones de los Astros, y otras cosas, que se veràn en su lugar: estos diez circulos de la esphera, que hemos explicado, son los principales; los demás, como los Verticales, Azimudes, &c. que se refirieron en la Prop. 12. se explicarán con mayor oportunidad mas adelante.

CAPITULO IV.

DE LA DIVISION DE LA ESFERA.

Aunque la esfera considerada en sí, es vna misma; pero en orden à diferentes Orizontes, y habitadores de la tierra, tiene diversas disposiciones; por las quales, se divide en tres, que son, *Esfera Recta, Paralela, y Obliqua.*

PROP. XIV. Theorema.

Explicase la Esfera recta. figur. 7.

Esfera recta, es aquella, en la qual la equinoccial es perpendicular al Orizonte, como se vé en la figura 7. en la qual AB, es el Orizonte; y CD, la equinoccial perpendicular al Orizonte AB.

De aqui se sigue lo primero, que en la esfera recta, los circulos por donde camina el Sol, son todos perpendiculares al Orizonte, por ser paralelos à la equinoccial, que es en esta constitucion de esfera, perpendicular al Orizonte: lo mismo se ha de dezir de los circulos que caminan los demás Astros, con su movimiento diurno. 2. En la esfera recta, es perpetuo el equinoccio: esto es, que los dias son siempre iguales con las noches: la razon es, porque el Orizonte divide en dos partes iguales todos los circulos, que forma el Sol con su movimiento diurno de Levante à Poniente, como se vé en dicha figura, en la qual CD, es la equinoccial: los Tropicos, son EG, FH, y los circulos intermedios, son los demás, que forma el Sol con su movimiento diurno, y à todos divide el Orizonte en dos partes iguales; y por consiguiente, es igual el tiempo que el Sol se detiene sobre el Orizonte, al que gasta debaxo del Orizonte. 3. En la esfera recta, todas las Estrellas nacen, y se ponen, deteniendose 12. horas sobre el Orizonte, y otras 12. debaxo: Consta esto

to de lo dicho, y de lo que demuestra Theodosio Tripolita en sus Esfericos.

PROP. XV. Theorema.

Explicase la Esfera obliqua. fig. 8.

Esfera obliqua, es aquella, cuyo Orizonte corta obliquamente à la Equinoccial, como en la fig. 8. La Equinoccial, es EQ: el Orizonte, es HR, el qual corta à la Equinoccial, formando angulos obliquos. En la misma figura, es AB el exe del mundo: A, el polo Austral; y B, el boreal: CN, el Tropico de Cancro; y DF, el de Capricorno.

Siguete de aqui lo primero, que en la esfera obliqua el vn polo està siempre elevado sobre el Orizonte; y el otro, escondido debaxo del Orizonte: y así dixo Virgilio, 1. Georgic.

*Hic vertex nobis semper sublimis, at illum
Sub pedibus styx atra vider, manesque profundi.*

2. En la esfera obliqua, todos los dias son desiguales, exceptuando dos, que son aquellos en que el Sol vá por la Equinoccial. La razon es, porque el Orizonte divide en partes desiguales todos los circulos que anda el Sol con su movimiento diurno de Levante à Poniente, menos la Equinoccial, à quien divide en dos partes iguales, por ser así la Equinoccial, como el Orizonte, circulos maximos. Vease tambien esto en la figura, donde el Orizonte HR divide el Tropico de Cancro CN en K en dos partes desiguales; y la mayor, que es KC, sirve para el dia; y la menor KN, para la noche; y por esta causa, quando el Sol està en el Tropico de Cancro, son los dias mayores que las noches; y así mismo en los demás paralelos hasta la Equinoccial EQ, à la qual divide el Orizonte en dos partes iguales; y por consiguiente, son en ella iguales los dias à las noches. Los demás circulos paralelos que ay desde la Equinoccial, hasta el Tropico de Capricorno DF, quedan de tal fuerte divididos por el Orizonte en partes desiguales, que la menor està

sobre el Horizonte , y la mayor debaxo ; y así son los dias menores que las noches.

3. El dia mayor para los que habitamos àzia el Polo boreal , es el que causa el Sol , quando camina por el Tropico de Cancro , porque el arco KC sobre el Horizonte , es mayor que VP , &c. y todos vãn menguando hasta GD , que es el menor de todos : y por esta causa , quando el Sol camina por el Tropico de Cancro CN , haze el dia mayor , y todos vãn menguando hasta que el Sol llega al Tropico de Capricorno FD , en el qual forma el dia mas corto , por ser el arco GD el mas pequeño de quantos ay sobre el Horizonte. Lo mismo se ha de dezir de las noches , porque la noche GF del Tropico de Capricorno , es la mayor ; y de alli empiezan à menguar hasta la noche KN del Tropico de Cancro , que es la menor ; y la noche mayor GF , es igual al dia mayor KC ; y la noche menor KN , es igual al dia menor GD.

4. En la esfera obliqua ay algunas Estrellas , ò puntos del Cielo , que jamás se ocultan baxo el Horizonte ; y otras , que siempre se ocultan , y nunca salen : las que siempre aparecen sin ocultarse , son todas las que están dentro del paralelo RO ; y las que siempre se ocultan sin salir , son las que están dentro del paralelo HT , los quales paralelos tocan al Horizonte sin cortarle ; y por esta causa RO se llama *el circulo mayor de los siempre aparentes* ; y HT , *circulo mayor de los siempre ocultos*.

PROP. XVI. Theorema.

Explicase la esfera paralela. fig. 9.

E *Sfera paralela* , es la que tiene por Horizonte la Equinoccial , y por consiguiente su Zenith , y Nadir , son los Polos del Mundo : como en la figura 9. AB , es la Equinoccial , y Horizonte juntamente ; y el punto C , es el Zenith , y tambien el Polo boreal ; y el punto D , es el Nadir , y Polo Austral. De aqui se sigue primeramente , que los que habitan debaxo del Polo boreal C , tienen seis meses continuos de dia , que son los que gasta el Sol en

caminar desde Ariete à Libra : esto es , tres meses ; desde la Equinoccial AB , hasta el Tropico EF de Cancro y otros tres , desde este , hasta la Equinoccial AB : asimismo tienen seis meses continuos de noche , que son los que gasta el Sol , desde Libra , hasta Ariete ; esto es , tres meses , desde la Equinoccial AB , hasta el Tropico de Capricorno GH ; y otros tres , desde este , hasta la Equinoccial AB.

2. Tanto el Sol , como las Estrellas , con su movimiento diurno , forman sus circulos paralelos al Horizonte , por ser paralelos à la Equinoccial , que en esta esfera coincide con el Horizonte. 3. El dia en que el Sol vã por la Equinoccial , empieza à salir el cuerpo solar , y acaba de salir todo en 24. horas ; y lo mismo al ocultarse , al tiempo que buelve à la Equinoccial. 4. En esta esfera , todo circulo horario , es Meridiano ; porque aquel circulo , es Meridiano , que passa por los Polos del Mundo , y por el Zenith , y Nadir ; pero en esta esfera , todos los circulos que pasan por los Polos , pasan por el Zenith , y Nadir , por ser en ella estos puntos vna misma cosa : Luego todo circulo que passa por los Polos , quales son los horarios , es Meridiano. 5. Todos los vientos son Australes , porque todos vienen à esta esfera , del Austro. 6. Las Estrellas que están en el Emisferio Boreal , jamás se ocultan en esta esfera ; como ni las que están en el Emisferio Austral , salèn jamás ; y al contrario en la esfera paralela Austral.

PROP. XVII. Theorema.

Explicase la altura de Polo.

A *altura de Polo* sobre el Horizonte , es el arco del Meridiano , comprehendido entre el Polo , y el Horizonte , como en la figura 8. el Meridiano , es ROCH , &c. el Horizonte , es HR : el Polo , es B : y el arco RB del Meridiano , comprehendido entre el Horizonte , y el Polo B , es la altura de Polo : Esta es igual al arco ZE , que es lo que se aparta la Equinoccial del Zenith Z.

Complemento de la altura de polo , es lo que resta de la

altura de Polo, hasta 90. grados, ó hasta el Zenith: con que el arco BZ, es el complemento de la altura de Polo. Este complemento es igual a la altura de la Equinoccial sobre el Orizonte; y así, el arco BZ, es igual al arco EH, que es la altura de la Equinoccial. De que se sigue, que restado la altura de Polo de 90. grados, se halla la altura de la Equinoccial: como porque en Valencia la altura de Polo, es 39. grad. 34. min. restados estos de 90. grad. queda la altura de la Equinoccial 50 grad. 26. min. Vease la demostracion de esto en el Scholio 5. siguiente.

De lo dicho se colige, que en la esfera recta, no ay altura de Polo, por estar entrambos Polos en el mismo Orizonte; pero la altura de la Equinoccial, es 90. grad. que es lo que dista de sus Polos; y al contrario, en la esfera para ella no ay altura de Equinoccial, por coincidir esta con el Orizonte; pero la altura de Polo, es 90. grad. por lo qual à esta esfera la llaman algunos obliquissima.

SCHOLIOS.

Sobre lo explicado en las proposiciones de este, y del antecedente capitulo, conviene hazer las siguientes reflexiones, que juzgo muy importantes para formar cabal concepto de toda la Astronomia: su fundamento se demuestra en los Esfericos de Theodosio; pero son tan patentes, que aun sin ellos se percibirà bastantemente su indefectibilidad: y muchos se hallaràn demonstrados en el libro 4. de la Trigonometria.

1. El Angulo EIC de la Ecliptica CF, con la Equinoccial EQ, fig. 8. es igual; y aun lo mismo que la maxima declinacion del Sol; porque el mismo arco EC, que es la maxima declinacion del Sol, es medida del angulo EIC, que forma la Equinoccial con la Ecliptica.

2. El Coluro de los Solsticios, que en dicha figura es BCDH, &c. es recto, ó perpendicular à la Equinoccial, y Ecliptica; y tiene sus polos en las secciones Equinociales I. La razon es, porque qualquiera circulo, es perpendicular à otro, si passa por sus polos; y pues el Coruro de los Solsticios BCD, &c. passa por los polos del Mundo A, B, y por los de la Ecliptica.

Ecliptica H, R, se sigue ser perpendicular à la Equinoccial, y Ecliptica.

3. El Coluro de los Equinoccios BIA, es perpendicular al de los Solsticios, y à la Equinoccial, porque passa por I, polos del Coluro de los Solsticios; y por B, A, polos del Mundo.

4. El Meridiano BCH, &c. es perpendicular al Orizonte, y à la Equinoccial, porque passa por el Zenith, y Nadir, que son polos del Orizonte; y por los polos del Mundo A, B, que lo son de la Equinoccial, y tiene sus polos el Meridiano en los puntos I del verdadero Orto, y Ocaso, en que la Equinoccial corta al Orizonte.

5. La altura de polo sobre qualquiera Orizonte, es igual à lo que dista la Equinoccial del Zenith; y el complemento de la altura de polo, es igual à la altura de la Equinoccial: la razones, porque ZR, es quadrante, como tambien EB: Luego si se quita el arco ZB, comun à entrambos, quedaràn iguales EZ, distancia entre la Equinoccial, y el Zenith; y BR, altura de polo. Asimismo BE, ZH, son quadrantes iguales; quitese à entrambos EZ, que es comun, y quedará BZ, complemento de la altura de polo, igual à EH, altura de la Equinoccial.

CAPITULO V.

DEL MOVIMIENTO DE LOS ASTROS.

PROP. XVIII. Theorema.

Refierense los principales movimientos de las Estrellas.

EN todas las Estrellas se observan dos movimientos; el vno (aunque impropriamente) se llama raptó, y violento; y el otro, proprio, y natural. Movimiento raptó, ó violento, es el que tienen todas las Estrellas de Levante à Poniente, con el qual dan todas ellas cada dia vna buelta al Cielo: Este movimiento se haze sobre los polos del Mundo; y consiguientemente, segun la Equinoccial, y sus paralelos: de fuerte, que si la Estrella

está en la Equinoccial, camina segun este movimiento por la Equinoccial; pero si está fuera de ella, forma vn circulo paralelo a la Equinoccial: es tan notorio este movimiento, que cada dia se observa, y con él dan vna buelta los Astros en 24. horas, como despues veremos.

Movimiento *proprio*, y *natural*, es el que cada Estrella tiene, moviendose de Poniente azia Levante. Consta facilmente de quotidianas observaciones; porque si oy la Luna à las 8. de la tarde está en el Meridiano, mañana à las 8. aun no avrà llegado à él, si que tardará aun 50. minutos con poca diferencia; y al otro dia à la misma hora, tardará 100. minutos, y así los demás dias. Asimismo, si oy sale la Luna al tiempo en que el Sol se pone, mañana saldrá tres quartos de hora mas tarde; y el dia siguiente tardará hora y media à salir despues de puesto el Sol. Tambien, si oy la Luna está junta con la Estrella llamada *Aldebaran*, ó *Oculus Iauri*, mañana distará de ella azia el Oriente vn pedazo de Cielo; y el siguiente dia mucho mas, y así en los otros dias, hasta que vuelva otra vez à juntarse con la misma Estrella. Todo lo qual convence evidentemente, moverse la Luna de Poniente azia Levante. Lo que hemos exemplificado en la Luna, se observa tambien respectivamente en las demás Estrellas.

Este movimiento se haze sobre los polos de la Ecliptica; y por consiguiente, segun la Ecliptica: de suerte, que si la Estrella se halla en la Ecliptica, camina con este movimiento por la Ecliptica; y si se halla fuera de ella, se haze por vn circulo paralelo à la Ecliptica. Esto tambien lo convencen las observaciones: porque si oy, por exemplo, el Sol en nuestro Meridiano, está alto 50. grados, mañana en el mismo Meridiano tendrá diferente altura, como, por exemplo, 50. grados y medio, y cada dia se irán aumentando estas alturas Meridianas, hasta llegar à 74. grados; y despues de cada dia, se irán disminuyendo hasta quedar en 27. grados: lo mismo se observa respectivamente en los demás Planetas; y como las alturas sobredichas sean las que tienen diferentes grados de la Ecliptica, puestos en el Meridiano, claramente se colige moverse las Estrellas, y Pla-

netas, segun la obliquidad de la Ecliptica. Esto han de mirar los principiantes en vn globo, ó esfera material, para hazerse capaces de cosa tan fundamental, y necesaria para todo lo siguiente.

PROP. XIX. Theorema.

Explicanse estos movimientos en la hypothesis de los Cielos solidos.

LOs Antiguos que admitian los Cielos solidos, como ponian los sobredichos movimientos en esta forma: El primer movil, dezian moverse de Levante à Poniente, dando vna buelta entera en 24. horas justas; y que este arrebataba, llevando con el mismo movimiento todos los Cielos inferiores con sus Estrellas, y por esto se llamaban *movimiento raptó*, y *violento*. A mas de este, dezian tener otro movimiento *proprio*, y *natural* cada Cielo, con el qual se mueve de Poniente à Levante, segun la Ecliptica. Estos movimientos, aunque parecen contrarios, por ser vno de Levante à Poniente, y otro de Poniente à Levante, no tienen oposicion, ni imposibilidad, como se vé en el exemplo de vn globo celeste, en el qual se puede mover vna hormiga por la Ecliptica poco à poco azia el Oriente, aunque el globo se mueva al mismo tiempo azia Poniente: de modo, que mientras el globo dà vna buelta entera azia el Poniente, la hormiga camine vn grado azia Levante.

PROP. XX. Theorema.

Explicanse los sobredichos movimientos en la hypothesis de los Cielos fluidos. fig. 10.

LA sentencia de los Cielos fluidos, que es la mas verdadera, compone todo lo sobredicho con vn solo movimiento de Levante à Poniente: lo qual se entiende facilmente en la figura 10. en la qual T, es la

Tierra : LVNA , es el Cielo de la Luna : ESFI , el Firmamento. Así, pues, el Firmamento, como la Luna, se mueven de Levante à Poniente : con que la Estrella E , dà la buelta por XIF , hasta bolver à E : y la Luna L , tambien rueda por OANV , hasta bolver à L ; pero por ser la Luna mas tarda en este movimiento , quando la Estrella E llega al punto E , la Luna no ha llegado aun al punto L , si que aun se halla en el punto V correspondiente , por exemplo , à la Estrella S ; y el siguiente dia , quando la Estrella S buelve al punto S , la Luna aun no ha llegado al punto V , si que se halla en el punto N , correspondiente à la Estrella F ; y porque mirando à la Luna desde la Tierra T , vn dia la vemos corresponder à E , otro dia à la misma hora la vemos corresponder à S , otro dia à F , &c. por esta causa nos parece moverse con vn movimiento proprio àzia Levante por los puntos L , V , N ; siendo así , que realmente solo se mueve de Levante à Poniente por N , V , L , O , &c. Lo que hemos explicado en la Luna , se ha de entender respectivamente en las demás Estrellas.

De lo dicho se colige , que segun este sentir , solo ay en los Astros vn movimiento real de Levante à Poniente ; y dos apariencias principales , la vna , con que se ven moverse de Levante à Poniente , dando cada dia casi vna buelta al Cielo ; y la otra , con que se observan acercarse cada dia mas , y mas àzia Levante ; y juntamente acercarse mas , yà al vn polo del Mundo , yà al otro : lo qual proviene , de que el movimiento real de Levante à Poniente , no se haze por circulo riguroso , si por vna linea espiral , formando las Estrellas con dicho movimiento como vna rosca , hasta llegar al Tropico ; y bolviendola à caminar otra vez hasta llegar al otro Tropico. Pero es menester advertir , que aunque este movimiento espiral , explica physicamente los movimientos de los Astros ; pero para el calculo , es forzoso suponerle dividido en dos movimientos , vno de Levante à Poniente , segun la Equinoccial , y otro de Poniente à Levante , segun la Ecliptica obliqua al Equador , en angulo de 23. grados y medio , segun se explicò en la Proposicion 18.

PROP.

PROP. XXI. Theorema.

Explicanse estos movimientos , segun la hypothesis de Nicolàs Copernico. fig. 11.

Esta hypothesis , explica los dos movimientos sobredichos , dando dos movimientos à la tierra : el vno diurno ; y el otro annuo. El movimiento diurno , es aquel con el qual la tierra se mueve en espacio de 24. horas al rededor de su centro de Poniente à Levante , rebolviendose en si misma. Movimiento annuo , es aquel con que la tierra se mueve por la Ecliptica de Poniente à Levante en espacio de vn año , segun el orden de los Signos. El movimiento diurno de la tierra de Poniente à Levante , haze parecer , que el Sol , y Estrellas se mueven en 24. horas de Levante à Poniente ; y el movimiento annuo de la misma tierra por la Ecliptica de Poniente à Levante , haze parecer que el Sol se mueve con semejante movimiento. Explicase en la figura 11.

Sea **S** el Sol : el circulo notado en los caracteres de los Signos , sea la Ecliptica ; y el circulo **RATE** , sea el Orbe annuo , ò Ecliptica del Cielo por donde se mueve la tierra : Pintese la tierra en quatro lugares **R** , **A** , **T** , **E**. Esto supuesto , la tierra se mueve , segun esta hypothesis , por el circulo **RATE** ; en espacio de vn año : y su movimiento , es segun el orden de los Signos de Poniente à Levante ; esto es , de **R** por **A** , **T** , **E** , hasta bolver à **R** : teniendo siempre por centro de este movimiento al Sol **S**. De que se infiere , que aunque el Sol està inmoble en el centro del Mundo , parece moverse , segun el orden de los Signos , de Poniente à Levante : porque quando la tierra està en **R** , que es el principio de Aries en 23. de Septiembre , se ve el Sol en el principio de Libra : y aviendo la tierra passado à **A** , principio de Cancro en 22. de Diciembre , se ve el Sol en el principio de Capricornos : y passando la tierra à **T** , principio de Libra en 21. de Marzo , se ve el Sol en el principio de Ariete ; y estando la tierra en **E** , principio de Capricorno en 22. de Junio ,

fc

se ve el Sol en el principio de Cancro; y así de los demás Signos: y este es el movimiento annuo de la tierra.

A mas de este movimiento, tiene la tierra otro, llamado diurno, con que se mueve al rededor de su proprio centro de Poniente ázia Levante, dando vna buelta entera en 24. horas; y así, el punto correspondiente á Q, passa por L, O, P, hasta bolver á Q. De que se sigue, que al habitador, que está en L, le parece salir el Sol, y que va subiendo por el Orizonte ázia el Meridiano; siendo así, que el habitador L, es el que se mueve ázia el Sol, y Meridiano: y en llegando á O, tiene el Mediodia: y en llegando á P, se le pone el Sol; y quando llega á Q, es media noche, y en bolviendo á L, buelve otra vez á descubrir el Sol.

PROP. XXII. Theorema.

Explicanse en esta hypothesis los crecientes, y menguantes de los dias; y las quatro estaciones del año.

fig. 11.

Todo esto se entiende admirablemente en esta hypothesis, suponiendo, que el exe de la tierra, es siempre en qualquiera parte del Orbe annuo, paralelo al exe del Mundo: lo qual se entiende mejor en vna esfera material, fabricada á este intento, que en figura pintada en plano: y se debe poner mucho cuidado en formar concepto de este paralelismo; porque de otra suerte, no se formará alguno de la hypothesis; y como dize el Padre Miliet, lib. 1. Astron. prop. 13. *Hic parallelismus à paucis intelligitur, cum tamen sit in hac hypothesis maximi momenti.*

Sea en la figur. 11, el Sol S: sea la Ecliptica del primer movil, el circulo notado con los caracteres de los Signos. Sea el Orbe magno, ó Ecliptica, por quien se mueve la tierra con su movimiento annuo TERA: considerefe la tierra en los quatro puntos principales T, E, R, A: y sea en todos los quatro puntos dichos el exe de la tierra XZ,

XZ, considerandole como si travesasse el papel, de suerte, que X esté á la pared del que mira; y Z á la parte contraria: y X sea el polo Boreal, y Z el Austral. Siendo, pues, XZ exe de la tierra, será tambien exe de la Equinoccial; y por consiguiente, será recto al plano de la Equinoccial; y como este plano sea obliquo á la Ecliptica con angulo de 23. grad. y medio, será el exe XZ obliquo al punto TERA de la Ecliptica, con el angulo tambien de 23. grad. y medio: y por consiguiente, en qualquier punto del Orbe magno TE, &c. en que se halle la tierra, siempre tendrá á su exe XZ inclinacion al plano de dicho Orbe, ó Ecliptica de 23. grad. y medio; y siempre será paralelo al exe del Mundo, ó de la Equinoccial. Entendido esto, se comprehenderá facilmente la desigualdad de los dias en las varias estaciones del año, segun esta hypothesis, en la forma siguiente.

Quando la tierra está en T, el rayo ST del Sol, es perpendicular al exe XZ (aunque la figura no lo pueda expresar) con que rodando la tierra por IDCB, parecerá que el Sol va sucesivamente correspondiendo á todos los puntos B, C, D, I, y que corre por sobre esse circulo: y como la porcion BCD sea igual á DIB, será el dia igual con la noche, y principio de la Primavera, ó Equinoccio Vernal: Lo mismo por la misma razon sucederá quando la tierra esté en R, y será el Equinoccio Autumnal.

Estando la tierra en E, el rayo SE del Sol, no será perpendicular al exe XZ; y por consiguiente, no cortará por medio al semicirculo ZMX, si que caerá en el punto M mucho mas cerca del Polo Boreal Z, que del Austral Z; y rodando la tierra sobre su exe XZ con su movimiento diurno, irá correspondiendo el Sol al paralelo MN; y hará el dia mayor que la noche para los Boreales, y menor para los Australes, formando el Solsticio Estival: así mismo, estando la tierra en A, formará por la misma razon el Solsticio Hyemal, y los dias mas cortos para los Boreales, y mas largos para los Australes.

PROP. XXIII. Theorema.

El diametro del Orbe annuo en la hypothesis de Copernico, no tiene proporcion sensible con el Firmamento.

fig. 11.

PRuebase, 1. Por que las Estrellas del Firmamento, como por exemplo, las del Orion, que estan en Cancer, tan grandes aparecen quando la tierra esta en E, o cerca de E, como quando esta en A; siendo así, que de E à A, ay diferencia el semidiametro AE del Orbe annuo: Luego este no tiene razon sensible con el Firmamento, porque si la tuviera, era forzoto apareciesen menores las Estrellas del Orion, miradas desde E, que miradas desde A.

Pruebase lo 2. Por que el diametro XZ de la tierra puesta en R; y el diametro mismo XZ de la tierra puesta en T, por ser paralelos, si se alargasen, vendrian a puntos del Firmamento, distantes entre si, quanta es la magnitud del diametro RT del Orbe annuo; y esto no obstante, siempre parecen concurrir en vn mismo punto del Firmamento: lo qual, no puede suceder por otra razon, si porque el diametro RT, puesto en el Firmamento, es vn punto, respecto de dicho Firmamento: Luego no tiene con el razon sensible.

Por esta causa aumenta Copernico el Firmamento, sobre lo que señalan los demás Astronomos, en la opinion comun, quanto en su opinion excede el Orbe annuo del Sol al globo de la tierra, y le haze de tan estupenda magnitud, como convence el computo siguiente.

El Padre Juan Bautista Ricciolio, establece, que el Sol dista de la tierra, siete mil semidiametros de la misma tierra: esto es, que el diametro de la tierra, al diametro del Orbe annuo, es como 1. à 7000. Y por tener las esferas entre si razon triplicada de la de sus diametros, será la solidèz de la tierra à la solidèz del Orbe annuo en razon triplicada de 1. à 7000. Sean, pues, los quatro constans proporcionales 1. 7000. 49. 000. 000.

343.000.000.000. Y será la magnitud de la tierra à la del Orbe annuo como 1. con 343000000000. Y como en la hypothesis de Copernico, la misma proporcion tenga el Orbe annuo con el Firmamento, que tiene la tierra con el Orbe annuo en la opinion comun, será el Orbe annuo al Firmamento, como 1. con 343.000.000.000.

PROP. XXIV. Theorema.

Determinase la cantidad de los movimientos de los Cielos, y Estrellas.

EL modo de determinar lo que se mueven los Astros cada año, y cada dia, se explicará mas adelante en su proprio lugar; pero aora es menester se tengan presentes las noticias que se siguen.

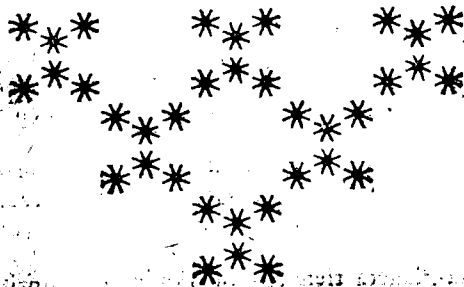
1. El primer movil (que aunque no le aya, le debemos imaginar) dà vna buelta entera en 24. horas precisamente; y este movimiento se haze por la equinoccial, y sobre los polos del Mundo, como dixe en la Prop. 18. Segun este movimiento, cada hora suben por el Horizonte quinze grados de equinoccial; porque partiendo 360. grados por 24. horas, caben à cada vna 15. grados: asimismo, si partimos 60. minutos horarios por 15. grados, veremos, que cada grado gasta en salir por el Horizonte 4. minutos horarios; y por consiguiente, en cada minuto horario, salen 15. minutos de equinoccial, que es la quarta parte de vn grado.

2. Las Estrellas fixas, à mas del movimiento de Levante à Poniente en 24. horas, comun à todos los Astros, tienen su movimiento proprio de Poniente à Levante, segun la Ecliptica, y orden de los Signos, con el qual lentamente se mueven cada año 50. segundos; y en 72. años caminan vn grado de la Ecliptica, y dan vna buelta entera al Cielo en 25920. años. De este movimiento procede el no corresponder oy los Signos sensibles à los racionales, como correspondian 400. años antes de Christo, como dixè arriba.

3. Cada Planeta tiene su movimiento proprio por el

Zodiaco de Poniente à Levante, el qual se ha de suponer, que no es igual, si que en igual tiempo à vezes caminan mas, à vezes menos: por lo qual, los Astronomos, para facilidad de los calculos, han tomado vn movimiento medio igual en cada Planeta: de que se sigue, dividirse el movimiento de cada Planeta en *verdadero*, ò *aparente*, y en *medio*, ò *igual*. Movimiento *verdadero*, ò *aparente*, es aquel que se observa desde la tierra, y con el qual se ve moverse el Planeta de Poniente à Levante, el qual, como he dicho, es desigual: El movimiento *medio*, ò *igual*, es el que es medio entre el mas veloz, y el mas tardado, con el qual, en tiempos iguales, corre espacios iguales: reducele al verdadero, añadiendole, ò quitandole alguna porcion de grados, ò minutos, à la qual llaman, *Equacion*, ò *Prostaphæresi*.

El movimiento medio de los Planetas, es el contenido en la Tabla siguiente: La primera parte, expresa lo que cada Planeta camina cada dia, con el movimiento proprio medio de Poniente à Levante: La segunda parte, contiene el tiempo que gasta en dár vna buelta entera al Zodiaco, con su movimiento medio. En la Luna se ponen dos movimientos: el primero, es, respecto del Zodiaco, como en los demás Planetas; y el segundo, es, respecto del Sol, que es lo que la Luna se aparta del Sol cada dia; asimismo se ponen dos circulos, ò periodos: el primero, es lo que tarda en dár vna buelta de vn punto fijo, hasta que buelva à el mismo; y el segundo, lo que tarda de vna conjuncion con el Sol, à otra.



T A B L A

De los Movimientos medios de los Planetas.

	Movimiento diurno.			Periodo entera.			
	Gr.	Min.	Seg.	Años.	Dias.	Horas.	Min.
Saturno.	0	2	0	29	155	8	0
Jupiter.	0	4	59	11	313	17	0
Marte.	0	31	26	1	321	22	0
Sol.	0	59	8	0	365	5	49
Venus.	0	59	8	0	365	5	49
Mercurio.	0	59	8	0	365	5	49
Luna.	13	10	35	0	27	7	43
Luna del Sol.	12	11	26	0	29	12	44

De aqui se colige, que en 29. años, 155. dias, y 8. horas dá el primer movil vna buelta mas que Saturno; y en 365. dias, 5. horas, 49. minutos, dá vna buelta mas que el Sol, y así de los demás. Este movimiento, que como dixe, es por la ecliptica, se llama *Movimiento de longitud*, y se cuenta en la misma ecliptica desde el primer grado, ò punto de Arie racional, ò interseccion vernal del equador con la ecliptica. Quanta sea la velocidad del movimiento diurno de los Aitros, depende de la magnitud de los Cielos, ò circulos por donde caminan, como luego veremos.

PROP. XXV. Theorema.

Explicanse algunas propiedades del movimiento aparente, y verdadero de los Planetas.

LOS Planetas se llaman *Velozes*, *Tardos*, *Directos*, *Retrogrados*, y *Estacionarios*. Llamase *Veloz* vn Planeta, quando su movimiento diurno verdadero, y aparente, es mayor que su movimiento medio: como si Saturno en 24. horas caminasse 3. minutos. Llamanse *Tardos*, quando su movimiento diurno verdadero, es menor que el medio, como si Saturno caminasse en 24. horas vn minu-

to. *Directo*, es vn Planeta, quando con su movimiento proprio se mueve, segun el orden de los signos, como de Aries à Tauro, &c. *Retrogrado*, quando con su proprio movimiento se mueve contra el orden de los signos, como de Tauro à Aries, &c. *Estacionario*, es quando sensiblemente no tiene movimiento alguno proprio de Poniente à Levante; lo qual sucede al principio de la direccion, quando de retrogrado quiere passar à directo; y al principio de la retrogradacion, quando de directo quiere passar à retrogrado.

Tambien los Planetas, à vezes distan mas del centro de la tierra, y à vezes menos: Pruebase esto, porque sus cuerpos, à vezes parecen mayores, à vezes menores, lo que arguye, segun reglas de Optica, està à vezes mas distantes de la tierra, y à vezes menos; y fuera ridiculo el pensar, que por aparecer mayores, ò menores los Planetas, tienen real aumento, y disminucion sus cuerpos: El punto en que vn Planeta dista mas del centro de la tierra, se llama *Auge*, ò *Apogeo*; y el punto en que dista menos, se llama *Perigeo*. La razon de estas apariencias, se explicará latamente en los libros siguientes de este Tratado.

PROP. XXVI. Theorema.

Explicanse los Aspectos de los Astros. fig. 12.

A *Specto*, es el respecto de vn Astro à otro, segun la distancia que tienen entre si en la ecliptica. Los Astrologos, solo consideran cinco, cuyos nombres son los siguientes; y los caracteres con que se expressan, se ven en la fig. 12. y tambien en la Estampa 1.

Conjuncion. Sextil. Quadrado. Trino. Oposicion.

Conjuncion, es la concurrencia de dos Astros en vn mismo lugar de la ecliptica, como si los dos están en A.

Sextil, es quando dos Astros distan entre si la sexta parte

parte de la ecliptica, ò sesenta grados, ò dos signos, como si el vno està en A, y el otro en O, ò en X.

Quadrado, es quando distan entre si la quarta parte de la ecliptica, ò 90. grados, ò tres signos, como AD, ò AC.

Trino, es quando distan la tercera parte de la ecliptica, ò 120. grados, ò quatro signos, como AZ, ò AY.

Oposicion, es quando distan la mitad de la ecliptica, ò seis signos, como si el vno està en A, y el otro en B.

Otros aspectos se podian considerar; pero los Astrologos comunmente se contentan con los referidos, y todos se consideran segun la longitud de la ecliptica, sin atender à la latitud, aunque la tenga el Planeta.

Estos aspectos se dividen 1. en *Diestros*, y *Siniestros*. *Diestro*, es aquel aspecto que se cuenta contra el orden de los signos: *Siniestro*, el que segun el orden de los signos. Los Astrologos dizen, que el aspecto diestro, ò contra orden, es mas poderoso que el siniestro: 2. Qualquiera de estos aspectos se divide en *Partil*, y *Platico*: Dize se aspecto *Partil*, el que tiene los grados precisos que requiere, sin que falte, ni sobre; como si vn Astro se halla en 2. grados de Aries, y otro en 2. de Cancro, será quadrado partil. *Platico* aspecto, es à poco mas, ò menos, aunque falte, ò sobre algo de lo que requiere; pero dentro de ciertos terminos. El Sol admite 17. grados mas, ò menos. La Luna, y Jupiter 12. Saturno 10. Venus 8. Mercurio, y Marte 7. Las fixas de primera magnitud 7. grad. 30. min. Las de segunda 5. grad. 30. min. Las de tercera 3. grad. 30. min. Las de quarta 1. grad. 30. min.



CAPITULO VI.

DE LA DISTANCIA, Y MAGNITUD DE los Cielos, y Estrellas.

PROP. XXVI. Theorema.

Proponefe la distancia de los Cielos.

LA distancia que ay de los Cielos à la tierra, es muy difícil de determinar; y tanto mas, quanto mas distantes están los Astros de la tierra: De aqui nace la variedad notable que ay en diferentes Astronomos: Concuerdan todos en medir estas distancias por femidia- metros de la tierra, que constan cada vno de 1000. leguas Españolas, con poca diferencia: con lo qual podrá facil- mente el curioso reducir las distancias à leguas, con solo añadirles tres zeros. El modo con que los Astronomos miden estas distancias, se explicará en su lugar: aora nos contentaremos con referir aqui solas quatro opiniones de las mas principales: dos de los Antiguos Ptolomeo, y Al- fragano; y dos de los Modernos Longomontano, y Ric- ciolio.

Distancias segun Ptolomeo.

	Distancia mayor.	Menor.	Grueso.
Luna.	64	33	31
Mercurio.	178	64	114
Venus.	1199	178	1021
Sol.	1315	1199	116
Marte.	9968	1315	8653
Jupiter.	16190	9968	6222
Saturno.	22612	16190	6422
Fixas.	Incierta	22612	Incierto

Distancias segun Alfragano.

	Mayor.	Menor.	Grueso.
Luna.	64	33	31
Mercurio.	168	64	104
Venus.	1121	168	953
Sol.	1216	1121	95
Marte.	8854	1216	7638
Jupiter.	14378	8854	5524
Saturno.	22612	14378	8234
Fixas.	40000	22612	17388

Distancias segun Longomontano.

	Mayor.	Menor.	Grueso.
Luna.	63	52	11
Mercurio.	1905	626	1279
Venus.	2287	289	1998
Sol.	1340	1236	104
Marte.	3450	336	3114
Jupiter.	8435	4776	3659
Saturno.	14763	9945	4818
Fixas.	8.cuen.	14763	

Distancias segun Ricciolio.

	Mayor.	Menor.	Grueso.
Luna.	67	51	16
Mercurio.	10869	4077	6792
Venus.	12921	1917	11006
Sol.	7614	7040	574
Marte.	21006	2372	18634
Jupiter.	47677	26316	21361
Saturno.	90176	57722	32454
Fixas.	100000	90176	9824

Los que admiten el movimiento de la tierra, dan ma-
D 3
yor

yor distancia à las fixas, por la razon que arriba dixè:
Lansbeigio 10. millones. Galileo 13. Keplero 6. Copernico indefinida,

COROLARIO.

LA tierra, es un punto, respecto del Cielo de las Estrellas fijas; porque el semidiámetro de la tierra, al del Cielo estrellado, es, segun Alfagrano, como 1. à 40. mil; y en sententia de Ricciolio, como 1. à 100. mil; y aun otros dan mayor distancia à las fixas, como hemos visto. Esto mismo se demonstrará, con otras razones, en su lugar.

PROP. XXVII. Problema.

Hallar la circunferencia del circulo maximo de cada Cielo.

ENtiendese aqui por Cielo aquella region etherea; por la qual camina cada Astro; como por Cielo de la Luna, la region por donde esta camina, y assi de los demás.

Operacion. Tomese de la Tabla antecedente la distancia, ò semidiámetro del Cielo que se desea: Doblese, y hagaie vna regla de tres, dispuesta como en el exemplo que se sigue; cuyos dos terminos primeros, siempre son los mismos; el tercero, es el duplo de la distancia que se ha tomado de la Tabla; y el quarto, será la circunferencia que se desea saber.

Exemplo. Quiero saber la circunferencia del circulo maximo del Cielo de las Estrellas fijas: su semidiámetro, segun Ricciolio, es 100000, duplicole, y es 200000. y hago esta regla de tres: Si 7, dan 22. que darán 200000. y multiplicando este numero por 22. salen 4400000. y partiendo este producto por 7. salen 628571. semidiámetros de la tierra, que son 628. 571. 000. leguas Españolas; y esta es la circunferencia del Cielo de las fixas en su circulo maximo. Assi se facarán las demás.

PROP.

PROP. XXVIII. Problema.

Hallar la superficie de cada Cielo.

EN cada Cielo se pueden considerar dos superficies, vna concaba, y otra convexa; y el espacio comprehendido entre las dos, es la crasie, ò espesura del Cielo. Para hallar la superficie convexa, nos valdremos de la distancia, ò semidiámetro mayor; y para hallar la concaba, nos valdremos del menor. Por el diámetro se facará primeramente la periferia del circulo maximo: (27.) Luego se multiplicará la periferia del circulo maximo por el diámetro, y el producto será la superficie de la esfera.

Exemplo. Pídesse la superficie convexa del Cielo de Saturno. Hecha, pues, la eleccion de la mayor distancia, ò semidiámetro, que segun Ricciolio, es 90. 176. saco (27.) la periferia del circulo maximo de dicho Cielo, y es 566.820. y 4. septimos: Duplico el semidiámetro, y será el diámetro entero 180.352. Multiplico la periferia hallada por este diámetro, y el producto 102. 227. 223. 698. es la area de la superficie convexa, ò superior del Cielo de Saturno en semidiámetros de la tierra, que reducida à leguas, son 102.227.223.698.000.000. leguas Españolas: De esta misma suerte se hallará la superficie concaba de dicho Cielo 41. 885. 853. 856. semidiámetros de la tierra: esto es, 41. 885. 853. 856.000.000. leguas superficiales Españolas: Fundase esta practica en la propos. 16. del lib. 11. de mi Geomet. Practica.

PROP. XXIX. Problema.

Hallar la solidèz de cada Cielo.

Operacion. Hallese primero la solidèz de toda la esfera terminada en la superficie convexa de qualquier Cielo, por la Prop. 25. del lib. 11. de mi Geom. Pract. Hallese tambien la solidèz de la esfera terminada

D 4.

en

en la superficie concava del mismo Cielo; y restado esta solidéz de aquella, el residuo será la solidéz del Cielo que se busca.

En el mismo exemplo del Problema antecedente, para hallar la solidéz de la esfera terminada en la superficie convexa del Cielo de Saturno, se multiplicará esta superficie, que es 102.227.223.698. por la tercera parte del radio, ó distancia mayor de Saturno; esto es, por 30058. y 2. tercios, y el producto 3.072.814.041.396.949. semidiametros solidos de la tierra, es la solidéz de toda la esfera, terminada en la superficie convexa: Alsimismo se hallará, que la solidéz de toda la esfera, terminada en la superficie concava del Cielo de Saturno, es 805.911.752.092.410. semidiametros solidos terrestres; y restado esta solidéz de aquella, el residuo 2.266.902.289.304.939. es la solidéz del Cielo de Saturno en semidiametros solidos de la tierra, que son leguas Españolas 2.266.902.289.304.939.000.000.000.

PROP. XXX. Problema.

Hallar quanto camina vna Estrella en vna hora, minuto, &c. con su movimiento diurno.

Qualquiera Estrella corre con su movimiento diurno en 24. horas toda la circunferencia del circulo de su Cielo: Hallese, pues, (27.) la circunferencia, y se sabrá lo que camina en 24. horas: partase dicha circunferencia por 24. y se hallará lo que camina en vna hora: partase lo que camina en vna hora por 60. y se sabrá lo que camina en vn minuto: partase lo que camina en vn minuto por 60. y se verá lo que anda en vn segundo.

Exemplo. Una Estrella fixa, puesta en la equinoccial, camina en 24. horas la circunferencia de la equinoccial, que segun Ricciolio son 628.571.000: leguas: parto este numero por 24. y salen al Quoto 26.190.458. y tantas leguas camina la Estrella cada hora: parto esto por 60. y vienen al Quoto 436507. leguas, las quales corre

corre en vn minuto: parto este numero por 60. y vienen al Quoto 7275. leguas; y tanto corre en vn segundo, que es poco mas del tiempo que gasta vn pulso sossegado de vn golpe à otro: Esta velocidad, es tanto menor en los Astros que están fuera de la equinoccial, quanto es menor el paralelo que describen con su movimiento: El modo de sacar la magnitud de estos paralelos, es facil, y se verá en otra parte.

CAPITULO VII.

DE LAS DIFERENTES COMPARACIONES
de los Astros.

LO contenido en este Capitulo, es comun à los Planetas, Cometas, y Estrellas fixas, à cuyos movimientos, y situaciones convienen diferentes nombres, como Son, *Longitud, Latitud, Declinacion, Ascension, &c.* que declaro en las proposiciones siguientes.

PROP. XXXI. Theorema.

Explicase la longitud de los Astros. fig. 13.

LA *Longitud* de vn Astro, es el arco de la ecliptica, contenido desde el primer punto de Ariete, segun el orden de los signos, hasta el punto de la ecliptica, en que se halla el Astro: como si Jupiter se halla en 12. grados de Tauro, será la longitud de Jupiter el arco de la ecliptica, que ay desde el principio de Ariete, hasta el grado 12. de Tauro, que es vn signo, y 12. grados, que reducido à grados, es toda la longitud 42. grados.

Para inteligencia de esto, se ha de advertir, que qualquiera Astro, aunque en la realidad esté fuera de la ecliptica, se dize estar en aquel punto de la ecliptica, donde la corta el circulo maximo, que passa por sus polos, y por el Astro; y el arco contenido desde el principio

pio de Ariete, hasta el dicho punto, es la longitud del Astero.

Sea ABCD, el coluro de los Solsticios; y AEC, el de los equinocios: sea BD la equinocial, y sus polos A, C; sea FG la ecliptica; y sus polos P, R. El principio de Ariete sea E, y H sea vn Astro: passe por los polos P, R, de la ecliptica, y por el centro del Astro H, el circulo maximo PHR, que corta à la ecliptica en I: Digo, que el Astro H, se dize està en I; y el arco EI, desde la interseccion Vernal, ò principio de Ariete E, hasta el punto I, es la longitud del Astro H: y se dize, que EI, y no EH, es lo que el Astro H, dista del primer punto E de Ariete. Esta distancia se llama tambien *movimiento de longitud*, porque el Astro, con su movimiento proprio, ha caminado la dicha longitud.

PROP. XXXII. Theorema.

Explicase la latitud de los Astros. fig. 13. y 14.

Latitud de vn Astro, es lo que dista de la ecliptica: Midefe esta distaneia en el circulo maximo, que pasando por los polos de la ecliptica, y por el Astro, determina su longitud en la ecliptica, como diximos arriba; y assi, la latitud del Astro H, es el arco IH. (fig. 13.) La latitud es en dos maneras, *Boreal*, y *Austral*: *Boreal*, es quando el Astro està fuera de la ecliptica, à la parte del polo àrtico del Mundo: *Latitud Austral*, es quando el Astro se halla fuera de la ecliptica, à la parte del polo àntàrtico: sea, pues, (fig. 13.) el polo àrtico A, y el àntàrtico C, y la Estrella H, tendrà latitud boreal; y la Estrella T, tendrà latitud austral.

El Sol, jamàs tiene latitud, porque nunca està fuera de la ecliptica. Las fixas, tienen alguna latitud boreal, y otras austral, y jamàs la varian: Los otros Planetas, y los Cometas varian su latitud, y la especie de ella; porque de australes passan à boreales, y al contrario. Para inteligencia de la latitud de los seis Planetas, se ha de suponer, que assi como el Sol se mueve siempre por la eclyp-

te ecliptica, los otros Planetas se mueven por vn otro circulo maximo, que se llama *Orbita del Planeta*, y corta la ecliptica en dos puntos opuestos, que se llaman *Nodos*; y el punto donde la corta, subiendo el Planeta àzia el Septentrion, se llama *Nodo boreal*, ò *Cabeza del Dragon*; y el punto donde corta la ecliptica, baxando el Planeta al Meridiodia, se llama *Nodo austral*, ò *Cola del Dragon*.

De que se sigue, que quando el Planeta se halla en el nodo austral, ò boreal, no tiene latitud, por hallarse entonces en la ecliptica; pero en estando distante de qualquiera nodo, tiene latitud, por hallarse fuera de la ecliptica: y lo que se aparta de la ecliptica, es *latitud*; pero lo que dista del nodo, se llama *movimiento de latitud*, como en la fig. 14. Si ABC, es la ecliptica; y AHC, la orbita del Planeta, serà C el nodo boreal, y A el austral: y estando el Planeta en H, serà BH la latitud del Planeta, y CH el movimiento de latitud, y seria grave error el confundir cosas tan distintas.

La maxima latitud de vn Planeta, es lo mas que se aparta de la ecliptica, como HB; y esta no es la misma en todos los Planetas; porque en la Luna, es 5. grados: en Mercurio, mas de quatro: en Venus, mas de 9. en Marte, mas de 7. en Jupiter, poco menos de dos: y en Saturno dos y medio. De lo dicho se colige, que vn mismo movimiento proprio de vn Planeta, si se cuenta desde el primer punto de Ariete, se llama *Movimiento de longitud*; y si del nodo boreal, ò cabeza del Dragon, se llama *Movimiento de latitud*.

PROP. XXXIII. Theorema.

Explicase la Ascension, y Descension de los Astros.

Ascension de vn Astro, es el punto de la equinocial, que sube por el Horizonte al mismo tiempo en que sube el Astro, la qual se cuenta en la equinocial desde el primer punto de Ariete àzia Levante: como si quando sale *Rigel*, que es la Estrella del pie siniestro del Orion,

Orion, sale el grado 75. de la equinoccial, será la ascension de dicha Estrella 75. grados.

La ascension, es en dos maneras, *Recta*, y *Obliqua*. *Ascension recta*, es el punto de la equinoccial, que sale por el Orizonte de la esfera recta, al mismo instante en que sale el Astro. La *Ascension obliqua*, es el punto de la equinoccial, que sale por el Orizonte de la esfera obliqua, al mismo instante en que sale el Astro.

Diferencia ascensional, es la diferencia entre la ascension recta, y obliqua; como si la ascension recta de Rigel es 75. grados, y la ascension obliqua de la misma Estrella fuere 80. grados, la diferencia ascensional, será vn arco de equinoccial de 5. grados.

Descension de vn Astro, es el punto de la equinoccial, que se pone al mismo tiempo en que se pone el Astro. Es tambien en dos maneras, *Recta*, y *Obliqua*. *Descension recta*, es el punto de equinoccial, que se pone quando se pone el Astro en la esfera recta. *Descension obliqua*, es el punto de la equinoccial, que se pone en la esfera obliqua, juntamente con el Astro. *Diferencia descensional*, es la diferencia entre la descension recta, y obliqua. Notense aora las advertencias siguientes.

1. El punto de equinoccial, que passa por qualquiera Meridiano, al mismo tiempo en que passa vn Astro, es la ascension recta del mismo Astro: La razon es, porque qualquiera Meridiano, es Orizonte de alguna esfera recta. De que se sigue, observarse bien las ascensiones rectas en el Meridiano, aunque estemos en esfera obliqua.

2. Las ascensiones rectas, son las mismas en toda esfera recta, y en todo Meridiano; pero las obliquas, son diferentes, segun es mayor, ò menor la obliquidad de la esfera, ò altura de polo: y por esta causa, vna misma Tabla de ascensiones rectas de los grados de la ecliptica, sirve para toda la tierra; pero para cada grado de altura de polo, se necessita de diferente Tabla de las ascensiones obliquas.

PROP. XXXIV. Theorema:

Explicase la declinacion de los Astros. fig. 13.

DDeclinacion, es lo que vn Astro se aparta de la equinoccial azia alguno de sus polos. Mídefe en vn circulo maximo, que passando por los polos del mundo, y por el centro del Astro, corta la equinoccial: con que la declinacion, es el arco de este circulo, contenido desde la equinoccial, hasta el Astro: si este se halla fuera de la equinoccial azia el polo arctico, tendrá declinacion boreal; y si azia el polo antarctico, la tendrá austral, como en la fig. 13. por estár el Astro H, fuera de la equinoccial BD, azia el polo arctico A, tiene declinacion boreal; y es tanta, quanto el arco XH del circulo AHXC, que passando por los polos del mundo A, C, y por el Astro H, corta la equinoccial en X: asimismo el Astro N, tendrá la declinacion austral XN.

COROLARIOS.

1. **D**E lo dicho en las Proposiciones de este Capitulo, se infiere la diferencia que ay entre longitud, y ascension: entre movimiento de longitud; y de ascension, y entre latitud, y declinacion: porque aunque la longitud, y ascension comienzan de vn mismo principio de Ariete; pero se cuentan en diferentes circulos, esto es, la longitud en la ecliptica, y la ascension en la equinoccial. Tambien aunque el movimiento de longitud, y el de latitud se cuentan en vn mismo circulo, que es la ecliptica, pero de diferente principio; esto es, el movimiento de longitud, desde el primer punto de Ariete; y el de latitud, del nodo boreal, que raras vezes coinciden. Ultimamente la latitud, es lo que el Astro se aparta de la ecliptica, azia los polos de la misma ecliptica; y la declinacion, es lo que el Astro se aparta de la equinoccial, azia los polos de la equinoccial, ò del mundo.

2. Un mismo Astro puede tener declinacion boreal, y latitud austral; y al contrarrio: y sucede siempre que el Astro se halla entre la equinoccial, y la ecliptica; y assi, el Astro O
lie-

tiene latitud austral ZO ; y declinacion boreal XO ; y el Astro T, tiene latitud boreal ; y declinacion austral.

3. Los circulos maximos, que passan por los polos del Mundo, y cortan la equinoccial à angulos rectos, se llaman circulos de declinacion ; porque como diximos, en ellos se cuenta la declinacion de los Astros, ò puntos celestes ; algunos les llaman tambien circulos de ascension recta, porque determinan la ascension recta de los Astros, en el punto en que cortan à la equinoccial.

4. Los circulos maximos, que passando por los polos de la ecliptica, la cortan con angulos rectos, se llaman circulos de latitud, porque en ellos se cuenta la latitud de los Astros, ò puntos celestes : Algunos les llaman circulos de longitud, porque determinan la longitud de los Astros en el punto en que cortan la ecliptica, como arriba diximos.

PROP. XXXV. Theorema.

Explicase el arco semidiurno, y seminocturno : amplitud ortiva, y occidua de los Astros. fig. 15.

Arco semidiurno, es el que describe el Astro, subiendo del Horizonte al Meridiano superior. Arco seminocturno, es el que describe el Astro, baxando del Horizonte al Meridiano inferior. Sea HR el Horizonte : sea QD la equinoccial : el polo boreal sea B, y el austral A. Sea O un Astro : este para llegar al Meridiano superior BQR, describe el arco OK : este arco es el semidiurno : y OP, es el seminocturno. Asimismo, si el Astro sale en I, será IC el arco semidiurno, y IN seminocturno.

Estos arcos se miden en la equinoccial, desde el punto que determina la ascension recta del Astro que sube, ò baxa por el Horizonte. Como en el exemplo propuesto, el punto T, es el que determina la ascension recta del Astro O : con que el arco semidiurno, contado en la equinoccial, es TQ ; y el seminocturno es TD. Asimismo el arco semidiurno del Astro I, es SQ en la equinoccial ; y el seminocturno es SD : La razon de esto es, porque siendo paralelos KP, QD, el arco AOTB corta en entram-

bos.

los arcos OK, TQ semejantes.

Para entender què cosa sea amplitud ortiva, y occidua, se ha de suponer, que el verdadero Levante, es aquel punto en que la equinoccial corta al Horizonte en la parte Oriental, por el qual punto sale el Sol el dia del equinoccio. El verdadero Poniente, es aquel punto, en que corta la equinoccial al Horizonte en la parte Occidental, que es el punto en que se pone el Sol el dia del equinoccio. Esto supuesto,

Amplitud Ortiva, es el arco del Horizonte, comprendido entre el punto del verdadero Levante, y el punto donde sale el Astro. Amplitud Occidua, es el arco del Horizonte, contenido entre el punto del verdadero Poniente, y el punto donde se pone el Astro. En la figura 15. el punto del verdadero Levante es E ; y EO, es la amplitud ortiva, respecto del Astro, que sale en O : como tambien EI es la amplitud ortiva, respecto del Astro, que sale en I ; y considerando E, como punto del verdadero Poniente, será EO amplitud occidua del Astro, que se pone en O ; y EI, amplitud occidua del que se pone en I. La amplitud ortiva, y occidua OE, EO, son iguales ; porque el Horizonte corta à los paralelos KP, QD ; y el Meridiano AQBD, es recto à todos : Luego EH, en la parte Oriental ; y HE, en la Occidental, son iguales ; como tambien OH, HO : Luego si de los iguales EH, HE, se quitan los iguales OH, HO, quedarán OE, EO iguales, que son la amplitud ortiva, y occidua : consta esto de los esfericos de Theodosio.

PROP. XXXVI. Theorema.

Explicanse los Verticales, ò Azimudes : los Almucantarades, y el Circulo Crepusculino. fig. 16.

Circulo Vertical, à quien los Arabes llaman Azimud, es qualquiera circulo maximo, que passa por el Zenith, y Nadir, y es perpendicular al Horizonte : A los verticales, llaman algunos Circulos de Altura, por contarse en ellos las alturas de los Astros : Los verticales

pue-

pueden ser tantos como ay puntos en los Orizontes; porque por cada punto puede passar vn vertical; pero el que passa por los puntos del verdadero Levante, y Poniente, se llama *Vertical primario*.

Vertical, ò *Azimuth de vn Astro*, es el vertical que passa por el centro del Astro: sea HR el Orizonte; ZN, el Meridiano; Z, el Zenith; y N, el Nadir; H, el punto del verdadero Levante; y R, el del verdadero Poniente; y será el circulo ZHNR, el vertical primario, por passar por el Zenith, y Nadir, y el verdadero Levante, y Poniente: sea A una Estrella, y será ZASN el vertical de dicha Estrella, porque passa por el Zenith, y Nadir, y por la Estrella: La cuenta de los verticales, ò Azimudes, comienza del Meridiano; y el *Angulo Azimuthal*, es el que forma el Azimuth con el Meridiano, como SZC, y su medida es el arco CS del Orizonte, comprehendido entre el Meridiano, y Azimuth.

Almyncantarath, es qualquiera circulo paralelo al Orizonte; el qual, si está sobre el Orizonte, determina la altura del Astro sobre el Orizonte; y si debaxo, determina su depression. Los Almyncantarades, que están sobre el Orizonte, se llaman algunas vezes, *Circulos de altura*; y los que están debaxo, *Circulos de depression*, por la razon misma; y es menester no confundirles con los Azimudes.

Altura de vn Astro, es lo que se levanta sobre el Orizonte, y se cuenta en su vertical, como SA. *Depression del Astro*, es lo que se deprime, y profunda debaxo del Orizonte, y se cuenta tambien en su vertical, como SP, y ambas se determinan por los Almyncantarades EL, DB.

Circulo crepusculino, es vn Almyncantarath 18. grados, debaxo del Orizonte, como DB: Llamase *Crepusculino*, porque en llegando el Sol à él, comienza el Crepusculo de la mañana; y el de la tarde, dura hasta que el Sol buelve à él mismo.

PROP.

PROP. XXXVII. Theorema.

Explicanse los circulos horarios.

Circulos horarios, son los circulos de las horas; y son doze circulos maximos, que pasan por los polos del mundo, y dividen la Equinoccial; y por consiguiente, todos sus paralelos en 24. partes iguales: con que passando por ellos el Sol, causa las 24. horas del dia. Quando está el Sol en el Meridiano, forma el medio dia, si está sobre el Orizonte; y la media noche, si está debaxo. Quando se halla en el circulo horario, que passa por los puntos del verdadero Levante, y Poniente, causa las 6. horas de la mañana, y las 6. de la tarde.

Circulo horario de vn Astro, es el que passa por el centro del Astro, y por los polos del mundo: Este circulo horario, coincide con el de la ascension recta; y solo se diferencia, en que los horarios se consideran inmóviles, y los de la ascension recta, móviles.

Angulo horario, ò distancia del Meridiano, es el angulo que forma vn circulo horario con el Meridiano: su medida es el arco de Equinoccial, comprehendido entre el Horario, y el Meridiano.

PROP. XXXVIII. Theorema.

Explicanse los circulos de Poscion. fig. 17.

Circulos de Poscion, son los maximos, que pasan por las intersecciones del Meridiano, y Orizonte; y por consiguiente, circulo de Poscion de vn Astro, es el maximo que passa por dichas intersecciones, y por el Astro. Sea EHQR el Meridiano; HR el Orizonte; sus intersecciones son H, R. El circulo, pues, HSR, que passa por ellas, y por el Astro S, es el circulo de Poscion del Astro S; y es diferente del circulo horario PSQ, que passa por los polos de el Mundo P, Q, y por el Astro. Solo en la esfera recta coinciden los de Poscion con los Horarios, por tener dicha esfera los polos del Mundo

E en

en las mismas intersecciones del Meridiano , y Orizonte: solo el Meridiano es circulo de posicion en toda esfera. Los Astrologos se valen de estos circulos para formar las 12. casas celestes , de que trataremos en su lugar : y juntamente se sirven de ellos para las direcciones ; y al Arco de Equinoccial, contenido entre dos circulos de posicion, llaman *Arco directorio* , segun el qual pretenden juzgar el tiempo en que vendrà à suceder algun efecto de los Astros.

CAPITULO VIII.

DE LA PARALLAXE, Y REFRACCION de los Astros.

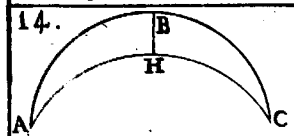
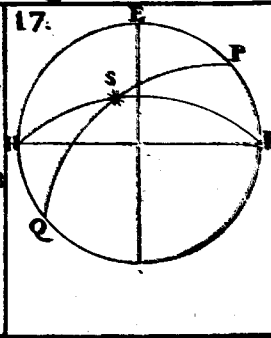
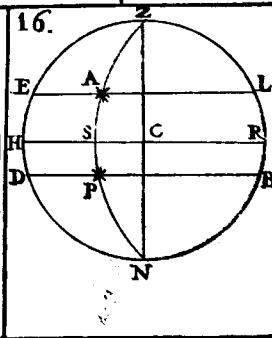
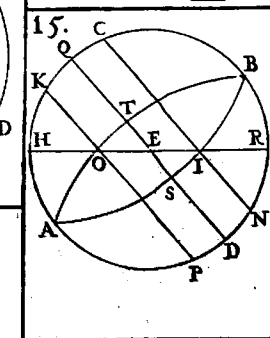
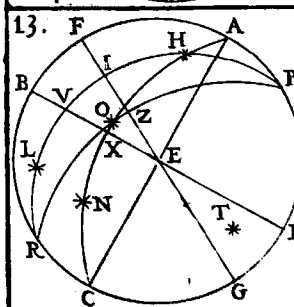
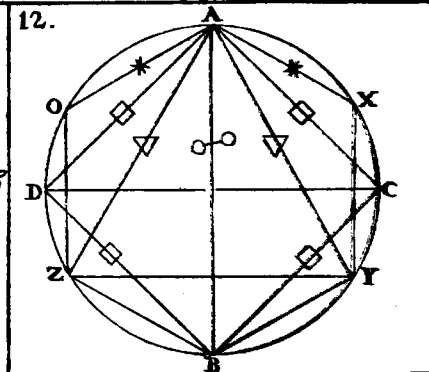
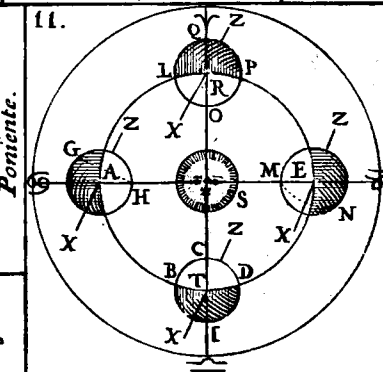
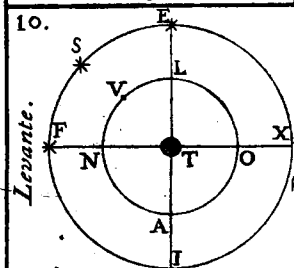
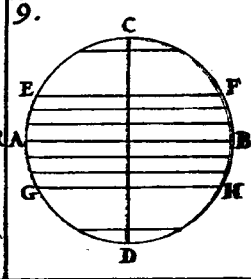
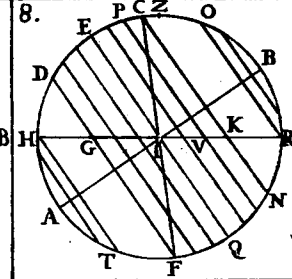
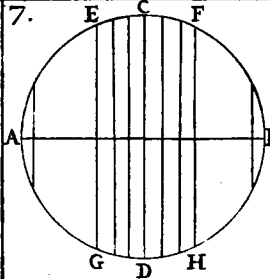
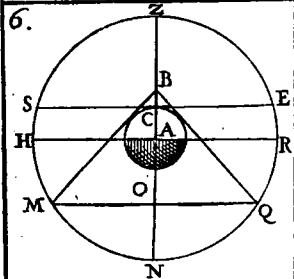
LA noticia de la parallaxe , y refraccion que tienen los Astros , es essencialissima para corregir las observaciones celestes , como veremos en su lugar ; por lo que explico entrambas cosas en este capitulo , y en primer lugar la parallaxe.

Parallaxe en comun , es la diferencia de los lugares , donde una cosa aparece por los diferentes sitios de donde se mira ; pero en rigor Astronomico , *parallaxe de un Astro* , es la diferencia del lugar verdadero de el Astro , mirado del centro de la tierra ; y el lugar aparente mirado de la superficie de la tierra. Tiene muchas especies , que se iràn explicando en particular.

PROP. XXXIX. Theorema.

Explicase la parallaxe de altura. fig. 18.

P*arallaxe de altura* , ò *Vertical* , es la diferencia entre la altura verdadera , y aparente de un Astro , mirado del centro , y de la superficie de la tierra. Sea MDN la tierra ; el Orizonte racional AEC ; el sensible FDG. Sea ABC el primer movil ; y el Orbe de la Luna RHZ. Hallese la Luna en H ; y tiradas las rectas EHI, DHK , se ve , que el



el lugar verdadero à quien corresponde la Luna en el primer movíl , es I, respecto del centro E ; pero el lugar aparente, donde aparece la Luna , mirada de la superficie D, es K ; y la diferencia entre el lugar verdadero I, y el aparente K , es el arco IK , al qual llamamos *Parallaxe de altura* , por ser la diferencia entre la altura verdadera AI , y la aparente AK.

PROP. XL. Theorema.

La Parallaxe no muda el vertical , pero disminuye la altura.
figur. 18.

1. **N**O muda el vertical , porque la visual EHI , que sale del centro , y la visual DHK , que sale de la superficie , están en vn mismo plano con la recta EDB , perpendicular del vertice al centro ; pero el plano que passa por la EDB , es vertical : Luego las dos visuales sobredichas están en vn mismo vertical : Luego el lugar verdadero I, y el aparente K , están en vn mismo vertical ; y así , no le muda la Parallaxe.

2. La Parallaxe disminuye la altura ; porque la línea DHK , sale del punto D , superior al punto E , de quien sale la línea EHI : Luego despues de averse cortado en H , han de variar su postura , y HK , será inferior à HI : Luego el lugar aparente K , será inferior al lugar verdadero I : Luego la altura aparente AK , es menor que la verdadera AI : De que se sigue , que observada la altura de vn Astro , para que sea verdadera , se le ha de añadir la Parallaxe.

PROP. XLI. Theorema.

Explicase el angulo parallactico. fig. 18.

EL angulo parallactico , es el que se forma en el centro del Astro , con las rectas del lugar verdadero , y aparente , como EHD. Tambien en lugar del angulo dicho EHD , se toma el angulo LEI , formado en E , centro de la tierra , con las líneas EI del lugar verdade-

ro; y EL, paralela à DK, linea del lugar aparente. La razón es, porque dicho angulo LEI, es igual al paralactico EHD; porque siendo EL, DK paralelas, los angulos alternos DHE, HEL, son iguales.

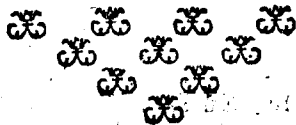
PROP. XLII. Theorema.

El angulo paralactico, es la misma paralaxe de altura, ò diferencia de las alturas verdadera, y aparente.
figur. 18.

EN la misma figura, el angulo paralactico, es LEI, ò EHD su igual: Digo, pues, que el angulo LEI, es la misma paralaxe del Astro H, ò diferencia entre la altura verdadera, y aparente.

Demonstrac. El angulo AEI, es la altura verdadera del Astro H, sobre el Horizonte racional AC; y el angulo FDK, es la altura aparente sobre el Horizonte sensible FG. Esto supuesto, por ser paralelas las lineas DK, EL, son los angulos KDF, LRF iguales: (29. 1. Euc.) asimismo, por ser paralelas FD, AE, el angulo LRF, es igual al angulo LEA: Luego el angulo KDF de la altura aparente, es igual al angulo LEA. Siendo, pues, el angulo LEA la altura aparente, y IEA, la altura verdadera: el angulo paralactico IEL, que es la diferencia de dichos angulos, será la diferencia entre la altura verdadera, y aparente: Luego es la misma paralaxe.

Ni esto se opone à lo que dixen en la Propos. 39. que la paralaxe era IK; porque el semidiametro de la tierra ED, y su igual, y aun menor LK, es vn punto, respecto del primer movil AKB: y así, los arcos IK, IL, vienen à ser como vno mismo en el primer movil, por su inmensa distancia.



PROP.

PROP. XLIII. Theorema:

La paralaxe maxima, es la Horizontal; las demás, tanto son menores, quanto distan mas del Horizonte: En el Zenith, es ninguna. fig. 18.

Supongase la Luna primero en R, y despues en H. Digo, que la paralaxe Horizontal ERD, es la maxima; y que las otras, como EHD, son menores, así como se van apartando mas del Horizonte; y que en el Zenith B, no ay paralaxe alguna: Tirense las lineas EO, HO.

Demonstr. Considerese primeramente el triangulo EHO. Este es Isocelés, por tener los lados EH, EO iguales: Luego (5. 1. Euc.) los angulos EHO, EOH son iguales. Considerese aora el triangulo DHO; este tiene el lado DO mayor que el lado DH: (7. 3. Euc.) Luego (19. 1. Euc.) el angulo DHO, opuesto al mayor lado, es mayor que el angulo HOD, opuesto al menor lado. Quitese, pues, del angulo EHO, el angulo DHO mayor; y del angulo EOH, el angulo DOH menor; y quedará el angulo EHD menor que el angulo EOD; pero el angulo EOD, es igual al angulo ERD: Luego el angulo EHD, paralaxe de la Luna en H, es menor que el angulo ERD, paralaxe Horizontal. Lo mismo probaré de qualquiera otra paralaxe, formada desde R hasta el Zenith Z: Luego la paralaxe Horizontal, es la mayor de todas. Del mismo modo se demuestra, que quando la paralaxe está mas cerca del Zenith, es menor que la mas cercana al Horizonte. Ultimamente, si la Luna estuviese en el Zenith Z, la linea del lugar verdadero EZ, coincidiria con la linea del lugar aparente DZ: Luego en el Zenith, no ay paralaxe.



E,

PROP.

PROP. XLIV. Theorema.

En una misma altura verdadera, ò aparente, el Ast ro que dista menos del centro de la tierra, tiene mayor Parallaxe.

figur. 19.

Hallense los Astros P, O, en la misma linea APO, que sale del centro A de la tierra, y tendrán vna misma altura verdadera, que es el angulo OAT. Tirense luego las lineas de los lugares aparentes BOD, BPE: y será el angulo BOA la parallaxe del Astro O; y BPA, la parallaxe del Astro P. Digo, que esta es mayor que aquella. La razon es, porque el angulo BPA, parallaxe de P, es externo respecto del triangulo BPO: Luego es mayor que el angulo BOP, parallaxe de O, que es su interno, y opuesto. De la misma suerte se demuestra, que en los Astros H, F, que tienen vna misma altura aparente, el mas cercano H tiene mayor parallaxe, que F mas remoto.

COROLARIO.

Laparallaxe de la Luna, es mayor que de los otros Planetas: la del Sol, mucho menor que la de la Luna: la de Mercurio, Venus, y Marte, à vezes mayor que la del Sol, y à vezes menor: la de Jupiter, y Saturno es insensible, y mucho mas la de las fixas. Los Cometas tienen regularmente menor parallaxe que la Luna: de que se infiere, estar mas distantes de la tierra.

PROP. XLV. Theorema.

Explicase la parallaxe de longitud, y latitud. fig. 20.

Laparallaxe de longitud, es la diferencia de la longitud verdadera, y aparente. Parallaxe de latitud, es la diferencia de la latitud verdadera, y aparente: ambas se originan de la parallaxe de altitud. Sea en la fig. 20. ABCD, el Meridiano: FG, Oriente: la ecliptica sea BD: su polo arctico A: el Astro esté verdadera-

men-

mente en el punto I del vertical ZIH; pero parece en L: con que IL es la parallaxe de altitud: Luego si del polo A de la ecliptica se describen por I, L los cuadrantes AIR, ALS, será RE longitud del lugar verdadero I, y RI su latitud; pero SE será la longitud del lugar aparente L; y SL su latitud: Luego RS, diferencia de la longitud verdadera, y aparente, es la parallaxe de longitud: y la diferencia de la latitud RI, SL, es la parallaxe de latitud. De aqui se pueden colegir las demás.

PROP. XLVI. Theorema.

En el vertical, que passa por el grado nonagesimo de la Ecliptica, no ay parallaxe de longitud; pero sí de latitud.

figur. 20.

POr Grado nonagesimo de la Ecliptica, se entiende aquel que dista 90. grados del punto de la Ecliptica, que corta al Horizonte, como en la fig. 20. la Ecliptica BD corte al Horizonte FG en E: y el punto B, que dista de E 90. grados, se llama Grado nonagesimo: y el vertical ZBF passa por dicho grado nonagesimo. Digo, pues, que el Astro que se halla en el vertical ZBF, no tiene parallaxe de longitud.

Demonstr. Sea O el lugar verdadero del Astro; y el aparente, P: con que será PO su parallaxe de altitud; por razon de la qual no muda el vertical: (40.) Ni tampoco varia el circulo de latitud, si que el mismo circulo AZB, que por passar por el Zenith Z es vertical, es tambien circulo de latitud, por passar por el polo A de la Ecliptica: Luego el punto B es juntamente longitud verdadera, y aparente; y por consiguiente, no ay parallaxe de longitud; pero la ay de latitud, y altitud, que en este caso coinciden, y es PO: la razon es, porque FO es la altura verdadera, y FP la aparente; y su diferencia PO es parallaxe de altitud: afsimismo es BO la latitud verdadera, y BP, la aparente: con que el mismo arco PO es su diferencia, ò parallaxe de latitud.

PROP. XLVII. Theorema.

Explicanse otras especies de parallaxe. fig. 20.

AY tambien parallaxe de ascension recta, y de declinacion. *Parallaxe de ascension recta*, es la diferencia de las ascensiones verdadera, y aparente. *Parallaxe de declinacion*, es la diferencia entre las declinaciones verdadera, y aparente. En la misma fig. 20. Supongamos, que BD sea la Equinoccial, y A el polo Arctico del Mundo, y que el Astro esté verdaderamente en I; pero por la parallaxe de altura aparezca en L: El quadrante AIR determina la ascension recta R, que es la verdadera; y el quadrante ALS determina la ascension recta S, que es la aparente: Luego RS es la parallaxe de la ascension recta; y la diferencia entre RI, SL, es la parallaxe de declinacion. Otras parallaxes se pueden considerar, como son *Horaria, de Posicion, de Amplitud ortiva, &c.* cuyo conocimiento no es tan necessario; y se colige de las sobredichas; y así, no me detengo en su explicacion.

COROLARIOS.

1. **E**N el Zenith no ay parallaxe alguna, porque alli no tiene lugar la parallaxe vertical, (43.) de quien nacen todas.

2. En el Meridiano no ay parallaxe de ascension recta, porque el Meridiano, por passar por el Zenith, es vertical; y juntamente es circulo de ascension recta, por passar por los polos del Mundo; pero ay en el Meridiano parallaxe de declinacion, y coincide con la de altura, por ser el Meridiano mismo circulo vertical, por passar por el Zenith; y de declinacion, por passar por los polos del Mundo.

3. Las observaciones celestes en que entra la parallaxe, necesitan de correccion, añadiendo la parallaxe de la altura observada. La razon es, porque las observaciones se hazen por los terminos aparentes, y no por los verdaderos: Luego las alturas, y distancias observadas, necesitan se les añada la parallaxe, para tener las alturas, y distancias verdaderas.

PROP.

PROP. XLVIII. Theorema.

Explicase la Refraccion Astronomica, sus propiedades, y efectos. figur. 21.

PARA inteligencia de lo que aqui se ha de tratar, es menester tener presente la noticia de la Refraccion en comun, y de sus propiedades, y efectos; de lo qual se tratò latamente en el Tratado de la Dioptrica; y así, no es menester repetirlo en este lugar.

Para conocer aora en què consista la Refraccion Astronomica, se ha de suponer, que cerca, y al rededor de la tierra, hasta cierta distancia, està el ayre mas incrasado, y mas denso, por causa de los vapores que se levantan de la misma tierra; y todo este espacio se llama *Athmosphera*, que es lo mismo que *Esphera vaporosa*, ò de los vapores. Sea en la fig. 21. OIP la tierra, y RDEFN el ayre incrasado con los vapores que suben de la tierra. Todo el espacio entre OIP, RDEFN serà la *Athmosphera*. El grueso de esta *Athmosphera*, ò altura de los vapores OR, no se sabe de cierto: segun el Padre Ricciolio, y Keplero, viene à ser de 5. hasta 6. leguas Españolas.

Esto supuesto, Refraccion Astronomica es la que padecen los Astros en la comun superficie de la *Athmosphera*, y del ayre superior mas puro, y menos denso. Sea el Astro C, y su rayo directo CFD; y aviendo este passando por el ayre puro, y menos denso CF, encuentra con la superficie DFN de la *Athmosphera*, mas densa; y por esta causa no prosigue directo de F à D, si que tuerce por la recta FI; y el angulo DFI es la refraccion del Astro: y porque la vision se haze por linea recta, segun se dixo en la Optica, el Astro C, mirado de I, aparece en G por la recta IFG; y el angulo IFD es el de la refraccion.

La refraccion aumenta la altura en el mismo vertical, porque el Astro que està en C, aparece en G; y así es contraria à la parallaxe, que disminuye la altura.

La

La refraccion , es mayor quanto el Astro està mas proximo al Horizonte , porque entonces el angulo de la incidencia es menor : Luego el de la inclinacion es mayor : Luego tambien es mayor el de la refraccion , que como dixè en la Dioptrica , es el tercio del de inclinacion. La refraccion Orizental es la maxima , porque el angulo de la incidencia es el minimo. En el Zenith no ay refraccion , porque el angulo de la incidencia es recto : y aunque la refraccion no se desvanece hasta el Zenith ; pero la de los Planetas solo es perceptible hasta los 45. grados ; y la de las Fixas hasta los 20. como en su lugar veremos. Tambien si dos Estrellas tienen vna misma altura verdadera , el mas cercano a la tierra padece mayor refraccion : porque el rayo LN , que proviene de la Estrella L mas cercana à la tierra , es mas obliquo , que el rayo MN de la mas distante : siendo asì , que entrambas tienen vna misma altura verdadera MC : Luego la mas cercana tiene mayor refraccion que la mas remota.

La refraccion haze tambien variar la longitud , latitud , declinacion , &c. como la parallaxe : porque haze , que el lugar aparente sea distinto del verdadero ; pero en el vertical que passa por el grado nonagesimo , no haze variar la longitud ; por la misma razon que no se muda allí la parallaxe. (46.) Haze tambien , que vn Astro C , hallandose debaxo del Orizente sensible IG , aparezca en el mismo Orizente en G ; y se vea antes de nacer , y despues de su ocafo. Tambien se atribuye comunmente à la refraccion , la causa de parecer los Astros mayores , quando estàn cerca del Orizente , que quando estàn en el Meridiano : y el Sol , y la Luna no parecen entonces esfèricos perfectamente , si eclipticos : porque la refraccion haze subir mas la parte del Astro que està àzia el Orizente , que la superior.

De lo dicho se colige , que las alturas observadas se han de corregir para saber las verdaderas , añadiendo la parallaxe , y quitando la refraccion , para lo qual traen sus Tablas los Astronomos , que pondremos en su lugar. Y

Y la razon de este modo de correccion , es , porque la parallaxe quita algo de la altura verdadera ; y la refraccion añade. Al contrario se avia de obrar , si la altura verdadera , hallada en algunas Tablas , se huviere de reducir à la aparente , y observada ; porque en este caso se ha de quitar la parallaxe , y añadir la refraccion , como consta de lo dicho.

CAPITULO IX.

DEL ORTO , Y OCASO DE LOS ASTROS.

EL Orto , y Ocafo , se pueden considerar , ò segun les atienden los Astronomos , ò segun hablan de ellos los Poetas : Por esta causa se divide el Orto , y Ocafo de los Astros en Astronomico , y Poetico. Explicarè primero lo tocante al Astronomico ; y despues lo perteneciente al Poetico.

PROP. XLIX. Theorema.

Explicase el Orto , y Ocafo Astronomico.

Orto Astronomico , es la ascension , ò subida del Astro por el Orizente , sin otro respecto. Ocafo Astronomico , es la descension , ò ocultacion del Astro en el Orizente , sin otro respecto : Y asì , tanto el Orto , como el Ocafo Astronomico , puede ser en qualquier hora del dia , ò de la noche , y en qualquiera tiempo del año , à diferencia del Orto , y Ocafo Poetico , que por tener cierto respecto al Sol , tiene sus tiempos determinados , como despues veremos.

Por suceder este Orto , y Ocafo , segun el movimiento de la equinoccial , se nivela por la misma equinoccial ; y asì dixè en la Propos. 19. que la ascension de vn Astro , ò punto de ecliptica , es el punto de equinoccial que sale quando sube por el Orizente aquel Astro , ò punto : y lo mismo respectivamente de la descension : lo qual en la

esfera recta, es ascension, ò descension recta; y en la obliqua, es ascension, ò descension obliqua, contando dicho arco de equinoccial, siempre, de la interseccion vernal, ò principio de ariete.

La ascension de vn arco de ecliptica, como por exemplo, la ascension de vn signo, es el arco de equinoccial, que sale por el Horizonte mientras sale el signo; y la descension del mismo signo, es el arco de la equinoccial que se oculta en el Horizonte mientras se oculta dicho signo. Como, porque en Valencia mientras sale el signo de Aries, salen 18. grad. 14. min. de equinoccial, diremos, que la ascension de Ariete, es 18. grad. 14. min. Y porque mientras se pone todo el signo de Ariete, se ocultan 37. grad. 33. min. de equinoccial, será esta su descension en el mismo Horizonte.

PROP. L. Theorema.

Explicase, què cosa sean signos de larga, ò breve ascension.

LOs signos, se dividen en *Signos de larga ascension, y de breve ascension.* Aquel signo se dice de larga ascension, cuya ascension, es mayor que 30. grados; esto es, que mientras suben por el Horizonte los 30. grados de ecliptica, de que consta el signo, suben mas de 30. grados de equinoccial. Signo de breve ascension, es aquel, que mientras sube por el Horizonte, suben menos de 30. grados de la equinoccial: de la misma suerte se ha de entender la larga, ò breve descension de los signos.

Exemplo. En Valencia mientras sube el signo de Libra, salen 37. grad. 33. min. de equinoccial: con que el signo de Libra, es de larga ascension; y mientras sale el signo de Ariete, salen solamente 18. grad. 15. min. de equinoccial; y por esta causa, es Ariete signo de breve ascension. De que se infiere, que por quanto el tiempo se mide por el movimiento de la equinoccial, como en otra parte dixe, el signo de larga ascension, tarda mas tiempo en salir, que el de breve ascension: como, porque

mien-

mientras sale Libra, salen 37. grad. 33. min. de equinoccial, tarda en salir dicho signo dos horas y media: y el signo de Ariete sale en menos de dos horas, por salir con solos 18. grad. 15. min. de equinoccial; y porque à los principiantes puede causar dificultad el que arcos iguales de ecliptica salgan en tiempos desiguales, añado las Proposiciones siguientes.

PROP. LI. Theorema.

La equinoccial sale siempre uniformemente, así en la esfera recta, como en la obliqua.

Digo, que así en la esfera recta, como en la obliqua, sale por el Horizonte la equinoccial uniformemente: esto es, que en tiempos iguales salen siempre arcos iguales.

Demuestrase, 1. Por què el movimiento del Cielo de Levante à Poniente es vniforme, è igual; pero este movimiento procede segun la equinoccial, y sobre sus polos, que son los mismos que los del Mundo: Luego la equinoccial, se mueve igual, y vniformemente: Luego en qualquiera Horizonte sale con igual, y vniforme movimiento. *2.* La equinoccial, en qualquier hora del dia, forma con el Horizonte vnos mismos angulos, por estàr siempre fixos sus polos: esto es, en el Horizonte recto, angulos rectos; y en el obliquo, obliquos: Luego siendo el movimiento de la equinoccial en sí vniformemente, è igual, sus arcos saldrán con vniformidad en qualquiera esfera: Consta esto por experiencia, porque en qualquiera esfera se obierva, que cada hora salen 15. grados de equinoccial; y en 4. minutos de hora, sale vn grado, &c. Luego la equinoccial, y sus arcos, salen, y se ponen en qualquiera Horizonte igual, y vniformemente.

PROP.

PROP. LII. Theorema.

Los arcos del Zodiaco, no salen todos uniformemente, ni en la esfera recta, ni en la obliqua.

LA razon de esto, es, porque el Zodiaco se mueve con el movimiento diurno de Levante à Poniente, no sobre sus propios polos, si sobre los del Mundo, de los quales dista el Zodiaco desigualmente, de suerte, que por vna parte està más cerca, y por otra mas apartado de los polos del Mundo: de que se sigue, que algunos arcos suyos forman con el Horizonte angulos mas obliquos, y otros menos: quando el angulo es menos obliquo, tarda mas en salir el arco, que quando es mas obliquo: Luego vnos arcos del Zodiaco tardan mas en salir, que otros; y lo mismo sucede en el descender, por la misma razon. Constará esto con mayor evidencia, mirando con atencion las Tablas de las ascensiones rectas, y obliquas, y sacando de ellas los arcos de equinocial correspondientes à cada signo: y finalmente, se colegirá la razon de esto, de las mismas operaciones Trigonometricas, que explicarè mas adelante, con las quales se hallan las ascensiones rectas, y obliquas: Confirrase esto facilmente con la experiencia; porque los que habitamos en la esfera obliqua, vemos, que en el dia artificial, sea largo, ò corto, siempre salen por el Horizonte seis signos; y lo mismo en la noche, sea larga, ò corta, como por exemplo en el dia mas corto, que supongamos sea de 9. horas, quando sale el Sol, sale juntamente el primer grado de Capricornio; y quando el Sol se pone, sale el primer grado de Cancro, opuesto al primero de Capricornio, que se pone con el Sol: Luego en espacio de 9. horas, salen los seis signos, Capricornio, Aquario, Piscis, Aries, Tauro, y Geminis; y en la noche, que tiene 15. horas, salen los otros seis signos, hasta que nace el Sol en el segundo grado de Capricornio: Luego los arcos del Zodiaco no salen uniformemente, si que vnos gastan mas tiempo en salir, que otros; y por esta causa se

lla-

llaman vnos signos de larga; otros de corta, ò breve ascension; y porque los que son de larga ascension, suben menos obliquos al Horizonte, que los de breve ascension; por esto dicen algunos Autores, que aquellos suben *rectamente*; y estos *obliquamente*; y que aquellos son de *recta*, y estos de *obliqua* ascension; y conviene no confundirlo con la ascension recta, y obliqua, que se explicò en la propof. 33.

PROP. LIII. Theorema.

Reglas de las ascensiones, y descensiones de los Signos, assi en la esfera recta, como en la obliqua.

1. EN la esfera recta, los signos de tarda ascension, y descension, son Geminis, Cancer, Sagitario, y Capricornio. Los ocho restantes, son de breve ascension, y descension: La razon es, porque con los dichos quatro signos suben 32. grad. 12. min. de Equinocial; pero con los demàs, suben menos de 30. grad. como se puede ver en la Tabla siguiente.

Ascension, y descension de los Signos en la esfera recta.					
				G.	M.
Aries.	Virgo.	Libra.	Piscis.	27.	54.
Tauro.	Leon.	Escorp.	Aquar.	29.	54.
Gemin.	Canc.	Sagitar.	Capric.	32.	12.
quad. 1. quad. 2. quad. 3. quad. 4. 90.					o. Suma

2. En la esfera recta, con qualquiera quadrante de la Ecliptica, que comienza de los quatro puntos cardinales, salen, y se ponen 90. grados, ò vn quadrante de Equinocial, como se puede ver en la Tabla antecedente; y assi, cada vno de ellos gasta 6. horas en salir, y 6. en ponerse.

3. En la esfera recta, qualesquiera dos arcos de Eclipt-

tica iguales, y opuestos, ò igualmente distantes de qualquiera de los quatro puntos cardinales sobredichos, tienen iguales ascensiones, y descensiones, como se vè en la Tabla arriba puesta: De que se sigue, que aviendo hallado por Trigonometria las ascensiones rectas de vn Quadrante de Ecliptica, se saben facilmente todas las demas. Lo que se ha dicho en esta tercera Regla, es, lo que cantò Luciano en el lib. 9. describiendo el viage de Caton à Lybia: donde aviendo hablado primeramente, segun la mejor inteligencia del Tropico de Cancro, y de las tierras à el directamente sujetas, en aquellos versos:

*Hic quoque nil obstat Phæto, cum cardine summo
Stat librata dies: truncum vix protegit arber:
Tam brevis in medium radijs compellitur umbra.
Deprehensum est, hunc esse locum, qua circulus atri
Solstitij medium Signorum percutit orbem.*

Describe en los siguientes lo que sucede en la esfera recta, diziendo:

*At ibi, quæcumque es Lybico gens igne dirempta,
In Noton umbra cadit, quæ nobis exit in Arcton.
Te segnis Cynosura subit: tu sicca profundo
Mergi Plaustra putas: nullumque in vertice summo
Sidus habes immune maris, procul axis uterque est.
Et fuga Signorum mediocris omnia Cælo.
Non obliqua meant, nec Taurus Scorpius exit
Rectior; aut Arietis donat sua tempora Libras
Aut Astra iubet lento descendere Pisces,
Par Geminis Chiron: & idem quod Carcinus ardens,
Humidus Ægoceros: Nec pius Leo tollitur Urna.*

4. En la esfera recta, la descension de qualquiera Signo, es igual à su ascension; y lo mismo es en qualquiera punto de la Ecliptica: La razon es clara, porque la descension en vn Horizonte recto, es juntamente ascension en otro Horizonte recto su Antipoda.

5. En la esfera obliqua boreal, son de tarda ascension, pero de breve descension, Cancer, y los cinco Signos siguientes; los otros seis son de breve ascension, y de tar-

da descension; y al contrario en la esfera obliqua austral. Lo qual se ha de entender, supuesto que salgan, y se pongan en el Horizonte, porque en passando de la altura de polo de 66. grad. 30. min. yà ay algunos signos, que ni salen, ni se ponen. (prop. 15.) De la ascension, y descension de los signos en la esfera obliqua boreal, habla Manilio en los siguientes versos.

*Recta meant, obliqua cadunt à sydere Cancri
Donec finitur Chiron; sed cætera signa
Nascuntur prone; descendunt tramite recto.*

Vease esto en la Tabla siguiente, donde se ponen las ascensiones de los signos en tres alturas de polo boreal.

Ascension de los signos en la esfera obliqua boreal.						
Altur. de Polo.	G. 30		G. 45		G. 60	
	G.	M.	G.	M.	G.	M.
Aries. Piscis.	21	9	16	10	7	16
Taurus. Aquar.	24	22	20	3	10	56
Gemin. Capric.	29	55	28	1	22	56
Cancer. Sagitar.	34	29	36	23	41	28
Leon. Escorp.	35	26	39	45	48	52
Virgo. Libra.	34	39	39	38	48	32
Suma semicirc.	180.	0.	180.	0.	180.	0.

6. En la esfera obliqua, assi el semicirculo boreal de la ecliptica, como el austral, sale con vn semicirculo de equinoccial, tanto en los habitadores boreales, como en los australes.

7. En la esfera obliqua, qualesquiera dos arcos de ecliptica iguales, è igualmente distantes del proximo equinoccio, tienen sus particulares ascensiones iguales, como se vè en la Tabla antecedente.

8. En la esfera obliqua, qualesquiera dos arcos de

ecliptica iguales, y opuestos: tienen la suma de sus ascensiones, iguales à la suma de sus mismas ascensiones en la esfera recta. *Exemplo.* En la altura de 45. grad. la suma de las ascensiones de Aries, y Libra, es 55. grad. 48. min. como se colegirà de la Tabla vltima; y lo mismo se hallarà si se suman las mismas ascensiones de la esfera recta, segun estàn en la Tabla 1. Esto facilita mucho la fabrica de las Tablas de las ascensiones, como mas adelante verèmos.

9. En la esfera obliqua, los signos que tienen su ascension tarda, tienen su descension breve.

10. En toda esfera recta, ò obliqua, la descension de qualquiera signo, ò arco de ecliptica, es igual à la ascension del signo, ò arco opuesto. Todas estas Reglas se coligen de las mismas operaciones trigonometricas, con que se fabrican las Tablas de las ascensiones, que explicaremos en su lugar.

PROP. LIV. Theorema.

Explicase el Orto, y Ocaso Poetico.

EL Orto, y Ocaso Poetico, es el que tiene cierto respecto al Sol, como se verà en la explicacion de sus especies: Llamase Poetico, por vsurparle los Poetas desde Hesiodo, para explicar los tiempos del año, y sus estaciones proporcionadas para la Agricultura, y Navegacion.

El Orto, y Ocaso Poetico, se divide en Verdadero, y en Aparente, ò Heliaco. El Orto Poetico verdadero, es la ascension del Astro, al mismo tiempo que nace, ò se pone el Sol. El Ocaso Poetico verdadero, es el descenso del Astro, al mismo tiempo que nace, ò se pone el Sol: El orto, y Ocaso Poetico aparente, ò Heliaco, es aparecer, ò desaparecer el Astro, por apartarse, ò acercarse al Sol: Llamase Heliaco, ò Solar, por el Sol que en Griego se llama Helios.

El Orto, y Ocaso Poetico verdadero, se divide en Còsmico, y Acronyctico, ò en Matutino, y Vespertino. Orto

Cos-

Còsmico, ò Matutino, es la salida del Astro por el Horizonte, al mismo instante que sale el Sol: Del qual hablò Virgilio, 1. Georg. diziendo:

*Candidus auratis aperit cum cornibus annum
Taurus, &c.*

Significando el mes de Abril, en que sale el Sol, juntamente con el signo de Tauro, en quien se halla entonces.

Ocaso Còsmico, ò Matutino, es la descension, ò ocultacion del Astro en el Ocaso, al mismo tiempo que sale el Sol. De este hablò Virgilio, 1. Georgic. en estos versos.

*Ante tibi Eoæ Atlantides abscondantur
Debita quam sulcis committas semina, quamque
Invitæ properes Anni spem credere Terra.*

En que significa el tiempo del Otoño, en que estando el Sol en Escorpion, quando sale el Sol, se ponen las Atlántidas, ò Pleyadas, que estàn en el Signo de Tauro opuesto à Escorpion; y manda se dilate la siembra hasta averse puesto dichas Estrellas con ocaso matutino.

Orto Acronyctico, Chronico, ò Vespertino, es la subida del Astro por el Horizonte al instante que se pone el Sol: de este hablò Ovidio, lib. 1. de Ponto, Elegia 9. donde querellandose de la prolixidad de su destierro, dize:

*Ut careo vobis scythicas detrusus in oras,
Quatuor Autumnos Pleias orta facit.*

Porque en el Otoño, estando el Sol en Escorpion, salen las Pleyadas quando el Sol se pone; y dize aver pasado quatro años en su destierro, por aver salido con Orto vespertino quatro vezes las Pleyadas.

Ocaso Acronyctico, Chronico, ò Vespertino, es la descension del Astro al mismo punto que se pone el Sol: de este Ocaso hablò Lucano, lib. 4. segun sentir de algunos, diziendo:

*————— Nam Sol Ledaæ tenebat
Sydera, vicino cum lux altissima Cancro est;
Nox tum Thessalicas urgebat parva sagittas.*

Quiso significar el tiempo de la Aurora, estando el Sol

en los vltimos grados de Geminis, quando poco antes de salir el Sol, se pone el signo de Sagitario, opuesto à Geminis; pero este sentir es menos proprio. Del mismo Ocaso habló propriamente Ovidio 2. de Fast.

*Quem modo calatum Stellis Delphina videbas,
Is fugiet visus nocte sequente tuos.*

Habla propriamente del Ocaso del Delphin en los primeros dias de Febrero, diciendo, que antes se descubria al ponerse el Sol; pero despues se desaparecia, por ocultarse juntamente con el Sol en el Ocaso. De aqui se colige, que aquel mismo signo en que se halla el Sol, sale por la mañana con Orto Cosmico; y por la tarde se pone con Ocaso Acronyctico; y el signo opuesto al Sol, sale por la tarde con Orto Chronico, ò Acronyctico; y se pone por la mañana con Ocaso Cosmico, lo qual se comprehende en los dos versos siguientes.

*Cosmicè descendit signum, quod Chronicè surgit.
Chronicè descendit signum, quod Cosmicè surgit.*

El Orto, y Ocaso Heliaco, ò Solar, consiste en la aproximacion de los Astros al Sol, ò separacion de él. Orto Heliaco, ò Solar, sucede quando vn Astro, que antes no se podia ver, por estar muy vezino al Sol, empieza à verse por apartarse del Sol, ò el Sol de el Astro: si se empieza à ver por la mañana, como sucede en las Estrellas fixas, en Saturno, y Jupiter, se llama Orto Heliaco matutino: si se empieza à ver por la tarde, como sucede en la Luna, se llama Orto Heliaco vespertino. De este habló Ovidio, lib. 2. de Fast.

*Iam levis obliqua subsedit Aquarius urna;
Proximos æthereos excipe Piscis equo.*

En que dize, que en Febrero se oculta el signo de Aquario entre los resplandores del Sol, que está entonces en dicho signo; pero à los vltimos de Febrero, entrando el Sol en el signo de Piscis, aparece Aquario por la mañana antes de salir el Sol. De este mismo Orto habla Virgilio 1. Georg. escribiendo de Gnosia, Estrella de la Corona Septentrional, en los versos siguientes:

Ante tibi Eoa Atlantides abscondantur,

*Gnosiaque ardentis decedat Stella Corona;
Debita quam sulcis committas femina, &c.*

Porque quando en el Otoño se ponen con el Sol las Pleyadas, sale por la mañana, desembarazandose de sus rayos, la Corona Septentrional, que entonces estaba al fin del signo de Libra.

Ocaso Heliaco, es quando vn Astro dexa de aparecer, por acercarse al Sol, ò el Sol al Astro: si sucede por la mañana, como en la Luna, se llama Ocaso Heliaco matutino; y si por la tarde, como en las fixas, Saturno, y Jupiter, se llama Vespertino. De el Ocaso Heliaco habla Virgilio en el vltimo de estos dos versos.

*Candidus auratis aperit cum cornibus annum.
Taurus, & aduerso cedens Canis occidit Astro.*

Porque como antiguamente el Can mayor estaba en Geminis, se ponía con Ocaso Heliaco, quando las Pleyadas se ponían en Ocaso Cosmico, estando el Sol en Tauro; porque acercandose à Geminis, ocultaba al Can mayor entre sus rayos.

Aqui se ha de advertir, que para el Orto, y Ocaso Heliaco, se requiere vna cierta, y determinada depression, ò profundidad del Sol dexado del Orizonte, la qual, es vn arco de circulo vertical, comprehendido entre el Orizonte, y el Almucantarath, en que se halla el Sol en aquel tiempo, en que se puede empezar à ver vn Astro libre de los resplandores del Sol: llaman à este arco los Astronomos, *Arcus fulsonis*, ò *Arcus visionis*, arco del lucimiento, y vision: Este arco no es el mismo para todos los Astros, porque los que tienen luz mas intensa, en menor distancia del Sol, se hazen visibles; y al contrario, lo que la tienen mas remisa. Ni aun puede ser vno mismo, respecto de vn Planeta, para todos tiempos, pues se varía por la mayor, ò menor latitud, y paralaxe; mayor, ò menor distancia de la tierra, y aun por la refraccion. No obstante Ptolomeo con sus observaciones, y las de los Caldeos, determina vn media, y son las contenidas en la Tabla siguiente. Omítese la de la Luna por su insigne variedad, de que hablaremos en otra parte.

Planetas.	Gr. Mi.		Fixas.	Gr. Mi.	
	Gr.	Mi.		Gr.	Mi.
Mercurio.	10	0	1. Magnitud.	12	0
Venus.	5	0	2. Magnitud.	13	0
Marte.	11	30	3. Magnitud.	14	0
Jupiter.	10	0	4. Magnitud.	15	0
Saturno.	11	0	5. Magnitud.	16	0
			6. Magnitud.	17	0

CAPITULO X.

DE LA RESOLUCION DE LOS PROBLEMAS
del primer movil.

Lamanse Problemas del primer movil, los que generalmente pertenecen à todas las Estrellas Fixas, y errantes; y à los puntos, y arcos de la Eclýptica, Equinoccial, Meridiano, Horizonte, Verticales, y demás círculos maximos de la esfera, con los angulos que forman; prescindiendo de la existencia physica del primer movil.

PROP. LV. Problema.

Hallar la linea Meridiana.

Este Problema, y el siguiente, son el fundamento de las observaciones Astrónomicas, y de quienes depende la resolucion de los principales Problemas: y así, requiere suma exaccion; porque vn pequeño error en los principios, crece en gran manera en las operaciones que en ellos se fundan. Explico aquí diferentes modos de hallar la linea Meridiana.



MODO I.

Por el Sol. figur. 22.

1. **N**ivelese vn plano blanco, y llano, de fuerte, que esté paralelo al Horizonte sensible. 2. En el plano sobredicho, de vn mismo centro C describáse tres círculos distantes entre sí como vn dedo; y no se describan con color negro, si roxo, para que se distinguan mas de la sombra. 3. En el centro C, levántese vn gnomon CG, perpendicular al plano, lo que se conseguirá con vna esquadra, procurando se ajuste por todas partes al gnomon, y al plano. 4. En el dia del Solsticio, ò otro poco distante, que sea bien sereno, como dos horas antes del medio dia, quando el Sol está libre de refraccion sensible, en altura mayor de 25. grados, se observará el momento, en que la extremidad de la sombra del gnomon toca à qualquiera circunferencia de los círculos, sea por exemplo en el punto B; y notese exactamente esse punto: esto se hará con mayor precision, si el gnomon no passa de vn medio pie; y su punta no es tan aguda, que se desvanezca su sombra. Despues de medio dia se volverá à la observacion, y se notará el momento en que la extremidad de la sombra buelve a tocar otra vez en la misma periferia, y se notará con sutileza el punto, que por exemplo sea A. Ultimamente dividase el arco AB por medio en D, y tirando por dicho punto D, y por el centro C, la linea MCS, será esta la Meridiana. Para mayor exaccion, se repetirá dos dias siguientes la misma operacion en las periferias de los otros dos círculos; y si dãn todos la misma linea MCS, será esta con toda precision la Meridiana, que se señalará fixamente en el suelo.



MODO II.

Por las Estrellas fijas. figur. 23. y 24.

Para esta, y otras muchas operaciones Astronomicas, se tendrá prevenido vn triangulo filar, que se forma con vn hilo de la manera siguiente: Hagase vna vara de buena madera DE, que esté muy igual, y recta, y tenga vnos agujeros, ò anillos C, A; y finalmente, debaxo del punto C, corresponda vn clavo sutil, para que sobre él pueda bolverle, y rodar la vara DE: estíendase vn hilo delgado por los puntos CBA; pero de tal suerte, que el hilo BC cayga perpendicularmente sobre el punto C; y con esto, el plano de este triangulo, será parte del plano vertical: de suerte, que quando la Estrella F llegare à dicho plano, la vista puesta en V, verá, que el hilo BC cubre exactamente al hilo BA; y ambos, como si fuesen vno solo, parten la Estrella; y tirando entonces vna linea recta en el suelo, que passe por los puntos A, C, de la vara DE, quedará señalado el vertical, ò azimuth, en que en aquel punto se halla la Estrella: esto es, la linea tirada en el suelo, será la comun seccion de dicho vertical con el Horizonte; y si al mismo tiempo en que se ve passar la Estrella por dichos hilos, vn compañero toma la altura de la Estrella, se sabrá su elevacion sobre el Horizonte en aquel vertical. Con este instrumento, se hallará la linea meridiana como se sigue.

Observefe antes de media noche vna Estrella fija; en la forma sobredicha, notando exactamente su altura, y tirando en el suelo la linea AB, fig. 24. Despues de la media noche, buelvasse el triangulo filar, rodandole sobre su punto, ò clavo, hasta ver como antes por los hilos la misma Estrella; y el compañero con su cuadrante preparado, espere, observando con toda diligencia, quando la Estrella tendrá la misma altura puntual, que antes se observò; y entonces, vista la Estrella por los hilos, se notarán los puntos en que estriua el triangulo, y se tirará la linea DC, que cortará à la primera en E; hagase centro

tro en E, y descrivasse con qualquier intervalo el arco EC y partiendole por medio en F, la recta GEF, será la Meridiana. Esta misma operacion se puede hazer con el Sol, con Saturno, Jupiter, ò Marte; pero si se haze con el Sol, ò Marte, es menester, que se hallen en el tropico, ò cerca de él.

MODO III.

Por las maximas digresiones de vna Estrella circumpolar. figur. 24.

Para este efecto, se ha de hazer eleccion de vna de las Estrellas circumpolares, que jamás se occultan, como de qualquiera de las de la Ursa mayor; y en vna de las noches mas largas del Invierno, en que se puedan observar entrambas digresiones, se preparará el triangulo filar, observando la Estrella, y siguiendola siempre con el triangulo, hasta que haga la mayor digresion occidental, que supongo sea B; y entonces se tirará en el suelo la recta AB. Observefe despues de la misma suerte la maxima digresion oriental C; y se tirará la linea DC; y descripto el arco AC, desde el concurso E, se dividirá por medio en F; y la linea GEF, será la Meridiana.

De otras maneras se puede tambien hallar la linea Meridiana, que suponen conocidas otras cosas; y por guardar el orden de observar, y hallar los Phenomenos celestes, se dexan para despues: Vease la propos. 32. en cuyo Corolario se explica el modo de hallar dicha Meridiana por Trigonometria. Conviene examinar por varios modos la linea Meridiana, quando ha de servir para las observaciones Astronomicas; y lo mismo digo de la altura de polo, por ser entrambas cosas el fundamento de todo lo demás.

PROP. LVI. Problema.

Hallar la altura de polo. figur. 25:

SEA el Horizonte HR, el Meridiano HZRN, el Zenith Z, Nadir N, Equinoccial EQ, Exe del Mundo AB, Polo Boreal B, y el Austral A. Esto supuesto,

Una noche serena, y de las mas largas del año, se dispondrá el triangulo filar exactísimamente sobre la linea Meridiana, que se supone ya sacada; y vn compañero tendrá prevenido vn quadrante, ò sextante grande, para tomar la altura de vna Estrella circumpolar, quando passe por el Meridiano, que en noche larga será dos veces: Sea, pues, en la primera observacion su altura RC: repítase la observacion passadas 12. horas, y se observará segunda vez su altura meridiana, y será RP. Restese la vna de la otra, y el residuo será el arco PC: apartase este residuo por medio, que será el arco BP: añádase esta mitad BP, à la altura menor RP, y resultará el arco RB, que es la altura de polo.

Sabida la altura de polo, se sabe tambien la altura de la equinoccial HE, que es el complemento de la altura de polo hasta 90. grados.

Exemplo. La altura mayor RC de la Estrella circumpolar sea 45. grados; y la menor RP, sea 35. la diferencia de entrambas es 10. grad. la mitad de 10. es 5. Añado, pues, 5. à 35. y queda la altura de polo RB 40. grad. resto 40. de 90. y el residuo 50. es el arco HE, altura de la equinoccial, ò complemento de la altura de polo.

Puedese sacar la altura de polo de otras maneras; pero esta es la mejor, è independiente de otras noticias; aunque no se puede executar en las tierras que están cerca de la equinoccial; porque en estas, ò la Estrella circumpolar se oculta debaxo el Horizonte, ò se acerca tanto à èl, que no está libre de refraccion, que en este caso serviria de gran perjuizio.

PROP. LVII. Problema.

Observar la maxima declinacion del Sol, ò obliquidad de la ecliptica.

CONSTA de lo dicho, y de repetidas experiencias, que el Sol en qualquiera Horizonte, tiene dos vezes en el año la altura Meridiana, igual à la altura de la equinoccial: lo que sucede en 21. de Marzo, y 24. de Septiembre, con poca diferencia; pero en los demás dias de el año, es siempre la altura del Sol en el Meridiano mayor, ò menor que la altura de la equinoccial; y la diferencia que ay de la altura del Sol, à la de la equinoccial, es la declinacion. De que se colige ser facilísimo, observar cada dia la declinacion del Sol; porque observando su altura en el Meridiano, se verá si es mayor, ò menor que la altura de la equinoccial: si fuere mayor, se restará la altura de la equinoccial, de la altura observada, y el residuo será la declinacion del Sol boreal en nuestro emisferio; y si fuere menor, se restará la altura observada, de la altura de la equinoccial, y el residuo será la declinacion austral; pero las alturas observadas del Sol, se han de corregir, añadiendo la paralaxe, y restando la refraccion.

Pero se ha de advertir, que la altura verdadera del Sol, es lo que se eleva el centro del cuerpo solar sobre el Horizonte: con que para saberla con toda seguridad, se observará primero la altura del Limbo, ò margen superior del Sol, à quien se añadirá la paralaxe, y quitará la refraccion, con que se tendrá la altura verdadera del sobredicho margen; despues se restará de ella el semidiametro aparente del Sol, y el residuo será la altura verdadera del centro solar. Quanto sea este semidiametro, se verá en el libro siguiente.

De aqui se infiere el modo de observar la maxima declinacion del Sol, y obliquidad de la ecliptica; porque observando la altura del Sol Meridiana con exactísimos instrumentos el dia del solsticio estival, que suele ser

ser à 22. de Junio, se restara de esta altura la altura de la equinoccial, que se supone ya conocida; y el residuo será la maxima declinacion del Sol, ó obliquidad de la ecliptica; la qual es de 23. grad. y medio con diferencia infensurable.

Tambien se puede observar la maxima declinacion del Sol, del modo siguiente, con el qual se sabe, ó se examina juntamente la altura de polo, y la de la equinoccial. Observese en la forma arriba dicha, la altura del Sol en entrambos solsticios estival, y hiemal: restese esta altura de aquella, y se tendrá la verdadera distancia de los tropicos entre sí: cuya mitad es la maxima declinacion del Sol; y añadida esta à la altura hiemal, dará la altura de la equinoccial; y restando esta de 90. grad. el residuo será la altura de polo. Para que esto se vea con claridad, propongo la observacion siguiente, hecha por Monsieur de la Hire, en el Observatorio Real de Paris.

	G.	M.	S.
Altura meridiana aparente de la margen superior del Sol, en el solsticio estival	64	55	24
Refraccion, que se quita			33
Paralaxe, que se añade			1
Verdadera altura del margen superior	64	54	52
Semidiametro aparente del Sol		15	49
Verdadera altura meridiana del centro solar	64	39	3
<hr/>			
Altura aparente meridiana del margen superior del Sol, en el solsticio hiemal	18	0	24
Refraccion, que se quita		3	12
Paralaxe, que se añade			5
Verdadera altura del margen superior	37	57	17
Semidiametro aparente del Sol		16	25
Verdadera altura meridiana del centro solar	17	40	56

Distancia

Distancia verdadera de los tropicos	46	58	7
Su mitad, que es la maxima declinacion del Sol	23	29	3 y m.
Altura de la equinoccial en el observatorio	41	9	59 y m.
Altura de polo	48	50	0 y m.

De esta, y otras observaciones, estableció ser la altura de polo en dicho observatorio 48. grad. 50. min. y la altura de la equinoccial 41. grad. 10. min. y la maxima declinacion del Sol 23. grad. 29. min. despreciando aquellos pocos segundos.

PROP. LVIII. Problema.

Observar la declinacion de qualquiera Estrella por su altura Meridiana. fig. 26.

1. **O**bservese la altura de la Estrella, quando passa por el Meridiano, de la misma manera que en el Sol: corrijase, si fuere menester, la altura observada, añadiendole la paralaxe, y quitandole la refraccion, y se tendrá la altura verdadera.

2. Si la Estrella estuviere entre el Zenith, y el Meridiodia, en nuestro emisferio, como si estuviere en K, y la altura fuere mayor que la AH, altura de la equinoccial, se restará esta de aquella, y el residuo será AK, declinacion boreal de la Estrella; y si la altura que se observò fuere menor que la de la equinoccial, como si fuere HC, se restará la altura HC de la altura HA de la equinoccial, y el arco residuo AC, será la declinacion austral de la Estrella.

3. Pero si la Estrella estuviere entre el Zenith, y la parte boreal, como si estuviere en G, ó en M, se obrará de esta suerte: Si la altura fuere RG, mayor que la altura de polo RB, se restará esta de aquella, y quedará BG, distancia entre la Estrella, y el polo; restese esta de 90. grados, y el residuo será el arco AG, declinacion boreal de

ser à 22. de Junio, se restará de esta altura la altura de la equinoccial, que se supone ya conocida; y el residuo será la maxima declinacion del Sol, ò obliquidad de la ecliptica; la qual es de 23. grad. y medio con diferencia infensurable.

Tambien se puede observar la maxima declinacion del Sol, del modo siguiente, con el qual se sabe, ò se examina juntamente la altura de polo, y la de la equinoccial. Observese en la forma arriba dicha, la altura del Sol en entrambos solsticios estival, y hiemal: restese esta altura de aquella, y se tendrá la verdadera distancia de los tropicos entre sí: cuya mitad es la maxima declinacion del Sol; y añadida esta à la altura hiemal, dará la altura de la equinoccial; y restando esta de 90. grad. el residuo será la altura de polo. Para que esto se vea con claridad, propongo la observacion siguiente, hecha por Monsieur de la Hire, en el Observatorio Real de Paris.

	G.	M.	S.
Altura meridiana aparente de la margen superior del Sol, en el solsticio estival	64	55	24
Refraccion, que se quita			33
Paralaxe, que se añade			1
Verdadera altura del margen superior Semidiametro aparente del Sol	64	54	52
Verdadera altura meridiana del centro solar	64	39	3
<hr/>			
Altura aparente meridiana del margen superior del Sol, en el solsticio hiemal	18	0	24
Refraccion, que se quita		3	12
Paralaxe, que se añade			5
Verdadera altura del margen superior Semidiametro aparente del Sol	17	57	17
Verdadera altura meridiana del centro solar	17	40	56

Distancia

Distancia verdadera de los tropicos	46	58	7
Su mitad, que es la maxima declinacion del Sol	23	29	3 y m.
Altura de la equinoccial en el observatorio	41	9	59 y m.
Altura de polo	48	50	0 y m.

De esta, y otras observaciones, estableció ser la altura de polo en dicho observatorio 48. grad. 50. min. y la altura de la equinoccial 41. grad. 10. min. y la maxima declinacion del Sol 23. grad. 29. min. despreciando aquellos pocos segundos.

PROP. LVIII. Problema.

Observar la declinacion de qualquiera Estrella por su altura Meridiana. fig. 26.

1. **O**bservese la altura de la Estrella, quando passa por el Meridiano, de la misma manera que en el Sol: corrijase, si fuere menester, la altura observada, añadiendole la paralaxe, y quitandole la refraccion, y se tendrá la altura verdadera.

2. Si la Estrella estuviere entre el Zenith, y el Meridiodia, en nuestro emisferio, como si estuviere en K, y la altura fuere mayor que la AH, altura de la equinoccial, se restará esta de aquella, y el residuo será AK, declinacion boreal de la Estrella; y si la altura que se observò fuere menor que la de la equinoccial, como si fuere HC, se restará la altura HC de la altura HA de la equinoccial, y el arco residuo AC, será la declinacion austral de la Estrella.

3. Pero si la Estrella estuviere entre el Zenith, y la parte boreal, como si estuviere en G, ò en M, se obrará de esta suerte: Si la altura fuere RG, mayor que la altura de polo RB, se restará esta de aquella, y quedará BG, distancia entre la Estrella, y el polo; restese esta de 90. grados, y el residuo será el arco AG, declinacion boreal de

de la Estrella; y si la altura fuere RM, menor que RB, altura de polo, se restará aquella de esta, y se tendrá BM; distancia entre la Estrella, y el polo, que restada de 90. grados, dará el arco QM, declinacion boreal de la Estrella M. De la misma suerte se observará la declinacion del Sol; pero corrigiendo las alturas observadas, como dixe en la proposicion antecedente.

PROP. LIX. Problema.

Dada la maxima declinacion del Sol, y su distancia del proximo Equinoccio, hallar su declinacion; y suputar sus Tablas para cada grado de la Ecliptica.
figur. 27.

Los grados de la Ecliptica, tanto mas declinan, ò se apartan de la Equinoccial; quanto mas distan de qualquiera de las dos intersecciones de los Equinoccios. De que se sigue irse aumentando sus declinaciones, al passo que son mayores las distancias de los puntos Equinocciales; y que la maxima declinacion es la de los puntos solsticiales, ò principios de Cancro, y Capricornio; y asimismo se colige, que en todos los quatro cuadrantes de la Ecliptica son las declinaciones iguales, por tener los grados de vna, y otra parte distancias iguales de dichos Equinoccios: con que suputadas las declinaciones de los grados de vn cuadrante de Ecliptica, se saben ya las de los otros cuadrantes: solo, que las que caen azia el polo boreal, son boreales; y las que al austral, australes. Sacanse dichas declinaciones por Trigonometria Esferica, conocida la maxima declinacion del Sol, (57.) y dado el grado de Ecliptica, ò su distancia del proximo Equinoccio, usando de la siguiente Analogia.

Como el seno total,

al seno de la distancia del proximo Equinoccio:

Asi el seno de la maxima declinacion,

al seno de la declinacion que se busca.

Explicacion. Para la mas fundamental inteligencia, case la figura 27. en la qual EO, es la Ecliptica, BL la equi-

equinoccial; A, y G los polos del Mundo; y AMG, vn circulo de longitud. En el triangulo, pues, MCI, se supone dado el arco CI, distancia del punto I de la ecliptica al proximo equinoccio C: Luego son proporcionales, como el seno total, al seno de CI; assi el seno del angulo C, maxima declinacion, y obliquidad de la ecliptica, al seno de la declinacion MI.

PROP. LX. Problema.

Observar el lugar del Sol cada dia, supuesta la Tabla de sus declinaciones.

Obsérvese la declinacion del Sol: (58.) Busquese esta dentro de la Tabla de las declinaciones, y al lado en la casita correspondiente, se hallará el lugar que aquel dia tiene el Sol en la ecliptica, tomando los grados ascendientes, ò descendientes, segun expresse bastantemente la Tabla.

PROP. LXI. Problema.

Dada, ò observada la declinacion del Sol, y la obliquidad de la ecliptica, hallar el lugar del Sol en la ecliptica sin dependencia de las Tablas.
figur. 28.

Sea AIL, la equinoccial; la ecliptica, sea AVL; los arcos con que se mide la declinacion de los puntos de la ecliptica, sean GP, BC, VS, &c. Si la declinacion fuere ninguna, estará el Sol en el principio de Ariete, ò Libra: si la declinacion fuere la maxima, y estival IB, estará el Sol en el principio de Cancro; y si hiemal IC, en el principio de Capricorno.

Fuera de estos casos, es menester saber en qué cuadrante de la ecliptica se halla el Sol, para conocer qual de los equinoccios sea el mas proximo. Esto supuesto, dada, ò observada la declinacion del Sol, y conocida la obliquidad de la ecliptica, se hallará por Trigonometria la distancia del Sol al proximo equinoccio; y por consequen-

guiente el lugar que tiene entonces en la ecliptica, con la analogia siguiente.

Como el seno de la maxima obliquidad,

al seno de la declinacion del Sol:

Asi el seno total,

al seno de la distancia del Sol al proximo equinoccio.

Explicacion. Si el Sol estuviere en G en el semicirculo estival en el quadrante 1. se buscará el arco AG en el triangulo AGD rectangulo en D: en el qual son proporcionales: Como el seno del angulo A, maxima obliquidad, al seno de DG, declinacion del Sol; así el seno total, al seno de AG, distancia del Sol, al proximo equinoccio A.

Si el Sol estuviere en V, en el quadrante segundo, se usaria del triangulo VLH, para saber el arco LV; y porque el lugar del Sol, siempre se cuenta desde el equinoccio vernal A, se restará en este caso el arco hallado LV, de 180. grad. y el residuo será AV, lugar del Sol: De la misma suerte se hallará el arco SL, estando el Sol en S, en el quadrante tercero; pero se sumará con 180. grad. y se hará el arco de ecliptica AVLS, distancia del Sol del principio de Ariete. Ultimamente, estando el Sol en el quarto quadrante P, se hallará el arco AP, el qual se restará de 360. grad. para saber el arco AVL P, lugar del Sol, ó distancia suya de Ariete, que siempre se numera segun el orden de los signos.

PROP. LXII. Problema.

Dada la declinacion del Sol, y su distancia del proximo Equinoccio, hallar su ascension recta. fig. 28.

Sigase la analogia siguiente.

Como el seno 2. de la declinacion,

al seno total:

Asi el seno 2. de la distancia del Sol al proximo Equinoccio,

al seno 2. de la ascension recta.

Explicacion. En el triangulo ADG, se supone conocida DG, declinacion del Sol; y AG distancia suya del pro-

ximo equinoccio A: Luego por la analogia sobredicha, se hará AD, su ascension recta.

Para esta resolucion, es menester saber, como hemos visto, la distancia del proximo equinoccio; la qual se sacará, dada la longitud, en esta forma: Si la longitud no pasare de 90. grad. ella misma será la distancia del proximo equinoccio: si pasare de 90. y fuere menor que 180 se restará de 180. y el residuo será la distancia del proximo equinoccio, que será el de Libra: si pasare de 180. y fuere menor que 270. se restarán 180. grad. de la longitud dada, y se tendrá la distancia del mismo equinoccio de Libra; y si la longitud fuere mayor que 270. grad. se restará de 360. y será la distancia del proximo equinoccio, que será el de Ariete; y porque la ascension recta se cuenta desde la interseccion vernal del equador con la ecliptica, despues de hallado el arco de la equinoccial, hasta el proximo equinoccio, se hará lo mismo que dixé en la proposicion antecedente, hablando de la longitud.

PROP. LXIII. Problema.

Dada la obliquidad de la ecliptica, y la declinacion del Sol, hallar su ascension recta.

Formese la analogia siguiente.

Como el seno total,

à la tangente de la declinacion del Sol:

Asi la tangente 2. de la obliquidad de la ecliptica;

al seno de la ascension recta.

En quanto à los quadrantes de la ecliptica, se observará lo mismo que en las proposiciones antecedentes.

PROP. LXIV. Problema.

Dada la obliquidad de la ecliptica, y la distancia del Sol al proximo equinoccio, hallar su ascension recta.

Analogia.

Como el seno total,

Tom. VII.

G

at

al seno 2. de la obliquidad de la Ecliptica:
Asi la tangente de la distancia del Sol al prox. Equinoccio,
à la tangente de la ascension recta.

PROP. LXV. Problema.

Observar la ascension recta de qualquiera Estrella, por la enumeracion del tiempo.

M O D O I.

1. **T**engase prevenido vn perpendicular, cuyas vibraciones duren cada vna exactamente vn segundo del primer movil. El modo de ajustar este perpendicular, se dirà despues.

2. Dispongase el triangulo filar sobre la Meridiana, para observar el transito de la Estrella fixa por el Meridiano; y para esta operacion se elegirà el tiempo, en que la Estrella passe por el Meridiano, poco antes que salga el Sol, ò poco despues de puesto, para que la observacion se haga con mayor certeza, y menor trabajo: advirtiendo el cuidado en la exaccion, porque el error de 4. segundos en el tiempo, le ocasiona de vn minuto en la ascension recta.

3. Apenas passe la Estrella por el Meridiano, empiezen à contar las oscilaciones del perpendicular, hasta que el centro del Sol llegue al Meridiano, si la observacion se haze por la mañana; pero si se haze por la tarde, se empezarán à contar las oscilaciones desde el transito del Sol, hasta el transito de la Estrella.

4. Tomele al punto que el Sol està en el Meridiano, su altura, y corrijase añadiendole la paralaxe, y se sabrà su altura verdadera; y luego se sacará por la Prop. 58. la declinacion del Sol.

5. Por la Propos. 63. dada la obliquidad de la ecliptica, y sabida la declinacion del Sol, saquese su ascension recta.

6. El tiempo que se numerò entre el transito de la Estrella por el Meridiano, y el transito del Sol, se convertirá en partes del equador, en la forma que diremos

en la proposicion siguiente, y lo que saliere, se restará de la ascension recta del Sol; y el residuo será la ascension recta de la Estrella: y si el tiempo se huviere numerado del transito del Sol al de la Estrella, convertido en partes del Equador, se añadirà à la ascension recta del Sol, y la suma será la ascension recta de la Estrella.

Exemplo. El Padre Ricciolio año 1643. dia 24. de Agosto por la mañana antes de salir el Sol, observò el transito de la Estrella luciente de Ariete por el Meridiano; y desde entonces hasta el transito del Sol, contadas las oscilaciones, hallò aver pasado 8. hor. 25. min. 17. seg. à quienes corresponden 126. grad. 19. minut. de Equinoccial. La altura observada del Sol en el Meridiano, fue 56. grad. 38. min. y corregida por la paralaxe, fue 56. grad. 38. min. 10. seg. Con que la ascension recta del Sol al Mediodia, hallada por la propos. 63. era 153. grad. 8. min. Y restando de dicha ascension del Sol 126. grad. 19. min. queda la ascension recta de la Estrella de Ariete 26. grad. 49. min.

El modo de ajustar el perpendicular para que cada oscilacion dure vn segundo, es el siguiente: Escójanse dos Estrellas, cuyas ascensiones rectas estèn bien examinadas; y observe el transito de entrambas por el Meridiano, contando del transito de la vna al de la otra las oscilaciones del perpendicular: Estas se convertiràn en partes de el Equador; y si fuesen iguales à la diferencia ascensional de las Estrellas, estará bien ajustado; pero si fuesen mas que dicha diferencia, se alargará vn poco el perpendicular; y si fuesen menos, se acortará, repitiendo la misma observacion, hasta que las oscilaciones den el tiempo correspondiente à dicha diferencia ascensional. Tambien se podrá usar de este perpendicular, aunque no se acabe de ajustar perfectamente: porque sabiendo quantos segundos gasta vn determinado numero de sus oscilaciones, se sacará facilmente por regla de tres, quantos segundos correspondan à otro qualquiera numero de oscilaciones. Pero porque las observaciones hechas con el perpendicular sobredicho, son muy cansadas, y expuestas

de 60. grad. son 15. grados; y 5. hazen 20. grad. y el medio grado, que es 30. min. con los 10. min. hazen 40. min. y así en los demás.

PROP. LXVII. Problema.

Dada la obliquidad de la Ecliptica, y la distancia entre el Sol, y el proximo Equinoccio, hallar el angulo que baze la Ecliptica con el Meridiano. fig. 28.

LA Ecliptica con el Meridiano forma diferentes angulos, según los diferentes puntos en que se haze la sección, como se puede ver en vna esfera material, ò globo celeste. Si el Meridiano corta la Ecliptica en los puntos solsticiales, forma con ella angulos rectos; si en los puntos equinocciales forma dos angulos agudos, y dos obtusos, qualquiera de los agudos se labrá, restando 23. grad. 30. minut. de 90. grad. y qualquiera de los obtusos, añadiendo 23. grad. 30. min. à 90. grad. Fuera de estos casos, lo hazla la Trigonometria, con la analogia siguiente.

Como el seno total,

al seno 2. de la distancia del Sol al prox. Equinoccio:

Así la tangente de la obliquidad de la Ecliptica,

à la tangente 2. del angulo que se busca.

Porque en el triangulo rectangulo GAP, dado el angulo A de la obliquidad de la Ecliptica; y el arco AG, distancia entre el Sol, y el proximo Equinoccio, se halla el angulo AGD de la Ecliptica AG con el Meridiano GD por la analogia sobredicha.

PROP. LXVIII. Problema.

Dada la obliquidad de la Ecliptica, y la declinacion del Sol, hallar el angulo de la Ecliptica con el Meridiano. figur. 28.

Proporción.

Como el seno 2. de la declinacion del Sol,

al seno 2. de la obliquidad de la ecliptica:

Así el seno total,

al seno del angulo que se busca.

El triangulo reuelto, es el mismo de la Proposición antecedente.

PROP. LXIX. Problema.

Hazer la Tabla de las ascensiones rectas de los grados de la ecliptica.

Calculense (62.) las ascensiones rectas de cada grado del primer quadrante de la ecliptica, y estas servirán para toda la ecliptica: porque restando las ascensiones rectas del primer quadrante, successivamente de 180. grados, se tendrán las del segundo quadrante; y añadiendolas à 180. se tendrán las del tercer quadrante: y restandolas de 360. se hallarán las del quarto quadrante.

PROP. LXX. Problema.

Hazer la Tabla de los angulos de la ecliptica con el Meridiano.

Hallense dichos angulos para cada grado del primer quadrante de la ecliptica, (67.) y estos servirán tambien para los demás quadrantes; porque los grados igualmente distantes de los puntos equinocciales, ò solsticiales, hazen con el Meridiano vnos mismos angulos.

PROP. LXXI. Problema.

Dada la declinacion del Sol, y la altura de polo, hallar la diferencia ascensional. fig. 27.

Diferencia ascensional, es la diferencia que ay entre la ascension recta de vn punto de ecliptica, y la ascension obliqua del mismo punto: ò tambien es el arco de equinoecial, contenido entre el punto de equinoecial,

cial, que nace en la esfera recta con vn punto de ecliptica; y el que nace con esse mismo punto en la esfera obliqua. Esta diferencia ascensional depende de la altura de polo; porque siendo mayor la altura de polo, es tambien mayor, *ceteris paribus*, la difencia ascensional: con que para hallarla, es menester saber la altura de polo, y la declinacion, ò longitud de aquel punto de ecliptica; y supuesto que nos valemos de la declinacion, se hará la siguiente analogia.

Como el seno total,
à la tangente de la declinacion del Sol;
Asi la tangente de la altura de polo,
al seno de la diferencia ascensional.

Esto se ve claro en la fig. 27. En la qual EO, es el Horizonte obliquo, ò de esfera obliqua: I, es el punto de ecliptica, que sale por dicho Horizonte; y al mismo tiempo sale el punto C del equador BCL: con que el punto C, es la ascension obliqua de I; y tirando por I el Meridiano, ò Horizonte de esfera recta AIG, será M la ascension recta de I: Luego el arco MC, es la diferencia ascensional: En el triangulo, pues, MCI, conocido el arco MI, declinacion del punto I; y el angulo MCI, ò su igual ECB, altura de la equinoccial, ò complemento de la altura del polo, se hará el arco CM, con la analogia arriba dicha.

PROP. LXXII. Problema.

Hazer las Tablas de las diferencias ascensionales, y de las ascensiones obliquas.

LA Tabla de las diferencias ascensionales, se construye facilmente para todas las alturas de polo, escribiendo en vna cedulilla el Logarithmo de la tangente de la altura de polo, y sumando continuamente con dicho Logarithmo los Logarithmos de las tangentes de cada grado de declinacion, empezando de la vñidad, y quitando de dicha suma el Logarithmo del seno total, que se haze con solo quitar vna vñidad à la parte siniestra: con esto se hallarán los Logarithmos de los senos de las diferen-

ren-

encias ascensionales, correspondientes à cada grado de declinacion. Esto se hará en cada altura de polo, hasta la de 10. ò 66. grados y medio.

Sabidas las diferencias ascensionales proprias de cada altura de polo, se sabrán tambien las ascensiones obliquas para cada altura, y se ordenarán las Tablas de las ascensiones sobredichas de cada grado de ecliptica. Si este grado estuviere en el emisferio austral, y la altura de polo fuere boreal, añadase la diferencia ascensional à la ascension recta, y la suma será la ascension obliqua; pero si el grado de ecliptica estuviere en el emisferio boreal, y la altura de polo fuere tambien boreal, se restará la diferencia ascensional de la ascension recta, y el residuo será la ascension obliqua; y si se quisieren hallar las descensiones obliquas, se hará todo al contrario.

Adviertase, que quando la declinacion es mayor que el complemento de la altura de polo, ò que la altura de la equinoccial, no ay diferencia ascensional, ni ascension obliqua; porque en este caso, si la declinacion cayere en el emisferio mismo de la altura de polo, jamás sale, ni se pone dicho punto, porque jamás puede llegar al Horizonte, si que toda su buelta la dà encima del Horizonte; y si está en el Horizonte opuesto al de la altura de polo, jamás puede salir, por hazer su buelta enteramente baxo del Horizonte.

De lo dicho se colige, que si la altura de polo es menor que de 66. grad. 30. min. sobre el Horizonte, cada dia saldrá, y se pondrá el Sol en dicho Horizonte: porque el complemento de dicha altura de polo, siempre será mayor de 23. grad. 30. min. Luego la declinacion del Sol, que à lo mas puede ser 23. grad. 30. min. siempre será menor que el complemento de la altura de polo; pero si esta fuere mayor que 66. grad. 30. min. su complemento será menor que 23. grad. 30. min. con que algunos dias tendrá el Sol mayor declinacion, que dicho complemento; y en estos no se ocultará, si estuviere en el emisferio de dicha altura de polo; ò no saldrá, si estuviere en el emis-

emisferio opuesto. Què dias sean estos, se colegirà de la Prop. siguiente.

PROP. LXXIII. Problema.

Dada qualquiera altura de polo mayor que 66. grad. 30. min. de erminar los grados de ecliptica que nunca salen, y los que jamàs se ocultan en dicha altura.

Buscarse, por exemplo, en altura de polo de 70. grados, què grados de ecliptica sean los que jamàs se ocultan, y los que jamàs salen.

Hallese el complemento de la altura de polo, que en este exemplo es 20. grados; y qualquiera grado de ecliptica, cuya declinacion fuere mayor que 20. grad. si està en la parte del polo elevado, jamàs se ocultará; y si està en la parte del polo contrario, jamàs saldrá sobre dicho Orizonte. Busquese, pues, en la Tabla de las declinaciones, què grados de ecliptica tienen dicha declinacion de 20. grad. y se hallarán ser el principio de Geminis, y de Leon en la parte boreal: con que los grados que ay desde el principio de Geminis al de Leon, jamàs se ocultan; y por consiguiente, estando en ellos el Sol, que es por tiempo de dos meses, no se pondrà el Sol en dicho Orizonte; y porque el principio de Sagitario, y Aquario, opuestos à los sobredichos, tienen tambien 20. grad. de declinacion austral, estando en ellos el Sol, jamàs saldrá sobre nuestro Orizonte.

PROP. LXXIV. Problema.

Dada la ascension recta, y la declinacion de vna Estrella, hallar su longitud, y latitud. fig. 29. y 30.

NO ay duda ser mas faciles de observar las ascension rectas, y las declinaciones de las Estrellas, que su longitud, y latitud: por esta causa inquieren comunmente los Astronomos la longitud, y latitud, por la ascension recta, y declinacion; y no estas por aquellas.

Sea

Sea GM la Equinoccial (fig. 29.) sus polos A, D: sea la Ecliptica OP; y sus polos LE. Sea H vn Astro fuera de la Ecliptica: Tirese del polo L de la Ecliptica por el Astro H el arco LHI; y será HI latitud del Astro; y el arco RI será su longitud: Tirese del polo A el círculo AHD, y será KH la declinacion del Astro; y RK su ascension recta. Esto supuesto, supónese sabida la ascension recta RK; y restandola del quadrante RG, el residuo será el arco KG, medida del angulo HAP: y conocido este, queda sabido el angulo LAH: Asimismo porqué se supone conocida la declinacion KH, se conoce su complemento al quadrante, que es el arco HA; à mas de esto, està tambien conocido el arco AL igual à la maxima declinacion del Sol, ò distancia de los polos de la Equinoccial, y Ecliptica: Luego en el triangulo LHA (que se ha puesto à parte en la fig. 30. para mayor claridad) conocidos los lados AL, AH, y el angulo intermedio LAH, se sabrà el arco LH, complemento de la latitud HI en la fig. 29. y asimismo se conocerà el angulo HLA, complemento de la longitud IR en la fig. 29. Para hallar el arco LH, se tirará el perpendicular HX, fig. 30. y se harán las siguientes analogias.

Como el seno total,

al seno 2. del angulo LAH:

Asi la tangente de HA,

à la tangente de AX.

Conocido AX, se sabe LX, y se passa à la segunda analogia.

Como el seno 2. de AX.

al seno 2. de LX:

Asi el seno 2. de HA,

al seno 2. de LH.

Para hallar el angulo HLA, conocidos ya por la primera analogia, los segmentos LX, AX, se hará la analogia siguiente, fig. 30.

Como el seno de LX.

al seno de AX.

Asi la tangente del angulo HAL.

à la tangente del angulo HLA.

Cuya medida es el arco IP, complemento de la longitud IR. fig. 29.

PROP. LXXV. Problema.

Dada la declinacion del Sol, ò de un Astro, y la altura de polo, hallar la amplitud ortiva, y occidua.
figura 27.

SEa el Horizonte OE; la equinoccial BL, que corta al Horizonte en C. Quando està el Sol en la equinoccial, sale por el punto C, y se pone en el opuesto, que son los puntos del orto, y ocafo verdaderos; pero fuera de los equinoccios, nace el Sol, y se pone en otros puntos mas, ò menos distantes de los referidos, segun fuere mayor, ò menor la declinacion del Sol; y la distancia que ay entre los puntos del verdadero orto, y ocafo, y los puntos en que sale, ò se pone el Sol, se llama amplitud ortiva, y occidua, la qual viene à ser como vna declinacion, no contada en circulo horario, donde se cuenta la rigurosa, si en el Horizonte; solo en la esfera recta, por coincidir el Horizonte con el circulo de la hora sexta, coincide tambien la amplitud ortiva, y occidua, con la declinacion rigurosa. La amplitud ortiva, puede ser boreal, ò austral: Quando el Sol camina por el paralelo boreal IK, sale en el punto I, y su amplitud ortiva boreal es el arco CI; y quando camina por el paralelo austral PN, sale en F, y su amplitud ortiva austral, es CF: Lo mismo digo de la amplitud occidua. Dada, pues, la declinacion del Sol, ò de la Estrella, y la altura de polo, se sacará su amplitud ortiva, ò occidua, con la analogia siguiente.

*Como el seno 2. de la altura de polo,
al seno de la declinacion del Sol:
Asi el seno total,
al seno de la amplitud que se busca;*

Esto

Esto se haze claro, considerando el triangulo CIM, rectangulo en M, en el qual son proporcionales: como el seno del angulo C, cuya medida es el arco LO, complemento de la altura de polo, al seno de MI, declinacion del Astro; assi el seno total, ò del angulo recto M, al seno del arco CI, amplitud ortiva.

PROP. LXXVI. Problema.

Dada la distancia del Sol al proximo equinoccio, y su maxima amplitud ortiva, hallar las demàs.

LA maxima amplitud ortiva, ò accidua del Sol, es la que tiene en los tropicos: Hallada, pues, esta por la proposicion antecedente, se hallaran las demàs, vsando de esta analogia.

Como el seno total,

al seno de la maxima amplitud del Sol:

Asi el seno de su distancia al proximo equinoccio,

al seno de la amplitud que se busca.

En esta forma se haràn con facilidad las Tablas de las amplitudes ortivas para todos los grados de la ecliptica.

PROP. LXXVII. Problema.

Hallar el arco semidiurno de qualquiera grado de la ecliptica. figur. 27.

QUando el Sol està en la equinoccial, el arco semidiurno es de 90. grados; porque como el Horizonte divide à la equinoccial en dos partes iguales, el arco diurno es la mitad de la equinoccial, ò 180. grados; y por consiguiente, el arco semidiurno es 90; pero quando el Sol anda por qualquiera paralelo à la equinoccial, el arco diurno, es mayor de 180. grad. si està en el emisferio boreal, y menor que 180. grados, si està en el austral; y por consiguiente, el arco semidiurno, es mayor, ò menor que 90. grados: este excesso, ò defecto, es igual à la diferencia ascensional, como se vè en la figura 27. en la qual, hecha suposicion que el Sol sale en F, camina

mirará con su movimiento diurno el arco FN, y este arco será el arco semidiurno, y contado en la Equinoccial, será el arco semidiurno DB, que es el que camina el punto D de Equinoccial, mientras el Sol en su paralelo anda el arco FN; donde se ve, que el arco FN es menor que 90. grados; y lo que le falta es precisamente el arco DO, diferencia ascensional del punto F.

Supongamos aora, que el Sol se halla en el paralelo boreal IK; su arco semidiurno será IK, que es lo que camina el Sol con el movimiento diurno desde que sale en I, hasta que llega al Meridiano en K: contado este arco en la Equinoccial, será MB, porque estando el Sol en I, está su ascension recta en M; y en el mismo tiempo que el Sol camina desde I hasta K, el punto M pasa á B: este arco MB excede los 90. grados, ó quadrante CB en el arco CM, que es la diferencia ascensional del punto I.

De aqui se infiere el modo de componer la Tabla, facendo para cada altura de polo los arcos semidiurnos competentes á cada grado de Ecliptica, en esta forma. En el semicirculo Austral restese de 90. grados la diferencia ascensional; y en el semicirculo boreal añadase á los 90. grados, y resultarán los arcos semidiurnos de cada grado de Ecliptica: este arco semidiurno se convertirá en horas, y minutos, (66.) y se sabrá el tiempo en que nace, y se pone el Sol; y por consiguiente, la duracion del dia, y de la noche, en qualquiera tiempo del año. *Exemplo.* Pídesse el arco semidiurno del dia en que está el Sol en el principio de Geminis en altura de polo de 40. grados. La diferencia ascensional de dicho punto es allí 18. grados, que añadida á 90. por ser el semicirculo Boreal, son 108. grados, reducidos á horas, y minutos, son 7. hor. 12. minutos, y este es el arco semidiurno; y diremos, que el Sol se pone en dicho Orizonte, y dia á las 7. hor. 12. min. y restando este arco de 12. horas, el residuo 4. hor. 48. min. será la hora en que sale el Sol; y así de los demás.

PROP.

PROP. LXXVIII. Problema.

Dada la altura de polo, declinacion del Sol, y su altura sobre el Orizonte, hallar la hora del dia.
figur. 31.

EN la fig. 31. se supone estár el Sol en H, y se pretende saber la hora del dia: Conocida, pues, la altura de polo AP, se sabe su complemento AL; y conocida la declinacion KH del Sol, se sabe su distancia HA del polo; porque restando la declinacion boreal del quadrante KA, ó añadida á dicho quadrante, si la declinacion fuere austral, se sabrá la distancia entre el Sol, y el polo, que en nuestro caso es HA. Tambien, porque se supone conocida la altura IH del Sol, se sabe su complemento HL: Luego en el triangulo ALH, conocidos sus tres lados, se hallará por Trigonometria el angulo LAH, cuya medida es el arco de equinoccial MK, distancia del Sol al Meridiano, que reducido á horas, y minutos, &c. se sabrá la hora del dia. La resolucion se haze del modo siguiente.

Sumense los tres lados; esto es, el complemento de la altura de polo, el complemento de la declinacion, y el complemento de la altura del Sol: Tomese la mitad de esta suma; restese de esta semisuma el complemento de la altura de polo, y el complemento de la declinacion, cada cosa de por sí, y se tendran sus diferencias. Hecho esto, sumense los complementos Logarithmicos del seno del complemento de la altura de polo, y del seno del complemento de la declinacion, con los Logarithmos de los senos de las diferencias halladas; y la mitad de esta suma, será el Logarithmo del seno de un arco, que duplicado, y reducido á horas, y minutos, &c. dará la distancia del Sol al Mediodia, ò del Mediodia al Sol; y por consiguiente, se sabrá la hora.

Exemplo. Sea el lado LH 42. grad. 8. min. complemento de la altura del Sol: sea AL 50. grad. complemento de la altura de polo: sea HA 66. grad. 36. min. com-

complemento de la declinacion del Sol. La suma de los tres lados es 158. grad. 38. min. La semisuma es 79. grad. 19. min. Restando AL de dicha semisuma, sale la diferencia primera 29. grad. 19. min. Restando HA de la misma semisuma, sale la diferencia segunda 12. grad. 49. min. Hecho esto, se haze la operacion siguiente.

AL 50. grad.	C.L.	0. 1157460.
HA 66. grad. 30. min.	C.L.	0. 0376022.
Diferencia primera.	L.	9. 6898734.
Diferencia segunda.	L.	9. 3460245.
Suma.		19. 1892461.
Semisuma.	L.	9. 5946230.

Esta semisuma, es Logarithmo del seno de 23. grad. 9. min: mitad del angulo LAH; y duplicado, es 46. grad. 18. min. angulo entero LAH, ò arco de equinoccial MK, que convertido en horas, minutos, &c. da 3. horas, 5. min. despues de medio dia, si es por la tarde; ò antes de medio dia, si es por la mañana. Este Problema tiene muchos, y muy apreciables usos en la Astronomia.

PROP. LXXIX. Problema.

Dada la altura de polo, y la altura, y declinacion de una Estrella, hallar la hora de la noche. fig. 31.

HAgase con la Estrella la misma operacion que en la proposicion passada se hizo con el Sol, y se tendrà el valor del angulo LAH, ò la distancia KM de la Estrella H al Meridiano: Restese esta distancia de la ascension recta de la Estrella, si la observacion se huviere hecho en el cuadrante Oriental; ò añadase, si se huviere operado en el Occidental; y la suma, ò residuo, será la ascension recta del medio Cielo: De esta ascension se restará la ascension recta del Sol, añadiendole à aquella 360. grados, caso que se necesitasse para poder hazer la

resta;

resta; y con esto se tendrà la distancia del Sol al medio dia precedente, que convertida en horas, minutos, &c. dará la hora que se desea saber.

PROP. LXXX. Problema.

Dada la declinacion del Sol, y la altura de polo, hallar la hora en que sale, ò se pone el Sol.

Esto se puede hallar por la prop. 77. y tambien hallando el arco seminocturno con la siguiente analogia.

*Como el seno total,
à la tangente de la declinacion del Sol:
Asi la tangente de la altura de polo,
al seno 2. del arco seminocturno.*

Reduzcase el arco seminocturno à horas, minutos, &c. y se sabrà la hora en que sale el Sol; y restando el mismo arco seminocturno de 12. se tendrà la hora en que se pone el Sol: como porque en altura de 40. gr. el arco seminocturno del primer punto de Geminis, es 4. horas, 48. min. diremos, que el Sol sale entonces à las 4. hor. 48. min. y restando esto de 12. horas, hallaremos ponerse el Sol à las 7. hor. 12. min.

PROP. LXXXI. Problema.

Dada la altura de polo, la declinacion, y altura del Sol, hallar su azimuth. fig. 31.

LA cuenta de los azimudes, ò verticales, comienza del Meridiano; y el angulo azimuthal, es el que forma el azimuth con el Meridiano; y su medida, es el arco del Horizonte, comprehendido entre el Meridiano, y azimuth; y lo mismo es buscar el azimuth del Sol, ò otro Astro, que buscar la distancia, que ay del Meridiano, al azimuth, en que se halla dicho Astro.

En la figur. 31. PLO, es el Meridiano; OP, el Horizonte; H, el Astro; y su vertical, ò azimuth, es LHI: Buscase el angulo azimuthal OLI, ò el arco del Horizonte

OI, dada la altura de polo PA: la declinacion del Sol, ò Astro KH; y su altura, HI. La resolucion, es la misma que en la propos. 78. porque conocidas las sobredichas cosas, se saben los tres lados del triangulo LHA: esto es, AL, complemento de la altura de polo: HL, complemento de la altura del Sol, ò Astro; y HA, complemento de su declinacion, y se hallará el angulo HLA, y su medida el arco IP; y por consiguiente, su complemento à 180. grados, será el angulo OLI, y su arco OI. Para mayor claridad, repito la operacion.

Sumenfe los tres lados, saquese la femisuma, de esta se restará el complemento de la altura de polo AL, y el complemento de la altura del Sol, ò Astro HL, que son los lados que comprehenden el angulo HLA, que se busca; y los residuos, ò diferencias, se tendrán notadas: Tomense los complementos Logarithmicos, afsi del seno del complemento de la altura de polo, como del seno del complemento de la altura del Astro, y sumense con los Logarithmos de las diferencias halladas, y la mitad de esta suma, será el Logarithmo del seno de la mitad del angulo HLA; y duplicado, será el angulo HLA, ò arco IP; y su complemento à 180. gr. será el arco OI, que determina el azimuth, empezando su cuenta desde la parte Meridional del Meridiano.

Para hallar el azimuth del Sol à las seis de la tarde, se seguirá la siguiente analogia.

Como el seno total,

al seno 2. de la altura de polo:

Afsi la tangente de la declinacion del Sol,

à la tangente del azimuth del Sol.

Este azimuth, solo se halla en los dias mayores de 12. horas, en que el Sol sale, y se pone en la parte Septentrional del Horizonte en nuestra esfera.

Para hallar el azimuth del Sol, quando està en la equinoccial, servirá la analogia siguiente.

Como el seno total,

à la tangente 2. de la altura del Sol:

Afsi la tangente de la altura de polo,

al seno 2. del azimuth del Sol, contado del Meridiano.

CO-

COROLARIO.

DE aqui se colige el modo de sacar, y comprobar la línea Meridiana trigonometricamente, que es en esta forma. Observada la altura del Sol; notese al mismo tiempo la sombra que haze un perpendicular en un plano Horizontal; y sabida la declinacion, que entonces tiene el Sol, y la altura de polo, se sacará el angulo azimuthal del Sol: y formando en el plano Horizontal dicho angulo, con la línea que se notó de la sombra, se sabrá la línea Meridiana, que es la que formará dicho angulo con la de la sombra. La razon es clara, porque la línea de la sombra, es la comun seccion del Orizonte con el azimuth, ò vertical del Sol; y la Meridiana, es la seccion comun del Meridiano, y Orizonte, las quales forman dicho angulo azimuthal: Advertiendo, que la línea Meridiana cae àzia el Oriente, respecto de la línea de la sombra, si la observacion se haze por la mañana; y al Poniente, si se hiziere por la tarde.

PROP. LXXXII. Problema.

Dada la altura de polo, declinacion del Astro, y su distancia horaria del Meridiano, hallar su altura sobre el Orizonte. fig. 32.

Dada la altura de polo PA, se sabe su complemento AL: dada la declinacion KH, se sabe su complemento HA, distancia del Astro al polo; y sabida su distancia horaria del Meridiano, se conoce el angulo LAH: Luego en el triangulo LAH, sabidos sus dos lados AL, AH, y el angulo intermedio, se sabrá por Trigonometria el arco LH, complemento de la altura del Astro, por la siguiente analogia, suponiendo, que el perpendicular cae del polo del Orizonte, sobre el circulo horario del Astro.

Como el seno total,

à la tangente 2. de la altura de polo:

Afsi el seno 2. de la distancia del Astro al Meridiano;

à la tangente del arco primera que se halla.

H 2

He-

Hecho esto, si se halla el Astro entre el arco horario de las 6. de la mañana, y el de las 6. de la tarde, restese el arco primero hallado, de la distancia del Astro al polo; y si se hallare entre las 6. de la tarde, y las 6. de la mañana, añadase à dicha distancia, y se hallará vn segundo arco: hallado este, prosigase:

Como el seno 2. del arco primero hallado,

al seno 2. del segundo arco hallado:

Assi el seno de la altura de polo,

al seno de la altura del Astro.

Para hallar la altura del Sol, quando se halla en el circulo de las seis horas, se hará:

Como el seno total,

al seno de la declinacion del Sol:

Assi el seno de la altura de polo,

al seno de la altura del Sol.

Para hallar la altura del Sol, quando està en la equinocial, se hará:

Como el seno total,

al seno del complemento de la altura de polo:

Assi el seno del complem. de la dist. del Sol al Meridiano,

al seno de la altura del Sol.

Con esta practica se han trabajado las Tablas de las alturas del Sol, en los principios de los signos para cada hora, y para diferentes alturas de polo.

PROP. LXXXIII. Problema.

Dado el azimuth, y declinacion del Sol, y la hora del dia, hallar la altura del Sol. fig. 31.

Dado el azimuth IP del Sol, y su declinacion KH, ò su complemento HA, y la hora del dia, ò distancia MK del Sol al Meridiano, se pide la altura IH del Sol: Hagase en el triangulo LAH la siguiente analogia.

Como el seno del azimuth del Sol IP,

al seno del complem. de la declin. del Sol HA:

Assi

Assi el seno de la distancia del Sol al Merid. MK,
al seno de LH, complem. de la altura del Sol.

PROP. LXXXIV. Problema.

Dada la declinacion, altura, y azimuth del Sol, hallar la hora del dia. fig. 31.

Este modo de hallar la hora del dia, es más facil que el de la propos. 78. Porque teniendo en vn plano Oriental la linea Meridiana, bien exacta, ò vna bruxula fidelissima, si al mismo tiempo con la sombra de vn perpendicular se obierva el angulo azimuthal, y la altura del Sol, se halla con vna sola analogia la hora del dia: porque en el triangulo LHA, conocidos HA, complemento de la declinacion; HL, complemento de la altura; y el angulo azimuthal HLA, ò su medida IP, azimuth del Sol, se hallará el angulo LAH, ò su medida MK, distancia del Sol al Meridiano, con la siguiente analogia.

Como el seno del complemento de la declinacion,

al seno del complemento de la altura:

Assi el seno del azimuth, contado del Meridiano,

al seno de la distancia del Sol al Meridiano.

PROP. LXXXV. Problema.

Dadas dos alturas del Sol, ò de otro qualquier Astro, cuya declinacion sea conocida, juntamente con su diferencia azimuthal, hallar la altura de polo, y sus azimuthes. figura 32.

Sea en la fig. 32. ABCD el Meridiano: C el Zenith: Del Polo: BEF la Equinocial: AIL el Horizonte: los dos lugares del Sol, ò de la Estrella G, H. Sean GE, y HK su declinacion: GI, HF su altura: e IF su diferencia azimuthal: Pídesse la altura de polo DL: y el azimuth, ò arco del Horizonte LF, ò AI, ò AF.

Operacion. Primeramente, en el triangulo GCH son conocidos los dos lados GC, HC, (complementos de las alturas IG, FH) y el angulo GCH, cuya medida es el

H 3

arco

arco IF, diferencia azimuthal: Luego se sabrán por Trigonometria el angulo GHC, y el arco GH. 2. En el triangulo GDH son conocidos los lados GD, HD, (complementos de las declinaciones GE, HK) y el arco GH: con que se hallará el angulo GHD: y restando de este el angulo hallado GHC, restará conocido el angulo CHD. 3. En el triangulo CHD son conocidos los dos lados HC, HD, porque HC es complemento de la altura del Astro H; y HD, complemento de su declinacion; es tambien conocido el angulo CHD comprehendido de dichos lados: Luego se sabrá el arco CD, cuyo complemento a 90. grad. será DL, altura de polo. Tambien se conocerá en este mismo triangulo con los mismos datos el angulo DCH, ó el arco FL su medita, cuyo complemento AF a 180. grados, es el angulo de la Meridiana con el azimuth del Astro, puesto en H; y si se toma la diferencia que ay del arco mismo FL a 90. grad. se tendrá el azimuth, contado de la linea Oriental, que será Septentrional, si dicho arco FL fuere menor que 90. grad. y austral, si fuere mayor.

La resolucion de este Problema, sirve primeramente para hallar la declinacion de la bruxula; porque observando el angulo que haze con la bruxula vno de dichos azimudes, se sabe el angulo que la bruxula haze con la Meridiana, que es su declinacion; y esto, sin necessitar de la Meridiana, que no se puede tener en el Mar.

Sirve tambien para la Gnomonica; porque si en qualquiera plano se pone vn gnomon, y con dos observaciones se notan las dos extremidades de sus sombras en B, y C, fig. 33. y del punto A, pie del gnomon, se tiran las AB, AC, se tendrá el angulo, ó diferencia azimuthal BAC: con esto se saben las longitudes de las sombras, y la del gnomon AD: con que se tienen dos triangulos rectangulos; y en cada vno es conocida la longitud de la sombra, y del gnomon, que son sus lados: Luego se hallarán los angulos, que la hypothenusa forma en B, y en C, que son las alturas del Sol sobre el plano del Relox al tiempo de la observacion. Hecho esto, se hallará por la

la resolucion explicada, el angulo que haze la linea Meridiana de aquel plano, que llaman *la Substilar*, con qualquiera de los dichos azimudes AB, ó AC, y formando en el plano el angulo hallado, como por exemplo, FAB, con la linea AB de la sombra, se tendrá tirada la substilar FAE: Luego se tirará la AD, igual al gnomon, y perpendicular a la substilar; y haziendo el angulo ADE, igual al complemento de la altura de polo, que se hallará tambien trigonometricamente por el modo arriba dicho, se tendrá el punto E, centro, ó polo del Relox, y se proseguirá su fabrica, como se dirá en el Tratado de la Gnomonica.

PROP. LXXXVI. Problema.

Dada la altura de polo, y la distancia del Sol, al Meridiano, (que es la hora) hallar el arco del Orizonte, comprehendido entre el Meridiano, y el circulo horario del Sol.

Sirve este Problema para la construccion de los Reloxes Horizontales, como en su lugar verèmos; porque estos arcos del Orizonte, son iguales a los angulos que hazen las lineas de las horas con la Meridiana: figase la siguiente analogia.

Como el radio,

al seno de la altura de polo:

Asi la tangente de la distancia del Sol, al Meridiano, a la tangente del arco que se busca.

PROP. LXXXVII. Problema.

Dada la longitud, y latitud de vna Estrella fixa, hallar su declinacion. fig. 34.

Sea AEB, la equinoccial; P, su polo: sea FHI la ecliptica; y Z, su polo: sea APZ, el corulo de los Solsticios; y C, la Estrella dada, cuya longitud GI, y su latitud GC, se suponen conocidas: pidese su declinacion EC. *Operacion.* En el triangulo PCZ, es conocido el ar-

co PZ 23. grad. 30. min. por ser la distancia del polo de la etlyptica, al polo de la equinoccial: es tambien conocido el arco ZC, complemento de la latitud GC; y alsimifmo se sabe el angulo PZC, comprehendido de dichos lados, que es la distancia de la estrella, al coluro de los solsticios, cuya medida es el arco GF, complemento de GI, longitud conocida: Luego se sabrà el arco PC, cuyo complemento CE à 90. grad. es la declinacion que se pide.

PROP. LXXXVIII. Problema.

Dada la longitud, y latitud de vna Estrella fixa, hallar su ascension recta. fig. 34.

EN la misma figura, y en el mismo triangulo CPZ, se busca el arco de equinoccial IE: Hallase facilmente, por que dados los dos lados PZ, CZ, y el angulo intermedio, se halla trigonometricamente el angulo ZPC, cuya medida es el arco EB: tomese el complemento de este, y se tendrà el arco IE. Algunas vezes serà menor que el quadrante; pero en todo caso, el arco IE, serà el complemento del angulo ZPC. Lo demàs lo enseñarà la misma practica.

PROP. LXXXIX. Problema.

Dada la longitud, y latitud de dos Estrellas, ò Ciudades, hallar su distancia, ò el arco de circulo maximo, comprendido entre ellas. fig. 35.

SEan los puntos B, y C los lugares de las Estrellas, ò Ciudades: sea A el polo del Mundo; BD, y EC, sus latitudes; y DE, la diferencia de sus longitudes: Luego en el triangulo ABC, se saben los lados AB, AC, complementos de las latitudes; y el angulo A, intermedio, cuya medida es DE: Luego se sabrà el arco BC por Trigonometria.

PROP.

PROP. XC. Problema.

Dada la declinacion del Sol, altura de polo, y el angulo azimuthal, con el qual se tiene la linea Meridiana, hallar la hora. figur. 36.

SEa DBF, el Meridiano; B, el Zenith; C, el polo del Mundo; DEF, el Horizonte; HE, la equinoccial; IA, el paralelo por donde camina el Sol A: pide se la hora del dia, ò el arco HM: conocida la declinacion AM, se sabe su complemento AC: tambien se sabe BC, distancia de los polos; y el angulo DBN, es conocido por observacion; y por conseqüente, es tambien sabido el angulo ABC, su complemento à 180. grad. Luego en el triangulo ABC, dados los lados AC, BC, y el angulo ABC, se hallarà el angulo BCA, ò su medida el arco AI, ò MH, el qual partido por 15. grad. darà en el quociente el numero de las horas que ay hasta el Meridiano.

PROP. XCI. Problema.

Dada la altura, y declinacion del Sol, y el angulo azimuthal; hallar la hora, y la altura de polo. fig. 36.

EN el triangulo mismo ABC, son conocidos el arco BA, complemento de la altura del Sol AN; y el arco AC, complemento de la declinacion MA, y el angulo ABC: Luego se sabrà el angulo ACB, y su medida MH, distancia del Sol al Meridiano. La analogia, es como se sigue.

*Como el seno del arco AC,
al seno del angulo ABC:
Asi el seno del arco AB,
al seno del angulo ACB.*

Para hallar la altura de polo, se procurarà hallar el lado BC, complemento de dicha altura CF.

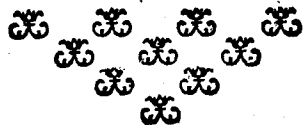
PROP.

PROP. XCII. Problema.

Observar la duracion del Crepusculo.

Crepusculo, es el tiempo que passa desde el principio del resplandor, ò luz que precede al nacimiento del Sol, hasta que este nace; ò el que intercede entre el ocaso del Sol, hasta el fin de la luz que se le sigue: aquel se llama *Aurora*, y *Crepusculo matutino*; y este, *Vespertino*. Han observado los Astronomos, que aquella dudosa, è imperfecta luz, dura hasta, y desde que el Sol tiene 18. grados de depression baxo del Oriente, contados, no en el paralelo del Sol, si en el círculo vertical; y como à los 18. grados de este vertical correspondan hasta el Horizonte diferentes grados de equinoccial, segun es diferente la declinacion del Sol, y la altura de polo; se sigue, no ser siempre vna misma la duracion del Crepusculo, que se mide por los grados de equinoccial sobredichos. Puede ser observado la duracion del Crepusculo de varias maneras.

1. Con vn perpendicular, ò Relox de pendula, que señale los segundos, se observará el tiempo desde que empieza la primera luz del Crepusculo, hasta que sale el Sol; ò desde que se pone el Sol, hasta que fenece el resplandor del Crepusculo; y con esto se sabrá su duracion. 2. Apenas apunta la Aurora, tomese la altura de vna Estrella, cuya declinacion sea conocida, y por la prop. 79. saquese la hora, y minutos: Saquese tambien por la prop. 77. la hora, y minutos en que sale el Sol, y restando el vn tiempo del otro, el residuo, ò diferencia, será la duracion del Crepusculo.



PROP.

PROP. XCIII. Problema.

Dada la altura de polo, declinacion del Sol, y la hora en que empieza la Aurora, o fenece el crepusculo vespertino, hallar la depression del Sol baxo del Orizonte.

figura 37.

Sea OP el Orizonte: MG, la equinoccial: A, y D, sus polos: ABD sea el círculo horario en que se halla el Sol al principio de la Aurora, que supongo hallarse en C; y por configuiente, ECF será su vertical. Pídesse FC, depression del Sol, baxo del Orizonte. *Operacion.* En el triangulo DCE, se tiene conocido el angulo CDE, ò distancia del Sol al Meridiano inferior, que se sabe por la observacion de la hora en que empieza la Aurora: tambien es conocido el lado DC, complemento de la declinacion dada KC; sabese asimismo el lado DE, complemento de la altura de polo: con que se sabrá el lado EC, cuyo complemento CF à 90. grad. será la depression del Sol debaxo del Orizonte racional al principio de la Aurora.

Si se hizieren en diferentes dias las observaciones de la duracion del crepusculo, y segun ellas se concluyere siempre vna misma depression del Sol, se concluirá con firmeza la cantidad de dicha depression, que como he dicho, se juzga ser siempre de 18. grados, con la poca variedad que puede inducir el ser mas, ò menos alta la Atmosphera, en varias regiones, y tiempos.

PROP. XCIV. Problema.

Dada la duracion del Crepusculo, declinacion del Sol, y altura de Polo, hallar la depression del Sol baxo el Orizonte racional. fig. 38.

Suponese sabida por la prop. 92. la duracion del Crepusculo, y la hora en que empieza la Aurora, observando la altura de vna Estrella, como alli se dixo en el num. 2. con esto, y la declinacion del Sol, y altura de polo

lo, se sabrà quan profundo estè el Sol debaxo el Horizonte racional al principio de dicha Aurora.

1. Sea AD diametro de la equinoccial; sea QE diametro del Horizonte; y supongamos que estè el Sol en B, punto de la equinoccial; y sea MB seno de la duracion observada del crepusculo, convertida en grados; y serà IK el diametro del Almancantarath, ò circulo crepusculino, en quien se halla el Sol al principio de la Aurora: Tambien AH serà seno de la altura Meridiana del Sol AQ; y HG serà seno de la depression de el Sol baxo el Horizonte; y es claro, (2. 6. Eucl.) que en el triangulo AGB son proporcionales AM à MB, como AH, à HG: Luego serà

Como el seno total AM,

al seno de la duracion del Crepusculo MB:

Asi el seno del complen. de la altura de polo, que es AH,

al seno HG de la depression del Sol.

2. Supongamos que estè el Sol en el punto C del paralelo, cuyo diametro es NO; y serà NR el seno total; RP, seno de la diferencia ascensional, ò del exceso del arco semidiurno sobre seis horas; y PC es el seno de la duracion observada de el crepusculo convertida en grados: añadase RP, seno de la diferencia ascensional, al seno total NR, y resultará NP; y serán proporcionales en el triangulo NTC: como NP à PC; asi NS à ST; y como la misma razon tengan NP à PC, que los senos semejantes à los sobredichos, tomados en la equinoccial, se hará la siguiente analogia.

Como NP, agregado del seno total, y difer. ascensional,

al seno PC de la duracion observada del Crepusculo:

Asi NS, seno de la altura meridiana del Sol en este paralelo,

à ST, seno de la depression del Sol en dicho paralelo.

3. Supongamos que estè el Sol en Y, punto del paralelo austral VX: en este caso, se restará &Z, seno de la diferencia ascensional, del seno total VZ: añadase à la misma diferencia ascensional la linea pequeña ZY, que es el seno del arco, en que empieza la Aurora antes de las seis; y si no empezare antes, se restaria; y con esto se sabrà

brà la linea &Y, y se hará la siguiente analogia.

Como VZ, residuo del seno total, quitada la difer. ascens.

à la linea &Y, seno de la duracion del crepusculo:

Asi VE, seno de la altura merid. en este paralelo,

à E 2. seno de la depression del Sol.

PROP. XCV. Problema.

Dada la depression del Sol debaxo el Horizonte, su declinacion, y la altura de polo, hallar la duracion del crepusculo. fig. 38.

EN la misma figura: Dada la altura de polo FL, se sabe la altura de la equinoccial QA; y sabida la declinacion del Sol, se sabe su altura meridiana en qualquiera paralelo; y supuesta la depression del Sol al principio de la Aurora, se hallará la duracion del crepusculo en los mismos triangulos que sirvieron en la Proposicion antecedente, para hallar la depression, mudando el orden como se sigue.

1. Supongamos, que el Sol estè en la equinoccial al principio de la Aurora en el punto B, y serà la analogia.

Como AH, seno de la altura meridiana,

à HG, seno de 18. grad.

Asi el seno total AM,

al seno de un arco MB.

Que reducido à horas, y minutos, dà la duracion del crepusculo.

2. Supongamos estè el Sol en Y, en el paralelo austral VX; serà la analogia.

Como VE, seno de la alt. merid. del Sol en dicho paral.

à E 2. seno de 18. grad.

Asi VZ, resid. del seno total despues de restada la difer. asc.

à &Y, seno de un arco.

Que convertido en tiempo, dà la duracion del crepusculo.

3. Supongo estè el Sol en C, punto del paralelo boreal NO, y serà la analogia.

Como NS, seno de la altura meridiana,

à ST, seno de 18. grad.

Asi NP, agregado del seno total, y la difer. ascens.

à PC, seno de vn arco.

Que convertido en tiempo, es la duracion del crepusculo.

De esta suerte se pueden hazer Tablas para varias alturas de polo, de la duracion del crepusculo al principio de los signos.

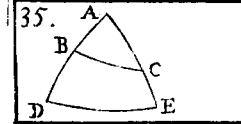
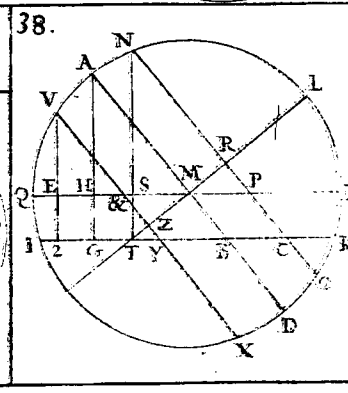
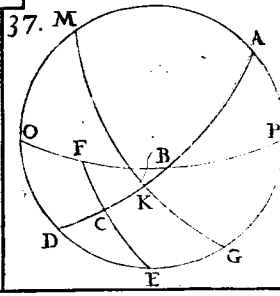
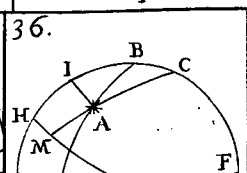
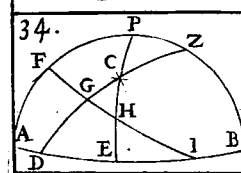
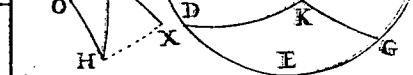
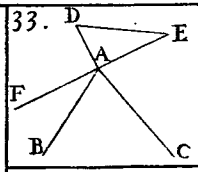
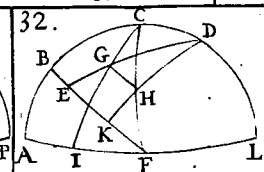
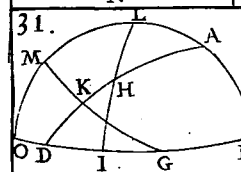
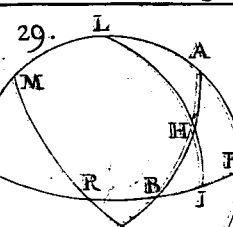
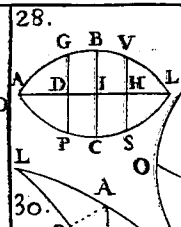
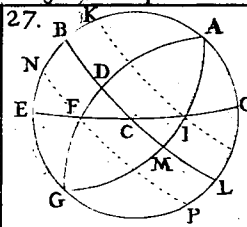
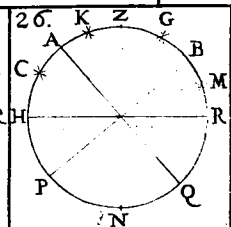
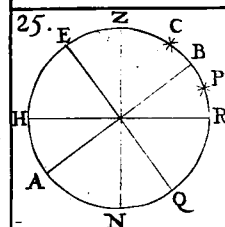
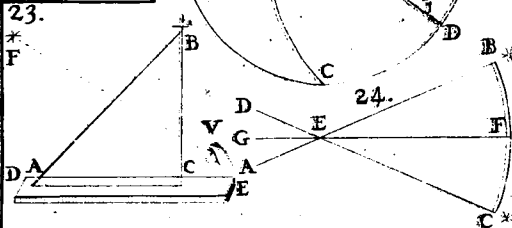
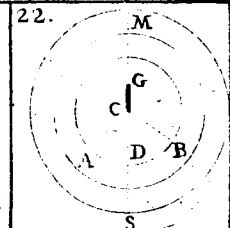
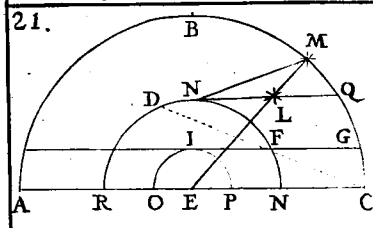
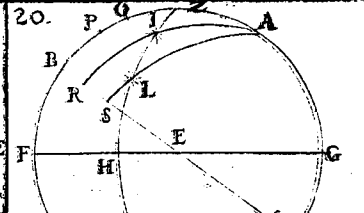
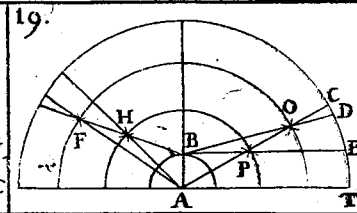
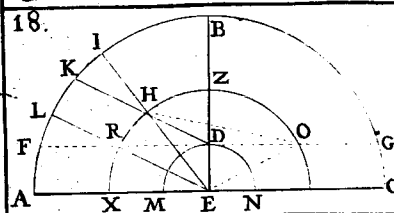
PROP. XCVI. Theorema.

Explicanse algunas propiedades de la duracion de los crepusculos.

1. **H**Allandose el Sol en los grados, que distan igualmente de vn mismo solsticio, los crepusculos son iguales; porque siendo el mismo paralelo el que passa por dichos puntos, es igual el arco que ay entre el Horizonte, y el Almincantarath 18. ò circulo crepusculino.

2. En la esfera recta, el minimo crepusculo sucede quando està el Sol en la equinoccial; y en los grados apartados de la equinoccial, tanto es mayor, quanto mas distan de ella, y en igual distancia de la misma, son iguales: La razon es, porque la equinoccial, y los paralelos en esta esfera, son perpendiculares al Horizonte; y siendo la equinoccial circulo maximo, y los paralelos, menores; y tanto menores, quanto mas apartados de la equinoccial: se sigue, que entre el Horizonte, y el Almincantarath 18. ò circulo crepusculino, tanto mas grados de circulo se comprehenderàn, quanto este fuere mas pequeño: y como tanto tiempo gaste en caminarse vn grado pequeño, como vn grado grande, se sigue, que en passar el Sol del Almincantarath 18. al Horizonte, gastará mas tiempo en los circulos menores, que en la equinoccial; y en los mismos, gastará tanto mas tiempo, quanto ellos fueren menores, ò mas distantes de dicha equinoccial.

3. En la esfera obliqua, los puntos que distan igualmente



mente del equinoccio , tienen desiguales los crepúsculos: de fuerte , que los que caen à la parte del polo manifiesto, son mayores que el crepúsculo del equinoccio , y que los que suceden en los paralelos del otro polo ; pero en estos , no siempre suceden los crepúsculos mayores , que en el equinoccio : no me parece ser menester detenerme en demostrar estas propiedades , por no ser esta materia muy precisa : vease el Padre Miliet en el Lib. 1. de la Astronom. desde la prop. 42. donde demuestra las sobredichas , y las siguientes.

4. En la esfera obliqua , los paralelos que caen àzia el polo manifiesto , quanto mas distantes del equador, tienen mayor crepúsculo , por la razon del num. 1. en los del otro polo, ay variedad : Tambien en la esfera mas obliqua , son los crepúsculos mayores , porque el arco contenido entre el Horizonte , y el Almincantarath 18. es mayor, por ser mas obliquo.

CAPITULO XI.

DE LAS DOZE CASAS CELESTES.

LAS doze Casas celestes, son casi todo el fundamento de la Astrologia Judiciaria ; y de la variedad , è imperfeccion con que las establecieron en diferentes tiempos los Astrologos , consta bastantemente la vanidad de dicha ciencia , si merece tal nombre la que carece de principios ciertos. Todos concuerdan en dár principio à las Casas en el Horizonte Oriental , siguiendo el orden de los signos ; pero en todo lo demás , vãn discordes : esto , no obstante, explicarè los cinco modos que ay de disponerlas.



MODO I.

De Julio Firmico, y los Antiguos. fig. 39. y 40:

Julio Firmico, Cardano, Schonero, y casi todos los Antiguos, que precedieron à Juan de Regiomonte, dividieron la ecliptica en doze partes iguales, comenzando del Horizonte Oriental, y procediendo segun el orden de los signos; y por las divisiones, y polos de la ecliptica describen seis circulos de latitud, que forman las 12. Casas.

Sea la ecliptica FG; A, y C, sus polos; BD, el Horizonte; sea E el punto Oriental en que la ecliptica corta al Horizonte; AEC, es el circulo de latitud, que dà principio à las Casas; y AFC, es otro circulo de latitud, que cortando la ecliptica en F, y G, determina con el primero sus quatro quadrantes EF, FE; EG, GE: Dividanse tanto EF, como EG en tres partes iguales en los puntos H, K, y L, M; y tirando por ellos los circulos de latitud AHC, AKC; ALC, AMC, quedaràn formadas las doze Casas, segun este methodo, que se llama *igual*, por dividir la ecliptica en partes iguales. El modo de erigir el Thema celeste, segun este methodo, es el siguiente.

1. Hallado el lugar del Sol, busquese su ascension recta, ò por las Tablas, ò por Trigonometria. 2. El tiempo contado desde el Mediodia, sin otra equacion, ni reduccion, se convertirà en grados, y minutos del equador, y se sumará con la ascension recta del Sol: con esto se sabrà el grado del equador, que està en el Meridiano; y por las Tablas de las ascensiones rectas, se hallará tambien el grado de ecliptica que està en el Meridiano, ò Medio Cielo, que llaman los Astrologos, *Cor Cæli*. 3. Añadanse à estos grados de equador que ay en el Meridiano, los 90. grados, que ay del Meridiano al Horizonte, y se sabrà el punto de equador, que ocupa entonces el Horizonte Oriental; y por las Tablas de las ascensiones obliquas de aquella region, se sabrà el punto de ecliptica,

ecliptica, que sale por el Oriente; y este se pondrà en la primera Casa; y añadiendo continuamente 30. grados de ecliptica, se sabràn los signos, grados, y minutos que tocan à las demàs Casas.

Sirva de exemplo el Thema celeste, (fig. 40.) que se ha de erigir al tiempo de vn nacimiento, que sucedió en Valencia año 1691. en 3. de Octubre à las 13. horas, 30 min. despues de medio dia. El lugar del Sol, es 10. grad. 50. min. 47. seg. de Libra, à que corresponde la ascension recta 189. grad. 57. min. El tiempo del nacimiento, reducido à grados, y minutos de equinoccial, (66.) es 202. grad. 30. min. que sumados con la ascension recta del Sol, hazen 392. grad. 27. min. y quitado vn circulo, quedan 32. grad. 27. min. y este es el punto del equador que se halla en el Meridiano, à quien corresponden en las Tablas de las ascensiones rectas 4. grad. 28. min. de Tauro, que son el Medio Cielo, ò *Cor Cæli*, por estàr en el Meridiano: A dicha ascension recta del Medio Cielo, se añaden 90. grad. de equinoccial, que ay entre el Meridiano, y el Horizonte, y resultan 122. grad. 27. min. que son la ascension obliqua de la primera Casa, à quien corresponden en la altura de Valencia 14. grad. 34. min. de Leon; y estos se ponen en la primera Casa; y añadiendo successivamente 30. grad. de ecliptica, salen los grados, y minutos para las demàs Casas, como se vè en dicha figura 40.

MODO II.

De Juan de Regiomonte. fig. 41. y 42.

ESTE segundo modo de dividir el Cielo en 12. Casas, se llama *Racional*, y es su Autor Juan de Regiomonte; si bien Juan de Saxonia, Comentador de Alcabitio, que precedió 150. años à Regiomonte, dize, vsò ya de esta division Abraham Aven-Ezra: Dividen estos la equinoccial en 12. partes iguales, con seis circulos maximos, que llaman de *Posicion*, descriptos por las intersecciones del Meridiano, y Horizonte.

En la figur. 41. la linea AC, representa la mitad de la equinoccial, à quien el Meridiano ABCD, y el Horizonte dividen en dos quadrantes AE, EC: afsimilmo queda dividida en otros dos quadrantes la otra mitad, que se supone està à la otra parte: el quadrante EA, se divide en tres partes iguales, en F, y G; y el quadrante EC en otras tres, en H, y K; y tirando los circulos de posicion BFD, BGD, BHD, BKD, queda dividido el Cielo en las doze Casas: Donde se ha de advertir, que el Meridiano, por passar por el polo L del equador, equivale à vn Horizonte recto, ò de esfera recta; y assi, en el nos valdrèmos de las ascensiones rectas: La altura del polo L, sobre el Horizonte BD, es el arco LD, que es la misma altura de polo competente à la region, para quien se erige el Thema; y assi, nos valdrèmos en el de las ascensiones obliquas proprias de essa altura: La altura de polo L, sobre el circulo de posicion BFD, es el arco LN, y sobre el circulo BGD, es LM; y assi, serà menester vsar en ellos de las ascensiones obliquas, proprias para aquellas alturas. Erigese el Thema celeste, segun este methodo, por los preceptos siguientes.

1. Hallese el lugar del Sol, y su ascension recta, como en el Modo 1. 2. El tiempo Astronomico aparente, conviertase en grados, y minutos de la equinoccial, y sumese con la ascension recta del Sol, y se sabrà la ascension recta del Medio Cielo, tomo en el Modõ 1. 3. A la ascension recta del Medio Cielo, añadanse 30. grad. para la 11. Casa, y 60. para la 12. y 90. para la primera, 120. para la 2. y 150. para la 3. y se sabrán las ascensiones obliquas de las Casas sobredichas. 4. En las Tablas de las ascensiones rectas, vease el grado de ecliptica, correspondiente à la ascension recta de la 10. Casa, ò Medio Cielo; y esse se escrivirà en la dezima: En las Tablas de las ascensiones obliquas, proprias de la region, à que se erige el Thema, se buscarà el grado de ecliptica, correspondiente à la ascension obliqua de la primera Casa, y se escrivirà en ella: Busquese despues la altura de polo competente à cada vna de las otras Casas,

esta

esta altura se hallarà por las Tablas, que suelen traer los Autores, como Origano, tom. 1. fol. 288. y Argolio, tom. 1. fol. 368. ò por Trigonometria, como despues dirè.

5. Halladas estas alturas de polo, se buscaràn en las Tablas de las ascensiones obliquas, convenientes à cada vna de dichas alturas, los grados de ecliptica correspondientes à la ascension obliqua de cada Casa; y escribiendo en cada vna sus grados de ecliptica hallados, quedarà hecho el Thema celeste, segun el methodo racional.

En el exemplo propuesto, la ascension recta del Medio Cielo es 32. grad. 27. min. añadidos 30. grad. serà la ascension obliqua de la Casa onzena 62. grad. 27. min. Añadidos 60. grados à la del Medio Cielo, es la ascension obliqua de la duodezima Casa 92. grad. 27. minut. Añadidos 90. grad. à la misma ascension de la dezima, sale la ascension obliqua de la primera Casa 122. grad. 27. min. Añadidos 120. sale la de la segunda Casa 152. grad. 27. min. Añadidos 150. grad. sale la de la tercera 182. grad. 27. min. Hecho esto, se entrará en la Tabla de los polos de las Casas; y en derechura de la altura de polo de Valencia, se hallarán las alturas de polo proprias para cada vna de las Casas: esto es, para la onzena, y tercera, se halla la altura de 22. grad. Para la duodezima, y segunda, la de 36. grad. Despues se buscaràn los grados de ecliptica, que se han de colocar en las Casas, que son los correspondientes à sus ascensiones obliquas en dichas alturas: à la ascension recta de la dezima, le corresponden Tauro 4. grad. 28. min. à la ascension obliqua de la onzena, le corresponden en la altura de 22. grad. 13. grad. 27. min. de Geminis. A la ascension obliqua de la duodezima en la altura de 36. grad. le corresponden Cancer 20. grad. 27. min. A la ascension obliqua de la primera en altura de 39. grad. 30. min. ò de 40. grad. le corresponden Leon 14. grad. 25. min. A la ascension obliqua de la segunda en altura de 36. grad. le corresponden Virgo 8. grad. 0. min. A la ascension obliqua de la tercera Casa en altura de 22. grad. le corres-

I 2

pon-

ponden 2. grad. 25. min. de Libra. Las demás Casas tienen los signos opuestos a los que ay en sus opuestas con los mismos grados, y minutos.

Si las alturas de polo proprias de cada Casa se quieren hallar por Trigonometria, se obrará del modo siguiente.

En la fig. 41. el triangulo BAG, es rectangulo en A, y son conocidos el lado AB, complemento de la altura de polo 50. grad. 30. min. y el lado AG 30. grad. Luego se hallará el arco BG, y el angulo ABG, que siendo igual al angulo LDM, quedará este conocido. Tambien en el triangulo LDM, rectangulo en M, son conocidos el angulo LDM; y LD altura de polo: Luego se hará el arco LM, altura de polo propia de la onzena Casa: Las tres analogias son las siguientes, para la altura de polo de las Casas onzena, y tercera.

1. Como el seno total, C. L. 0.0000000
 al seno 2. de BA, ò seno 1. de AO,
 que es igual a la alt. de polo: 9.8035105
 Así el seno 2. de AG, ò de 60. gr. 9.9375306
 al seno de GP. 9.7410411

Que es seno de 33. grad. 26. min. y este es el arco GP: Luego BG, es 56. grad. 34. min.

2. Como el seno de BG, C. L. 0.0785594
 al seno total: 10.0000000
 Así el seno de AG 30. grad. 9.6989700
 al seno de ABG. 9.7775294

Que es 36. grad. 48. min. Luego el angulo LDM su igual, es 36. grad. 48. min. Sabido este angulo, se hará la altura LM por la siguiente analogia.

3. Como el seno total, C. L. 0.0000000
 al seno de LD, alt. de polo, 39.
 grad. 30. min. 9.8035105
 Así el seno del ang. LDM, 36. gr.
 48. min. 9.7775294
 al seno de LM, 22. gr. 24. min. 9.5810399

Con que LM, altura de polo competente a las Casas onzena, y tercera, es 22. grad. 24. min.

La

La altura de polo LN, para las Casas duodezima, y segunda, se buscará con las analogias siguientes. En el triangulo BAF, rectangulo en A, son conocidos AB, altura de la equinoccial; y AF, 60. grad. Luego se conocerá el lado BF, y el angulo ABF.

1. Como el seno total, C. L. 0.0000000
 al seno 2. de BA, ò al seno de la
 altura de polo: 9.8035105
 Así el seno de FE 30. grad. compl.
 de AF, 9.6989700
 al seno de FQ 18. grad. 32. min. 9.5024805

Que es el complemento de BF: Luego BF es 71. grad. 28. min.

2. Como el seno de BF 71. grad.
 28. min. C. L. 0.0231280
 al seno total: 10.0000000
 Así el seno de AF 60. grad.
 al seno del ang. ABF 65. gr.
 59. min. 9.9606586

3. Como el seno total, C. L. 0.0000000
 al seno de la alt. de polo LD
 39. grad. 30. min. 9.8035105
 Así el seno del angulo LDN 65.
 grad. 59. min. 9.9689700
 al seno de LN 46. gr. 18. min. 9.7724805

Es, pues, LN altura de polo de la onzena, y segunda Casas 36. grad. 18. minut. Y buscando las ascensiones obliquas arriba puestas, en las Tablas de ascensiones obliquas proprias de la altura de polo de cada Casa, se harán los grados de ecliptica, que a cada vna tocan: los que tambien se podrán sacar por Trigonometria, y quedará hecho el Thema celeste, como se ve en la figura 42.



M O D O III.

De Campano , y Gazulo . fig. 43. y 44.

Campano , y Gazulo , dividen el vertical primario en 12. partes iguales , comenzando del Horizonte Oriental , con seis circulos maximos de posicion , tirados por las intersecciones del Meridiano , y Horizonte : con esta division queda dividida la ecliptica en 12. partes desiguales en toda esfera : y asimismo la equinoccial , exceptuando en la esfera recta , en la qual por coincidir la equinoccial con el vertical primario , queda dividida en 12. partes iguales.

En la fig. 43. la linea CD representa el vertical primario , à quien el Meridiano ACBD , y el Horizonte AB dividen en quatro partes iguales ; y à cada quadrante dividen en tres partes iguales los circulos de posicion AFB , AQB , &c. que pasan por los puntos A , y B , polos del vertical primario , y comunes intersecciones del Meridiano , y Horizonte . El metodo de hazer el Thema celeste , segun esta division de Campano , es el siguiente.

1. Hallese , como en los antecedentes , la ascension recta del Sol . 2. Conviertase en grados , y minutos de la equinoccial el tiempo aparente , contado desde el medio dia , y sumese con la ascension recta del Sol , y se fabrà la ascension recta del Medio Cielo , ù de la dezima Casa . 3. Busquense los arcos de equinoccial , comprendidos entre los circulos de las Casas : esto es , entre la dezima , y onzena : entre la onzena , y duodezima , &c. Busquense tambien las alturas de polo proprias à las Casas onzena , y duodezima ; esto se hallarà por la Tabla que trae David Origano , fol. 262. ò por Trigonometria , como luego dirè . 4. Añadanse los arcos de equinoccial , comprendidos entre los circulos de las Casas , successivamente à la ascension recta del Medio Cielo , y se fabrán las ascensiones obliquas de todas las Casas . 5. Busquense los grados de ecliptica , correspondientes à las ascen-

sio-

siones obliquas de las Casas , cada vna en las Tablas proprias de su altura de polo ; y estas se colocarán en los circulos , ò cuspides de las Casas , en el Thema celeste .

El modo de formar este Thema por Trigonometria , es el siguiente , executado en el mismo exemplo de arriba : en el qual se sacò ser la ascension recta del Medio Cielo 32. grad. 27. min. El polo L se eleva sobre el circuito de posicion AFB , lo que es el arco LM : quanto sea este arco , se fabrà por la siguiente analogia .

Como el seno total,	C.L.0.0000000
al seno de CF 30. grad.	9.6989700
Asi el seno de LB, altura de polo 39. grad. 30. min.	9.8035105
al seno de LM 18. grad. 32. min.	9.5024805

Con que el arco LM, altura de polo de la onzena , y tercera Casa , es 18. grad. 32. min.

Para hallar el arco de equinoccial OI , comprehendido entre la dezima , y onzena Casa , son menester estas dos analogias .

Como el seno 2. de LM. 18. grad. 32. min.	C.L.	0.0231280
al seno 2. de la altura de polo 39. grad. 30. min.		9.8874061
Asi el seno total,	10.0000000	
al seno de FM , igual à AI 54. grad. 26. min.		9.9105341

Con que AI es 54. grad. 26. min. Hallado este arco , se haze la siguiente analogia , para hallar el arco OI de la equinoccial .

Como el seno total,	C.L.0.0000000
al seno de CF 30. grad.	9.6989700
Asi el seno de AI 54. gr. 26. min.	9.9105341
al seno de OI 24. gr. 1. min.	9.6095041

Es , pues , el arco OI de equinoccial , comprehendido entre la dezima , y onzena Casas , 24. grad. 1. min.

De la misma suerte se sacará la altura de polo LN de la duodezima Casa ; y el arco IG del equador , que ay entre

tre la onzena , y duodezima.

Como el seno total,	C. L. 0. 0000000
al seno de CQ 60. grad.	9. 9375306
Asi el seno de BL 39. gr. 30. min.	9. 8035105
al seno de LN 33. gr. 25. min.	9. 7410401

Con que la altura de polo de la duodezima , y segunda Casas, es 33. grad. 25. min.

Como el seno 2. de LN,	C. L. 0. 0784760
al seno 2. de la altura de polo LB:	9. 8874061
Asi el seno total,	10. 0000000
al seno de QN, ò AG su igual.	9. 9658821

Hecho esto , se passa à la segunda analogia , que es la siguiente.

Como el seno total,	C. L. 0. 0000000
al seno de CQ 60. grad.	9. 9375306
Asi el seno de AG,	9. 9658821
al seno de OG 53. gr. 12. min.	9. 9034127

Luego OG, es 53. grad. 12. min. Y quitando OI 24. grad. 1. min. de OG, quedará IG 29. grad. 11. min. arco del equador comprehendido entre la onzena , y duodezima Casa. Sabidos estos , están sabidos los demás ; porque el que ay entre la dezima , y onzena , es igual al que ay entre la tercera , y quarta : y el que ay entre la onzena , y duodezima , al que ay entre la segunda , y tercera ; y los opuestos son entre sí iguales.

Es , pues , la ascension recta de la dezima 32. grad. 27. min. Añadidos 24. grad. 1. min. que ay entre la dezima , y onzena , sale la ascension obliqua de la onzena 56. grad. 28. min. Añadidos à estos 29. grad. 11. min. sale la ascension obliqua de la duodezima 85. grad. 39. min. Restando el arco OG de OE, esto es , 53. grad. 12. min. de 90. grad. queda GE 36. grad. 48. min. que añadidos à la ascension obliqua de la duodezima ; esto es , à 85. grad. 39. min. sale la ascension obliqua de la primera Casa 122. grad. 27. min. Añadidos à estos 36. grad. 48. min. que ay de la primera à la segunda , sale la ascension obliqua de la segunda 159. grad. 15. min. Añadidos 29. grad. 11. min. que ay entre la segunda , y tercera , sale la ascension obli-

obliqua de la tercera 188. grad. 26. min. Añadidos 24. grad. 1. min. que ay entre la tercera , y la quarta , sale la ascension recta de la quarta casa 212. grad. 27. min. que es el grado opuesto à la dezima. A la ascension recta de la dezima , corresponden 4. grad. 28. min. de Tauro. A la ascension obliqua de la onzena , corresponden en su propia Tabla Geminis 5. grad. 28. min. A la ascension obliqua de la duodezima , corresponden Cancer 11. grad. 10. min. A la ascension obliqua de la primera casa , corresponden Leon 14. grad. 25. min. A la ascension obliqua de la segunda , corresponden Virgo 13. grad. 1. min. A la ascension obliqua de la tercera , corresponden Libra 8. grad. 0. min. Y à la ascension recta de la quarta , corresponden 4. grad. 28. min. Escorpion. Y colocando en las casas opuestas los signos , y grados opuestos , queda concluido el Thema celeste , segun el Modo de Campano , y Gazulo , como se ve en la figura 44.

MODO IV.

De Alcabicio , y Juan de Saxonia. fig. 45. y 46.

Alcabicio , y su Comentador Juan de Saxonia , dividen el arco semidiurno en tres partes iguales , y en otras tres el seminocturno ; y por las divisiones , y polos del Mundo , consideran seis circulos maximos de declinacion , y con ellos forman las doze Casas celestes. En la fig. 45. Sea AEB el Meridiano : AB el Horizonte : E , y F los polos del Mundo : MQN la equinoccial : y MON la ecliptica. Por el punto O , donde se cortará la ecliptica , y Horizonte , y por los polos del Mundo E , F , paise el circulo EOF , que corte à la equinoccial en X , y será XM arco semidiurno , y XN , seminocturno. Dividase XM en tres partes iguales , y XN en otras tres , y por las divisiones , y polos E , F , pasen los circulos EPF , ERF , &c. y quedarán formadas las Casas celestes : de las quales , solo se pueden representar seis en esta figura ; pero las otras seis , son cada vna igual à su opuesta.

Formese el Thema , segun este methodo , del modo siguiente.

guiente. 1. A la ascension recta del Sol , se añade el tiempo que pasó , desde medio dia , hasta el en que se erige el Thema , convertido en grados , y minutos de equinoccial , y se sabe la ascension recta del medio Cielo , como en los Modos antecedentes. 2. Añádense à esta ascension recta del Medio Cielo 90. grados , y sale la ascension obliqua del ascendiente. 3. Busquese el grado de ecliptica , correspondiente à dicha ascension obliqua , y busquese el arco semidiurno , y seminocturno su correspondiente , y tanto el vno , como el otro , se dividirá en tres partes iguales. 4. El tercio del arco semidiurno , se añadirá tres veces successivamente à la ascension recta de la dezima Casa , ò Medio Cielo , y saldrán las ascensiones rectas de los principios de las Casas onzena , duodezima , y primera. Tambien à la ascension recta de la primera Casa , se añadirá dos veces successivamente el tercio del arco seminocturno , y resultarán las ascensiones rectas del principio de la segunda , y tercera Casas. Ultimamente , se buscarán en las Tablas de las ascensiones rectas los arcos de ecliptica correspondientes à la ascension recta de cada Casa , y se escribirán en dichas Casas ; y en sus opuestas , los grados mismos de los signos opuestos , y quedará formado el Thema celeste.

En nuestro exemplo , la ascension recta del Medio Cielo , hallada yá en los antecedentes , es 32. grad. 27. min. añadidos 90. grad. sale la ascension obliqua del ascendente 122. grad. 27. min. à quien en la Tabla competente de las ascensiones obliquas corresponden Leon 14. grad. 25. min. Ahora se buscará el arco semidiurno competente à este grado de ecliptica. Este se puede hallar , ò por Trigonometria , (78.) ò por Tabla particular que suelen traer los Autores , ò por la Tabla de la cantidad de los dias , ò por las Tablas de las ascensiones obliquas ; y por este medio se obrará en esta forma : Hallada la ascension obliqua de Leon 14. grad. 25. min. que es 122. grad. 27. min. y hallada la ascension obliqua de 14. grad. 25. min. de Aquario , signo , y grado opuesto , que es 316. grad. 56. min. se restará la primera de la segunda , y el res-

duo 194. grad. 29. min. es el arco diurno ; y su mitad 97. grad. 15. min. es el arco semidiurno. Restese el arco semidiurno de 180. grad. y el residuo 87. grad. 45. min. es el seminocturno.

Partase ahora el arco semidiurno en tres partes iguales , y será cada vna 32. grad. 25. min. Partase tambien el seminocturno en tres partes iguales , y será cada vna 28. grad. 35. min. Añádase à la ascension recta del Medio Cielo vn tercio del arco semidiurno , y saldrá la ascension recta de la onzena 64. grad. 52. min. Añádase à esta otra vez el mismo tercio , y saldrá la ascension recta de la duodezima 97. grad. 17. min. Añádase à esta el mismo tercio , y saldrá la ascension recta de la primera Casa , ò oroscopo 129. grad. 42. min. Añádase à esta el tercio del arco seminocturno , y saldrá la ascension recta de la segunda Casa 158. grad. 17. min. Añádase à esta el mismo tercio , y se sabrá la ascension recta de la tercera Casa 186. grad. 52. min. Buscando ahora los grados de ecliptica , correspondientes à estas ascensiones rectas , en la Tabla de estas ascensiones , se halla tocan à la dezima Tauro 4. grad. 28. min. A la onzena Geminis 6. grad. 46. min. A la duodezima Cancer 6. grad. 46. min. A la primera Leon 7. grad. 17. min. A la segunda Virgo 6. grad. 33. min. A la tercera Libra 7. grad. 26. min. Y poniendo en las Casas opuestas los signos opuestos con los mismos grados , quedará formado el Thema celeste , segun Alcabcicio , como se ve en la fig. 46.

M O D O V.

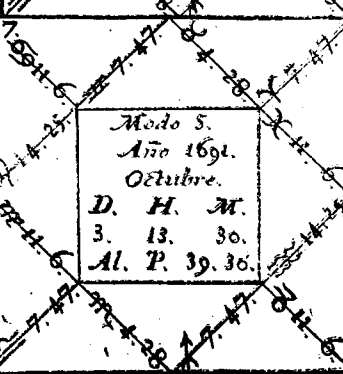
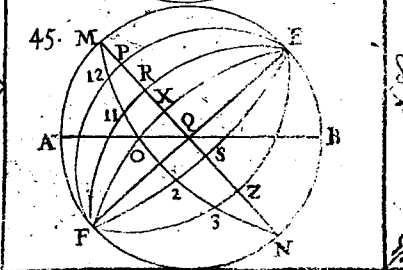
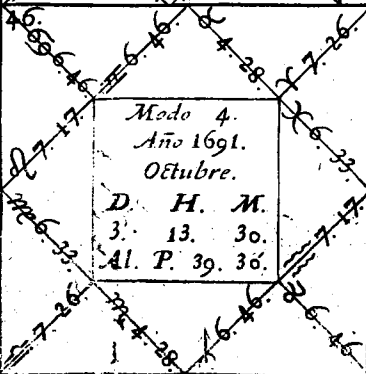
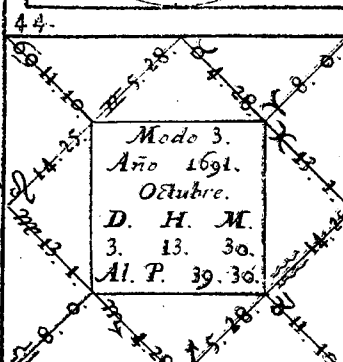
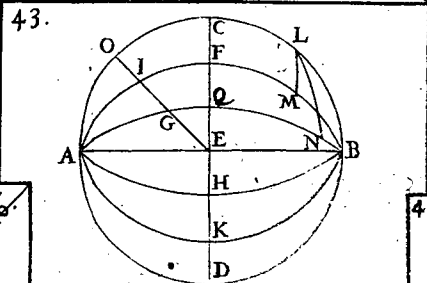
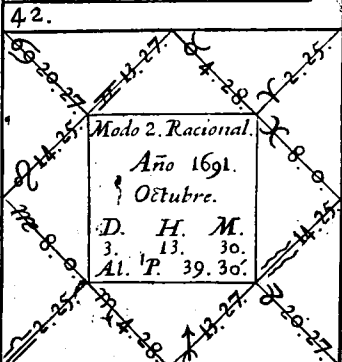
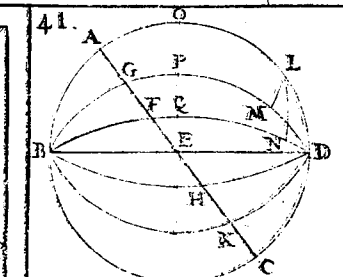
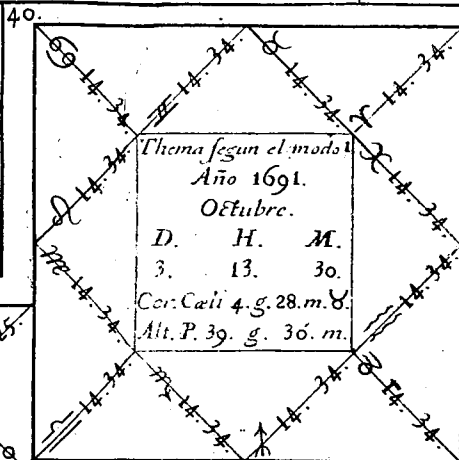
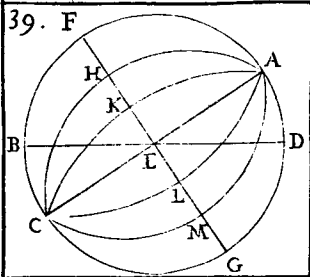
De Porphyrio. fig. 45. y 47.

POrphyrio divide el pedazo de la ecliptica entre el Horizonte Oriental , y Meridiano , en tres partes iguales ; y en otras tres el pedazo entre el mismo Horizonte Oriental , y media noche : y por estas divisiones , y los polos de la ecliptica , considera pasan vnos circulos maximos de latitud , que forman las doze Casas celestes. Explicolo en la misma fig. 45. que sirvió para el modo ante-

antecedente : suponiendo aora sean E, F, los polos de la ecliptica ; y las divisiones iguales sean o. 2. 3. y o. 12. 11.

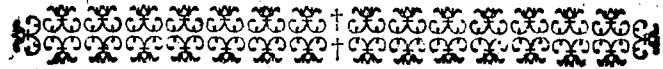
El modo de erigir el Thema , segun esta division , es el siguiente. Hallese , como en los antecedentes , la ascension recta del Medio Cielo : y añadidos 90. grados , se tendrá la ascension obliqua del oroscopo , y con esta se sabrán por las Tablas , los grados de ecliptica que ocupan el Meridiano , y el oroscopo : De aqui se sacarán los arcos de ecliptica que ay entre el oroscopo , y Medio Cielo ; y entre el oroscopo , y la media noche : Cada vno de estos arcos se dividirá en tres partes iguales ; y sucesivamente se irán añadiendo los superiores al grado del Medio Cielo , y los inferiores al grado del ascendente , y se tendrán los signos , y grados que tocan à las cuspides de cada Casa de las seis que ay desde el Medio Cielo por el Oriente , hasta la quarta : y colocando en las opuestas los signos opuestos con los mismos grados , quedará formado el Thema celeste.

Como en el mismo exemplo la ascension recta del Medio Cielo , se hallò ser 32. grad. 27. min. añadidos 90. grad. sale la ascension obliqua del oroscopo 122. grad. 27. min. A la ascension recta del Medio Cielo corresponden 4. grad. 28. min. de Tauro ; y à la ascension obliqua del ascendente corresponden 14. grad. 25. min. de Leon. Con que del Medio Cielo al oroscopo , ay tres signos 9. grad. 57. min. cuyo tercio es vn signo 3. grad. 19. min. Y añadiendo este tercio sucesivamente à 4. grad. 28. min. de Tauro , que ay en la dezima , hallo tocan à la onzena Casa Geminis 7. grad. 47. min. Añado à estos el mismo tercio , y tocan à la duodezima Cancer 11. grad. 6. min. y à la primera Leon 14. grad. 25. min. Estos grados de la primera Casa , distan del Meridiano inferior , que tiene Escorpion 4. grad. 28. min. dos signos 20. grad. 3. min. El tercio de este arco son 26. grad. 41. min. Y añadido à los 14. grad. 25. min. de Leon , sale el principio de la segunda Casa Virgo 11. grad. 6. min. Y añadido otra vez à estos , sale el principio de la tercera Ca-



la Libra 7. grad. 47. min. y al principio de la quarta tocan 4. grad. 28. min. de Escorpion : Y colocando en las Casas opuestas los mismos grados de los signos opuestos , queda concluido el Thema celeste , segun este Modo quinto , como se ve en la fig. 47.

De todos estos modos de erigir el Thema celeste , el mas admitido , es el segundo , que es de Regiomonte ; pero de quan poca subsistencia sean todos para el intento de los Astrologos , se dirà en el Tratado de la Astrologia.



LIBRO II.

DEL SOL.

AViendo de tratar de los movimientos , propiedades , y apariencias de los siete Planetas , nos es preciso hablar en primer lugar del Sol , no solo por ser el Rey de los Astros , y la anchora mas brillante de los Cielos , que nos alumbra con su luz , y con su benefico calor nos vivifica ; si tambien porque constando sus movimientos de menos irregularidades , llevan consigo la recomendacion de mas inteligibles : explicanse con hypotheses mas faciles , y sirven asimismo de luz , para descubrir las sendas verdaderamente arduas , por donde caminan los demás Planetas , y penetrar con mayor facilidad sus intrincados laberintos. Es , además de esto , el Sol , el que gobierna la serie de los tiempos ; y el Luminar , cuyos movimientos , juntamente con los de la Luna , causan con el concierto de sus revoluciones , y periodos , los años , meses , y dias , por quienes se regula lo sublimar , y celeste : segun lo dixo Moyses

ses en el cap. 1. del Genesis : *Et sint in Signa, & tempora, & dies, & annos.* Y lo cantò Virgilio en el lib. 2. de sus Georgicos.

————— *Vos, ò clarissima Mundi
Lumina, labentem Cælo, que ducitis annum
Liber, & alma Ceres.*

Tratarè, pues, en este Libro de los movimientos, y phenomenos del Sol; y para observar la debida claridad, y methodo, le dividirè en dos partes, continuando siempre vna misma serie de Proposiciones, para mayor facilidad de las citas.

P A R T E I.

DE LA NATURALEZA, Y propiedades del Sol; y del modo de observar, y determinar sus movimientos, y apariencias.

Dificultosa empreña es, si no temeraria, querer averiguar las naturalezas, y propiedades de los cuerpos celestes; porque si las cosas de la tierra, en que habitamos, son tan reconditas, que de sus causas apenas sabemos científicamente de mill vna, mucho menos podrèmos alcanzar, las que por elevadas, viven exemptas de nuestras experiencias. Solo, pues, podemos con alguna certeza determinar lo que pende de las observaciones, como son los movimientos, distancias, y grandeza de los Astros; pero en lo demas, nos contentarèmos con dezir brevemente lo que pareciere mas verosimil, dexando su mas exacta averiguacion à la Philosophia, à quien pertenece.

CAPITULO I.

DE LA SUBSTANCIA, Y ACCIDENTES del Sol.

PROP. I. Theorema.

El Sol es un fuego purissimo.

ORigenes, Lib. 1. Periarchon juzgò, que el Sol, y asimismo los demas Astros, constaban de alma racional; pero este desvario fue condenado, como manifesto error, en la segunda Synodo Constantinopolitana: Otros, yà que no concedieron al Sol, y Estrellas alma racional, è intelectiva, les atribuyeron la sensitiva, ò vegetativa: de este sentir fueron los Pytagoricos, Platonicos, y Stoicos; y à mas de ellos, Simplicio, Avicena, Schayno, Mirandulano, Phylaxo, Keplero, Ferrariese, y Martinengo, en los lugares que puede ver el curioso en el Tom. 1. del *Almagesto* del Padre Ricciolio, Lib. 3. cap. 1. num. 4. pero à esto le falta tambien el fundamento, que positivamente lo pruebe: Supuesto, pues, que carece el Sol de forma viviente,

Digo, que realmente es fuego purissimo, y muy limpio. Pruebase, 1. de la Escritura Sagrada *Ecclesiastico 43. Fornacem custodiens in operibus ardoris.* Y del Hymno de la Iglesia, en las Visperas de la Feria 4. *Quarto die qui flammæam dum Solis accendis rotam.* Pruebase, 2. con la autoridad de mas de 30. Santos Padres, que cita el Padre Scheiner en la Rosa Ursina, y los Padres Ricciolio, y Kirkerio. De este mismo sentir fueron muchos Philosophos antiguos, como Anaxagoras, Zenon, Democrito, Metrodoro, Anaximandro, Xenophanes, Epicuro, Pythagoras, Platon, y otros muchos. Pruebase, 3. con razon fundada en la experiencia; porque en el Sol experimentamos las propiedades del fuego, como son la luz, y el calor, en tanto grado, que sus rayos viden,

mediante vn vidro convexo , encienden fuego , como experimentamos cada dia ; y à mas de esto (como atestigua el Padre Kirkerio en el Lib. 1. *Artis magnæ lucis, & umbræ*, cap. 1. y en su Mundo Subterraneo) si se mira el Sol con Largomiras grandes , y perfectas , con las debidas prevençiones , para que su luz no dañe la vista , se ve como vn oceano de fuego , semejante al metal derretido , y ardiendo , con terribles olas de llamas : todo lo qual convence ser verdadero fuego ; pero mas puro que el terrestre , como lo convence la claridad de su resplandor , aunque no le faltén algunas porciones de materia etherogenea , que algunas vezes forma vnas como nubes de humo , como veremos luego.

PROP. II. Theorema.

El Sol es Globo total.

QUE sea Globo , es constante ; porque aunque à la vista parezca plano circular , por su gran distancia ; pero mirado con antejo grande de larga vista , se ve con tanta claridad su convexidad , que quita toda duda en que sea esferico : lo mismo se colige claramente del movimiento de las maculas solares , como despues veremos ; y aunque quando està cerca del Horizonte , parezca tener figura oval , ò elyptica , es por la refraccion , por la qual , el limbo , ò orilla inferior , se eleva mas à la vista , que la superior , con que el diametro del cuerpo solar perpendicular al Horizonte , se acorta à la vista , quedando casi en su propria magnitud el diametro tranversal ; de que se sigue , parecer alli elyptico , la qual figura oval , se va perdiendo , y reduciendose à circular , al passo que sube el Sol sobre el Horizonte : vease la explicacion de este fenomeno en el Tratado de la Dioptrica.

Que el Sol , como tambien los demàs Astros , sea Globo total : esto es , que todas sus partes tengan vna innata propension , peso , ò impulso azia su proprio centro , que està en medio de su cuerpo , se persuade ; por-
que

que assi como diò el Criador à todas las partes del Globo terraqueo impetu azia su proprio centro , segun dixen en el Lib. 1. Prop. 1. con el qual conspiran todas à componer dicho Globo : assi tambien comunicò Dios à todas las partes que componen el Globo solar semejante impulso azia el punto puesto en medio del mismo Sol , con que conspiran à su manutencion : Luego es Globo total. De lo qual se colige la razon , por què el Sol , y las demàs Estrellas subsisten en el medio fluidissimo , y subtilissimo del Ether , como la tierra en el ayre , sin que aya peligro de que Astro ninguno cayga à la tierra , como ni que esta se vaya azia el Cielo : Ni à esto contradizen los movimientos circulares con que se mueven al rededor de la tierra , segun el impulso que al principio de su ser les comunicò el Criador : vease lo dicho en el Lib. 1. Prop. 1. De aqui se colige tambien la razon , por què el fuego , de que se compone el cuerpo solar , no necesita de pabulo , como le han menester las llamas del fuego sublunar ; y es , porque con el sobredicho impulso azia el centro del Globo solar , se mantiene sin disiparse , componiendo siempre aquel bastissimo cuerpo ; lo que sucede al contrario en las llamas , y fuego sublunar , que dissipandose por el ayre , se necesita de nuevo fuego , para que permanezca la llama : esto constará mas latamente en otra parte ; basta aora lo dicho en esta materia , que es del todo Philosophica.

PROP. III. Theorema.

Explicanse las maculas , y faculas del Sol.

POR espacio de mas de cinquenta y cinco siglos , conservò el Sol para con la tierra el credito de la limpieza de su esplendor , sin que nadie presumiera poner tacha alguna en el candor de sus luces ; bien es verdad , que todo aquel año en que sucediò la desgraciada muerte de Julio Cesar , se observò cierta palidez , y desmayo en la luz del Sol , de que habiò Virgilio Georg. 2.

Ille etiam extincto miseratus Casare Romam.

*Cum caput obscura nitidum ferrugine texit,
Impiaque eternam timuerunt secula noxem.*

Però esto se atribua a las impresiones metheorologicas del ayre; y si en algunas otras ocasiones se advirtió en su cuerpo alguna sombra, se juzgò, y no con poco fundamento, ser el Planeta Mercurio, interpretto entre nuestra vista, y el Sol.

Però en el año 1611. por el mes de Mayo, trabajando el Padre Christoval Scheinero, de la Compañia de Jesus, en averiguar el diametro aparente del Sol con vn anteojo de larga vista, advirtio varias manchas en el Sol; motivòle esto la curiosidad de inquirir con mas cuidado esta novedad; su diligencia fue tanta, que hizo mas de dos mil observaciones, y con ellas diò a la posteridad, no solo la certeza de aver maculas en el Sol, si tambien sus movimientos, orto, y ocafo, periodos, y revoluciones, juntamente con la magnitud, figura, y situacion que tenian; y esto, con tal precision, que dixo Renato Descartes: *Nilhil in hoc genere diligentius desiderari posse.* Observaronlas tambien despues otros Astronomos, de fuerte, que no tiene ya al presente fundamento alguno la duda de su existencia: Lo que en orden à este punto se ha observado, es lo siguiente.

1. Se han observado en el Sol vnas particulas algo obscuras, ò azules, y estas son las que llaman *Maculas*: se han observado otras mas brillantes que lo restante del Sol, y à estas llaman *Faculas*. El modo con que se observan vnas, y otras, es, ò mirando directamente al Sol con vidros colorados, que templen su luz, ò en vn aposento algo obscuro, colocando vn Largomira àzia el Sol, de modo, que su luz passe por los vidros lenticulares; porque recibiendo en vn papel blanco, y limpio la imagen del Sol, à quatro palmos de distancia del Largomira, se veràn alli las maculas, y faculas; pero advierto, que si el anteojo consta de solas dos lentes convexas, la imagen del Sol se pinta al rebès, y siempre se ha de poner el vidro objetivo à la parte del Sol.

2. En la forma dicha se ha observado varias vezes

juntarse muchas maculas, y formar vna mayor; y al contrario, vna macula dividirse en otras menores. Algunas vezes se disipan, y atenuan las maculas; otras vezes se encienden, y convierten en faculas: Ni es tampoco siempre constante su figura, si que fuele variarle de muchas maneras.

4. Las maculas, à vezes son muchas en numero, y tal vez se han contado cinquenta; pero regularmente, en muchos años se observa rara, ò ninguna: de mi digo, que aviendo hecho repetidas observaciones, jamás he podido descubrir ninguna. Su duracion, y permanencia es varia, segun son mayores, ò menores, porque aquellas duran mas que estas: y las faculas suelen durar mas que las maculas. Su movimiento es en todas, de la parte Oriental del Sol, àzia la Occidental, por el emisferio del cuerpo solar que mira à la tierra, y dan su buelta por el superior, bolviendo de la parte Occidental à la Oriental: este movimiento, es en todas vniforme, y concluyen vna circulacion perfecta en 27. ò 28. dias. Vease en este punto el Padre Ricciolio en su *Almagesto*, lib. 3. cap. 3. y en el lib. 9. seccion 4. cap. 2.

PROP. IV. Theoremã.

Determinarse el lugar de las maculas, y faculas solares, y la materia de que se forman. fig. 48.

Digo lo primero, que las maculas, y faculas del Sol, estàn en la misma superficie del Sol, ò à poca distancia de ella: la razon es, porque las maculas, y faculas dan vna buelta entera al rededor del Sol en 27. dias, como consta de muchas observaciones; y de las mismas consta, que gastan casi la mitad de dicho tiempo en andar el emisferio del Sol, que mira à la tierra: lo qual, no fuera así, si distassen mucho de la superficie del Sol: lo que se demuestra en la forma siguiente.

Sea en la fig. 48. el Sol A, visto de la tierra B, con el angulo DBC de 30. minutos, formado con las dos tangentes BD, BC, que determinan la parte del Sol que se

descubre desde B. Esto supuesto, en el triángulo ABC, el ángulo C, es recto; (16. 3. Euc.) y siendo el ángulo ABC de 15. min. será el ángulo BAC de 89. grad. 45. min. con que el arco EC solo le faltan para ser cuadrante 15. minutos; y à todo DEC solo le faltan 30. minutos. Con que desde la tierra se ve casi todo el emisferio del cuerpo solar, supuesto que solo le falta vna zona de 15. minutos. Luego si vna macula, ò facula està en la misma superficie del Sol, ò à poca distancia de ella, desde que con su movimiento se empieza à descubrir en D, hasta que ayiendo corrido el arco DC, se occultare en C, pasará casi la mitad del tiempo que gasta en dár la buelta à todo el Sol: esto es, gastará casi 13. dias y medio, que es lo que se ha observado. Pero si la macula se moviessa por circulo notablemente distante del Sol, como por FGH, solo se descubriria de la tierra el tiempo en que transitaria por el arco FG, porque solo entonces occultaria alguna parte del Sol, pero el arco FG, es mucho menor que el semicirculo: Luego solo se veria desde la tierra por espacio de tiempo mucho menor del que gasta en correr el semicirculo: esto es, mucho menos que 13. dias y medio, lo que es contra la experiencia: Luego dichas maculas, y faculas, no pueden distar mucho de la superficie del Sol.

Digo lo segundo, que las maculas solares, son vnos vapores, ò halitos fuliginosos, que levantandose del cuerpo solar, se vnen, formando vnos cuerpos opacos à modo de nubes; las quales, a vezes se condentan, e inflaman, con que se convierten en faculas: de este sentir es el Padre Miliet, y otros Autores; y como dixè en el libro vltimo de los Metheoros, parece ser el mas verosimil, porque concuerda con las observaciones de la instabilidad de estos phenomenos: lo que sería muy al contrario si fuesen Estrellas, ò satelites, que se moviessen al rededor del Sol, como los de Jupiter al rededor de este Planeta: Muevense, pues, dichas maculas al rededor del Sol, llevadas del movimiento circular, y vertiginoso del cuerpo solar sobre su centro: como tambien si

la tierra se moviessa con este movimiento, y estuvieramos en la Luna, veriamos muchas maculas en la tierra, que son las nubes, que se moverian al rededor del centro de la tierra con su mismo movimiento.

CAPITULO II.

DEL MODO DE OBSERVAR, Y DETERMINAR la distancia del Sol sobre la tierra.

SON las observaciones las alas con que la Astronomia, levantando su vuelo à las ethereas regiones, registra los maravillosos phenomenos de los Cielos, para que restituyendose despues à la tierra, les haga patentès à los mortales que la habitan: Nada podria sin ellas esta nobilissima Ciencia; pero con su socorro, determina con acierto los movimientos de los Astros, para cuya exposicion se forman despues ingeniosas hypothesès: con estas se calculan los sobredichos movimientos, se ordenan en Tablas; se predizen los aspectos de los Planetas, y los Eclipses de los Luminares, aun muchos siglos antes que sucedan, no sin grande admiracion del Orbe. Explicarèmos, pues, en este, y los siguientes capitulos, el modo de observar las apariencias del Sol, su distancia, magnitud, y movimientos; y despues determinarèmos, segun lo observado, la cantidad del año solar, la de su movimiento medio, annuo, diurno, &c. su excentricidad, y Apogeo: Pero antes de todo, juzgo por conveniente poner la Proposicion siguiente, preliminar à lo que se ha de dezir en adelante.



PROP. V. Theorema.

Explicase el orden de observar, con que procede la Astronomía, y el modo que guarda en establecer sus conclusiones, sin cometer circulo vicioso.

PRetenden algunos notar à los Astrónomos de poco conseqüentes en establecer sus conclusiones, juzgando cometer circulo vicioso en la determinacion de sus Theoremas. Dizen, que determinan las magnitudes de los Astros por sus distancias de la tierra; y estas, por ser magnitudes: Que los movimientos les definen por las paralaxes, y estas por los movimientos; vicio, que con razon excluye la buena Dialectica del orbe literario.

Que tengan mutua dependencia las noticias de las distancias de los Astros, del conocimiento de sus magnitudes, y este del de aquellas, parece claro; pues el estar vn cuerpo mas distante, le haze parecer mas pequeño; y el parecer à la vista mas pequeño, haze se juzgue tal vez mayor su distancia. Que tenga tambien esta mutua connexion el conocimiento de los movimientos de el de las paralaxes, y este de el de los movimientos, se demuestra en esta forma.

Sea en la figura 49. T el centro de la tierra; y el observador desde A, observe la Luna opuesta en B; y el lugar verdadero de la Luna, respecto del centro de la tierra, será D; pero el observado desde el punto A, será E; cuya diferencia, ò paralaxe, será el arco DE: y por conseqüente, para que de el lugar observado se sepa el verdadero, será menester añadir el arco DE al arco EG; pero esto no se puede hazer, si se ignora la paralaxe DE: Luego para saber el lugar, ò movimiento verdadero de la Luna, es menester saber la paralaxe. Tambien para saber la paralaxe, es menester saber el lugar verdadero D, y el aparente E, para que restado el arco EG, del arco DG, se sepa su diferencia, ò paralaxe DE: Luego si procediésemos de esta manera, infeririamos del lugar del

del Planeta su paralaxe; y esta, del lugar del Planeta, que es circulo vicioso.

Pero esto, no obstante, digo, vive muy exempta de este Lunar la Astronomia, lo que se hará bien patente con solo explicar el methodo con que procede en sus observaciones, y la seguridad con que establece con ellas sus Theoremas.

1. Para las observaciones Astronomicas, lo primero se ha de sacar con toda exaccion la linea Meridiana en el suelo, lo que no tiene dependencia alguna de la paralaxe.

2. Hallada la linea Meridiana, se saca la altura de polo por las Estrellas circumpolares, que por su gran distancia de la tierra, no tienen paralaxe sensible: este modo de hallar la altura de polo, se explicó en el Lib. 1. Propos. 56. Sabida la altura de polo, se sabe la de la equinoccial, que es igual al complemento de aquella à los 90. grados.

3. Sabida la altura de la equinoccial, se sabe la obliquidad de la ecliptica, ò maxima declinacion del Sol, en esta forma: El dia del Solsticio estival, se toma al punto del medio dia la altura del Sol, ò se toma algunos dias; y aquel, despues del qual ya no crece dicha altura, es el dia del Solsticio: de la altura mayor sobredicha, se resta la altura hallada de la equinoccial; y el residuo, es la maxima declinacion del Sol, y obliquidad de la ecliptica; y aunque esta ya se debía corregir por la paralaxe del Sol; pero aun sin esta correccion, es bairantisima para el intento: despues de esto, tomando la altura Meridiana del Sol el dia en que va por la equinoccial, y valiendose de la obliquidad de la ecliptica, se sabe el tiempo en que sucede el equinoccio aparente, como en su lugar veremos, que si bien es algo diferente del verdadero, pero no obsta sensiblemente para proseguir las operaciones como se sigue.

4. De dos equinoccios, distantes entre si muchos centenares de años, en la forma que despues veremos, se collige la cantidad del año equinoccial; y conocida esta, se

haga el movimiento medio del Sol ; su Apogeo aparente ; y las prosthaphereses , con las quales se reduce el movimiento medio del Sol al verdadero , sin error sensible , que pueda perturbar la serie de estas operaciones , pues dará ciertamente los grados , aunque no dè con toda precision los minutos.

5. Observando el principio , y el fin de vn Eclypse de Luna , y tomando el punto medio , se sabe sin diferencia notable el momento del Plenilunio : conocido este , se busca el grado de ecliptica en que se halla el Sol al dicho momento ; y el diametralmente opuesto , es el grado en que està la Luna al punto del Plenilunio. Confruyendo , pues , los Eclipses Lunares antiguos , observados por los Chaldeos , y Egypcios , con los modernos , se hace el movimiento medio de la Luna ; el de su Anomalia , y latitud , en la forma que despues diremos : en lo qual , no puede aver error sensible , por ser el tiempo de vna à otra observacion tan dilatado ; con que las revoluciones de la Luna se tienen con bastante precision. Del mismo lugar de la Luna , conocido por los Eclipses en la forma dicha , ò por la distancia de la Luna à algunas Estrellas fixas conocidas , observada quando està la Luna en el grado nonagesimo de la ecliptica , donde carece de paralaxe de longitud , (46. 1.) se hacen las diferencias entre el lugar medio de la Luna , y el aparente , ò observado , que son las prosthaphereses.

6. Se observa en algun lugar de poca altura de polo la maxima latitud de la Luna , à tiempo en que se halle la Luna en el Zenith , ò cerca de èl , como la observò Ptolomeo en Alexandria , estando la Luna en el principio de Cancro : En la qual observacion no interviene la paralaxe , por no averla en tanta altura : esto supuesto , observando despues con instrumentos la altura de la Luna , y suputando por las Tablas su lugar , y su latitud ; del movimiento de su latitud , y el angulo de su maxima latitud , se conoce quanta avia de ser en aquel tiempo , y en aquel Horizonte su verdadera altura : y sacando la diferencia que ay entre esta , y la observada , queda sabida la paralaxe de la Luna.

7. De la paralaxe de la Luna , se hace su distancia de la tierra , en la forma que despues verèmos ; y observando las alturas de la Luna en diferentes tiempos del año , se hacen diferentes paralaxes , y distancias fuyas : De estas se colige , como despues diremos , la distancia del Sol à la tierra : conocida esta distancia del Sol , se hace su paralaxe ; hallada esta , se corrigen , y reducen à mayor precision todas las observaciones sobredichas , y se halla la verdadera obliquidad de la ecliptica , los verdaderos equinoccios , el verdadero lugar del Sol al punto del Plenilunio ecliptico , el verdadero lugar de la Luna , y se perficiona todo lo que antes se avia fabricado con los lugares , y movimientos medios.

Consta , pues , claramente , que aunque la paralaxe de la Luna , y su distancia de la tierra , sea el fundamento para conocer el movimiento del Sol , y el de la misma Luna , y la distancia del Sol à la tierra ; pero todo esto se puede saber con poquissima diferencia , sin la noticia de la paralaxe Lunar , ni de su distancia de la tierra ; si bien hallada esta , dandole à todo segunda mano , se reduce à mayor precision. Con que para tener precisos los movimientos , y distancias del Sol , es menester la noticia de la paralaxe ; mas esta no es menester para que aquellos se sepan con menos exaccion , pero bastantissima para la investigacion de la paralaxe : con esto ha llegado la Astronomia à tan alto grado , que predice los Eclipses , y señala los movimientos de los Aitros , con tal certeza , que solo suele aver muy pocos minutos de diferencia.

PROP. VI. Problema.

Investigar la distancia del Sol à la tierra por la dicotomia , ò dimidiacion lunar , y distancia de la Luna à la tierra. fig. 50.

TRES son los modos mas principales de que han usado los Astronomos , para investigar la distancia del Sol à la Tierra : El primero , procede por las paralaxes del Sol ; pero como sea cosa muy dificultosa conocer las pa-

paralaxes, sin que se presuponga sabida la distancia, no aprobamos este modo. El segundo se vale de los ecliptes de Luna, y supone conocidos los diametros aparentes de los Luminares; y el de la sombra de la tierra, al tiempo del eclipse; y la distancia de la Luna à la tierra: de este modo se valieron para hallar la distancia del Sol, Hyparcho, Ptolomeo, Gebro, Albategnio, Regiomonte, Copernico, Longomontano, Maurolyco, Magino, Lansbergio, Bettino, y Bulialdo: No seguimos tampoco este methodo, por la gran dificultad de observar con la precision que se requiere, los diametros de la sombra terrestre, y de los Luminares. El tercero, procede por la Dicotoma lunar, y es de Aristarcho Samio: este modo, solo supone conocidas, ù observadas dos cosas, que son la distancia de la Luna al centro de la tierra, que se observa del modo que se verá en el Libro 3. y lo que le falta à caminar à la Luna al tiempo en que aparece Dicotomia, ò dimidiada, hasta la quadratura con el Sol, que se faca en la forma que luego se explicará. Este modo, es sin duda el mejor, para cuya inteligencia se necesita de las suposiciones siguientes.

PROP. VII. Theorema.

Explicanse algunas suposiciones para hallar la distancia del Sol à la tierra por la Dicotomia Lunar.

figur. 50.

Supongo lo primero, que aunque por ser el Sol mayor que la Luna, alumbré algo mas de su mitad, con los rayos que provienen de su limbo, ù orillas, como consta de la Optica; pero es tan poco el exceso, por la distancia quasi inmensa del Sol à la Luna, que la parte alumbrada, se puede seguramente tomar por emisferio; y por consiguiente, el limite de la iluminacion, es circulo maximo de la Luna.

Supongo lo segundo, que la linea recta que passa del centro del Sol al de la Luna, es perpendicular al plano del sobredicho circulo maximo, que es el limite de la ilu-

iluminacion, ò que distingue el emisferio iluminado del obscuro, como en la fig. 50. en la qual S, es el centro del Sol, y L, el de la Luna; y KI, el limite de la iluminacion: Digo, que la recta SL, es perpendicular al plano del circulo maximo KI.

Supongo lo tercero, que siempre que la vista está en el mismo plano en que está el plano de un circulo, à quien mira de un lugar muy distante, parece el sobredicho circulo linea recta, porque el escorzo, y la distancia impossibilitan el distinguir su curvatura. De que se sigue, que quando el limite de la iluminacion en la Luna, está en el mismo plano que la vista, ha de parecer linea recta: y como dicho limite sea circulo maximo de la Luna, es preciso que la linea que vá de la vista al centro de la Luna sea perpendicular, à la que del centro del Sol vá al centro de la misma Luna: como si la vista está en T, la visual TL, es perpendicular à la SL; y el angulo TLS recto.

De aqui se sigue, que quando el plano, que passa por el limite de la iluminacion, passa tambien por el centro de la tierra, la linea que vá del centro de la tierra al de la Luna, forma angulo recto con la que vá del centro del Sol al de la Luna; y por consiguiente, el Sol distará de la Luna menos de 90. grados. Como siendo T el centro de la tierra, puesto en el mismo plano TK, en que está el limite de la iluminacion, el angulo TLS, es recto: Luego el STL, que mide la distancia LR de la Luna al Sol en el Zodiaco, es menor que recto; y como al tiempo de la quadratura diste la Luna del Sol 90. grados, se sigue, que la dicotomia sucede antes de la quadratura. Explicome con mas claridad: Para que la Luna aparezca dicotoma, ò dimidiada, es menester, que el angulo SLT sea recto; y por consiguiente, LTS, menor que recto; y para la quadratura verdadera, es menester, que este angulo LTS sea de 90. grados, distancia que ha de aver entonces de la Luna al Sol: Luego en el Quarto creciente, primero sucede la dicotomia, que la quadrante; y al contrario en el Quarto menguante.

PROP.

PROP. VIII. Problema.

Observar la dicotomía lunar, y determinar el tiempo en que sucede.

Operacion. Para no cansarse en hazer la observacion antes de hora, compute se el tiempo en que sucederá la quadratura verdadera, ò por las Ephemerides, ò por las Tablas; y hecho esto, como vnas seis horas antes, mire se la Luna con vn anteojo de larga vista, de competente magnitud, que tenga dentro vn hilo estendido cerca del vidro ocular; y ajústese, de modo, que el hilo venga à cubrir el limite de la iluminacion de la Luna: con esto se verá facilmente el tiempo en que la Luna empieza à dexar la figura falcata, ù de hoz, ò en que yá se empieza à dudar si lo está, ò no: este mismo momento de tiempo procure se investigar, ò por la altura de vna Estrella fixa conocida, ò por la altura del Sol, ò por el tránsito de vna Estrella conocida por el Meridiano; y luego con vn funependolo, ò Relox de pendula, numere se el tiempo que se sigue, continuando siempre el mirar la Luna con el anteojo, hasta que se empieze à sospechar, si la figura de la parte iluminada llega à ser givosa, ò mas de media: este tiempo numerado con la pendula, que podrá ser como de vna media hora, dividase por medio; y añadiendo su mitad al tiempo primero, que se observò por la Estrella, se tendrá con bastante precision el tiempo de la dicotomía aparente.

Aviendo, pues, notado el tiempo de la dicotomía en la forma dicha; y aviendose hallado, como dixè, el momento de la verdadera quadratura, se sacará la diferencia de entrambos momentos; esto es, de la dicotomía, y quadratura: el qual se convertira en grados, y minutos de ecliptica, y esta será la cantidad del angulo S. El modo de convertir el tiempo sobredicho en grados de ecliptica, es el siguiente: Halle se en las Tablas el movimiento horario verdadero de la Luna al Sol, y hagase la regla de tres: Como vna hora, al movimien-

to

to horario sobredicho: assi el tiempo de la diferencia hallada, al arco de ecliptica que le falta caminar à la Luna desde la dicotomía, hasta la quadratura con el Sol; el qual, es igual al angulo S.

Este angulo S, puede ser con poca diferencia, segun el Padre Ricciolio, de 30. min. y segun esto, el tiempo que puede intervenir entre la dicotomía lunar, y el momento de la verdadera quadratura, es como de vna hora.

PROP. IX. Problema.

Inferir de la dicotomía lunar la distancia del Sol à la tierra.
figura 50.

SEa T el centro de la tierra, del qual se describe la orbita del Sol, ò ecliptica ABSC, y la orbita de la Luna GLRF: y supongamos, que el Sol S estè en el Horizonte AS, ò cerca de èl; y la Luna dicotoma, ò dimidiada estè en L, poco antes de la primera quadratura; y tirando la recta KIT por el limite de la iluminacion, y SL del centro del Sol al de la Luna, quedará formado el triangulo LTS rectangular en L; en el qual, es conocido el lado TL, distancia de la Luna al centro de la tierra; y el angulo S, (8.) con que por Trigonometria se fará la hypotenusa TS, que es la distancia del Sol al centro de la tierra, con la siguiente analogia.

Como el seno del angulo S,

à TL, distancia de la tierra à la Luna;

Assi el seno total,

à la distancia TS de la tierra al Sol.

La distancia del Sol à la tierra, hallada en la forma dicha, es la que tiene el Sol en aquel grado de anomalia, ù del excentrico, en que se halla el Sol al tiempo de la observacion; pero las que le competen en los demás grados de la anomalia, se coligen por Trigonometria, aviendo conocido la excentricidad del Sol, como verèmos despues.

(S)(L)(T)(S)

ADVERTENCIAS.

Para la exacta resolución de este Problema.

1. **L**A línea que vá de la vista al centro de la Luna, es regularmente diferente de la que vá así mismo del centro de la tierra: de que se sigue, que por lo regular ay alguna diferencia entre el tiempo en que sucede la dicotomía lunar verdadera, respecto del centro de la tierra, y el en que sucede la aparente, respecto de la vista, que observa dicha dicotomía, desde la superficie de la tierra, la qual diferencia no conviene se desprecie.

2. Por esta razón sería muy bueno observar la dicotomía lunar, à tiempo en que se hallasse la Luna en el grado nonagesimo, ò cerca de él; porque entonces, el mismo plano del vertical en que se halla la Luna, divide el emisferio iluminado del obscuro, y passa por la vista, y por el centro de la tierra; y por consiguiente, no ay diferencia entre el tiempo de la dicotomía hecha, respecto del centro de la tierra, y la observada, ò vista desde su superficie; pero porque esto sucede raras vezes, será conveniente hallar la diferencia de tiempo, entre el momento en que la Luna aparece dicotomía à la vista, y el momento en que lo está, respecto del centro de la tierra; y para esto se obrará como se sigue.

3. Para mayor facilidad, se procurará hazer la observación de la dicotomía, à tiempo en que la Luna tenga poca, ò ninguna latitud, ò bien que esté en los límites, ò media distancia de los nodos; porque en qualquiera de estos casos, la línea que distingue la parte iluminada de la obscura, es perpendicular à la ecliptica; y en estos casos la paralaxe de longitud convertida en tiempo, será la diferencia entre entrambas dicotomías. Esta diferencia de tiempo, añadase al tiempo de la dicotomía vista, si la Luna estuviere en el Quadrante Oriental; y restese, si estuviere en el Quadrante Occidental, y se tendrá el tiempo de la dicotomía verdadera, que es respecto del centro de la tierra: A este tiempo se harán las opera-

ciones de la propof. 8. y 9. y se tendrá con mayor precisión la distancia del Sol à la tierra: Si la Luna se hallare fuera de los nodos, será menester quitarle algun poco à la paralaxe de longitud, antes de hazer la suma, ò resta, arriba dichas, y no ay para que nos detengamos mas en estas menudencias.

PROP. X. Theorema.

Determinase la distancia que ay de la Tierra al Sol.

EL R. P. Juan Bautista Ricciolio, con el P. Francisco Maria Grimaldo, observò con mucho cuidado varias Dicotomías de la Luna, que se pueden ver en su Almagesto, y Astronomia reformada; y de ellas, y de las hechas por otros Astronomos, se colige ser ya cierto en la Astronomia, que la distancia menor de la Tierra al Sol, nõ puede ser menos de 7000. semidiametros de la Tierra: De este sentir son los dos Autores sobredichos; los quales ponen la distancia mayor, que es la Apogea 7580. semidiametros de la Tierra: la mediana 7327. y la minima 7074. con que la diferencia entre la maxima, y la minima es 506. cuya mitad 253. es la excentricidad del Sol, de que hablaremos en su lugar: Y añade el P. Ricciolio, se puede hazer la cuenta redonda, diciendo, ser las sobredichas distancias 7600. 7300. 7000. y la excentricidad 300. pero yo me ajusto mas al sentir de D. Juan Antonio Rocca, que segun refieren los Autores citados, dize, que el tiempo que passa de la dicotomía aparente, hasta la quadratura verdadera con el Sol, es casi insensible: con que el angulo S, es muy agudo; y así, que la distancia de la Tierra al Sol, es mucho mayor de lo que han juzgado hasta aora los Astronomos.



CAPITULO III.

DEL MODO DE DETERMINAR LAS
paralaxes del Sol.

A Viendo determinado en el Capitulo pasado las distancias del Sol à la Tierra, se sigue, el determinar sus paralaxes, las cuales, como veremos, son tan pequeñas, que como insensibles las desprecian muchos Autores; y así, aunque su determinacion dependa de las distancias, pudieron estas determinarse sin la noticia de aquellas, cuya omision no pudo por su pequenez inducirles error sensible. Los Problemas siguientes, sirven tambien para sacar las paralaxes de otros Astros, y convendrá se tenga presente lo que de ellas se dixo en el Lib. 1. cap. 8. de este Tratado.

PROP. XI. Problema.

Hallar la paralaxe Horizontal de un Astro, puesto en el Horizonte sensible. fig. 51.

EN esta, y las siguientes proposiciones, hablamos solamente de la paralaxe de altura, porque de las demás se tratará en otro lugar.

Sea VSR el vertical en el Cielo del Sol, y AC su correspondiente en la Tierra, cuyo centro es H: el Horizonte racional sea HR, y su paralela AB, sea el Horizonte sensible; y tirando la VH del Zenith V al centro H, será perpendicular à entrambos Horizontes, y los angulos HAB, VAB, serán rectos. Supongamos, que el Sol está en B, punto del Horizonte sensible, y tirando la recta HB, el angulo ABH, será (42. 1.) la paralaxe Horizontal que se busca. En el triangulo, pues, ABH, es dada la hipotenusa HB, distancia del Sol; y HA, semidiametro de la Tierra; y por consiguiente, una parte de aquellas de que consta la HB: Luego por Trigonometria se sabrá el

angulo ABH con suma facilidad; porque bastará tomar el complemento Logarithmico de la distancia HB, que será el Logarithmo del seno del angulo B, ò paralaxe. Esta paralaxe es igual al angulo alterno BHR, (27. 1. Euc.) cuya media es el arco BR, altura verdadera del Sol, sobre el Horizonte racional HR, que tiene el Sol, aunque no tenga alguna sobre el Horizonte sensible AB.

PROP. XII. Problema.

Hallar las demás paralaxes de altura, distintas de la Horizontal, dada la altura aparente. fig. 51.

Supongamos, que el Sol está en S sobre el Horizonte sensible: Tirese del centro H de la tierra, la linea HS de la altura verdadera; y de la vista A, la linea AS de la altura aparente; y supuesto que sea conocido el angulo SAB, que es la altura aparente, será conocido el VAS, su complemento à 90. grados, que es la distancia aparente del Sol al vertice: con esto se sabrá el valor del angulo ASH, que es la paralaxe; porque en el triangulo HAS, es conocido el angulo HAS, complemento à dos rectos del angulo VAS; y el lado AH, semidiametro de la Tierra; se supone tambien conocida la distancia HS del Sol: Luego por la Trigonometria se sabrá el angulo S, con gran facilidad, porque siendo el lado AH la unidad, con solo sumar el complemento Logarithmico de la distancia HS, con el Logarithmo del angulo VAS, dexando la unidad que viene à la izquierda, se tendrá el Logarithmo del seno del angulo ASH.

Esta paralaxe se ha de añadir à la altura aparente, vista, ò observada, que es el angulo SAB, para tener la altura verdadera del Sol, ò Estrella, que es el angulo SHR, ò se ha de quitar de la distancia del vertice observada, ò aparente VAS, para tener la verdadera VHS: Y la razon es, porque el angulo externo VAS, es (32. 1. Euc.) igual à los dos AHS, y ASH juntos: Luego el angulo ASH, es la diferencia en que excede el angulo VAS, al VHS, y en que excede SHR, al SAB.

PROP. XIII. Problema.

Componer las Tablas de las paralaxes propias de las alturas aparentes.

Dadas las distancias del Sol, ò de otro qualquier Astro al centro de la tierra, se buscaràn las paralaxes competentes à la maxima distancia, media, y minima; y en cada vna de estas distancias, se trabajaràn las paralaxes para todos los grados de la altura vista, ò aparente, à lo menos hasta los 45. grados de altura, y se dispondrán en las Tablas, de manera, que à cada grado de altura correspondan tres paralaxes: esto es, la Maxima, ò Apogea, Media, y Minima, ò Perigea, que para las demás distancias intermedias, bastará valerle de regla de tres, sacando la parte proporcional que les tocara. Estas Tablas sirven para convertir las alturas aparentes, ò observadas en verdaderas, añadiéndoles su paralaxe, y de este genero son las de Keplero, Bullialdo, y Reynero. Pero para convertir la altura verdadera en aparente, quitandole la paralaxe, son menester otras Tablas, para cuya construccion sirven los Problemas siguientes.

PROP. IV. Problema.

Hallar la paralaxe Orizental de un Astro, puesto en el Orizonte verdadero. fig. 52.

EN la figura 52. ocupe el Sol el punto R del Orizonte racional HR; y por consiguiente, carezca totalmente de altitud verdadera; y su distancia verdadera del vertice, sea el arco VR de 90. grad. y tirando la linea CR de la vista C al Sol R, la distancia del vertice al Sol, respecto del punto C, será el angulo VCR, mayor que recto; y la diferencia del angulo VCR, y el recto VHR, será la paralaxe, à quien el P. Ricciolio llama de *profundidad*, por profundar al Sol mas abaxo de su lugar verdadero.

Esta paralaxe, es el angulo CRH, porque siendo el

cx-

externo VCR igual à los dos internos opuestos CHR, y R, será este la diferencia del angulo VCH, y del recto CHR; y por consiguiente, es la paralaxe, la qual es igual à la del mismo Sol puesto en B, punto del Orizonte sensible; y así, hallada la paralaxe, ò angulo B, es sabida la paralaxe, ò angulo R. Que sean iguales, se demuestra, porque tirando la recta HI al punto I, del contacto, quedan formados los dos triangulos HAB, HIR; cuyos angulos H, A, son rectos iguales; el lado AH, igual à HI, y el lado HB, igual à HR: Luego (4. 1. Euc.) dichos triangulos son totalmente iguales: Luego el angulo R, es igual al angulo B.

PROP. XV. Problema.

Dada la altura verdadera de un Astro, hallar las demás paralaxes distintas de la Orizental. fig. 51.

Suponese estar el Sol en S, y dada su altura verdadera SR, se pide su paralaxe. *Operacion.* En el triangulo AHS, es dado el lado HS, distancia del Sol al centro de la tierra: es tambien dado el lado AH, vn semidiametro de la tierra; y el angulo AHS, distancia verdadera del vertice; ò complemento de la altura verdadera: Luego por Trigonometria se hará el angulo S, que es la paralaxe que se pide. Esta se ha de restar de la altura verdadera, para tener la aparente; ò añadir à la distancia verdadera del vertice, para tener la aparente; porque (32. 1. Euc.) el angulo S, es la diferencia en que el angulo VAS excede al VHS.

PROP. XVI. Problema.

Disponer las Tablas de las paralaxes de las alturas verdaderas.

Estas Tablas se ordenan de la misma manera que las de las paralaxes, para las alturas aparentes; (13.) solo se diferencian, en que estas se han de hallar por la Propos. 15. En quanto al vfo, como he dicho, ay

esta diferencia, que aquellas sirven para convertir las alturas observadas, ò aparentes en verdaderas; estas para convertir las verdaderas en aparentes: aquellas se añaden à la altura aparente, y la suma es la altura verdadera; estas se quitan de la altura verdadera, y el residuo es la aparente. Este último genero de Tablas, especialmente para el Sol, traen Ptolomeo, Copernico, Rheynoldo, Magino, Tycho, Mulerio, Mecio, Herigonio, Longomontano, Lansbergio, Vendelino, y otros. Las paralaxes horizontales del Sol, segun el P. Ricciolio, juntamente con las tres distancias Apogea, Media, y Perigea proprias de dicho Autor, corregidas por el mismo en su Astronomia Reformada, lib. 1. cap. 13. son las siguientes.

Distancia Apogea	Paralaxe Horizontal.
7427.	27. seg.
Distancia Media	Paralaxe Horizontal.
7300.	28. seg.
Distancia Perigea.	Paralaxe Horizontal.
7173.	29. seg.

El modo de hallar las paralaxes de longitud, latitud, declinacion, y de ascension recta, dada la paralaxe de altura, se explicará en el lib. 4. por no ser menester hasta entonces su noticia.

CAPITULO IV.

DEL MODO CON QUE SE DETERMINAN las refracciones del Sol, y demás Astros.

EL primero de los Astronomos, que enseñó la correccion de las alturas observadas de las Estrellas, restando de ellas la refraccion, fue Tycho Brahe: Esta correccion no es menos necessaria que la de la paralaxe; porque así como esta disminuye la altura de las
Es-

Estrellas à la vista; así aquella la aumenta, y no compensandose la disminucion con el aumento, es forzoso, que las alturas observadas se corrijan para tener las verdaderas, añadiendoles la paralaxe, y restandoles la refraccion. Vase lo dicho en el libro 1. propos. 48.

PROP. XVII. Problema.

Hallar las refracciones competentes à cada grado de altura, así en el Sol, como en qualquiera Astro. fig. 53.

1. **S**Ea HR el Horizonte; y HVRD el Meridiàno, el qual sea P el polo de la equinoccial, y V el Zenith. Sea VAD el vertical, en quien se halla el Sol en B, lugar verdadero; pero por razon de la refraccion aparezca en el punto A del Horizonte: tirese del polo P los arcos PA, y PB, de los cuales PB, será complemento de la declinacion del Sol, puesto en el lugar verdadero; y PA, del Sol puesto en el lugar aparente. Esto supuesto, en vn dia bien sereno del solsticio estival, en que la variacion de la declinacion del Sol, dentro de vn dia, es insensible, observefe el azimuth del Sol, en la forma que luego diré: esto es, observefe el arco AH del Horizonte, comprendido entre el Sol A, y el Meridiàno H, que es medida del angulo AVH, cuyo complemento à 180. grados, es el angulo AVP. Dados, pues, en el triangulo BVP el angulo AVP, y el lado BP, complemento de la declinacion del Sol verdadera, y el lado VP, complemento de la altura de polo, se sabrà por Trigonometria el arco VB, de el qual se quitará el quadrante VA, y el residuo AB, será la refraccion Horizontal, ò diferencia entre el lugar verdadero B, y el aparente A.

2. Supongamos, que el Sol esté verdaderamente en A, y que por la refraccion aparezca en C, y sea su altura aparente AC: tirese el arco CP, complemento de la declinacion aparente: Esto supuesto, observefe el azimuth del Sol AH, al mismo tiempo en que se descubre en C, en la forma que despues diré, con que se sabrà el angulo

AVH; y por configuiente AVP: observe tambien al mismo tiempo el arco VC, distancia vista del Sol al vertice; y en el triangulo AVP, será conocido el angulo V, y el lado VP complemento de la altura de polo; y el lado AP, complemento de la verdadera declinacion del Sol: Luego por Trigonometria, se sabrà el arco AV, de quien se restará el arco observado VC, y el residuo AC, será la refraccion; y así de los demás grados de altura. Esto que se ha dicho del Sol, se ha de entender tambien proporcionalmente de la Luna, y demás Estrellas.

Solo nos falta explicar el modo de observar con puntualidad los azimudes: el mejor, es el que enseña el P. Ricciolio, tom. 1. del Almag. lib. 3. cap. 9. n. 4. como se sigue. Dispongase perpendicularmente el triangulo filar, de quien se habló en la propos. 55. lib. 1. y dirijate àzia el Sol, de suerte, que la sombra de vn hilo, venga sobre el otro, y la de entrambos, como si fuese de vno solo, recibase en vn papel, y entonces concordará el triangulo con el vertical en que se halla el Sol: Vease, pues, el angulo que forma el plano del triangulo filar con la Meridiana, y esse será el azimuth. Pero esta observacion de la refraccion, requiere gran cuidado, y diligencia; porque al mismo instante en que el centro del Sol, ò Estrella, está en el plano del triangulo filar, ha de tomar vn otro observador, con vn instrumento bien graduado, y dispuesto antecedentemente, la distancia que ay de la Estrella al vertice; y de otra suerte no será segura la observacion. Otro modo trae Ricciolio en su Altron. Reform. lib. 1. cap. 14. n. 67. y otros dos Phelipe de la Hire, en las Tablas Astronom. fol 96.

PROP. XVIII. Theorema.

Disponer las Tablas de las refracciones del Sol, y demás Estrellas.

Las refracciones son varias, segun es mayor, ò menor la altura del Sol, ò de vna misma Estrella sobre el Horizonte; y así, será conveniente poner en las Tablas las refracciones que convienen à cada grado de altura:

tura: en el Sol, y Luna hasta los 26. grados, en las Estrellas fixas, hasta los 20. porque de allí adelante se desprecian por insensibles: advirtiendo, que para cada grado de los sobredichos, se han de señalar tres refracciones: esto es, para el tiempo del Verano, equinoccio, è Invierno; porque la diversa densidad, que en estos tiempos suele tener el ayre, haze tambien diferentes las refracciones, y aun las suele variar la diferente temperatura de los Países: por esta causa, es muy conveniente se hagan las observaciones en alturas sobre el Horizonte, donde yá la refraccion sea insensible.

CAPITULO V.

DE LA MAGNITUD DEL SOL.

La magnitud del Sol, se puede considerar de dos maneras, *Aparente*, y *Verdadera*: La aparente, es el segmento del Cielo solar, que respecto de nuestra vista, nos cubre el Sol: La magnitud verdadera, es la que tiene realmente el cuerpo del Sol, y esta se mide con determinada, y conocida medida, como con semidiametros terrestres, leguas, millas, &c. De aqui se sigue, averse de considerar tambien dos diametros del Sol, vno *Aparente*, y otro *Verdadero*: Diametro aparente, es el arco de circulo maximo, tirado por el centro del Sol, al qual cubre el Sol, y ocupa, respecto de nuestra vista, y se expresa su magnitud en partes abstractas; esto es, en grados, minutos, &c. del sobredicho circulo: Diametro verdadero, es el diametro mismo del globo solar, que se determina en partes conocidas, como semidiametros terrestres, leguas, &c. El conocimiento del diametro aparente, así del Sol, como de la Luna, es muy necesario para el de los eclipses; y la noticia del verdadero diametro, sirve para determinar la grandeza de sus cuerpos: Los propios del Sol, son los que explico en las proposiciones siguientes.

PROP. XIX. Problema.

Observar el diametro aparente del Sol.

Modo 1. Observen dos observadores à vn. mismo tiempo, con instrumentos grandes, y bien graduados; el vno, la altura de la orilla, ò limbo superior del Sol; y el otro, la del inferior; y la diferencia de estas alturas, será el diametro aparente del Sol. Para executar esto, será menester valerle de anteojos colorados: esta misma observacion se puede hazer con quadrantes grandes, vuidos à vn anteojo de larga vista; en la forma que trae el P. Dechales en el Lib. 4. de la Astronomia; y mucho mejor, segun le describe Phelipe de la Hire en las Tablas Astronomicas, fol. 56. donde describe tambien la fabrica, y uso de vn otro instrumento para este intento, llamado *Micrometro*.

Modo 2. Pongase el triangulo filar perpendicularmente sobre la linea Meridiana; y apoyando la cabeza sobre vna cosa firme, observese quando el margen Occidental del Sol llega al Meridiano, que será quando entrambos hilos del triangulo se cubren el vno al otro; y entrambos tocan al dicho margen: al mismo punto haga el Observador señal con vna campanilla, y vn compañero empieze à contar las oscilaciones de vn perpendicular, cuya duracion sea de vn segundo del primer movil; el qual proseguirá en contarlas, hasta que el Observador vuelva a hazer señal, que ha de ser, quando aviendo passado todo el Sol por el Meridiano, vea que entrambos hilos, como si fuesen vno solo, tocan en el margen Oriental del Sol: con esto se sabrà el tiempo del primer movil, que ha gastado el Sol en passar por el Meridiano.

Esto supuesto, si la observacion se huviere hecho en el dia mismo del equinoccio, se convertirá dicho tiempo observado en partes de equinoccial, (66. lib. 1.) y los minutos que se hallaren, será el diametro aparente del Sol; pero si el Sol estuviere aquel dia en otro paralelo, se hallará el numero de minutos que cubre el Sol en aquel pa-

paralelo, que siendo menores que los de la equinoccial, serán mas en numero de los que pide el diametro del Sol, que son minutos de circulo maximo: con que será preciso reducir los observados à estos, con la siguiente analogia.

Como el seno total,

al seno 2. de la declinacion de aquel paralelo.

Asi el numero de minutos observado,

al diametro aparente del Sol.

Con que se sabrán los minutos que incluye el diametro aparente del Sol.

Esta observacion se puede hazer con vn Relox de pendula, que dè fielmente los minutos, y se usará de anteojos colorados, bastantes, para que la vista pueda tolerar la luz del Sol. Tambien se puede hazer la misma observacion en vn quarto cerrado, y obscuro, donde solo entre la luz del Sol por vn pequeño agujero; esta formará la imagen redonda del Sol, que se recibirá en vna tabla, ò carton blanco, en el qual se tirará vna linea que esté en el plano del Meridiano, y con vn perpendicular, ò Relox, como antes, se contará el tiempo que passa mientras aquella imagen del Sol passa por aquella linea; y hecha la reduccion de este tiempo à minutos de la equinoccial, en la misma forma que se dixo arriba, se sabrà el diametro aparente del Sol; pero se ha de advertir, que de aquel espacio que ha corrido la imagen del Sol, se ha de restar el diametro del agujero, por la razon que dà con demonstracion el P. Ricciolio, Lib. 1. Astronom. Reform. cap. 12. num. 5. sin otros Autores.

Modo 3. Tycho Brahe, Keplero, Scheinero, Cyffato, y Ricciolio, observaron el diametro aparente del Sol en la forma siguiente. En vn quarto muy obscuro, dispongase que entre el rayo del Sol por vn pequeño agujero redondo, ò quadrado hecho en vna lamina, cuya latitud sea como de dos dedos divididos en cien partes, ò puntos: la sobredicha lamina, ha de poder moverse, y acomodarse, de modo, que reciba perpendicularmente el rayo central del Sol; y la basa circular, ò quadrada de la pyramide luminosa, se recibirá en vn plano blanco, y pa-

ralelo à la lamina, y à distancia de ella conocida: esto es, que se sepa quantas partes de aquellas menudas, de que consta el diametro del agujero, ay entre este, y el plano blanco en que se recibe la basa sobredicha: Hecho esto, con vn compàs de puntas muy agudas, midase el diametro de la basa; si fuere redonda, ò el lado, si fuere quadrada, comprehendiendo tambien la penumbra, ò luz mezclada con sombra, que ay en las orillas; y vease quantas de las partes menudas sobredichas comprehende, y restando de ellas el diametro, ò lado del agujero, quedará corregida la basa luminosa, y este será el diametro aparente del Sol en aquellas partes minimas; y su mitad, el semidiametro; la qual mitad, será vn lado del triangulo rectangulo; y el otro lado, será la distancia de la lamina al plano: con que por Trigonometria, se sacará el angulo opuesto al dicho semidiametro, y este será el semidiametro aparente del Sol, y su duplo será el diametro. Estos modos son los mejores, aunque siempre llevan el peligro de error de vn medio minuto en el diametro solar: en los primeros, por la dificultad de observar el momento preciso en que las orillas del Sol llegan à los hilos; y en este ultimo, por no ser evidentes los confines de la luz, y de la sombra: Otros modos ay que se pueden ver en Ricciolio, tom. 1. del Almag. lib. 3. cap. 10. y en Dechales, lib. 4. Astronom. prop. 27. y conuendrá observar el diametro solar aparente, muchas vezes, y por varios modos, hasta assegurarle de su magnitud.

PROP. XX. Problema.

Determinase el diametro aparente del Sol.

LA vltima determinacion del diametro aparente del Sol, como tambien de la Luna, no se puede tomar solamente de las observaciones hechas por los modos explicados en la propos. antecedente, si que se han de procurar ajustar, de fuerte, que concuerden con lo que se observa en los eclipfes singularmente del Sol, como se verá en la propos. 21. y las siguientes; y mucho mas en el

el libro 4. donde se tratará mas à la larga de esta materia Digo, pues, por aora, que el diametro aparente del Sol en el Apogeo, Media distancia, y Perigeo, es el que con diligentes observaciones, y no menor examen por los eclipfes, determina el Padre Ricciolio, en su Astronomia Reformada; lib. 1. cap. 12. y 19. ò el que alli mismo refiere el Padre Casino, ò el que trae Phelipe de la Hire, en sus Tablas, que son las siguientes.

Diam. apar. del Sol.	Apogeo. Mi. Seg.	Me. dist. Mi. Seg.	Perigeo. Mi. Seg.
Segun Ricciolio.	31. 6.	31. 42.	32. 4.
Segun Casino.	31. 8.	31. 40.	32. 10.
Segun de la Hire.	31. 38.		32. 44.

PROP. XXI. Problema.

Dado el diametro aparente del Sol, y su distancia de la tierra, hallar su diametro verdadero, y su magnitud.

figura 54.

LA magnitud verdadera del Sol, se saca por Reglas Geometricas de su diametro verdadero; y este se infiere del diametro aparente, hallado por la propos. 19. y de la distancia del Sol à la tierra, sabida por la propos. 6. La regla para hallar el diametro verdadero, es la siguiente. Sea en la fig. 54. A el centro del Sol, puesto en el Apogeo; y P sea su centro puesto en el Perigeo; y sea C el centro de la tierra: pãsse la recta APC por los tres centros, y sean BC, y DC los rayos extremos del Sol, que le tocan en B, y D; (16. 3. Euc.) y forman angulo recto con los semidiametros BA, y DP; con que el semidiametro del Sol Apogeo, ò el angulo que le mide, será ACB; y el del Sol Perigeo, será PCD.

Dado, pues, qualquiera de estos dos semidiametros aparentes, como por exemplo ACB, con la distancia AC;

ó PCD con la distancia PC, se hará el semidiametro verdadero AB por Trigonometria en el triangulo ABC, rectangulo en B, ó el semidiametro verdadero DP en el triangulo DPC, rectangulo en D, lo que se consigue facilmente con sumar el Logarithmo de la distancia del Sol, con el Logarithmo del semidiametro aparente; la qual suma, omitiendo vna vnidad à la izquierda, será el Logarithmo del verdadero semidiametro del Sol, y duplicado este, será el verdadero diametro. Pero se ha de advertir, que el semidiametro verdadero, siempre ha de ser el mismo, aora se saque el Apogeo BA, como el Perigeo DP, lo que será señal de estar bien facadas las distancias del Sol, y los diametros aparentes; pero si no fuesse el mismo semidiametro verdadero el que sale del semidiametro aparente Apogeo, y su distancia, que el que se infiere del Perigeo, y su distancia, sería señal no estar las distancias, y semidiametros aparentes bien constituidos. Pero porque el diametro verdadero, à mas de la sobredicha coherencia con el aparente, y distancias, ha de concordar tambien con la magnitud del exe de la sombra de la tierra, y con el angulo que haze en su cuspide con su lado, y con otros Phenomenos, será conveniente añadir aqui las proposiciones siguientes que hazen à este mismo intento, despues de las quales se determinará mejor el diametro verdadero, segun le trae el Padre Ricciolio en el lib. 1. Astron. Reform. cap. 19.

PROP. XXII. Problema.

Dado el semidiametro verdadero del Sol, y su distancia, hallar su semidiametro aparente. fig. 54.

EN el triangulo DPC, dada la distancia CP del Sol en el Perigeo, y el verdadero semidiametro DP, se pide el angulo DCP, medida del semidiametro aparente del Sol. Hallase facilmente por Trigonometria, sumando el Logarithmo del semidiametro verdadero con el complemento logarithmico de la distancia, porque la suma, menos vna vnidad à la izquierda, será el Logarithmo del seno del semidiametro aparente. Esto sirve para averiguar la coherencia del semi-

semidiametro aparente en diferentes distancias, hallado por observacion, con el semidiametro verdadero; hallado por la Prop. 21.

PROP. XXIII. Problema.

Hallar la porcion del Sol, que se descubre desde la tierra. fig. 55.

ES cierto, que por ser el cuerpo solar vna esfera mayor que nuestros ojos, no pueden estos descubrir desde B todo su emisferio CDL, si vna porcion menor MDF, incluida entre las tangentes BF, BM. Pídesse, pues, quanto sea el arco MDF sobredicho.

Operacion. El diametro aparente del Sol, restese de 180. grados, y el residuo sera el arco MDF del circulo maximo del Sol, que se descubre desde la tierra.

Demonstr. En el triangulo AFB, el angulo AFB, es recto: (16. 3. Euc.) Luego (32. 1. Euc.) el angulo BAF, es complemento del angulo ABF à 90. grados: Lo mismo digo del angulo MAB, respecto del angulo ABM: Luego todo el angulo MAF, que mide la porcion de circulo MDF, vista en el Sol desde B, es el complemento à 180. grados del angulo MBF, diametro aparente: Luego restado este de 180. grad. se sabe el arco MDF. Restando, pues, de 180. grad. los diametros aparentes del Sol, puestos en la Prop. 20. segun Ricciolio, es la porcion del Sol, vista desde la tierra, como se sigue.

En el Apogeo 179. gr. 29. min. 0. seg.

En la media dist. 179. gr. 28. min. 18. seg.

En el Perigeo 179. gr. 27. min. 56. seg.

COROLARIO.

DE aqui se sigue, que lo que le falta al arco MDF, visto de la tierra, à todo el semicirculo, es igual al diametro aparente del Sol; porque restado este de 180. grad. dà la porcion, ó arco sobredicho.

Si se quisiere saber la magnitud de la recta MF, diametro

metro del circulo menor del Sol, que se descubre desde la tierra, se procederá en esta forma. En el triangulo MAF Isocoles, es conocido el angulo MAF, por lo dicho arriba; y por consiguiente, son conocidos los angulos sobre la basa, que cada vno de ellos esta mitad del complemento del angulo A, sobredicho hasta dos rectos; es tambien conocido el semidiametro verdadero del Sol AM, ò AF: Luego se sabrà por Trigonometria la basa MF, diametro que se busca: la qual hallò el Padre Ricciolio, no diferenciarse sensiblemente del diametro mayor CL, aun citando el Sol en el Perigeo.

PROP. XXIV. Problema.

Determinar la porcion del emisferio terrestre, iluminada de los rayos del Sol, considerandolos directos, y sin refraccion; y hallar el angulo de la sombra conica de la tierra, que forman dichos rayos. fig. 56.

SEa EMF el emisferio del Sol; y ABCD el globo de la tierra; y sean EG, FG los rayos extremos del Sol, que le tocan en los puntos E, y F; y à la tierra en los puntos A, y C: con que (16. 3. Euc.) hazen angulos rectos con los semidiametros EK del Sol, y HA de la tierra. Tirese la recta KG, que passa por los centros, y por el concurso de los rayos sobredichos en G; y la parte iluminada de la tierra, serà ABC; y la obscura, serà ADC; y serà AGC la sombra conica de la tierra, y su exe, ò altura, serà HG. Tirese vltimamente desde H la recta HL, paralela à AE, y seràn (29. 1. Euc.) rectos los angulos AHL, HLE, y HLK; y el lado EL, (33. 1. Euc.) serà igual al semidiametro AH de la tierra, que restado de EK, verdadero semidiametro del Sol, quedara conocida la LK. En el triangulo, pues, HLK rectangulo en L, conocida la hypotenusa HK, distancia del Sol, y el lado LK, se hallarà facilmente el angulo LHK, cuya medida es el arco IB, que añadido al quadrante AI, darà conocido el arco AB, à quien es igual BC. Duplique se, pues, AB, y se sabrà ABC, que es el arco de la tierra ilumina-
do

do del Sol con los rayos, que se suponen irrefractos; porque como en virtud de la refraccion hecha en la Atmosphera de la tierra, se doblen àzia la perpendicular HG, iluminan algo mas de lo sobredicho, lo qual es igual al duplo de la refraccion horizontal: esto es, à cada parte iluminan mas de lo arriba determinado, tanto quanto es la refraccion horizontal.

Este mismo angulo hallado LHK, es igual al angulo AGH, que es el semiangulo de la sombra conica de la tierra AGC: La razon es, porque siendo por construccion paralelas EG, LH, la KG, que las corta; entra en ellas formando angulos iguales: (29. 1. Euc.) son, pues, iguales LHK, AGH. Duplique se, pues, este angulo, y se tendrá el angulo AGC, que es el que forman los rayos irrefractos en el punto G de la sombra conica de la tierra.

PROP. XXV. Problema.

Sacar la paralaxe horizontal del Sol, del semiangulo de la sombra conica de la tierra, y del semidiametro aparente del Sol; y al contrario, sacar el semiangulo sobredicho de la sombra de la paralaxe horizontal, y semidiametro aparente del Sol.

Operacion. Restese el semiangulo de la sombra conica de la tierra, del semidiametro aparente del Sol, y el residuo serà la paralaxe horizontal; y al contrario, restese la paralaxe horizontal del Sol, de su semidiametro aparente, y el residuo serà el semiangulo de la sombra conica de la tierra, sin error sensible; pero se ha de advertir, que por este camino avrà siempre algunos pocos segundos de diferencia, à lo que avia de ser en la verdad, así la paralaxe, como el semidiametro de la sombra: como lo demuestra el Padre Ricciolio, tom. 1. Almag. lib. 3. cap. 11. prop. 6.

PROP. XXVI. Problema.

Hallar el exe, ò altitud de la sombra conica de la tierra, que forman los rayos del Sol irrefractos. fig. 56.

HALLADO por la propof. 24. el femiangulo de la sombra conica de la tierra: esto es, sabido el angulo AGH, en el triangulo AGH, rectangulo en A, y su lado opuesto AH, que es vn semidiametro de la tierra, se sabe por Trigonometria facilmente la hypothenusa HG, altitud propuesta de la sombra: Lo demás, tocante à la sombra de la tierra, se tratarà en el Lib. 4. quando se hàble de los Eclypfes: advirtiendò, que lo que alli se dixere, ha de concordar con lo que aqui se ha determinado del diametro aparente del Sol, femiangulo, y altura de la sombra conica de la tierra; en lo qual, es menester sea el Astronomo vn Argos, para que no se le pueda arguir de poco conseqüente en esta materia; para esto serà bien tenga presentes los siguientes Corolarios, deducidos de las proposiciones de este Capitulo.

COROLARIOS.

1. LA porcion del emisferio solar, que no se descubre desde la tierra, es igual al diametro aparente del Sol; y la porcion vista, es igual al complemento de dicho diametro à 180. grad. coligese de la Propof. 23.

2. El circulo del Sol, que separa la porcion vista desde la tierra, de la que no se ve, es insensiblemente menor que el circulo maximo del Sol; y el diametro verdadero de aquel, es insensiblemente menor que el de este. Coligese de la Propof. 23.

3. El arco del globo terrestre, que à mas de los 180. grad. ilumina el Sol con rayos irrefractos, aun estando el Sol en el Perigeo, es casi un minuto menor, que el diametro aparente del Sol. Coligese de la Propof. 24.

4. El angulo de la sombra conica de la tierra, es igual al arco del emisferio terrestre, que ilumina el Sol sobre los

180. grados con los rayos irrefractos, y es siempre menor que el diametro aparente del Sol. Coligese de las Prop. 24. y 25.

5. El femiangulo de la sombra conica de la tierra, juntamente con la paralaxe horizontal del Sol, es sensiblemente igual al semidiametro aparente del Sol, pero insensiblemente mayor; ò la paralaxe horizontal del Sol, es insensiblemente mayor que la diferencia que ay entre el femiangulo de la sombra, y el semidiametro aparente del Sol. Coligese de la Prop. 25.

PROP. XXVII. Problema.

Determinase el diametro verdadero del Sol, y la verdadera magnitud de su cuerpo.

EL diametro verdadero del Sol, que por la Prop. 21. se determina segun el diametro aparente, y las distancias señaladas en las Proposiciones antecedentes, es el que se ve en la siguiente Tabla; juntamente con el exe, ò altitud de la sombra de la tierra, y el angulo que forma en la extremidad de su pyramide, determinado todo segun las distancias, y diametros aparentes que hemos asignado, segun el P. Ricciolio; y despues de ella se ven juntamente con el diametro verdadero del Sol, las magnitudes verdaderas de su circulo maximo, superficie, y solidèz de su cuerpo esferico, que se sacan por las reglas dadas en mi Geom. Pract. lib. 10. y 11. y me he valido de la proporcion del diametro à la periferia de 100. à 314.

Distancias del Sol.	Diamet. verd. del Sol.	Exe de la sombra de la tierra.	Angulo de la sombra.
Semidiam. terr.	Semidiametr. de la tierra.	Semidiam. de la tierra.	Gr. Min.
Apogea 7427.	67.	229.	30. 4.
Media 7300.	67.	224. 3. quin.	30. 37.
Perigea 7173.	67.	220. 4. quin.	31. 10.

El diametro verdadero del Sol , es 37. semidiametros de la tierra. La periferia de su circulo maximo , es 210. $\frac{19}{50}$ semidiam. de la tierra. Area de dicho circulo, es 3523. $\frac{87}{100}$ semidiam. quadrados de la tierra. Superficie convexa del Sol 14095. $\frac{48}{100}$ semidiam. quadrados de la tierra. Solidèz del Sol contiene à la tierra 157399. vezes , y $\frac{79}{150}$.

CAPITULO VI.

DE LOS MOVIMIENTOS DEL SOL , CANTIDAD del año , y formacion de las Tablas de su movimiento medio.

LOs movimientos que se observan en el Sol , son los siguientes. El primero es , el movimiento de Levante à Poniente , con el qual sale por el Oriente , camina al Ocaso , y buelve otra vez al Oriente. Este movimiento , es comun à todas las Estrellas , y se haze sobre los polos del mundo , y por la equinoccial , ò por circulos paralelos à ella sensiblemente. Este mismo movimiento , es el que forma los dias naturales solares.

El segundo movimiento que se observa en el Sol , es , el de Poniente à Levante , segun el orden de los signos ; y este se haze segun la ecliptica , y sobre sus polos , y es el que causa el año solar , que no es otra cosa , que el tiempo que gasta el Sol en andar toda la ecliptica , desde que parte del primer punto del Ariete , hasta que buelve al mismo punto.

El tercero movimiento , es el del Apogeo del Sol , para cuya inteligencia , advierto aora brevemente , que el Sol no observa siempre vna misma distancia del centro de

de la tierra , si que en cierto tiempo del año , està mas distante de dicho centro , y en otro menos ; y al punto de la mayor distancia , llaman los Astronomos *Apogeo* ; y al de la menor distancia *Perigeo*. Estos puntos no està siempre fixos en vn mismo lugar de la ecliptica , si que con vn movimiento muy tardo se mueven , segun la serie de los signos , y este es el que se llama *Movimiento del Apogeo* , porque con èl se mueve el Apogeo del Sol , vn minuto cada año , con poca diferencia. De este vltimo movimiento , se tratarà mas adelante : y assi , en las proposiciones de este capitulo trataremos de los dos primeros , declarando el modo con que les averiguaron los Astronomos , y determinaron la cantidad del año.

PROP. XXVIII. Theorema.

Explicase el movimiento diurno con que el Sol se mueve de Levante à Poniente , y la variedad de los dias.

ESte movimiento del Sol de Levante à Poniente , es bien visible todos los dias. El tiempo , pues , que el Sol gasta desde que sale oy por el Horizonte , hasta que buelve à salir mañana , se llama *Dia* , ò tambien el que gasta desde que el Sol està oy en el Meridiano , hasta que mañana buelva al mismo punto.

Tres especies de dias se pueden distinguir ; es à saber , *Dia del primer movil* , *Dia sydereo* , y *Dia solar*. *Dia del primer movil* , es aquel tiempo en que vn punto del primer movil , apartandose del Meridiano , buelve à èl , aviendo dado vna buelta entera ; como si el primer punto de Ariete , està oy en el Meridiano , el tiempo que gasta , hasta que buelve à el mismo punto mañana , se llama *Dia del primer movil* ; y assi , no es otro , que el tiempo que gasta dicho punto en vna entera rebolucion. *Dia sydereo* , es el tiempo que gasta vna Estrella fixa en hazer vna entera rebolucion , desde que se aparta del Meridiano , hasta que buelve à èl. Este *Dia sydereo* , es algun poco , si bien insensiblemente mayor que el *Dia del primer movil* , por-

que como la Estrella se mueve de Poniente à Levante, con aquel lentissimo movimiento, que dixe en el lib. 1. prop. 24. despues de aver buuelto al Meridiano el punto de Cielo en que ayer estaba la Estrella, le faltara aun a esta para llegar alli aquel pequeño pedazo de circulo, que con su lento movimiento caminò aquel dia; pero esto es tan poco, que los dias sydereos, y los del primer movil, son sensiblemente iguales.

Dia solar, es el tiempo que gasta el Sol en dár vna buelta entera à todo el Cielo, desde que parte del Meridiano, hasta que buelve à él. El dia solar, es mas largo que el del primer movil, porque moviendose el Sol, como dixe en el lugar citado, y dirè despues, de Poniente à Levante con vn movimiento proprio, en que cada dia anda cerca de vn grado por la ecliptica, se sigue, que estando oy en el primer punto de Arie, y ambos en el Meridiano, quando el siguiente dia buelve dicho primer punto al Meridiano, se halle el Sol en el segundo grado de Arie, y por consiguiente, aun no avrá llegado al Meridiano; y aquel poco tiempo que ha menester para llegar, es lo que tiene de mas largo el dia solar, que el del primer movil.

Estos dias solares, son en dos maneras, *Naturales*, y *Artificiales*: Dia natural, es el tiempo que gasta el Sol en correr todo el Cielo con el movimiento de Levante à Poniente, desde que sale por el Oriente, hasta bolver al mismo, ò desde que parte del Meridiano, hasta que buelve à él, como arriba dixe. Dia artificial, es el tiempo que el Sol se detiene sobre el Horizonte, à distincion de la noche, que es el tiempo que se detiene debaxo el Horizonte. De la desigualdad de estos dias, y noches artificiales, se habló en el lib. 1. De la igual, ò desigualdad de los dias solares naturales, se tratara mas adelante. Estos dias naturales, se dividen en 24. partes iguales, que llamamos *Horas*: cada hora consta de 60. minutos, cada minuto de 60. segundos, cada segundo de 60. terceros; y así infinitamente.

PROP. XXIX. Theorema.

Explicanse los diferentes modos de dár principio al dia, y de numerar las horas.

Algunos dieron principio al dia del punto en que sale el Sol, empezando de alli à contar todas las 24. horas que componen el dia natural solar; y porque entre otras Naciones observaron este estilo los Babilonios, las horas contadas de esta suerte, son llamadas *Babilonicas*, Otros empezaron el dia, y la numeracion de las 24. horas, del Ocaso del Sol; y porque entre otras Naciones lo observan así los Italianos, se llaman estas horas *Italianas*. Otros empiezan el dia del punto del medio dia, contando desde alli todas las 24. horas: este es el mejor estilo, y el que guardan los Astronomos, por ser el punto del medio dia el mas observable, y el que libre de la variedad, que por la obliquidad de la esfera sucede en el Horizonte, dà siempre fixo, y constante el principio del dia: estas se llaman *Horas Astronomicas*. Otros, y entre ellos Copernico, y algunos Astronomos, las empiezan de la media noche, contando de aquel punto el principio del dia; y este es el estilo de la Iglesia Romana, en quanto à la obligacion del ayuno, y rezo, que empieza, y se termina en la media noche. En la mayor parte de Europa, se estila el contar desde el medio dia, hasta la media noche 12. horas, y otras 12. desde la media noche, al medio dia, y estas se llaman *Horas Europeas*.

A mas de esto, dividen los Astronomos las horas en *iguales*, y *desiguales*. *Horas iguales*, son todas las sobredichas, porque cada vna de ellas es la vigesima quarta parte del dia natural; y por consiguiente, son entre si iguales. *Horas desiguales*, son las que dividen el dia artificial en doze partes iguales, y asimismo la noche: Llamanse *desiguales*, porque aunque las de vn mismo dia sean iguales entre si en vna misma region; pero son desiguales, respecto de las de otra region, que por tener mas, ò menos obliqua la esfera, tienen mayor, ò menor aqnel mismo dia

dia artificial, y por consiguiente, las sobredichas horas; y tambien porque las de vn dia, aun en la misma region, no son iguales à las del otro, por la desigualdad de estos dias artificiales; ni las del dia son tampoco iguales con las de la noche, menos el dia del equinoccio: solo de baxo de la equinoccial, no ay esta desigualdad, por no distinguirse alli horas iguales, y desiguales. Llamante estas horas *Planetarias*, por distribuirse en ellas, segun parecer de los Astrologos, el dominio de los Planetas. De estas horas se tratarà mas à la larga en otro lugar.

PROP. XXX. Problema.

Convertir las horas sobredichas en Astronomicas, y al contrario.

PARA hazer esta conversion, es menester saber el tiempo diurno, y el nocturno competente à aquel dia: este se hallarà facilmente en esta forma: Busquese en las Tablas que ay para esto, el tiempo semidiurno; refeste de 12. horas, y el residuo será el seminocturno; el semidiurno duplicado, hará el diurno; y el seminocturno duplicado, hará el nocturno: Esto supuesto, se hará facilmente la conversion propuesta como se sigue, advirtiendo, como regla general, que siempre que la resta que se mandare, no se pudiere hazer, se le añadiràn al numero menor 12. horas, y se hará la resta; y siempre que alguna suma excediere al numero 24. se restaràn de ella 24. y se guardará el residuo.

1. Para convertir las horas *Babilonicas en Astronomicas*, que empiezan del medio dia precedente, se añadiràn à las Babilonicas, dadas las cantidades, nocturna, y semidiurna, y la suma seràn las horas Astronomicas contadas del medio dia precedente, mientras que dicha suma no exceda à 24. porque en este caso, se restaràn de ella 24. y el residuo seràn las horas Astronomicas, contadas del medio dia subiguiente al orto del Sol de aquel dia: Si las horas Babilonicas excedieron à la cantidad semidiurna, se restará de ellas esta cantidad, y el residuo seràn las

las horas Astronomicas, contadas del medio dia subiguiente.

2. Para convertir las horas *Italianas en Astronomicas*, se añadirà à las Italianas la cantidad semidiurna, y la suma seràn las Astronomicas, si no passare de 24. porque en este caso se restaràn 24. de la tal suma, y el residuo seràn las horas que se buscan.

3. Para convertir las horas *Europeas en Astronomicas*, se obrará así: Si las Europeas fuesen contadas del medio dia, no es menester convertirlas, por coincidir con las mismas Astronomicas; pero si fuesen contadas desde la media noche, se añadiràn 12. y la suma seràn las Astronomicas.

4. Para reducir las horas *Astronomicas à Europeas*, se verá si las Astronomicas passan de 12. porque si no son mas que 12. coinciden con las Europeas contadas del medio dia; pero si excedieren, se restaràn de ellas 12. horas, y las que restaren seràn las Europeas contadas de la media noche.

5. Para reducir las horas *Astronomicas à Babilonicas*, se añadirà à las Astronomicas el tiempo semidiurno; y si la suma no passare de 24. seràn las horas Babilonicas contadas del orto precedente à aquel medio dia, de quien se contaren las Astronomicas; pero si passaren de 24. se restará de ellas el numero 24. y el residuo seràn las horas Babilonicas; pero numeradas del otro subiguiente al medio dia, de quien proceden aquellas horas Astronomicas.

6. Para convertir las horas *Astronomicas en Italianas*, se restará de las Italianas el tiempo semidiurno, si este fuere menor que ellas, y el residuo seràn las Italianas, numeradas del Ocaso siguiente al medio dia, de quien se cuentan las Astronomicas; pero si el tiempo semidiurno fuere igual, ò mayor que las horas Astronomicas, se les añadiràn à estas 24. y restando de la suma el tiempo semidiurno, restaràn las Italianas contadas del Ocaso precedente à aquel medio dia, del qual se computaban las Astronomicas. Las demás reducciones de estas horas, son

de poca utilidad al presente, y así las dexamos para otro lugar.

PROP. XXXI. Problema.

Sacar la velocidad con que el Sol se mueve con su movimiento de Levante à Poniente.

Supongo lo 1. que el Sol camina cada dia por diferentes círculos, como consta de lo dicho generalmente de todos los Planetas en el lib. 1. y aunque los dichos círculos no lo sean en todo rigor, por ser espiras, y roca, como dixe en el lib. 1. Prop. 20. pero les falta tan poco para la figura circular, que se consideran absolutamente como círculos.

Supongo lo 2. que el Sol con este movimiento, solo camina por círculo máximo, los dos dias en que está en los puntos equinociales, los demás camina por círculos paralelos a la equinoccial, que generalmente serian menores si estuviessen en la misma esfera en que está la equinoccial solar; pero quando el Sol está en el Apogeo (que aora es pocos dias despues del solsticio estival) el círculo paralelo, por donde camina, está en otra esfera mas alta; y así, es mayor que el círculo equinoccial solar, que camina el Sol los dias del equinoccio, aunque dicho círculo paralelo en su propia esfera, sea círculo menor: mas porque esta maxima distancia Apogea, no es el semidiametro de este círculo, no determinan los Astronomos por él la velocidad del Sol, si por el círculo equinoccial, cuya distancia de la tierra, es con poca diferencia la media entre la Apogea, y Perigea, por possér aora esta media distancia el Sol, pocos dias despues del equinoccio; para que esto se entienda mejor, vease la fig. 57.

Sea DE la equinoccial; sea F el centro de la tierra: DIEK sea el Meridiano, y AGBH otro Meridiano en otra esfera superior, en la qual sea el punto A el Apogeo del Sol, que aora está cerca del tropico de Cancer. Sea D, el punto de la media distancia del Sol à la tierra; y P, el Perigeo: con que FA será la maxima distancia del Sol;

Sol; FD, la media; y FP, la minima. Esto supuesto, quando el Sol está en el punto D, de la media distancia, camina por el círculo DE, que es la equinoccial, y círculo máximo de la esfera DIEK: pero quando está en A, camina por el círculo paralelo AB, que aunque es mayor que DE; pero no es círculo máximo en su esfera, como es bien claro; ni su semidiametro es FA, maxima distancia del Sol à la tierra: Para determinar, pues, la velocidad del movimiento quotidiano del Sol, se contentan con razón los Astronomos, con sola la distancia media FD, que es lo bastante para hazer concepto de su velocidad, y lo mismo en los demás Planetas.

De aqui se colige, que el Sol con su movimiento espiral de Levante à Poniente, forma baxando del Apogeo al Perigeo vna pyramide conica truncada, cuya basa mayor es AB, y la menor PC. Suponiendo, pues, que está el Sol en la equinoccial, y en la media distancia de la tierra, se saca la velocidad de su movimiento de Levante à Poniente, como se sigue.

Tómese la media distancia del Sol, que segun Ricciolio, (10.) es 7300. semidiametros de la tierra: Dupliquesse, y se tendrá el diametro de la equinoccial solar 14600. Y dígase por regla de tres: como 100. à 314. así 14600. à 45844. semidiametros de la tierra, y esta es la circunferencia de la equinoccial, que camina el Sol en 24. horas; partase por 24. y el quociente 1910. semidiametros terrestres, y vn sexto, es lo que camina en vna hora: partase esto por 60. y el quociente 31. semidiametros, y cinco sextos, es lo que camina en vn minuto. Y porque vn semidiametro de la tierra consta de 1003. leguas Españolas, caminará en vn minuto 31928. leguas Españolas, que partidas por 60. saldrá lo que camina el Sol en vn segundo, que son 532. leguas.



PROP. XXXII. Theorema.

Explicase el movimiento annuo del Sol de Poniente à Levante.

A Mas del movimiento explicado con que se mueve el Sol de Levante à Poniente, tiene otro, que viene à ser mixto de dos movimientos; el vno, de vn polo del mundo àzia el otro polo; y el otro, con que cada dia se va apartando de las Estrellas fixas àzia el Oriente, componiendose de entrambos vn movimiento de Poniente à Levante; pero obliquo à la equinoccial.

La primera parte de este movimiento; esto es, que el Sol se aparte de vn polo, y se acerque al otro, lo demuestra la experiencia, pues todos vemos, que al tiempo del solsticio estival, que es à 22. de Junio, està el Sol mas cerca del polo boreal, de fuerte, que su altura meridiana en este dia, es la mayor de todo el año: la qual se va despues disminuyendo, retirandose el Sol àzia el austro, hasta que passando por la equinoccial, se acerca tanto al polo austral, quanto se avia acercado al boreal; desde el qual termino buelve otra vez à acercarse al polo boreal: Es, pues, indubitable, que el Sol se aparta de la equinoccial, y àzia vn polo, y àzia el otro, lo que por repetidas observaciones consta ser 23. grados, y 30. minutos. Pruebasse tambien este movimiento de lo que dize el Ecclesiastes en el cap. 1. *Oritur Sol, & occidit, ibique renascens, girat per Meridiem, & statitur ad Aquilonem.* El fin de este movimiento, es para que la luz se reparta con igualdad por sus tiempos en todo el Orbe de la tierra; y con la alternada variedad del frio, y calor, se conserve, y restaure la vida de los vegetables.

Que el Sol se mueva de Poniente àzia Levante, que es la segunda parte de este movimiento, se prueba tambien con evidencia, porque cada dia se va apartando mas, y mas de vna Estrella fixa àzia el Oriente, lo que con facilidad podrá observar qualquiera; porque si nota con cuidado alguna Estrella fixa, como por exemplo, la que

llaman Espiga, *Spica Virginis*, verà que en el equinoccio, autumnal por los 23. de Septiembre, à la parte de Levante, cosa de media hora antes de salir el Sol, no se descubre por estàr entonces muy cerca de este luminoso Planeta, pero pocos dias despues empezará à descubrirla en el Oriente, media hora antes que salga el Sol; y de cada dia en adelante à la misma hora, la observará mas, y mas elevada sobre el Horizonte; y por consiguiente, mas distante del Sol, àzia el Poniente: clara señal de que el Sol se ha apartado de ella mas, y mas de cada dia àzia el Levante.

Podia replicar alguno, diciendo, no ay mayor razon para dezir, que el Sol se aparta de la Estrella àzia Levante, que para afirmar ser la Estrella la que con su movimiento se aparta del Sol àzia el Poniente; pero à esta replica se satisface evidentemente, diciendo, que este recesso de las Estrellas fixas, le tienen tambien los demás Planetas, apartandose de ellas àzia el Oriente, el qual no se puede atribuir à las fixas, como se convence en esta forma: Observase, que la Luna cada dia dista mas de vna Estrella fixa cosa de 13. grados àzia Levante, así como el Sol se observa mas distante de esta Estrella cosa de vn grado: luego si este movimiento de elongacion estuviere en la Estrella fixa, avriamos de dezir, que vna misma Estrella camina cada dia vn grado solo àzia Poniente, porque la observamos cada dia vn grado mas distante del Sol àzia el Poniente; y que juntamente camina la misma Estrella cada dia 13. grados àzia Poniente, por apartarse de la Luna estos 13. grados; y como caminar vn solo grado, y 13. grados en el mismo dia, sea imposible, tambien lo seràn que dicho movimiento observado en el Sol, y demás Planetas àzia Levante, no sea suyo proprio, si de las fixas àzia el Poniente: Es, pues, indubitable moverse el Sol de Poniente à Levante.

De estos dos movimientos que aqui hemos considerado en el Sol, vno àzia los polos del mundo, y otro àzia el Oriente, resulta vn solo movimiento proprio, que se haze, segun el orden de los signos àzia Levante, por vn

circulo maximo obliquo à la equinoccial, que es la ecliptica, como dixè en el Lib. 1. del qual jamás se aparta el Sol, como lo convencen sus declinaciones quotidianas, que si se observan puntualmente, se hallarán ser las mismas, que las de los puntos de dicho circulo: cuya mayor explicacion està en el Lib. 1. y no ay para que cantar en repetirla.

PROP. XXXIII. Theorema.

Explicase què cosa sea Año, y sus diferentes especies.

ASSI como del movimiento del Sol de Levante à Poniente, salen los dias naturales, como dixè en la Prop. 28. así de este otro movimiento de Poniente à Levante, por la ecliptica resulta el año solar, que no es otra cosa, que el tiempo que gasta el Sol en dár la buelta por toda la ecliptica, desde que sale, por exemplo, del primer punto de Ariete, hasta que buelve al mismo, cuya exacta determinacion, es vno de los puntos mas principales de este Libro; pero antes será conveniente proponer lucidamente las diferentes especies de años: Dividese, pues, el año solar, en natural, y politico: El natural, se subdivide en tropico, y sydereo; y el politico en varias formas, segun el estilo de diferentes Naciones; pero las principales, son, en Egypcio, Juliano, y Gregoriano.

Año Tropico Solar, es el tiempo que gasta el Sol en caminar desde vn punto de ecliptica, hasta bolver al mismo: si este punto es vno de los dos solsticios, que se hallan en los tropicos, se llama con todo rigor, *Año Tropico*; y si se empieza à contar de vno de los puntos equinocciales, se llama *Año Equinoccial*, aunque tambien se suele llamar *Año Tropico*, en buen sentido, por ser lo mismo que *Conversional*. Este año consta de 365. dias, y casi 6. horas.

Año Sydereo, es el tiempo que gasta el Sol desde que se aparta de vna Estrella fixa, hasta que buelve à juntarse con la misma: Este año, es algo mayor que el año

año tropico, ò equinoccial; porque mientras el Sol dà vna buelta entera por la ecliptica de vn punto de ella al mismo, las fixas con su movimiento lento que tienen àzia Levante, se hazen mas Orientales 50. segundos: Luego el Sol, despues de perficionado su circulo, ha de caminar effos 50. segundos, hasta alcanzar la Estrella fixa; para lo qual ha menester 21. minutos de tiempo, con poca diferencia: Luego el año solar sydereo, excede al tropico en 21. minutos; y así, viene à ser de 365. dias, 6. horas, 9. min. y casi 40. segundos.

Año Medio, ò Igual, es el que toman los Astronomos, como medio entre el año mas largo, y el mas corto, suponiendo sean los años solares tropicos desiguales: de lo qual se tratará mas adelante.

Año Politico, que tambien se llama *Civil*, y *Eclesiastico*, es vna revolucion del Sol, que consta de dias enteros, tomados en el numero que quisieron determinar los Legisladores en qualquiera Republica, para su direccion, y gobierno. Las principales, y mas recibidas formas, ò especies de años, singularmente en Europa, son el *Egypcio*, *Juliano*, y *Gregoriano*.

Año Egypcio, es el que usaban los Egypcios, y constaba de 360. dias naturales, ò de 12. meses, cada vno de 30. dias: Acabados estos 360. dias, antes de empezar el año siguiente, añadian 5. dias, que los Griegos llamaron *Epagòmenas*, que es lo mismo que intercalares, ò adyecticios; contabanles à estos fuera del circulo de los doze meses, cuyos nombres pongo aqui, por si acaso fuere menester nombrarles en adelante, y son por su orden los siguientes: *Tbotb*, *Paophi*, *Athir*, *Chaac*, *Tybi*, *Mecbir*, *Phamenoib*, *Pharmuthi*, *Pachon*, *Payni*, *Epiphi*, y *Mejori*. Con que los meses del año, solo incluian 360. dias; pero con los cinco intercalares, tenia absolutamente el año, 365. dias; y como no hazian caso para la cuenta del año de aquellas seis horas, que gasta mas el Sol en concluir el suyo, ò para bolver al mismo punto del equinoccio, sucedia, que en cada quatro años se acababa el año Egypciaco vn dia antes que el Sol bolviessè al solsticio; y en

40. años , se concluía 10. dias antes , y en 1460. años , precedía al principio del año equinoccial 365. dias . Con que concluidos 1460. años celestes , avian ya pasado 1461. años Egypcios ; y el primer dia del año Egypcio , ò del mes *Thorb* ; coincidía con el primero del año solar celeste , al cabo de dicho tiempo . Esta periodo de años celestes 1460. y de Egypcios 1461. es la que llamaban *Año grande Canicular* , o *Periodo Sothiaca* , ò *Cynica* , por empezar a contarse del orto matutino del Sol , con la Canicula , ò Syrio .

Año Juliano , fue el que ordenò Julio Cesar , con la asistencia de Sosigenes , Astronomo de Alexandria de Egipto : Consta este año de 365. dias ; y cada quatro años , se añade vn dia , y aquel año , tiene 366. añadese este dia , por razon de aquellas casi 6. horas , en que el año del Sol , excede à los 365. dias , que al cabo de 4. años , hazen 24. horas , ò vn dia : Los años de 365. dias , se llaman *Comunes* ; y el de 366. se llama *Intercalar* , por el dia que se le añade ; y *Bissexto* , por añadirse dicho dia despues del 24. de Febrero , y pronunciarse dos vezes aquel año *Sexto Kalendas Martij* , vna el dia 24. y otra el dia 25. De esta forma de año vsò la Iglesia Romana , hasta el año de 1582. en que le reformo Gregorio XIII.

Año Gregoriano , es el mismo año Juliano reformado : Necesitó el año Juliano de esta reformation , porque como el año equinoccial , ò tropico , no sea justamente de 365. dias , y 6. horas , como dexò por asentado Sosigenes , si que tenga 11. minutos menos , con poca diferencia : sucedió , que el equinoccio verdadero , y celeste , se anticipaba al dia que se le señalaba en el Kalendario vn dia entero , en espacio de 133. años y medio : de fuerte , que siendo el equinoccio en tiempo de Julio Cesar , el dia 25. de Marzo , en tiempo del Concilio Nizeno , que fue el año 325. despues de Christo , por observacion de los Astronomos de Alexandria , se hallò ser a 21. de Marzo , por lo qual le señalaron esse dia los Padres del Concilio . Llegado despues el año 1582. se observò ya , que el equinoccio sucedía 10. dias antes del 21. y era en 11. de Mar-

Marzo . Por esta causa Gregorio XIII. le restituyó al dia 21. por veneracion del Santo Concilio Niceno , que le avia señalado en dicho dia . Hizose esta restitucion quitando 10. dias al mes de Octubre , mandando , que el dia siguiente al dia 4. assi como se avia de numerar 5. se dixesse 15. Mandò juntamente , que en cada 400. años se omitiesen tres bissextos ; y estos fuesen los años 1700. 1800. y 1900. y el 2000. fuesse bissexto ; y assi se continuasse en adelante , para que no se necesitasse jamás de otra correccion .

PROP. XXXIV. Problema.

Observar los Solsticios.

Aunque el dia en que suceden los solsticios se pueda observar con suficiente seguridad ; pero es sumamente difícil determinar la hora en que acontecen , de tal fuerte , que dicen algunos Astronomos , será vn Hercules en este punto , el que evitare el error de seis horas en la determinacion de los solsticios ; y la razon , à mi ver , es clara ; porque ellos se observan , como luego verèmos , por las alturas meridianas del Sol , tomadas vn dia antes , y otro despues del solsticio , quando las declinaciones del Sol se diferencian tan poco entre si , que en 24. horas , que van de vn dia à otro , no excede su diferencia 14. segundos ; y por consiguiente , la altura meridiana del Sol de vn dia a otro , no se diferenciará en mas que en 14. segundos ; y en espacio de vna hora , no avrà mas diferencia en la declinacion , y altura meridiana , que 36. terceros : de que se sigue , que si en la altura de polo , ò del Sol se huviesse errado en tanto como 14. ò 16. segundos , se errará el solsticio vn dia entero ; y si el error fuesse de 8. segundos , se errará 12. horas ; y si 4. segundos , ò tres y medio , se errará el solsticio de 6. horas ; y no ay ojos tan de lince , que puedan assegurar de tanta sutileza : Esto no obstante , es conveniente se sepa el modo con que se observan los solsticios , que es el siguiente .

1. El dia en que sucede el solsticio, se observará así: Veale en el Calendario, ò en las Ephemerides el dia en que se señala el solsticio; y esse dia, el antecedente, y el subsiguiente, tomese con buen cuadrante, ò sextante la altura meridiana del Sol: lo que tambien se podrá conseguir con vn gnomon muy alto, levantado perpendicularmente sobre la meridiana: Comparense despues las alturas del Sol, que se huvieren observado en dichos tres dias, y aquel dia en quien la altura meridiana del Sol huviere sido mayor, ò la sombra del gnomon sobre la meridiana huviere sido menor, será el dia del solsticio estival; pero si se observare el solsticio hyemal, el dia en que la altura meridiana del Sol huviere sido menor, y la sombra del gnomon huviere sido mayor, será el dia del solsticio.

2. La hora del solsticio, aunque con la dificultad sobredicha, se podrá determinar de esta manera. Primeramente tengase bien averiguada la altura de polo, no por las alturas del Sol, si por las Estrellas circumpolares; y en el dia que señalan el solsticio estival las Ephemerides, y los dias proximos, antes, y despues, observense las alturas meridianas del Sol, la qual observacion se hará con cuadrantes, ò sextantes tan grandes, que den à lo menos de diez en diez los segundos: Conviertanse estas alturas en verdaderas, añadiendoles la paralaxe, y quitandoles la refraccion: y hecho esto, se observarán las siguientes reglas, segun los diferentes casos que pueden suceder.

Si en dos dias inmediatos fueren las alturas del Sol iguales entre sí, y mayores que las de los otros dias, se dirá, que el solsticio ha sucedido en la media noche que ay entre entrambos dias. Y si à la altura meridiana, de qualquiera de ellos se añadieren 7. segundos, que es la semidiferencia de la declinacion del Sol, competente à vn dia, y del agregado se quita la altura de la equinoccial, siendo este solsticio el estival, se sabrá juntamente la maxima declinacion del Sol, ò obliquidad de la ecliptica.

Si sucediere, que de las tres alturas meridianas mayores que se huvieren observado, la intermedia fuere la mayor que las inmediatas, y estas fueren iguales entre sí, será señal evidente de aver sucedido el solsticio estival en el medio dia del dia intermedio, sin diferencia notable. Y si de su altura meridiana se restare la altura de la equinoccial, el residuo será la maxima declinacion del Sol. Raras vezes sucederán estos casos; si que por lo regular, serán desiguales las alturas meridianas del Sol, y se obrará en la forma siguiente.

Entre las muchas alturas meridianas del Sol, observadas en los dias contiguos, antes, y despues del solsticio, escojanse las dos mayores, y restando la menor de ellas de la mayor, se tendrá su diferencia; la qual, si la operacion se ha hecho con toda diligencia, no ha de exceder 14. segundos, segun lo que dixe al principio. Multipliquese la diferencia hallada por 24. y partase el producto por 14. y el quociente dará las horas, en que el momento del solsticio, sucedió despues del medio dia, de la menor altura, si esta fuere del dia precedente al del solsticio; ò dará las horas, en que dicho solsticio sucedió antes del medio dia, de la menor altura, si este dia fuere el subsiguiente al del solsticio. Sabido este momento del solsticio estival, se restará la sobredicha diferencia de alturas, de 14. segundos, y el residuo se añadirá à la altura mayor, y resultará la maxima altura del Sol en aquel meridiano, en cuyo medio dia sucedió el solsticio; y restando de ella la altura de la de la equinoccial, se tendrá la maxima declinacion del Sol.

De aqui se colige el modo de observar el solsticio hyemal, cuya observacion se debe escusar, por la refraccion, que la haze menos segura.

PROP. XXXV. Problema.

Observar los equinoccios.

LA observacion de los equinoccios, es mucho mas segura que la de los solsticios. Puedense observar
Tom.VII. N var

var de diferentes maneras, que puede ver el curioso en el Padre Ricciolio, tom. 1. Almagelli, cap. 14. y en su Astronomia Reformada, Lib. 1. cap. 1. Explicare aqui vno de ellos, que sin duda es el mas facil, sencillo, y seguro, à juicio de casi todos los Astronomos, y es como se sigue.

Tengase bien observada la altura de polo por las Estrellas circumpolares inunes de refraccion; y por consiguiente, se tendrà con toda precision posible la altura de la equinoccial, ò complemento de la altura de polo à 90. grados: Luego con vn quadrante, ò sextante bien dividido, capáz de manifestar, no lolo los minutos, si tambien los segundos, de diez en diez, tomele la altura meridiana del Sol en aquellos dias en que las Ephemerides señalan el equinoccio: corrijase la altura observada, añadiendole la paralaxe, y quitandole la refraccion; si bien se puede esto omitir en aquellas regiones donde la altura de la equinoccial llega à 40. grados, por no aver alli paralaxe, ni refraccion sensible: Si esta altura meridiana del Sol, fuere 12. minutos menos que la altura de la equinoccial, será evidente señal, que el equinoccio es el dia siguiente; y si fuere precisamente igual à la altura de la equinoccial, será el equinoccio en el punto del medio dia en aquel Horizonte.

Pero si la altura meridiana del Sol fuere mayor, ò menor que la altura de la equinoccial, es señal de que el equinoccio sucedió antes, ò despues del medio dia: es à saber, si el equinoccio que se observa, fuesse el vernal, y la altura meridiana del Sol, fuere mayor que la de la equinoccial, sucedió antes del medio dia; y si fuere menor, despues: y al contrario en el autumnal, si la altura del Sol, fuere mayor que la de la equinoccial, será el equinoccio despues del medio dia; y antes, si fuere menor: y quantos minutos huviere en la diferencia de las alturas sobredichas, tanta será entonces la verdadera declinacion del Sol; y como esta se varie en este parage vn minuto cada hora, tantas horas será el equinoccio antes, ò despues del medio dia, quantos minutos huviere en la

sobredicha diferencia de las alturas; y tantos minutos horarios, como huviere segundos.

Si en esto ultimo se desee mayor precision, se procederà por Trigonometria en esta forma: Conocida la declinacion del Sol al tiempo de la observacion, que como se ha dicho, es la misma diferencia de la altura del Sol à la de la equinoccial, y sabido el angulo de la obliquidad de la ecliptica, que siempre es 23. grad. 30. min. se sabrà la hypotenusa, ò distancia del Sol al punto del equinoccio. Hallado, pues, este arco de ecliptica, se buscarà en las Tablas del movimiento medio del Sol, el tiempo que se ha de añadir, ò quitar al medio dia, para tener con toda exaccion el momento del equinoccio. La practica de todo esto, se ve en el exemplo siguiente.

Exemplo. El Padre Ricciolio en el año 1646. à 22. de Septiembre, observò en Bononia la altura meridiana del Sol, y hallò ser 45. grad. 44. min. 40. seg. Añadida la paralaxe, que es casi 30. segundos, y despreciando la refraccion, por ser insensible, era la verdadera altura del Sol 45. grad. 45. min. 10. seg. y restado de esta altura la de la equinoccial, que es 45. grad. 30. min. 30. seg. el residuo es la declinacion boreal del Sol 14. min. 40. seg. Luego el equinoccio sucedió 14. horas, y 40. min. despues del medio dia.

Y buscando la mayor precision de esto ultimo por Trigonometria, hallò en la forma arriba dicha, que al tiempo de la observacion, distaba el Sol del primer punto de Libra 32. min. y 32. seg. que anda el Sol con su movimiento medio en 14. horas, y 56. min. Con que el equinoccio sucedió 14. horas, y 56. min. despues de medio dia del dia 22. de Septiembre. El mismo Padre Ricciolio corrigió despues esta observacion en la Astronomia Reformada, donde tenia ya mas exacta la altura de polo.

(S)(E)(N)(O)(S)(E)

PROP. XXXVI. Problema.

Investigar la cantidad del Año Solar Equinoccial, ò Tropico.

EL Año Solar *Equinoccial*, ò *Tropico*, es el tiempo que gasta el Sol en caminar toda su *ecliptica*, desde que parte de vno de los puntos equinocciales, hasta que buelve à el mismo. De quatro maneras investigaron los Astronomos la cantidad de este año; es à saber, por el Año Sydereo: por los *Cyclos Luni Solares*: por los *Solsticios*: y por los *Equinoccios*: de los quales, el mejor, mas cierto, y seguro, es este vltimo, porque los demás vãn expuestos à muchos peligros: por esta causa explicarè solo el vltimo, que es el que se vale de los equinoccios; los demás, se pueden ver en el Padre Ricciolio, tom. 1. *Almag.* lib. 3. cap. 15. Para sacar, pues, la cantidad del Año Equinoccial por los equinoccios, se observarán los preceptos siguientes.

1. Hagase eleccion de dos equinoccios vnales, ò lo que es mejor, de dos autumnales, observados por dos Astronomos peritos, en diferentes tiempos, muy distantes entre si, para que, como advierte Ptolomeo, el pequeño error que puede aver en la cantidad del año, sea menor, y casi insensible.

2. Si los dos equinoccios sobredichos se huvieren observado en diferentes Orizontes, se reducirà el tiempo de el vno al tiempo de el otro Orizonte por la Tabla de las diferencias de los Meridianos, ò longitudes de las Ciudades.

3. Si el segundo equinoccio estuviere notado en el dia del mes, segun el *Kalendario Gregoriano*, se quitaràn 10. dias, si fuere antes del año 1700. y si despues, se quitaràn 11. segun las Reglas de la Correccion sobredicha.

4. Aunque en rigor no sea necesario; pero es mas conveniente elegir dos equinoccios, que entrabos ayan caido en año bissexto, ò en años que disten igualmente del bissexto proximo pasado.

5. Ref-

5. Restese el tiempo en que sucedió el equinoccio mas moderno, del tiempo en que sucedió el mas antiguo: esto es, los dias, horas, minutos, &c. del moderno; restense de los dias, horas, minutos, &c. del antiguo: y el residuo, será la precesion del equinoccio moderno, ò el tiempo en que sucedió antes, de lo que en el mismo mes sucedió el antiguo. Esta precesion, ò residuo, reduzcase à las vltimas minucias, como à minutos horarios, ò segundos: y guardese esta cantidad para dividenda.

6. Cuentense los años enteros Julianos, juntamente con los dias, horas, y minutos que han pasado desde el equinoccio antiguo, hasta el moderno; pero de tal suerte, que aquellos dias, horas, y minutos, se tomen por vn otro año entero: y la suma de estos años, guardese para partidor.

7. El residuo, ò precesion del equinoccio, que se reservò en el precepto 5. partase por la suma de los años, que se reservò en el precepto 6. y en el quociente saldrà la precesion del equinoccio verdadero, antes del equinoccio del año Juliano, ò de Sosigenes: esto es, se tendrá la diferencia, en que el año de Sosigenes de 365. dias, y 6. horas, excede al año verdadero equinoccial, ò tropico solar: Restese, pues, esta diferencia del sobredicho año de Sosigenes, y el residuo será la verdadera cantidad del año equinoccial, ò tropico.

Esta cantidad del año equinoccial, se ha sacado, como hemos visto, de los equinoccios verdaderos; siendo así, que, como veremos despues, se avia de sacar de los equinoccios medios: y así, era menester, entre el precepto 4. y 5. añadir otro, en que se reduxessen los equinoccios verdaderos à medios, y proseguir despues las demás operaciones, sin mas diferencia, que executar con los equinoccios medios, lo mismo que se ha mandado hacer con los verdaderos; pero como la dicha reduccion requiera la noticia de las *Prosthaphereses*, *Excentricidad*, y *Apogeo solar*, que se daràn en la segunda parte de este Libro, por esta causa reservamos para aquel lugar el

modo de ejecutarla , para que usando de ella , la cantidad del año solar salga mas precisa ; si bien es verdad , como advierte el P. Dechales , lib. 2. Astron. prop. 50. que es tan poca la diferencia del año solar , sacado por los equinoccios medios , al que se saca por los verdaderos , que es casi inensible. La practica de los preceptos , arriba puestos , se hará mas facil , è inteligible con el exemplo siguiente.

Exemplo Ptholomeo , en el lib. 3. de su Magna Construcion , cap. 2. refiere , que Hypparcho observo el equinoccio Autumnal el año 20. de la tercera periodo Calippica , el dia primero de los intercalares por la mañana al salir el Sol. Reducido este tiempo à la forma de años Julianos , segun reglas de la Chronologia , fue corriendo el año 159. antes de Christo nuestro Señor , el dia 26. de Septiembre , à 18. horas , 11. min. 15. seg. segun el modo de contar los Astronomos ; y fue hecha esta observacion en Alexandria.

El P. Ricciolio observò en Bononia , el año 1646. el equinoccio Autumnal , en el dia 22. de Septiembre , segun el Calendario Gregoriano ; pero segun el Juliano , en 12. de Septiembre , à las 14. horas , 56. minutos despues de medio dia.

La diferencia de tiempo , que resulta de la diferencia de los Meridianos de Alexandria , y Bononia , es vna hora , y 43. min. lo que se ha de quitar al tiempo del equinoccio , observado por Hypparcho en Alexandria , para que se tenga conocido el tiempo en que esse mismo equinoccio sucedió en Bononia : Quite se , pues , y se hallará sucedió en Bononia à las 16. horas , 28. min. 15. seg. despues del medio dia , del dia 26. de Septiembre del año corriente , antes de Christo 159. Pero el que observò Ricciolio dicho año 1646. fue el dia 12. de Septiembre à las 14. horas , 56. min. despues de medio dia.

A mas de esto , segun reglas de Chronologia , assi el año 159. antes de Christo , como el de 1646. despues de Christo , fueron el segundo despues del bissexto : Luego si el año constasse de 365. y 6. horas , dicho equinoccio cae-

caeria el año 1646. à la misma hora , y minutos que el de Hypparcho : Luego avia de suceder el dia 26. à las 16. horas , 28. min. 15. seg. pero no fue assi ; si que se anticipò , y sucedió el dia 12. à las 14. horas , 56. min. Luego restado este de aquel , se halla ser la precesion sobredicha , 14. dias , 1. hora , 32. min. 15. seg.

Toda esta precesion del equinoccio , resuélvase en segundos horarios , y será 1215135. segundos: desde el equinoccio de Hypparcho , hasta el de Ricciolio passaron 1803. años Julianos enteros , 350. dias , 21. horas , y 59. min. y añadiendo à estos la precesion arriba dicha , resultan 1804. años enteros : Digase , pues , por regla de tres : si en 1804. años Julianos , la precesion del equinoccio , segun el año solar verdadero , fue 1215135. segundos : en vn año Juliano , quanta será la precesion ? con que partiendo 1215135. por 1804. sale ser la precesion 673. segundos horarios , y 1043. mil ochocientos y quatro avos : esto es , 11. min. 13. seg. 34. tercios , &c. que restados del año de Sosigenes , ù de 365. dias , 5. horas , sale el año equinoccial , ò tropico de 365. dias , 5. horas , 48. min. 46. seg. 32. tercios : Si esta cantidad del año se saca , no de los equinoccios verdaderos , si de los medios , como mas adelante verèmos , se hallará ser 5. segundos menos que la sobredicha.

La cantidad del año tropico , que como mas ajustada al Cielo , propongo en la proposicion siguiente , està sacada de los equinoccios medios , aunque el modo de reducir los equinoccios verdaderos , y observados à los medios , se explicará mas adelante , por no confundir à los Estudiosos de la Astronomia ; mezclando en este lugar las noticias de la desigualdad del movimiento solar , que para la sobredicha sutileza Astronomica se necesitan.



PROP. XXXVII. Theorema.

Establecese la verdadera cantidad del Año tropico solar.

EL Padre Ricciolio infiere de diferentes observaciones diligentísimas de los equinoccios, como conclusion cierta, è indubitable, que la verdadera cantidad del año tropico, ò equinoccial, à mas de 365. dias, 5. horas, no tiene mas minutos horarios que 56. ni menos que 42. y que la cantidad del año mas ajustada à la verdad es de 365. dias, 5. horas, 48. min. justos: la que establece en su Astronomia Reformada, Lib. 1. cap. 4. por vna observacion hecha con sumo cuidado, y sutileza.

PROP. XXXVIII. Problema.

Investigase, y determinase la cantidad del Año sydereo.

DEterminada la cantidad del año tropico solar, facilmente se saca la del año sydereo, el qual, como dixen, no es otra cosa, que el tiempo que gasta el Sol, desde que se separa de vna Estrella fixa, hasta que buelve à juntarse con la misma: con que este año sydereo consta de vn año equinoccial; y à mas de esto, incluye aquel poco tiempo que se requiere, para que el Sol, despues de aver andado toda la ecliptica, alcance aquella misma Estrella fixa, que se adelantò àzia el Oriente algun tanto, mientras el Sol caminò la ecliptica.

Tres cosas son menester para determinar la cantidad del año sydereo, que son, la cantidad del año equinoccial; el movimiento annuo de las Estrellas fixas, segun la ecliptica, àzia Levante; y el tiempo que gasta el Sol, segun su movimiento medio, en caminar aquel poco trecho, que vna Estrella fixa camina en vn año: Lo primero, queda determinado en la proposicion passada: Lo segundo, se determinará quando se trate de las Estrellas fixas: Y lo tercero, en las proposiciones siguientes, aunque aora lo supondremos determinado, para que quede establecida la cantidad de este año sydereo.

Sien-

Siendo, pues, como dixen en la proposicion antecedente, la cantidad del año equinoccial 365. dias, 5. hor. 48. min. 48. seg. y segun se dirà en el Libro de las Estrellas fixas, de sentir del Padre Ricciolio, Lib. 4. Astron. Reform. cap. 20. sea el movimiento annuo de las fixas 50. seg. y 40. terceros; y para andarles el Sol con su movimiento medio, ha menester 20. min. 33. seg. 42. terceros de tiempo; si esta vltima cantidad se añade al año equinoccial, resultará la del año sydereo, que es 365. dias, 6. hor. 9. min. 21. seg. 42. terceros.

PROP. XXXIX. Problema.

Determinar el movimiento medio annuo, diurno, borario, &c. del Sol.

CONocida la cantidad del año tropico, ò equinoccial del Sol, se saca en primer lugar con suma facilidad su movimiento medio annuo: esto es, que parte de ecliptica camine en el espacio de vn año comun de 365. dias, solo con disponer vna regla de tres en la forma siguiente: Si en 365. dias, 5. horas, 48. min. 48. seg. camina el Sol 360. grados: en 365. dias, quanto caminarà? Y lo que falliere, será lo que camina el Sol en esse tiempo por la ecliptica, que es el movimiento annuo.

Para que se haga bien esta regla de tres, se reducirà el año tropico à la vltima especie; esto es, se hará todo segundos, y se pondrà por primer termino de la regla de tres: Asimismo se reducirà à la misma especie de segundos toda la ecliptica, y se pondrà por termino segundo: Asimismo se reducirà à segundos el año comun de 365. dias, y se pondrà en tercer lugar; y concludida del modo ordinario la regla de tres, saldrà el movimiento medio annuo del Sol, correspondiente al año comun de 365. dias.

Para sacar el movimiento medio diurno del Sol, ò lo que anda el Sol por la ecliptica en vn dia natural, se reducirà el dia entero à segundos, y se pondrà por tercer termino en la regla de tres, arriba dicha; y hecha la res-

sólta-

Solucion , faldrà el movimiento medio diurno , que se desea.

Para escusar trabajo , pongo aqui reducidos à segundos el año tropico , ò equinoccial de 365. dias , 5. hor. 48. min. 48. seg. y todo el circulo de la ecliptica 360. grad. y asimismo el año civil comun de 365. dias , y el dia natural , como se sigue.

Año tropico , reducido à segundos	31556928
Ecliptica , reducida à segundos	1296000
Año comun de 365. dias , reducido à segundos	31536000
Un dia natural , reducido à segundos	86400

Para sacar el movimiento medio del Sol , correspondiente à vn mes , se podrá reducir el mes de 30. dias à segundos , y ponerle en el tercero lugar de la misma regla de tres arriba dicha ; y asimismo el mes de 31. dias , ò de 28. pero si pareciere , tambien se podrá sacar el movimiento competente à qualquiera de estos meses , sumando el movimiento diurno tantas vezes , quantos dias tuviere el mes.

Para hallar el movimiento horario , ò correspondiente à vna hora , se reducirà à la vltima especie el movimiento diurno ; y así reducido , se partirà por 24. y faldrà en el quociente el movimiento horario , que se busca.

Ultimamente , para hallar el movimiento medio del Sol , que corresponde à vn minuto horario , se resolverà el movimiento horario à la vltima especie , y partase por los 60. minutos que ay en vna hora , y faldrà en el quociente el movimiento competente à vn minuto de horas ; pero esta operacion no es menester , porque como el movimiento horario , para reducirse à su vltima especie , se multiplique por 60. y el producto se parta despues tambien por 60. es cansarse en vano ; y así , los mismos numeros del movimiento horario , sirven para el movimiento

miento propio de vn minuto ; y los mismos de este , para el del segundo , &c. Pero con esta diferencia , que se debe advertir mucho , que los que en el movimiento horario eran grados , minutos , y segundos ; en el movimiento de vn minuto , son minutos , segundos , y terceros ; y en el movimiento competente à vn segundo , son segundos , terceros , y quartos ; y así infinitamente. En la Tabla siguiente , se halla el movimiento medio del Sol annuo , y diurno ; y el que compete à las diferencias de meses.

Mov. del Sol.	Sig.	Gr.	M.	Seg.	Ter.	Qua.	Quin.	Sex.
Annuo.	11	29	45	40	30	56	5	1
Diurno	0	0	59	8	19	48	35	35
De 28. dias.	0	27	35	53	14	39	36	20
De 30. dias.	0	29	34	9	54	16	47	30
De 31. dias.	1	0	33	18	14	5	23	5

Aora es menester advertir dos cosas : la primera , que quando se sacare el movimiento diurno del Sol , en la forma arriba dicha , no se desprecien los quebrados que provinieren hecha la particion , si que continuamente se vayan reduciendo , y sacando su valor , hasta llegar à los minutos sextos ; porque si se omitiessen estos escrupulos , harian mucha falta , quando se construirian las Tablas para muchos años.

Lo segundo , se ha de advertir , que en el movimiento diurno , y horario que se pone en las Tablas , se omiten algunos quebrados pequeños , de que se sigue , no poderse sacar la cantidad del año perfecta , por la suma , ò multiplicacion del movimiento diurno , ò horario que alli se señala.

PROP. XL. Problema.

Componer las Tablas del movimiento medio del Sol.

Determinado ya el movimiento medio, annuo, diurno, &c. del Sol en la forma que hemos visto; es fácil componer las Tablas con la buena distribución, y orden que se vera en ellas: Porque sumando continuamente el movimiento annuo, se saca el movimiento competente à qualquiera numero de años. Tambien si al movimiento annuo, arriba señalado, se le añade el movimiento diurno, ù de vn dia, sale el movimiento conveniente à vn año bissexto: Asimismo, añadiendo continuamente vn movimiento diurno à otro, sale el movimiento que compete à qualquiera numero de dias. Lo mismo se ha de entender proporcionalmente del horatio, y del conveniente à vn minuto horario, &c. Con este artificio se han fabricado las Tablas del movimiento medio, que con su explicacion se hallan despues de este Tratado.

PARTE II.

DE LA DESIGUALDAD DEL MOVIMIENTO annuo del Sol, y de las varias hypotheses con que se explica.

PROP. XLI. Theorema.

El movimiento annuo del Sol por la ecliptica, observado de la tierra, aparece desigual; y sus distancias de la tierra no son siempre iguales.

DIGO lo primero, que el movimiento annuo del Sol, con que se mueve por la ecliptica de Poniente à Levante, segun el orden de los signos, observado de la tierra, parece desigual: esto es, que el Sol en tiempos iguales, no camina arcos igua-

iguales de la ecliptica. Consta esto evidentemente de las observaciones de los Astronomos, assi antiguos, como modernos; los quales constantemente han observado, que del equinoccio vernal al autumnal, gasta el Sol 9. ò 10. dias mas, que del autumnal al vernal: y lo podrá observar qualquiera, que con mediano cuidado observe el tiempo de los equinoccios: Luego el Sol gasta mas tiempo en caminar el semicirculo de ecliptica que ay desde el primer punto de Ariete, al primero de Libra, que en andar el otro semicirculo que ay del principio de Libra al de Ariete. Asimismo, se hallará ser desigual el tiempo en que anda el Sol el semicirculo que ay desde el principio de Capricornio al de Cancro, que el que gasta desde el principio de Cancro al de Capricornio: como tambien se observan desiguales los tiempos que gasta en caminar los quatro quadrantes de la ecliptica: Luego es constante aparecer desde la tierra desigual el movimiento annuo del Sol.

Digo lo segundo, que dentro de vn mismo año dista el Sol ya mas, ya menos del centro de la tierra. Tambien consta esto de evidentes observaciones, en que se halla ser el diametro aparente del Sol à vezes mayor, y à vezes menor, quitada aun, y apartada la refraccion: lo que no puede atribuirse à otra causa, que à la mayor, ò menor distancia de la tierra. Para explicar, pues, la sobredicha desigualdad del Sol, han discurrido diferentes hypotheses los Astronomos, que explico en los capitulos siguientes.

CAPITULO I.

DE LAS HYPOTHESES CON QUE SE EXPLICA la desigualdad del movimiento del Sol.

Hypotesis, que muchos llaman tambien Theorica, no es otra cosa, que una disposicion geometrica, la qual pue-

puesta, ò supuesta en el Cielo, se explican bien los Phenomenos de qualquiera Astro. Y así, la hypothesi del Sol, será vna disposicion geometrica; que se supone está en el Cielo, aunque no lo esté en la realidad; pero que ella es tal, que si estuviere, se explicarian bien los phenomenos que se observan en el Sol.

De que se colige 1. que aquella hypothesi, será legitima, que con ella se da cabal satisfacion à los phenomenos, y concuerda con las observaciones; y faltandole esto, será ilegítima. 2. Es menester, que la hypothesi sea geometrica; esto es, que conste de lineas que se puedan sujetar à las dimensiones, y leyes de la Geometria: porque de otra suerte sería del todo inutil, por no poderse con ella reducir à calculo los movimientos del Astro, que es lo principal que se pretende. 3. Se colige, que no porque vna hypothesi sea cabal, y explique bien todos los phenomenos del Astro, ò Planeta, ya se ha de admitir como These, y dar por asentado, que se halla physica, y realmente en el Cielo; por ser cosa cierta poderse discurrir, y aun averse discurrido hypotheses muy diferentes, que cada vna de ellas se ajusta à lo que se observa en el Cielo. Esto supuesto, para explicar la irregularidad, ò desigualdad del movimiento del Sol, y los demás phenomenos suyos, discurrió Ptolomeo dos hypotheses entre si equipolantes, que son las que inmediatamente se siguen: y las explico en primer lugar, por lo mucho que conducen para entender las demás.

PROP. XLII. Theorema.

Explicase la hypothesi solar concentricicla de Ptolomeo.
figur. 58.

Suelen los Astronomos, y aun los Philosophos, suponer como axioma, que el Sol, y los demás Astros se mueven por sus propios circulos con movimiento equable, ò igual; y así, que qualquiera desigualdad, ò irregularidad, que en ellos se observa, es puramente optica, y aparente. Con esta suposicion dispuso Ptolomeo,

como dixe, dos hypotheses, para explicar el movimiento del Sol: la primera, consta de vn circulo concentrico, y vn Epicyclo, y por esto se llama *Concentricicla*: la segunda, solo consta de vn circulo excentrico: Para cuya inteligencia, se ha de suponer, que circulo *concentrico*, es el que tiene vn mismo centro que el Mundo. *Excentrico*, es el que le tiene diferente, y en alguna distancia de aquel; y *Epicyclo*, es vn circulo regularmente pequeño, cuyo centro se halla en la circunferencia de otro circulo mayor.

Esto supuesto, la primera hypothesi del Sol, que trae Ptolomeo, es la que consta de vn circulo concentrico, y vn Epicyclo: vease la fig. 58. en la qual, sea C el centro del Mundo, ò de la Tierra, del qual está descrito el circulo BMRN, concentrico al mundo, que se supone ser la ecliptica del Cielo solar, que corresponde à la ecliptica del primer movil, y está en su mismo plano: Del punto B de su periferia, sea descrito el pequeño circulo, ò Epicyclo AGFE; y otro su igual en K, M, R, N, y aviendo tirado por el centro C las rectas AR, MN, perpendiculares entre si, será AB el semidiametro del Epicyclo, y BC, semidiametro del concentrico; y la CB, ha de suponerse igual à la distancia media del Sol, al centro de la tierra: CA, à la maxima distancia; y CF, à la minima: con que AB, será la diferencia entre la distancia media, y maxima.

Supongase aora, que el centro del cuerpo solar está fixo en la periferia del Epicyclo; y que el circulo concentrico, y por consiguiente, el centro del Epicyclo, se mueva con movimiento igual, procediendo de B à K, à M, &c. de Poniente à Levante, segun el orden de los signos, y que perficione vna buelta entera en vn año: Supongase tambien, que al mismo tiempo rueda el Epicyclo al rededor de su proprio centro; pero al contrario, llevando al Sol de A, à E, à F, &c. con movimiento igual, de suerte, que en tiempos iguales corra arcos iguales de su periferia, y physicamente proporcionales a los arcos, que en estos mismos tiempos anda el centro del

Epicyclo en el círculo BM, &c. concéntrico: de forma, que mientras el centro del Epicyclo camina el cuadrante BM del concéntrico, ande el Sol también un cuadrante del Epicyclo, y por consiguiente, se halle en L; y quando el centro del Epicyclo estará en R, aviendo corrido el semicírculo BMR del concéntrico, se halle el Sol en P, por aver andado un semicírculo del Epicyclo: y en aviendo pasado el centro del Epicyclo a N, corridos tres cuadrantes del concéntrico, se halle el Sol en V, caminado también tres cuadrantes del Epicyclo; y últimamente, quando el centro del Epicyclo, aviendo concluido todo el concéntrico, se restituya al punto B, también el Sol se restituya al punto A, corrida toda la periferia de su Epicyclo.

Esto supuesto, vease aora con quanta facilidad se explican los phenomenos del movimiento solar. 1. Una vez en el año, se hallará el Sol en A, en la maxima distancia de la tierra, el qual punto A, se llama *Apogeo*. Otra vez, se hallará en P, punto de la minima distancia, que se llama *Perigeo*. Y dos veces en la media distancia; es a saber, una vez en L, y otra en V: Luego hecha esta hypothesis, se explica bien este phenomeno de la desigualdad de las distancias.

2. Se ve patentemente la causa, por que siendo igual el movimiento que lleva el Sol en su propio círculo, aparece desigual a los que le observamos desde C; y parece detenerse mas en caminar el semicírculo NBM, que en correr el otro semicírculo MRN. Porque en el tiempo en que el centro del Epicyclo corre el semicírculo NBM, solamente se ve correr el Sol el arco VBL: Luego mas tiempo se observará gaitar el Sol en andar el semicírculo NBM, que en andar el arco VBL; y por consiguiente, se observará consumir el Sol mas tiempo en el arco NBM, que el que gasta en correr este mismo arco el centro del Epicyclo: pero este el mismo tiempo gasta en el semicírculo NBM, que en el semicírculo MRN: Luego el Sol, mas tiempo parecerá detenerse en correr el semicírculo NBM, que en el semicírculo MRN; y por

por consiguiente, parecerá moverse mas tarde en aquel, que en este.

3. De aqui se infiere también la razon, por que en el semicírculo BMR, en que el Sol desciende del Apogeo al Perigeo, se ha de quitar algo al movimiento medio del Sol; esto es, al movimiento del centro del Epicyclo, para tener el movimiento aparente, y verdadero; ò añadirse a este, para tener el movimiento medio: y al contrario en el otro semicírculo RNB, en que sube el Sol del Perigeo al Apogeo, se ha de añadir algo al movimiento medio, para tener el verdadero, y quitarle a este, para tener el movimiento medio; y es la razon, porque aunque quando está el Sol en la línea AP, llamada *de los Auges*; esto es, en el Apogeo, ò Perigeo, no ay diferencia alguna entre los movimientos, medio, y aparente, por coincidir la línea del lugar medio B, ò R, con la del lugar verdadero A, ò P; pero fuera de dichos puntos, ay siempre alguna diferencia entre los movimientos, medio, y aparente: de tal manera, que mientras el centro del Epicyclo está en el primer semicírculo BMR del concéntrico; y por consiguiente, el Sol en el primer semicírculo AEF del Epicyclo, el Sol aparecerá mas occidental, que el centro de dicho Epicyclo: de que se sigue, que su movimiento aparente, ha de ser mas tarde que el medio, ò del centro del Epicyclo; y al contrario, en el otro semicírculo aparecerá mas oriental, que dicho centro: y por consiguiente, su movimiento medio, será mas tarde, que el aparente; y por esta causa, en el primer semicírculo del excentrico, ò anomalia, se ha de quitar algo al movimiento medio para tener el verdadero; y al contrario en el segundo semicírculo.

4. Por esta misma causa, quando el Sol se halla en el punto L del Epicyclo, poco despues de su primer cuadrante, donde la línea CL, que del centro de la tierra va al Sol, toca dicho Epicyclo, allí es la maxima diferencia entre el movimiento medio del centro M, y el verdadero, ò aparente del Sol L, que se ha de quitar al medio para tener el verdadero; la razón es, porque allí es don-

de mas dista L de M, àzia el Poniente; y asimismo, quando el Sol està en V, es la maxima diferencia, que se ha de añadir al movimiento medio para tener el verdadero, por ser lo mas que se aparta àzia Oriente el Sol V del centro N.

5. Explicase tambien en esta hypothesis aquel tardissimo movimiento, que al principio del cap. 6. de la primera parte de este Libro, dixè tener el Apogeo solar de Poniente à Levante, segun el orden de los signos: el qual, consistè, en que aunque, como queda dicho, tanto se mueva sensiblemente el Epicyclo al rededor de su centro, àzia Poniente, ò contra el orden de los signos de A, àzia E, quanto el centro B del Epicyclo se mueve àzia Levante, ò segun el orden de los signos de B, àzia M; pero estos movimientos, no son en todo rigor iguales, si que el movimiento del Epicyclo de A, àzia E, es vn tantico mas tardo; que el del centro B, àzia M: De que se sigue, que aviendose restituido el punto B à B, concludida toda la buelta, el Apogeo A del Epicyclo, aun no ha llegado à A, si que dista cosa de vn minuto àzia G; y esto es lo que haze parecer moverse el Apogeo de Poniente à Levante àzia M vn minuto cada año.

Consta, pues, de lo dicho, que con esta hypothesis, se explican bien todos los phenomenos, que se observan en el Sol; pero si es con todos los cabales, se verà despues.

PROP. XLIII. Theorema.

Explicase la hypothesis solar Ptolomayca del Excentrico.
figur. 59.

Sea T el centro de la tierra, y de la ecliptica AMPQ, dividida en quatro quadrantes con los diametros AP, MQ, que se cortan perpendicularmente en el centro T: Sea AP la linea de los auges, señalase en ella la distancia TE, igual à la diferencia observada entre la maxima distancia del Sol à la tierra, y la media, y será TE la excentricidad del Sol: Del punto E con la distancia EH, igual à la media distancia del Sol, descrivase el

el excentrico HIRN; y será H el Apogeo del Sol, correspondiente al punto A de la ecliptica; y R, será el Perigeo correspondiente al punto P; y la linea de los auges, será en el excentrico la HR; y en la ecliptica, la AP. Supongase aora, que el centro del cuerpo solar està en la periferia del excentrico, en la qual se mueven con movimiento igual de H por B, I, &c. de Poniente à Levante, segun el orden de los signos, perficionando vnà circulacion en vn año. Con esta suposicion se explican facilmente los phenomenos del movimiento solar, como se sigue.

1. Quando el Sol se halla en H, mirado del centro T de la tierra, parecerà en la maxima distancia, que es toda la TH; y quando se halla en R, parecerà tener la minima distancia, que es TR; y algo mas arriba de los puntos I, y N, se observará en la distancia media.

2. Aunque el Sol se mueve igualmente por el excentrico; pero à los que le observamos desde la tierra, nos ha de parecer se mueve con movimiento desigual: porque si el Sol està en H, parecerà estàr en A; y si se halla en R, parecerà estàr en P; y coincidirá la linea EH, ò ER del movimiento medio, con la linea TA, ò TP del verdadero, y aparente. Supongamos aora estè yà el Sol en B, por cuyo centro B, tirese de los centros de la tierra, y excentrico las rectas EBC, TBD, hasta la ecliptica: con que la linea del movimiento, ò lugar medio, será EBC, de fuerte, que si estuviésemos en E, veriamos al Sol B, en el punto C de la ecliptica; pero porque estamos en T, la linea del lugar, ò movimiento verdadero, y aparente es TBD, por la qual vemos al Sol B, en el punto D de la ecliptica; y por consiguiente, mas occidental que el punto C, donde està en virtud del movimiento medio: Luego parecerà moverse mas tardo de lo que se moveria en fuerza del movimiento medio.

Supongamos aya pasado yà el Sol à I, y aunque desde E, le veriamos en L, por la linea EIL del movimiento medio, pero como le observemos desde T, es forzoso le veamos en M, por la linea TIM del movimiento, ò lugar

verdadero ; y lo mismo sucederá en qualquiera punto del semicirculo primero HIR en que baxa el Sol del Apogeo H, al Perigeo R, que se llama el primer semicirculo de la Anomalia , y corresponde à AMP : Luego en este semicirculo aparecerá el Sol mas occidental, que el lugar medio ; y por consiguiente , la diferencia se avrá de quitar al movimiento medio , para tener el verdadero ; ò añadirle à este , para tener el medio en este primero semicirculo.

Passado yá el Perigeo R ; estè el Sol en N , y será ENV linea del lugar , y movimiento medio ; y TNQ, la del verdadero ; con que el Sol N parecerá estár en Q, punto mas oriental que el punto V del lugar medio. Asimismo , quando estará en K, se verá por la TKF en el punto F mas oriental que el punto G , donde se pone la linea EKG del movimiento medio : Luego en este segundo semicirculo de la Anomalia , en que el Sol sube del Perigeo al Apogeo , aparece el Sol mas oriental que el lugar medio : y por consiguiente , su movimiento verdadero ; mas veloz que el medio : con que la diferencia de estos movimientos , se avrá de añadir aqui al medio , para tener el verdadero ; y quitarla de este , para tener el medio.

3. Tambien se vé claramente , por qué se detiene mas el Sol en caminar el semicirculo QAM : esto es, desde Ariete à Libra , que en el semicirculo MPQ , de Libra à Ariete : yes , porque el Sol aparece detenerse en el semicirculo QAM todo aquel tiempo que gasta en andar la porcion NHI del excentrico : y parece estár en el semicirculo MPQ aquel tiempo en que anda la parte IRN del excentrico ; pero el Sol gasta mas tiempo en caminar el arco NHI mayor , que en andar el IRN menor : Luego ha de parecer detenerse mas en el semicirculo QAM, que en el otro MPQ.

4. Ultimamente , para explicar el movimiento tardísimo con que el Apogeo se mueve , segun el orden de los signos , se suele añadir à esta hypothesis vn pequeño circulo , en cuya periferia se mueve el centro E del ex-

centrico vn minuto cada año , segun el orden de los signos ; el qual se omite en la figura , por no ser menester , para explicar el movimiento annuo del Sol , siendo insensible la variacion , que de tan poco movimiento puede resultar.

PROP. XLIV. Theorema.

Explicanse los terminos pertenecientes à las dos hypotheses referidas.

Porque los terminos con que se explican las lineas , que concurren en las dos hypotheses Ptolomaycas sobredichas , son comunes à todas las demás hypotheses , así del Sol , como de los demás Planetas , es conveniente se tengan bien sabidas : por lo qual añado aqui su general explicacion.

Concentrico , es qualquiera circulo , cuyo centro es el mismo que el del mundo.

Excentrico , es el circulo , cuyo centro es distinto del centro del mundo.

Excentricidad , es la distancia del centro del excentrico al centro del mundo ; y siempre es la mitad de la diferencia que ay entre la maxima , y minima distancia de vn Astro al centro del mundo , como en la fig. 59. es la linea ET ; y en la fig. 58. la FB : porque la excentricidad , ha de ser en la hypothesis del excentrico , igual al semidiametro del Epicyclo en su hypothesisi.

Epicyclo , es vn circulo , cuyo centro está en la periferia de otro.

Concentrepicyclo , es el agregado del concentrico , y Epicyclo : como *Excentrepicyclo* , es el agregado del excentrico , y Epicyclo.

Apogeo , y Auge , es el punto en que vn Planeta dista lo mas que puede distar del centro de la tierra. *Perigeo* , ò punto opuesto al Auge , es aquel en que el Planeta dista lo menos que puede ser del centro de la tierra.

Aphelio , es aquel punto en que la tierra , ò qualquiera Planeta , dista del Sol , lo mas que puede ser. *Perihelio* , es

el punto en que dista del Sol lo menos que es posible.

Linea del Apogeo, ò de los *Auges*, es la recta que va del Apogeo al Perigeo, la qual necessariamente passa por los centros del mundo, y del excentrico, y Epicyclo.

Linea del movimiento medio, ò *lugar medio*, es la que determina el lugar medio, ò movimiento medio del Planeta; y esta en la hypothesi del Epicyclo, es la linea tirada del centro del mundo al centro del Epicyclo: y en la del excentrico, es la recta TZ, tirada del centro del mundo T, paralela à EC, que del centro del excentrico, passa por el centro del Planeta B, hasta la ecliptica.

Linea del lugar, ò *movimiento verdadero*, y *aparente*, es la que determina el lugar, ò movimiento verdadero, y aparente del Planeta; y en entrambas hypotheses, es la recta tirada del centro de la tierra por el del Planeta, hasta la ecliptica.

Anomalia, es lo que el lugar medio del Planeta dista del Apogeo: qual es en la hypothesi del Epicyclo el arco ZD, fig. 58. y en la del excentrico, el arco BH, fig. 59.

Equacion, ò *Prostapheresi*, es la diferencia que ay entre el lugar, ò movimiento medio, y el verdadero, ò aparente: tal es en la hypothesi del Epicyclo el arco KI de la ecliptica, fig. 58. y en la del excentrico ZD, fig. 59. Llamase *Prostapheresi*, que quiere dezir, cosa que se añade, ò quita; porque dicha diferencia, à vezes se añade, para que el movimiento medio se convierta en verdadero; ò este, en medio; y à vezes se quita, como antes dixè.

Estas dos hypotheses, son entre si equipolentes, como consta de lo dicho; pero Copernico, Tycho Brahe, y la comun de los Astrónomos, prefieren la del excentrico à la del Epicyclo, por ser mas simple. Entrambas son generalmente admitidas, aunque con alguna correccion, que mas adelante veremos: por lo qual explico en las Proposiciones que se siguen, el modo de hallar, segun ellas, el lugar, y movimiento del Apogeo solar, la excentricidad, y las equaciones, ò *Prostaphereses*.

PROP. XLV. Problema.

Modo primero de hallar la excentricidad, y Apogeo del Sol, segun Ptolomeo. figur. 60.

Ptolomeo en el Lib. 3. del Almagesto, cap. 4. à quien siguen Albategnio, Regiomontano, Nonio, Reinholdo, Copernico, Snellio, Longomontano, Blancano, y Mecio, citados por el Padre Ricciolio, Lib. 3. del Almagesto, cap. 24. para hallar la excentricidad, y Apogeo del Sol, se valen de la observacion de dos equinoccios de vn mismo año, y del solsticio intermedio, en la forma que se ve en el exemplo siguiente.

Aviendo observado Ptolomeo los dos equinoccios, vernal, y autumnal, de vn mismo año, hallò, que del vernal al autumnal passaron 187. dias, à los quales corresponden del movimiento medio 184. grad. 20. min. observò tambien el solsticio estival; y hallò, que del equinoccio vernal al dicho solsticio passaron 94. dias, y 12. horas, à quienes corresponden de movimiento medio 93. grados, 9. min. Esto supuesto,

Descrivale de qualquier centro A, el excentrico del Sol BDCN. Y supongase, que el principio de Ariete, y equinoccial vernal està en el punto B: cortese el arco BDC de 184. grad. 20. min. y el arco BHD de 93. grad. 9. min. y aquel serà el arco del excentrico que ay desde Ariete à Libra, y este serà el que ay desde Ariete à Cancro: tirese la recta BC, que juntarà los dos equinoccios, y en ella estarà necessariamente el centro de la tierra: Del punto D del solsticio, tirese la DK perpendicular à CB, y esta serà la linea que junta entrambos solsticios, que necessariamente es perpendicular à la que junta los equinoccios, como consta de los principios de la esfera; y como en esta exista tambien el centro de la tierra, necessariamente estarà esta en el punto K comun à las dos lineas CB, DK: Luego la linea KAT, tirada de K por el centro A del excentrico, serà la linea del Apogeo; y por consiguiente, estarà el Apogeo en T,

debaxo del punto S de la ecliptica, y la excentricidad será KA; y por consiguiente, suponiendo dividido el radio AT del excentrico en qualesquiera partes iguales, se habrá quantas de ellas incluye la excentricidad KA.

Para formar aora el calculo Trigonometrico, tirese la linea IAH, paralela à CB; y FAN, paralela à DK. Esto supuesto, el arco BDC, se hallò ser de 184. grad. 20. min. y siendo HDI semicirculo, es el exceso de aquel 4. grad. 20. min. cuya mitad es el arco BH 2. grad. 10. min. y su seno es igual à la linea AG: que en la Tabla de los senos se halla ser 378065. Tambien el arco HF, es 90. grad. El arco BD, se hallò ser de 93. grad. 9. min. El arco BH, es 2. grad. 10. min. Luego el arco BF, será de 92. grad. 10. min. que quitado de 93. grad. 9. minutos, queda el arco FD de 59. min. ò de vn grado: (despreciando el minuto que le falta) Luego la linea KG, es el seno de vn grado, que en la Tabla es 174524.

Hagase, pues, la analogia: Como KG 174524. à AG 378065. así el seno total, a la tangente del angulo AKG, que es 65. grad. 13. min. 30. seg. Luego el Apogeo distaba del primer punto de Ariete 65. grad. 13. min. 30. seg. conque se hallaba en 5. grad. 13. min. 30. seg. de Geminos.

Ultimamente, hagase: Como el seno del angulo AKG, al lado GA: así el seno total, al quarto termino: y se hallarán ser la excentricidad KA de 416417. partes de las que el radio tiene 1000000.

Esta methodo es muy facil; pero muy expuesta à error, por la dificultad que ay en observar el solsticio; y así, tengo por mas segura qualquiera de las dos siguientes.

PROP. XLVI. Problema.

Modo 2. de hallar la excentricidad, y Apogeo del Sol, segun el Padre Dechales. fig. 61.

EL Padre Dechales en su Astronomia, Lib. 2. Prop. 28. se vale tambien de la observacion de dos equinoccios inmediatos; pero en lugar de la del solsticio, toma otra observacion intermedia del lugar del Sol, qualquiera que sea; y con ellas procede en la forma siguiente.

El

El año 1607. observò Mecio, que el equinoccio vernal sucedió à 20. de Marzo, hora 10. despues de medio dia, y 30. min. El mismo observò, que el dia 25. de Abril, al medio dia, estaba el Sol en 14. grad. 28. min. de Tauros; y que el equinoccio autumnal, sucedió el dia 23. de Septiembre à las 4. hor. 30. min. despues de medio dia: con estas tres observaciones, hizo el P. Dechales la construccion siguiente.

Descrivase el excentrico ALC, en el qual sea A el principio de Ariete; y porque de la primera observacion à la segunda passaron 45. dias, 13. horas, 30. min. à quienes corresponden del movimiento medio del Sol, 44. grad. 54. min. 31. seg. cortese el arco AB de los grados sobredichos, y caerà el punto B en 14. grad. 28. min. de Tauro: De la primera observacion, à la tercera, passaron 186. dias, y 18. horas, à quienes responden del movimiento medio 184. grad. 4. min. 10. seg. cortese, pues, el arco ALC de estos grados, y será C el principio de Libra; y tirando la linea AC del principio de Ariete, al de Libra, estará en esta linea la tierra; y porque el Sol, al tiempo de la segunda observacion, se hallaba en B, distante de A, principio de Ariete, 44. grad. 28. min. se hará el angulo NAP de 44. grad. 28. min. Luego se tirará del punto B la BDE, paralela à PA, y la tierra estará en el punto D; y tirando la DKL, por el centro K del excentrico, será esta la linea del Apogeo, y DK, la excentricidad; y el angulo ADL, será lo que distaba el Apogeo del principio A de Ariete.

Para hazer aora el calculo geometrico, tirese por el centro del excentrico la IKG, paralela à BDE; y la KF, perpendicular à BDE, y juntese la AE.

El arco AB es 44. grad. 54. min. 31. seg. y como el angulo AEB, formado en la periferia, insista sobre el arco AB, será (20. 3. Euc.) su valor 22. grad. 27. min. 15. seg. y med. Y como el externo ADB, 44. grad. 28. min. sea igual à los dos internos AEB, DAE, si se le quita el AEB, 22. grad. 27. min. 15. seg. y med. el residuo será el angulo DAE, 22. grad. 0. min. 44. seg. y med. el qual es

la

la mitad del arco CE, en quien infiste: con que este es de 44. grad. 1. min. 29. seg. Añadase à este arco CE, el arco ALC de 184. grad. 4. min. 10. seg. y resultará el arco ABCE 228. grad. 5. min. 39. seg. y el AE restante al círculo será 131. grad. 54. min. 21. seg. cuya subtensa AE, es de 182642. partes de 100000. que tiene el radio.

Esto supuesto, en el triangulo ADE, es conocido el angulo ADE 135. grad. 32. min. por ser complemento del angulo ADB 44. grad. 28. min. se sabe tambien el lado AE, y el angulo DAE: Luego se hará el lado DE con la siguiente analogia.

Como el seno del angulo ADE,	70049
al lado AE:	182642
Afsi el seno del ang. DAE 22. gr. 0. min. 44. seg.	37487
al lado DE.	97741

Sumese el arco AE 131. grad. 54. min. 21. seg. con el arco AB 44. grad. 54. min. 31. seg. y resultará el arco BAE 176. grad. 48. min. 52. seg. cuya mitad es 88. grad. 24. min. 26. seg. cuyo seno 99961. es la linea FE: restando, pues, de ella la DE, restará conocida la FD 2220.

Ahora se ha de buscar la FK, en esta forma: Del semicírculo IAG 180. grados, quitefe el arco conocido BAE 176. grad. 48. min. 52. seg. y el residuo será el agregado de los arcos BI, EG 3. grad. 11. min. 8. seg. cuya mitad 1. grad. 35. min. 34. seg. es el arco BI, cuyo seno FK es 2780.

Ultimamente, se resolverá el triangulo rectangulo FDK, dados yá los lados FK, FD, y se hallará ser la excentricidad DK 3558. partes de las que el radio tiene 100000. Hagase ahora: como DK 3558. al seno total; afsi FK 2780. al seno del angulo FDK, que se hallará ser de 51. grad. 23. min. y añadiendole à este el angulo ADB 44. grad. 28. min. se tendrá el angulo total ADL 95. grad. 51. min. que es lo que distaba el Apogeo del principio de Arieete el año 1607. con que se hallaba entonces en 5. grad. 51. min. de Cancro; y la excentricidad, se halló ser 3558.

NOTA.

Este modo 2. de hallar la excentricidad, y Apogeo del Sol, le tomó el P. Dechaies de la theoria del Sol, de Adriano Mecio, cuyo calculo está vicioso, à causa de aver errado el seno de 22. grad. 0. min. 44. seg. cuya equivocacion continuó dicho P. Dechaies; y añadió otra; que fue dexir, que Mecio hizo la observacion el año 1600. siendo asii, que como consta del mismo Adriano Mecio, lo hizo el año 1607. Nuestro Author incurrió en el descuido de entrambos; por lo que ha sido preciso corregir el calculo en esta edicion. Esto se advierte, para que si el curioso, cotejanda los Autores, hallare diverso el calculo, entienda, que este es el legitimo.

PROP. XLVII. Problema.

Modo tercero de hallar la excentricidad, y Apogeo del Sol, segun el Padre Ricciolio. fig. 62.

Este modo substancialmente, es el mismo que el pasado; solo se diferencia de él en la práctica del calculo. Para su explicacion hago eleccion de las observaciones; que segun refiere el P. Dechaies, hizo Mouton en Leon de Francia. La primera, fue el año 1660. dia 7. de Agosto al medio dia, en la qual observó al Sol en 15. grad. 29. min. de Leon; ò en distancia de 135. grad. 29. min. del principio de Arieete. La segunda, fue del equinoccio autumnal, que sucedió el dia 21. de Septiembre à las 22. hor. 30. min. despues de medio dia. La tercera, fue el año 1661. en que observó el equinoccio vernal el dia 19. de Marzo à las 14. hor. 10. min. despues de medio dia.

De la primera observacion à la segunda, passaron 45. dias, 22. horas, 30. min. al qual tiempo corresponde el movimiento medio de 45. grad. 16. min. 41. seg. Cortese, pues, en la figura el arco MS de los grados sobredichos. De la segunda observacion à la tercera, passaron 178. dias, 15. hor. 40. min. à que corresponden de movimiento medio 176. grad. 5. min. 19. seg. Hagase, pues, el arco MVN de estos mismos grad. Con que el equinoccio autumnal del año 1660. estará en M, y el vernal del siguiente año en N: y avien-

aviendo tirado la MN, tirese del punto S la ST, que haga con la MN angulo de 44. grad. 31. min. que son los que ay de los 15. grad. 29. min. de Leon al principio de Libra, y estará la tierra en T; y la linea TCK, será la del Apogeo; TC, será la excentricidad; y el angulo NTK, será la distancia del Apogeo del primer punto de Ariete.

Para el calculo, tirenté las lineas CS, CM, CN. En el triangulo, pues, MCN, es conocido el angulo MCN, cuya medida es el arco MVN de 176. grad. 5. min. 19. seg. que quitado de 180. grad. queda el valor de los angulos M, y N juntos, 3. grad. 54. min. 41. seg. y como sean iguales, por ser el triangulo MCN Iloceles, será el angulo M de 1. grad. 57. min. 20. seg. y med. à quien, si se añade el angulo MTS, yà conocido 44. grad. 31. min. la suma 46. grad. 28. min. 20. seg. y med. será igual al angulo externo SIM: y como este tambien sea externo, respecto del triangulo ISC, será igual à la suma de los internos ISC, ICS: de la qual, si se quita el angulo SCM del movimiento medio, conocido al principio, que es 45. grad. 16. min. 41. seg. el residuo será el angulo TSC, que es la Prosthapheresis 1. grad. 11. min. 39. seg.

Aora en el triangulo SIC, se hallará la linea IC con la siguiente analogia: Como el seno del angulo SIC 46. grad. 28. min. 20. seg. 72504. al radio CS 100000. así el seno del angulo ISC 1. grad. 11. min. 39. seg. 2084. al lado IC 2874. y med. que restado del lado CM, queda el lado MI 97125. y med.

A mas de esto, en el triangulo MIT se hallará la IT, diciendo: Como el seno del angulo ITM 44. grad. 31. min. 70111. à MI 97125. y med. así el seno del angulo IMT 1. grad. 57. min. 20. seg. 3412. y med. à IT 4727. y dos tercios.

Finalmente, en el triangulo CIT está sabido el angulo CIT 46. grad. 28. min. 20. seg. y los lados CI 2874. y med. y IT 4727. y dos tercios: con que se hallará el angulo TIC 37. grad. 18. min. 20. seg. y añadiendole el angulo STM 44. grad. 31. min. será todo el angulo MTK 81. grad. 49. min. 20. seg. que quitado de 180. resta el

an.

angulo KTM 98. grad. 16. min. 40. seg. distancia del Apogeo del punto N, principio de Ariete; y así, estaba en 8. grad. 10. min. 40. seg. de Cancer: y por los lados CI, IT conocidos, se hallará ser la excentricidad TC 3446. partes de las que el radio es 100000.

Advierte el Padre Dechales, que no se ha de fiar el Astronomo en este punto de vna sola observacion; si, que aviendo hecho diferentes, que siempre serán algo discordes, podrá prudentemente elegir el medio.

PROP. XLVIII. Problema.

Hallar la cantidad del movimiento del Apogeo Solar.

EL modo con que se halla el movimiento annuo del Apogeo Solar, es el mismo que explique en la prop. 39. de este Libro, para hallar el movimiento annuo del Sol. Confite, pues, en numerar el tiempo que ha pasado, desde vna observacion antigua del lugar del Apogeo, hasta otra moderna: y aviendo visto lo que huviere caminado en esse tiempo el Apogeo por la ecliptica, se resolverà todo esse arco en las vltimas minucias: y partiendolo esto por el numero de años que passaron de vna à otra observacion, el quociente será el movimiento annuo del Apogeo.

Pero advierte, que como las observaciones, especialmente de los antiguos, sean en este punto tan inciertas, no es facil asegurarnos de la cantidad precisa de este movimiento; pero èl es tan poco, que aunque aya algun error, será del todo insensible el que de alli puede redundar al movimiento del Sol. Bastanos, pues, saber, que segun la comun de los Astronomos, el movimiento annuo del Apogeo solar, no es menos de vn minuto; si que es, ò vn minuto, ò muy poco mas; y segun las Tablas modernas Parisienses, es 1. min. 1. seg. 30. terceros.

Solo nos falta aora determinar las Prosthaphereses; ò Equaciones del movimiento del Sol, segun la hypothesis del excentrico: para lo qual se han de presuponer algunos Theoremas; y son los siguientes.

PROP.

PROP. XLIX. Theorema.

En los puntos del excentrico , igualmente distantes del Apogeo, son iguales las Prosthaphereses. fig. 59.

Explicacion. Los puntos B, y K distan igualmente del Apogeo H del excentrico: digo, que los angulos TBE, TKE, que son las Prosthaphereses, son iguales.

Demonstr. En dichos triangulos, los lados EB, EK son iguales, por ser radios de vn mismo circulo; y el lado ET, es comun à entrambos triangulos. Tambien por ser iguales los arcos HB, HK, lo son los angulos HEB, HEK; y por consiguiente, sus complementos TEB, TEK, son tambien iguales: Luego los triangulos TEB, TEK, son totalmente iguales; (4.1. Euc.) y por consiguiente, los angulos TBE, TKE, son iguales.

PROP. L. Theorema.

La media distancia del Sol à la tierra, sucede en aquel punto del excentrico, del qual, si se tira una perpendicular à la linea de los Auges, corta en dos partes iguales la excentricidad. fig. 63.

Explicacion. Sea ACP el excentrico, cuyo centro es E; y el centro del mundo sea T; y la linea de los auges AP; y la excentricidad ET, dividida por medio en B. Tirese al punto B la recta CB perpendicular à AP, y tirense las rectas CE, CT: Digo, que CT, es la media distancia del Sol à la tierra.

Demonstr. Los triangulos CBE, CBT tienen los lados BE, BT iguales, y CB comun; y los angulos en B rectos iguales: Luego dichos triangulos, son totalmente iguales: Luego el lado CT, es igual à CE, que es el semidiámetro del excentrico, ò media distancia del Sol à la tierra.

PROP.

PROP. LI. Problema.

Determinar quanto diste del Apogeo el sobredicho punto, en que tiene el Sol la media distancia de la tierra. fig. 63.

En el triangulo CEB, rectangulo en B, se sabe la hypotenusa CE, radio del excentrico: el lado BE, mitad de la excentricidad: Luego por las reglas ordinarias de Trigonometria, se hallará el angulo CEB, cuyo complemento al semicirculo, será el angulo CEA, cuya medida es el arco AC, distancia del punto C, en que el Sol tiene la media distancia de la tierra, al punto A del Apogeo.

PROP. LII. Theorema.

La maxima Prosthapheresis, ò maxima diferencia entre el movimiento medio, y aparente, sucede en aquel punto del excentrico, del qual se puede tirar al centro del mundo una perpendicular à la linea de los auges.

figur. 64.

ESTE punto, es à quien Purbachio, y Copernico, llaman *Longitud media*: Sea, pues, en el excentrico ABPC, la linea de los auges AP: en la qual, sea E el centro del excentrico; y T, el centro del mundo: por el qual, tirese la BC perpendicular à AP: con que esta cortará por medio la BC en el punto T. (3.3. Euc.) Tirense del centro E, las rectas EB, EC: Digo, pues, que los angulos de las Prosthaphereses, ò equaciones EBT, ECT, son los maximos, que sobre la excentricidad ET, como basa, se pueden formar en la circunferencia del excentrico.

Demonstr. Formese sobre la ET, en la periferia del excentrico, vn angulo como EKT àzia el Apogeo; y otro como ENT, àzia el Perigeo, y tirense las lineas KC, NC. Esto supuesto, las lineas EB, EC, EK, EN, son iguales, por ser radios de vn mismo circulo: Luego

los

los triangulos EBC, EKC, y ENC son Ifoceles: Luego (5. 1. Euc.) los angulos sobre sus basas, son iguales: esto es, EBC, ECB son iguales: y asimismo, EKC, ECK, y ENC, ECN. Tambien en el triangulo TKC, es (7. 3. Euc.) el lado TK, mayor que el lado TC: Luego (19. 1. Euc.) el angulo KCT, opuesto al mayor lado, es mayor que el angulo TKC, opuesto al menor: Luego si de estos se quitan los angulos iguales EKC, y ECK, quedará el angulo ECT mayor que EKT: Asimismo, demostraré ser el angulo ECT mayor que ENT; y que otros qualesquiera angulos, formados en la periferia del excentrico sobre la basa, ó excentricidad ET: Luego las maximas equaciones, ó Prosthaphereses, son las que se forman en B, y C.

COROLARIOS.

1. Las Prosthaphereses, tanto son mayores, quanto los puntos en que se forman, son mas cercanos de los puntos B, y C; y tanto menores, quanto mas distan de ellos: basta desvanecerse del todo en los puntos A, y P del Apogeo, y Perigeo; donde coinciden las líneas del movimiento medio, y verdadero. Consta esto de la sobredicha demonstracion.

2. El punto correspondiente en la ecliptica, á la maxima Prosthapheresis, dista igualmente del Apogeo, y Perigeo: esto es, de cada uno 90. grados: Porque la linea TB prolongada, corta por medio á la ecliptica, por passar por su centro T; pero en el excentrico, el punto B, dista del Apogeo; tanto mas de 90. grados, quanta es la maxima equacion; porque tirando la EZ perpendicular á la AP, se manifiesta claramente, que el angulo ZEB, en que AFB excede al quadrante AZ, es igual al angulo EBT de la maxima equacion: (29. 1. Eucl.) Luego el arco, ó distancia AB, excede al quadrante en el arco ZB, igual á dicha maxima equacion.

3. De aqui se sigue, que añadiendo la maxima equacion á 90. grados, se sabrá el punto del excentrico, ó anomalia, donde sucede dicha maxima equacion.

(S)(E)(X)(T)(S)

PROP.

PROP. LIII. Problema.

Hallar la Prosthapheresis maxima del movimiento del Sol.

fig. 64.

Operacion. En el triangulo rectangulo ETB, es conocido el semidiametro EB del excentrico, y la excentricidad ET: Luego se sabrá el angulo EBT, que es la maxima prosthapheresis, con la siguiente analogia: Como EB 100000. a: radio de las Tablas Trigonom. Así la excentricidad ET 3480. ò la que fuere: al seno del angulo B, que es la maxima prosthapheresis.

PROP. LIV. Problema.

Hallar las demás equaciones, ó prosthaphereses. fig. 64.

Operacion. En el triangulo obliquangulo EKT, se supone conocido el lado ET, que es la excentricidad; y el lado EK, semidiametro del excentrico; y el angulo KET, que es el complemento á 180. grad. de la anomalia, ó distancia del punto K al Apogeo, que se supone conocida: Luego se sabrá el angulo TKE, opuesto á la excentricidad, que es la prosthapheresis, con esta analogia: Como la suma de los dos lados, á la diferencia de los mismos: así la tangente de la semisuma de los angulos adjacentes á la basa, que son K, y T, á la tangente de la diferencia de los mismos. Resta se esta diferencia de la semisuma de los angulos, y el residuo será el angulo K, que es la equacion que se busca. Viendo de los Logarithmos, se haze esta operacion con gran facilidad.

PROP. LV. Problema.

Hazer las Tablas de las Prosthaphereses.

Operacion. Hallese por la Proposicion antecedente la Prosthapheresis correspondiente á cada grado del primer semicirculo de la anomalia: Lo que se hará con grande atajo, viendo de los Logarithmos; porque como algunos de ellos sirven para todas las operaciones, con

Tom. VII.

P

cien-

ciento y ochenta restas, se sacan todas las prostaphereses del primer semicirculo de la Anomalia, las quales sirven tambien para el segundo; porque los grados que distan igualmente del Apogeo, como por exemplo, el 46. y el 314. tienen vna misma prostapheresi, (40.) solo que en el primer semicirculo, son todas subtractivas; y en el segundo, additivas, como queda dicho en otra parte.

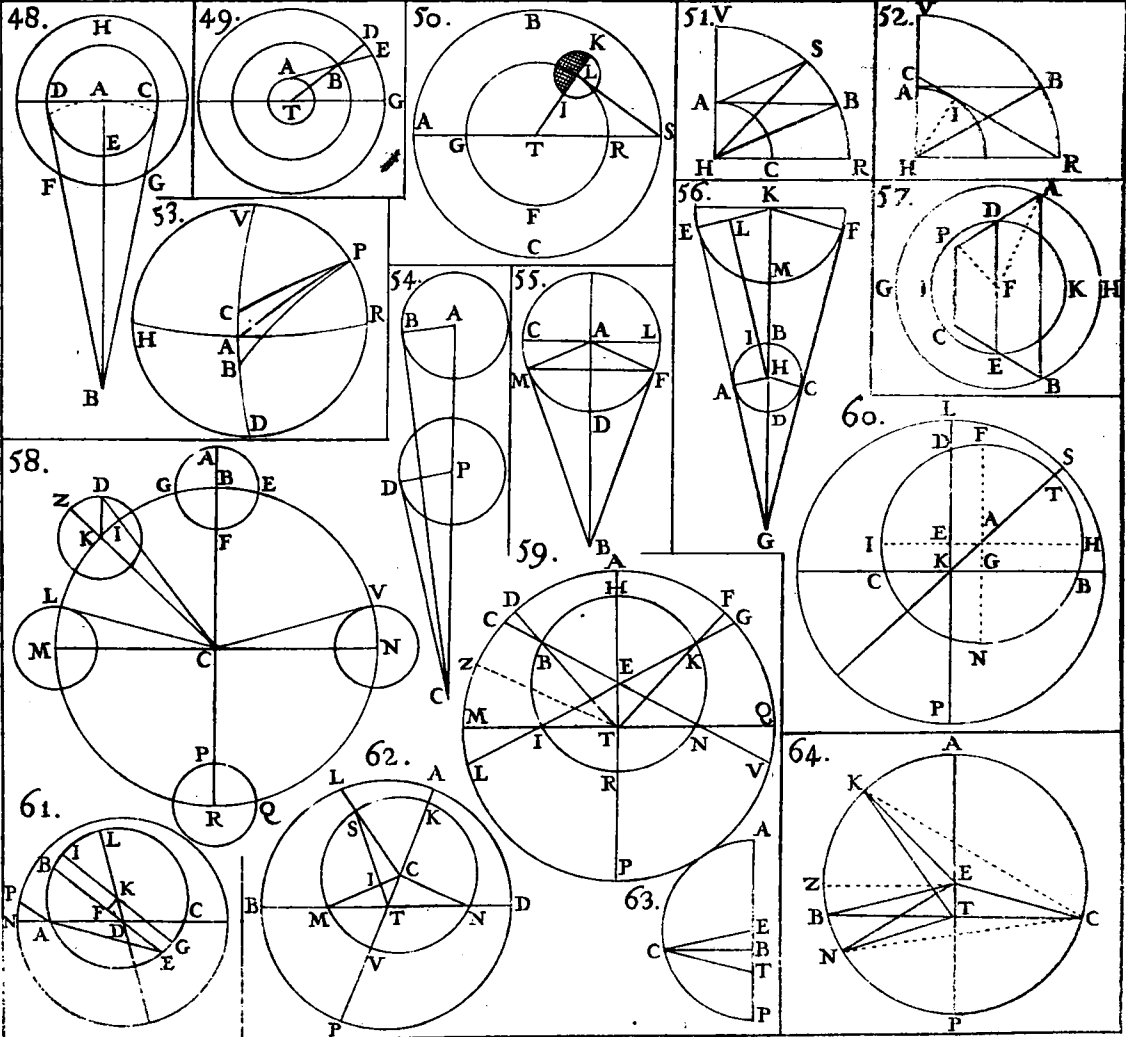
PROP. LVI. Theorema.

Adviertese vn notable defecto en la hypothesi solar de Ptolomeo.

LA hypothesi explicada de Ptolomeo, assi la del Epicyclo, como la del excentrico, tiene vn defecto, que no se puede disimular; y es, que aunque la excentricidad entera, concuerda bien con las prostaphereses; pero no con los diametros aparentes del Sol Apogeo, y Perigeo; porque supuesta toda aquella excentricidad, la diferencia del diametro aparente del Sol, quando Apogeo, y quando Perigeo, avia de ser mayor de lo que atestiguan las observaciones, de forma, que esta diferencia no necessita mas que de la mitad de la excentricidad; con que las prostaphereses, para salir ajustadas a la verdad, piden toda la excentricidad; y los diametros aparentes del Sol Apogeo, y Perigeo, solo necesitan de su mitad; lo que convence no moverse el Sol por aquel excentrico.

Pruebasse esto, y juntamente se explica con mas claridad: Toda la excentricidad, segun las mejores observaciones, es 3480. partes de las que el radio del excentrico, o media distancia del Sol tiene 100000. con que la mitad de la excentricidad, es 1740. Digo, pues, que la diferencia de los diametros aparentes del Sol Apogeo, y Perigeo, no ha menester toda la excentricidad 3480. si solamente su mitad 1740. siendo assi, que las prostaphereses la requieren toda entera; pues sacadas con toda esta excentricidad, dan bien correctos los movimientos. Que la sobredicha diferencia de los diametros aparentes, no admita mas que la mitad 1740. se prueba; porque como

confe



consta de la Prop. 20. dicha diferencia es solamente vn minuto , la qual diferencia , solo ha menester dicha semiexcentricidad : y para probarlo , hago eleccion de las observaciones que hizo el P. Ricciolio , segun las quales , el diametro aparente del Sol en el Apogeo , se halló ser 31. min. en el Perigeo 32. min. 8. seg. y en la media distancia 31. min. 32. seg. con que el semidiametro del Sol Apogeo , fue 15. min. 30. seg. en la media distancia 15. min. 46. seg. y en el Perigeo 16. min. 4. seg.

Sea , pues , en la figura 65. CS , la distancia media del Sol 100000. partes ; y el angulo SCM, sea 15. min. 46. seg. semidiametro aparente del Sol en la media distancia , segun lo observado : Luego en el triangulo SCM rectangulo en M , dado el lado CS 100000. y el angulo SCM 15. min. 46. seg. se hallará ser el lado SM 46. no haziendo caso de algunos pequeños quebrados , el qual es el semidiametro verdadero del Sol , expresado en aquellas partes , de que el radio del excentrico tiene 100000. Añadase ora á la media distancia 100000. la semiexcentricidad 1740. y será ST la maxima distancia del Sol 101740. Luego en el triangulo STM rectangulo en M , dado el lado ST 101740. y SM 46. se hará el angulo STM , diametro aparente del Sol en la maxima distancia , ó en el Apogeo , que se hallará ser 15. min. 30. seg. como fue observado. Ultimamente , de la media distancia 100000. quitese la semiexcentricidad 1740. y se tendrá FS , distancia minima del Sol 98260. luego en el triangulo FSM , conocido el lado FS , y SM 46. quedará conocido el angulo T , semidiametro aparente del Sol en el Perigeo , que será 16. min. 46. seg. segun fue observado.

Aqui se ha visto claramente , que con sola la semiexcentricidad 1740. se satisface plenamente á lo observado en los diametros aparentes del Sol Apogeo , y Perigeo : Luego si huvieramos usado de toda la excentricidad en las operaciones sobredichas , los angulos T , y F serian diferentes : esto es , T menor , y F mayor ; y por consiguiente , no concordarian con lo observado : con que toda la excentricidad es excelsiva para los sobredichos diame-

tros ; y basta la mitad , siendo así , que para las Prosthaphereses , no basta la mitad , si que se requiere toda entera. De lo qual se concluye , que el centro de los movimientos medios , ha de distar del centro de la tierra , ò de los movimientos verdaderos , doblado de lo que dista de este centro el círculo diferente del Sol , para que con esta sola distancia , se determinen los diámetros aparentes ; y con la distancia del centro de los movimientos medios , que es doblada de esta , se determinen las Prosthaphereses.

PROP. LVII. Theorema.

La excentricidad del Sol , necessariamente se ha de admitir bisecta , ò partida por medio.

DE lo dicho en la Proposición antecedente se colige , que la excentricidad del Sol , necessariamente se ha de poner bisecta , para que con toda ella entera se hallen las Prosthaphereses ; y con su mitad se determinen los diámetros aparentes del Sol , de modo , que concuerden con las observaciones. De este sentir fue Keplero , à quien sigue Vendelino , Magino , Bulialdo , Cavalerio , y Ricciolio en la Astronomia Reformada , lib. 1. cap. 9. 10. y 12. y otros. Como se aya de disponer la hypothesis de los movimientos del Sol , con la excentricidad bisecta , se explica en las Proposiciones siguientes.

PROP. LVIII. Theorema.

Explicase la hypothesis del círculo equante , que discurrió Keplero ; figur. 66.

Keploero , para componer la dificultad sobredicha , introduxo vn círculo equante en la hypothesis del Sol , cuya disposición , es como se sigue.

Sea en la fig. 66. T el centro de la tierra , y del mundo ; del qual se describe la ecliptica HRV , &c. Y tirando por el centro T la línea de los auges HV , tomese en ella la CT igual à toda la excentricidad , que se dividirá por medio en E. Del centro E describáse el excentrico AOPF,

AOPF , cuyo Apogeo sea A , y el Perigeo P. Y con el mismo intervalo , hecho centro en C , describáse vn otro excentrico BOMF , que será el equante , cuyo Apogeo sea B , y el Perigeo M. De los centros C , y E , tirense las NC , SE , perpendiculares à la línea de los Auges. Imagínese aora , que el centro del cuerpo solar está en D , al qual punto , de los tres centros C , E , T , tirense tres rectas ; la TDG hasta la ecliptica ; y las CL , EI hasta la periferia del equante.

Hecho esto , se ha de suponer , que aquellos arcos iguales , que diximos andar el Sol con su movimiento medio en tiempos iguales , no se han de contar en el excentrico AOPE , en quien está realmente el cuerpo del Sol , si en otro excentrico BOMF : de suerte , que el Sol , segun esta hypothesis , se mueve igualmente , respecto del círculo en quien no existe , y desigualmente en el círculo en quien realmente existe.

Explicome con este exemplo. Supongamos , que en 94. dias camine el Sol con su movimiento medio el cuadrante BN , contado desde el Apogeo : digo , que en este tiempo no caminò aun todo el cuadrante AS ; por quien realmente se mueve , si que se hallará entonces en O. Asimismo , quando el Sol se hallará en D , de suerte , que la línea CDL , tirada del centro C del equante , corte en el excentrico superior el arco BL , por exemplo , de 60. grados , se dirá aver caminado el Sol 60. grados con su movimiento medio , quando en su propio excentrico , solo ha caminado el arco AD menor que BL : y así de los demás.

Que el arco BL sea mayor que AD , se prueba facilmente , tirada del centro E la línea EDI por el centro D del Sol ; porque el arco DA , es medida del ángulo DEA ; y el arco BL , es medida del ángulo BCL ; pero el ángulo BCL , por ser externo , respecto del triángulo TDC , es mayor que el ángulo DEA interno , y opuesto (32. 1. Euc.) Luego el arco BL , es mayor que el arco DA. Muevese , pues , el Sol por el excentrico DA en tiempos iguales , por arcos de tal manera desiguales , que si del

centro E, se tiran por los lugares, donde successivamente se halla el Sol, lineas rectas hasta la periferia del equante BLN, cortaràn en este arcos iguales; y por esta causa se dize moverse igualmente el Sol, respecto del circulo BLN, y respecto del centro C, por lo qual se llama dicho circulo *Equante*.

De aqui resulta, que toda la desigualdad que se observa desde la tierra en el movimiento del Sol, y que en la hypothesis de solo el excentrico era meramente optica, ò aparente; segun esta, es en parte real, y en parte aparente: en parte es real, porque realmente se mueve el Sol desigualmente en el excentrico en que existe, aunque respecto del otro BLN se mueve igualmente: en parte es dicha desigualdad aparente, por observar nosotros el movimiento desde T, fuera de los centros C, y E, desde donde el Sol puesto en D, nos parece estar en G, punto menos distante del Apogeo H, que el punto D lo esta del Apogeo A, correspondiente a H.

De aqui tambien se colige, que la Prosthapheresi total del Sol, se compone de dos Prosthaphereses parciales, vna *Phisica*, y otra *Optica*: La total, tiene por basa, en quien insiste, la excentricidad entera TC, y es su medida el angulo TDC; las parciales, tienen cada vna la mitad de la excentricidad por basa. La *Equacion*, ò *Prosthapheresi phisica*, es la diferencia del movimiento desigual del Sol en su proprio excentrico, ò diferente; y el movimiento igual que tiene, respecto del equante, cuya medida es el angulo EDC. *Prosthapheresi Optica*, es la diferencia entre el movimiento desigual del Sol en su proprio excentrico; y el aparente que desde la tierra se observa, respecto de la ecliptica, y su medida, es el angulo TDE. Entrambas Prosthaphereses parciales componen la total; porque los angulos EDC, TDE integran el total TDC.

Aqui se ve claramente, que esta hypothesis es cabal, y explica bien la desigualdad del movimiento annuo del Sol; porque la Prosthapheresi total, viene à ser la misma, que la del excentrico simple Ptholomavco: y dà la razon de ser tan poca la diferencia de los diametros aparentes del

del Sol Apogeo, y Perigeo; y es, porque el Sol Apogeo, no esta en B, si en A, mas cerca de la tierra; y el Sol Perigeo, no esta en M, si en P, mas apartado: con que el diametro fuyo en el Apogeo, no aparece tan pequeño, ni en el Apogeo tan grande, como si estuviere en B, y en M.

PROP. LIX. Theorema.

Explicase la hypothesis elyptica del Sol. fig. 67.

Quien considerare con alguna reflexion la hypothesis del equante, que acabamos de explicar, conocerà facilmente quan poco se diferencia de la Elypse; pues las periferias de sus dos circulos, equante, y deferente, casi la forman; y sus dos centros, parecen ser los dos focus de la Elypse, que distando igualmente de su centro, esencialmente la constituyen: Por esta razon, el mismo Keplero, no può duda en que la orbita, por donde se mueve el Sol, no era circulo, como hasta entonces juzgaron los Astronomos, si Elypse; y que el vno de sus focus, era el centro de los movimientos medios; y el otro, el de los aparentes; pero hallando dificultad el citado Autor en computar geometricamente, segun esta hypothesis, las prosthaphereses, ò equaciones, concluyò, diciendo: *Erranti mihi, quicumque viam monstraverit, is erit mihi magnus Apolonius.*

Pero los Astronomos que despues se siguieron, tuvieron la fortuna de encontrar esse camino, con tal felicidad, que llegaron facilmente al termino deseado: estos fueron singularmente Ismael Bullialdo, el Conde de Pagan, y Calsini; y aunque es verdad, que todos concuerdan en que la Elypse solar, dista tan poco del circulo, que las equaciones que, segun ella, se encuentran, son con diferencia insensible las mismas, que las del excentrico simple de Ptolomeo; y para la practica, se pueda seguramente suponer que es circulo: pero porque la Elypse està ya introducida en las Theoricas de otros Planetas, explicarè aqui brevemente esta hypothesis, y el modo geometrico de hallar por ella las equaciones, cosa que

juzgo ha de ser de gran consecuencia para en adelante.

Consiste, pues, la hypothesis elyptica del Sol, en que este Planeta se mueva por la periferia de vn elyipse, de tal forma, que su movimiento sea igual, respecto de vno de sus focus, que por esta causa, es centro del movimiento medio; y sea desigual, respecto del otro focus, donde, segun la hypothesis comun, esta la tierra, que es centro del movimiento desigual, aparente, y verdadero.

Explicase en la figar. 67. en la qual AICO, es la elyipse, cuyo centro es E: sea su mayor semidiametro AE, y el menor IE: los focus, ò puntos de comparacion, sean F, y G, de suerte, que su distancia FG, sea toda la excentricidad del Sol, la qual, como se ve, esta bissecta en E, centro de la elyipse: sean los radios IF, IG, los que describen la elyipse, segun la practica del cordel, que tengo dicha en diferentes Tratados; y por consiguiente, el agregado de entrambos radios, será siempre igual al diametro mayor AC, como consta de la misma practica con que se haze la descripción de la elyipse, que no repito: De la qual, tambien se colige, que los puntos I, y O, son aquellos en que se forman los mayores angulos con los radios FI, GI, y que en todos los demás puntos de la periferia, los sobredichos angulos, son menores, y tanto menores, quanto mas se acercan à los puntos A, y C, donde se desvanecen, por concurrir entrambos radios en vna misma linea. Estos angulos FIG, FHG, &c. son las prosthapheresis.

Esto supuesto, el Sol se mueve por la periferia de esta elyipse, desde A, por I, H, &c. segun el orden de los signos: donde AC, es la linea de los Auges; y en ella, es A el Apogeo; y C, el Perigeo: F, el centro del movimiento medio: G, el lugar de la tierra: AG, la maxima distancia del Sol: GC, la minima; y GI, la media, que es igual al semidiametro mayor AE. El Sol, pues, de tal manera se mueve por la elyipse, que su movimiento es igual, respecto del punto F: esto es, en tiempos iguales se mueve, de modo, que forma en F angulos iguales; con que es for-

zoso

zoso que realmente sea desigual su movimiento en la elyipse; porque si en ella corriera arcos iguales en tiempos iguales, no formaria en F angulos iguales. Siendo, pues, igual dicho movimiento, respecto del punto F, es desigual, respecto del punto G, donde está la tierra; y este movimiento, respecto de G, es el que se llama Verdadero, y aparente, por ser el que se observa desde la tierra.

De aqui se sigue, que quando el Sol, ò Planeta está en I, el angulo AFI, es su Anomalia, ò distancia media del Planeta al Apogeo; y el angulo AGI, es su distancia verdadera del Apogeo; y como dicho angulo AFI, por ser externo, sea igual à los dos internos, y opuestos FGI, FIG, será FIG la diferencia entre el angulo AFI, del movimiento medio; y el angulo AGI, del movimiento verdadero; y por consiguiente, el angulo FIG, es la prosthapheresis, que tiene por basa toda la excentricidad FG, bissecta en E, aunque aqui no ay para que hazer mencion de la bisseccion sobredicha, ni de equaciones parciales, como despues veremos.

En esta hypothesis se explican muy bien los phenomenos del Sol. 1. Mirado el Sol desde la tierra G, aparecerà mayor en C, y menor en A; y la diferencia de estos diametros aparentes, no será tanta, quanta se inferia de la hypothesis de solo el excentrico, si que solo será vn minuto. 2. Al passo que el Sol se irá apartando del Apogeo A, y se irá acercando al Perigeo C, irá distando menos de la tierra G; y en estando en el punto I, donde termina la perpendicular EI, que passa por el centro de la elyipse, estará en la media distancia.

Aqui es menester notar lo que yà dixé al principio, que las lineas que salen de los focus F, y G, y se terminan en vn mismo punto de la periferia, solo son iguales entre sí, quando se terminan en los puntos I, O, como lo son FI, GI; pero en los demás puntos, son desiguales, como lo son FH, GH; pero en todo caso, entrambas juntas, son iguales al diametro mayor de la elyipse; y por consiguiente, el agregado de las dos que se terminan en qualquiera punto, es igual al de qualquiera otras dos, que se

se

se terminan en otro; y conocida vna de ellas, es conocida la otra, con solo restar del mayor diametro la que es conocida: comò conocida la HG, si se resta del mayor diametro AC, queda conocida la HF, por lo qual se llama, complemento de la otra al mayor diametro; y en esto se fundan las resoluciones practicas del Conde de Pagan.

Esta hypothesi, es claramente equipolente con la del equante, que expliquè en la Prop. 58. porque el punto F, es como el centro del equante, y del movimiento medio: E, viene à equivaler al centro del excentrico: G, es el lugar de la tierra: A, el Apogeo; y C, el Perigeo; como en aquella.

PROP. LX. Theorema.

Explicase de què manera pueda suceder el movimiento del Sol por la periferia de la Elypse.
figur. 68.

EL movimiento de el Planeta por la periferia de la Elypse, ha de ser en la realidad desigual; pero de modo, que sea igual respecto del focus, que es centro del movimiento medio: Esto, pues, digo, poderse explicar en la forma siguiente: En la Elypse, cuyo mayor diametro es AC, sea F el punto, respecto del qual ha de ser igual el movimiento del Sol: de dicho punto F, como centro, describafse el circulo ALK, para que arcos iguales luyos, sean la medida de los angulos iguales, que ha de formar el Sol en tiempos iguales, respecto del punto F con su movimiento. Imaginèse aora vn radio, ò linea, que fixa en F, pueda con el otro cabo correr toda la periferia ALK; y supongafse, que la corre con movimiento igual, caminando iguales arcos en iguales tiempos.

Supongafse aora, que el Sol està en esta linea, y que se mueve con ella; pero de tal fuerte, que al passo que se aparta del Apogeo A, se vaya apartando el Sol del centro F; de fuerte, que mientras corre la linea sobredicha el arco AL, el Sol aya corrido la LI, y se halle realmente

mente en I. En esta suposicion se vè, que el movimiento del Sol por la periferia de la elypse, se compone de dos movimientos: vno circular, y equable sobre el centro F, y otro recto, con que se vè apartando de dicho centro, al passo que del Apogeo, de cuya mixtura resulta el movimiento por la elypse: y como el movimiento de aquel radio, ò linea sea igual, corre iguales arcos del circulo en tiempos iguales, como son, por exemplo, LR, RK: y por consiguiente, los angulos que haze el Sol con su movimiento medio en el punto F, como son, IFB, BFC, son iguales: Luego aunque los arcos IB, BC, que realmente anda el Sol en estos mismos tiempos en la elypse, sean desiguales, serà verdadero dezir se mueve el Sol con movimiento igual, respecto del punto F. Lo que se ha dicho baxando el Sol del Apogeo al Perigeo, se ha de dezir tambien quando sube de este al Apogeo: solo que en este caso, el movimiento recto del Sol, es azia el punto F.

PROP. LXI. Problema.

Dado el mayor diametro de la elypse solar, la distancia de los focus, ò excentricidad, y la Anomalia, hallar el punto de la periferia elyptica, en que se halla el Sol: y por qualesquiera puntos semejantes al dicho, descriuir la elypse del Sol. fig. 69.

PARA resolver este Problema, y los siguientes, sea BC el diametro mayor de la elypse: y la distancia de los focus sea FG: hecho centro en F, se tomarà con el compas todo el diametro mayor BC, y con esta distancia hagafse el circulo DLIM: en el qual se ha de numerar el movimiento medio, ò igual del Planeta, respecto del focus, ò centro F: y por consiguiente, en èl se contará tambien el arco de la Anomalia media, quando fuere menester. Sea tambien el punto G el centro del mundo, ò de los movimientos aparentes. Esto supuesto,

Supongamos, sea conocido el radio FD, que como queda dicho, es el diametro mayor de la elypse, ò agregado

de la mayor , y menor distancia del Planeta à la tierra : sea tambien conocida la excentricidad FG , ò distancia de los focus : y asimismo , la Anomalia media , ò angulo DFL , que determina la FL igual à FD , ò à BC , diametro mayor de la elyipse : conocido esto , se pide el punto de la periferia de la elyipse , donde entonces se halla el Sol.

Operacion. Del centro de la tierra G al punto L , tirese la GL : dividase por medio en N : de N levantese la NS perpendicular à GL , que cortará FL en S . Digo , que el Sol se hallara en el punto S : y que este está en la periferia de la elyipse solar . Tirese la GS hasta P .

Demonstr. La NG es por construccion igual à NL : y la NS , es comun à los dos triangulos SNG , SNL : y los angulos en N son rectos : Luego (4 . 1 .) las SG , y SL son iguales . Añadase à entrambas el mismo segmento SF ; y serán GS , SF juntas iguales à toda la FL , ò diametro mayor de la elyipse : Luego segun lo dicho en la propos. 59 . el punto S en que concurren las GS , y FS , está en la periferia de la elyipse , por ser la suma de dichos dos radios , terminados en S , igual al diametro mayor : Luego quando la Anomalia media , es DFL , se halla el Sol en S , y la recta GSP tirada de la tierra por el Sol , forma el angulo DGP , que es la Anomalia verdadera , ò equada .

Si esta misma operacion se hiziere en todos los grados de la Anomalia media , assi como se ha determinado el punto S , se determinarian los demás de la periferia elyptica por donde camina el Sol .

Aqui se ve con claridad , como en Mapa , toda la theorica de la elyipse solar . Porque la Anomalia media es el angulo LFD : la verdadera , ò equada , es DGP : la equacion , ò prosthapheresi , es el angulo FSG : porque como el angulo LFD sea externo , respecto del triangulo FSG , es igual à los dos internos opuestos juntos : esto es , al angulo SGF de la Anomalia verdadera , y al angulo FSG : Luego este angulo es la diferencia entre el angulo DFL , y el angulo FGS ; esto es , entre la Anomalia me-

media , y la verdadera : Luego FSG , es la Prosthapheresi . De aqui se sigue , que el angulo FLG , es la mitad de la Prosthapheresi , ò angulo FSG : porque este angulo , por ser externo , respecto del triangulo Isocetes LSG , es igual à los dos internos opuestos SLG , SGL ; pero estos son iguales (5 . 1 . Euc .) Luego vno de ellos , como SLG , es la mitad de la Prosthapheresi , ò angulo FSG .

PROP. LXII. Problema.

Hallar las Prosthaphereses competentes à los grados de la Anomalia en esta hypothesi elyptica . fig. 69 .

O *Peracion.* En el triangulo FLG , se supone conocido el lado FL , diametro mayor de la elyipse ; y el lado FG , que es la excentricidad ; y el angulo LFG , complemento de la anomalia media dada , hasta el semicirculo : Luego por trigonometria se sabrà el angulo L , que es la mitad de la Prosthapheresi : dupliquese , y su duplo será la Prosthapheresi conveniente à la anomalia dada . Haziendo esto en todos los grados del primer semicirculo de la anomalia , se tendrán todas las Prosthaphereses , porque al segundo semicirculo , le competen las mismas en los grados igualmente distantes del Apogeo . Y con esto se compondrán las Tablas .

PROP. LXIII. Problema.

En esta hypothesi elyptica , quando el Sol está en la extremidad del menor diametro , tiene la media distancia de la tierra ; y alli sucede la mayor equacion , ò Prosthapheresi . fig. 67 .

En la fig. 67 . el punto I , es la extremidad del diametro menor de la elyipse solar AIC . Digo lo primero , que estando el Sol en I , su distancia GI de la tierra , es la media entre la menor , y maxima . *Demonstr.* En los triangulos EIF , EIG rectangulos en E , los lados EF , EG son iguales , por ser cada vno la semiexcentricidad ;

dad, y el lado EI, es comun: Luego (4. r. Euc.) los lados FI, GI, son iguales, y siendo entrambos juntos iguales al diametro AC, por la propiedad de la elyipse, será cada vno de ellos igual à la mitad de AC: Luego GI, es igual à EA, distancia media del Sol.

Digo lo segundo, que la equacion FIG, es la mayor de todas, como tambien la correspondiente en O. Porque como queda dicho en otras partes, los angulos, que sobre la misma excentricidad GF, se forman en la periferia de la elyipse, son tanto menores, quanto se acercan mas al Apogeo A, ò Perigeo C: Luego en el punto I, que dista igualmente de ellos, se forma el mayor angulo: Luego FIG, es la equacion mayor en el primer semicirculo; y la que se formará en O, será la mayor en el segundo. Aqui se vé, que la maxima equacion, sucede en la extremidad del menor diametro de la elyipse, que passa por el punto que corta por medio la excentricidad; pero en la hypothesis del excentrico, sucede en la perpendicular à la linea de los auges, que passa por el centro de la tierra, como dixé en la Prop., 2.

ADVERTENCIA.

Todo lo que hemos dicho de la elyipse solar, segun la hypothesis comun, que dà quietud à la tierra, y movimiento al Sol, se verifica tambien en la de Copernico, que dà quietud al Sol, y movimiento à la tierra; pues solo se diferencia esta de aquella, en que en la Theorica circular, se supone moverse la tierra por la periferia del excentrico, y estár inmóvil el Sol en el centro de los movimientos apartantes, donde en la hypothesis comun se constituye la tierra; y en la elyptica se supone, segun los Copernicanos, moverse la tierra por la periferia de la elyipse, y estár el Sol en aquel focus, ò centro de los movimientos verdaderos, donde la hypothesis comun coloca la tierra. Y como esto no sea mas que trocar los lugares el Sol, y la tierra, los angulos de las Anomalias, y Prosthaphereses, son los mismos, y en los mismos triangulos que arriba vimos; y assi, no es menester detenernos mas en esta materia.

CAPITULO II.

DEL MODO DE ESTABLECER, Y DETERMINAR las Epochas, ò Raizes de los movimientos del Sol, y perficionar sus Tablas.

Epocha, es vn principio fixo, y determinado, del qual se comienzan à numerar los tiempos, y movimientos de los Astros. Llámase tambien Raiz, y Era: como quando contamos los años del principio del Mundo, ò del Diluvio universal, ò del principio de las Olympidas, ò del Nacimiento de Christo Nuestro Señor, qualquiera de estos principios, se llama Epocha.

Para poder, pues, distribuir los movimientos del Sol, y demás Astros en las Tablas, de fuerte, que por ellas se pueda saber el lugar del Sol, ò del Astro; en qualquiera tiempo dado, sin el trabajo de las observaciones, que ni todos las pueden hazer, ni es posible en muchas ocasiones, es esencialissimo el prefigir à ellas vna Epocha, ò Raiz bien cierta, y determinada, de donde se comienzen à contar los tiempos; para que dexando tambien establecido, con la certeza posible, el lugar que tenia el Astro al principio de la sobredicha Epocha, se pueda determinadamente saber el que tiene en otro qualquiera tiempo antecedente, ò subsiguiente à ella. Para determinar, pues, las Epochas del movimiento del Sol, y ordenar, y perficionar sus Tablas, se observarán las Reglas siguientes.

REGLA I.

LO primero de todo, se ha de determinar el Meridiano, y la altura de polo de aquel lugar à quien se han de prefigir las Epochas de los movimientos. Si las

Tablas Astronomicas, se fundaren en observaciones proprias, se usará de aquel lugar donde se hizieron, aunque por su poca nota no sea conocido; pero si se establecieren sobre observaciones agenas, se prefigirán à aquel lugar donde se hizieron aquellas observaciones por hombres diligentes, y peritos, como se supone, aunque tambien se podían reducir à otro qualquiera lugar; pero para esto sería menester vna gran certeza de la diferencia de los Meridianos, adquirida por diligentes observaciones de Eclipses, ò por otro camino.

REGLA II.

SE ha de establecer el principio cierto, y seguro de donde se empieza à contar el año, que será del medio dia precedente, al primero de Enero, ò del medio dia del mismo dia primero de Enero. En esto ay variedad en los Autores; pero tengo por mejor, y mas natural, empezarle à contar del medio dia del primero de Enero; pero de qualquiera manera estará bien, con que se advierta al principio, para evitar equivocaciones.

REGLA III.

SE escogerá vna diligente observacion, hecha, ò à lo menos reducida con toda seguridad al Meridiano, al qual se quieren prefigir las Tablas, con la qual se sepa con toda la precision posible, el lugar así verdadero, como medio del Sol, al tiempo aparente, en que se haze, ò se hizo la observacion, para que con ella se establezca desde entouces vna raíz, ò Epocha de los movimientos. Esto supuesto, ò la Epocha se quiere establecer, segun el tiempo aparente, como hizieron Ptolomeo, el Rey Don Alfonso, y Copernico, ò segun el tiempo medio, ò igual, como lo hizieron Tycho, Longomontano, Lansbergio, Keplero, Bualdío, Reinero, Ricciolio, Dechales, y la mayor parte de los Astronomos: Qué cosa sea esta diferencia de tiempos, se verá despues.

Si

Si se quiere establecer segun el tiempo aparente, se tomarán los años, meses, dias, horas, minutos, &c. que corrieron entre el tiempo en que se observò el lugar verdadero del Sol, y el momento de la Epocha, que se huviere elegido: Luego, ò por las Tablas, ò por otro camino, se buscará el movimiento medio, competente à los sobredichos años, meses, &c. el qual se añadirá al movimiento medio, que se hallò en el tiempo aparente de la observacion, si la Epocha fuere subsequente à esse tiempo; pero si fuere precedente, se restará; y aquella suma, ò este residuo será el movimiento medio, ò igual, que compete à la Epocha establecida, segun el tiempo aparente.

Pero si se quisiere establecer segun el tiempo medio, ò igual, que es lo mejor; el tiempo aparente, en que se hizo la observacion, se avrá de equar, y convertir en tiempo igual, por las reglas que despues daremos, y desde este tiempo ya equado, se tomará todo el tiempo intermedio, que huviere hasta el momento de la Epocha: Luego se tomará el movimiento medio, competente al dicho tiempo, medio, ò equado, y se añadirá al movimiento medio, competente al tiempo tambien medio en que se hizo la observacion, si la Epocha fuere subiguiente, ò se restará, si fuere precedente; y aquella suma, ò este residuo, será el movimiento medio, ò igual competente à la Epocha establecida, segun el tiempo medio. Para mayor claridad, añado el exemplo siguiente.

El Padre Ricciolio quiso establecer como Epocha fixa del movimiento medio del Sol, el primer punto del dia primero del año de 1647. y que fuese segun el tiempo igual, ò medio. Para esto observò el año 1646. en Bononia el equinoccio autumnal, y hallò suceder el dia 22. de Septiembre à las 14. horas, 56. min. despues del medio dia, segun el tiempo aparente, en que se hallaba el Sol en el primer punto de Libra, ò 6. signos distante del principio de Aries, segun el movimiento verdadero, ò aparente; pero segun el movimiento medio, hallo que su lugar

gar medio, ò en el excentro era 6. signos, 1. grad. 58. min. 57. seg. Reduxo despues el tiempo verdadero, ò aparente de la observacion sobredicha, al tiempo medio, ò igual; y hallò fue el equinoccio el dia 22. de Septiembre, hora 14. 48. min. 6. seg. 12. terceros. Desde el qual, hasta el fin del año 1646. ò principio del siguiente, que supone ser el medio dia del ultimo de Diciembre, pasaron 99. dias 9. horas, 20. min. 5. seg. 28. terc. à quienes correspondian del medio movimiento del Sol, 3. signos, 7. grad. 57. min. 24. seg. 40. terc. que añadidos al movimiento medio del Sol en el tiempo de la observacion, que era 6. sign. 1. grad. 58. min. 57. seg. dan al fin del año 1646. y principio de 1647. Esto es, en el medio dia del ultimo de Diciembre de 1646. el movimiento medio del Sol, que era 9. sign. 9. grad. 56. min. 22. seg. en Bononia, segun el tiempo igual, ò medio.

REGLA IV.

Establecida yà vna Epocha, como hemos visto en el exemplo antecedente, se constituirà qualquiera otra mas insignie; como por exemplo la de Christo nuestro Señor, que sirva de principio à las Tablas del Sol. Para lo qual no es menester mas que añadir al movimiento medio competente à la Epocha hallada, el que conviene al tiempo que huviere entre la vna, y la otra, si la Epocha nueva fuere subsiguiente à la constituida, ò restarle si fuere precedente, como lo es en este caso la de Christo nuestro Señor: y con esto se tendrá establecida otra Epocha, con el movimiento medio del Sol que le compete. Advertiendo, que en el transito de los años Julianos à los Gregorianos, se ha de hazer la cuenta de los diez dias, hasta el año 1700. y de alli adelante de onze dias, segun las Reglas de la Correccion, dichas en el lib. 1. de este Tratado. Ilustrase esto con el exemplo siguiente, en que por la Epocha, hallada en el precedente, establece el Padre Ricciolio la de Christo nuestro Señor.

IV. Exem-

Exemplo. Estableciòse en el exemplo sobredicho la Epocha del movimiento medio del Sol, en Bononia, al medio dia del ultimo dia de Diciembre del año 1646. como principio de los años subseguentes: en el qual momento quedò, como cosa fixa, ser el movimiento medio del Sol 9. sign. 9. grad. 56. min. 22. seg. Quierese aora establecer para el mismo meridiano la Epocha del Nacimiento de nuestro Salvador; èsto es, determinar el movimiento medio, ò lugar medio del Sol, que tenia al medio dia del ultimo de Diciembre de aquel mismo año, en que nació el Señor, que es el principio de nuestra Era vulgar. Para lo qual se buscarà primeramente el movimiento medio del Sol, correspondiente à 46. años, que segun Ricciolio, es sign. 11. grad. 29. min. 51. seg. 50. y restandole del movimiento medio competente à la Epocha del año 1646. completo, arriba dicha, el residuo sera el movimiento medio competente al año 1600. Gregoriano, completo en Bononia el ultimo dia de Diciembre, que es 9. sign. 10. grad. 4. min. 32. seg. de tiempo medio, ò igual: Y añadiendo el movimiento medio, que corresponde à diez dias por la Correccion Gregoriana, que es 9. grad. 51. min. 23. seg. será el movimiento medio del dicho año 1600. segun el estilo antiguo Juliano 9. sign. 19. grad. 55. min. 55. seg. restese aora del sobredicho movimiento, el que compete à los mil y seiscientos años completos, que pasaron desde el Nacimiento de Christo, hasta el medio dia del ultimo de Diciembre del año 1600. que es 0. sign. 12. grad. 24. min. 43. seg. y se tendrá la raiz, ò principio de nuestra Era vulgar: esto es, el lugar, ò movimiento del Sol en dicho principio 9. sign. 7. grad. 31. min. 12. seg. de donde, aunque con alguna correccion, diò principio el sobredicho Autor à sus Tablas. Advierto, que las cantidades dichas, solo se han puesto para exemplo de las operaciones.

)(✠)(

Q₂

RE-

REGLA V.

Establecida ya la Epocha de los movimientos medios del Sol, se ha de constituir tambien la Epocha del movimiento, ò lugar del Apogeo; esto es, se ha de determinar el lugar donde se hallaba el Apogeo del Sol, al principio de la misma Epocha de Christo nuestro Señor: para lo qual no es menester hazer equacion alguna del tiempo, por la suma lentitud del movimiento del Apogeo; y asì, ballarà obrar como se sigue.

El Padre Ricciolio observò el año 1646. dia 28. de Julio, el Apogeo solar, y hallò estaba en 7. grad. 26. min. 15. seg. de Cancro; y pareciendole entonces, que su movimiento annuo era 1. min. 1. seg. 10. terc. sacò, que el movimiento del Apogeo correspondiente à los 1646. años, era 27. grad. 57. min. 32. seg. que restado de los 7. grad. 26. min. 15. seg. de Cancro, diò el lugar del Apogeo al principio del primer año de la Era vulgar 9. grad. 28. min. 45. seg. de Geminis. Y de este principio, por continuadas sumas, se construyen las Tablas del movimiento del Apogeo, ò distancia suya del principio de Aries, que se encuentran al lado de las del movimiento medio del Sol. Otros, en lugar de esse movimiento, ò distancia del principio de Aries, ponen el movimiento de la Anomalia, ò distancia del Sol al Apogeo, que se halla restando el movimiento, ò lugar del Apogeo, del movimiento medio del Sol.

Con lo sobredicho se concluyen las Tablas del Sol, que se reducen à las del movimiento medio: las del Apogeo, ò Anomalia, y las de las Prosthaphereses, ò equaciones; à que suelen añadirse las de las refracciones, paralaxes, y diametros aparentes del Sol: y aviendose explicado en este Libro el modo con que se fabrican todas, solo añadirè aora la resolucion de algunas dificultades, que como suelen controvertirse entre los Astronomos, me ha parecido separarlas de lo demàs, y reservarlas para este vltimo capitulo.

CA

CAPITULO III.

EN QUE SE RESUELVEN ALGUNAS
dificultades.

DIFICULTAD I.

Si el movimiento del Apogeo, es siempre directo, è igual.

Dos dudas son las que aqui se ofrecen. La primera es, si el Apogeo del Sol se mueve siempre directamente, y segun el orden de los signos; ò si se mueve alguna vez con movimiento retrogrado, y contra el orden de los signos. Arzachel juzgò moverse alguna vez el Apogeo del Sol con movimiento retrogrado, fundado unicamente en vna observacion propria del Apogeo, que cotejó con otra mas antigua, hecha por Albategnio: porque este Autor el año 883. despues del Nacimiento de Christo, observò el Apogeo en 22. grad. 17. min. de Geminis; y Arzachel el año 1076. dize, que le observò en 17. grad. 50. min. del mismo signo de Geminis, de que coligió aver retrocedido.

Pero la comun sententia de todos los Astronomos tiene como cosa cierta, que el Apogeo solar jamás retrocede, si que siempre camina con su movimiento lento de Poniente à Levante por la ecliptica, segun el orden de los signos. El fundamento, es, no aver alguno para lo contrario; porque, ò la observacion de Arzachel, fue defectuosa, como juzgan muchos; ò las de Albategnio fueron viciosas, como dizen otros; ò las de entrambos padecen esse achaque, como con gran fundamento dixo Longomontano.

La segunda duda, es, si el movimiento del Apogeo, supuesto, que siempre es directo, sea igual, ò desigual. En lo qual andan varios los Astronomos; porque los que admiten ser variable la excentricidad del Sol, y desigual el movimiento de las Estrellas fixas, defienden ser

tambien desigual el movimiento del Apogeo. Otros sienten en todo lo contrario; y como la reuolucion penda de la que se tomare en los puntos sobredichos, se colegirá de lo que luego diremos.

DIFICULTAD II.

Si la excentricidad del Sol, y por consiguiente las equaciones, ó Prosthaphereses sean variables.

ES cosa cierta, que si la excentricidad del Sol fuese variable, tambien lo avian de ser las Prosthaphereses, ó equaciones; porque siendo, como hemos visto, la excentricidad basa del triangulo Prosthaphereticó, es forzoso, que variada aquella, se varie este; y que el angulo opuesto á dicha basa, que es la Prosthapheresis, siga su variacion: con que siendo mayor la excentricidad, seria mayor la maxima Prosthapheresis; y siendo menor, seria tambien menor; y así todas las demás equaciones.

En orden á la dificultad propuesta, ay dos sentencias en los Astronomos. La primera, defiende ser variable la excentricidad de maxima á minima, y de minima á maxima. De este parecer son Arzachel, los Alfonsinos, Purbachio, Nonio, Copernico, Rheticó, Messlino, Reinholdo, Neandro, Moleño, Magino, Tycho, Snelio, Pitiscio, Lansbergio, y Langio, citados por Ricciolio, tom. 1. Almag. lib. 3. cap. 26. La segunda sentencia, juzga ser invariable la excentricidad del Sol. Así lo sienten Ptolomeo, lib. 3. cap. 2. Scaligero, Keplero, Longomontano, Rheita, Bulialdo, y Vendelino, á quienes cita, y sigue Ricciolio en el lugar citado.

Mi sentir es, que la excentricidad del Sol, es invariable. La razones, porque no se deben admitir en el Cielo semejantes desigualdades, sin fundamento vrgentissimo, y quasi demonstrable; pero no ay alguno que nos precile á admitir la variacion de la excentricidad solar: porque la variedad, que diferentes Astronomos dicen aver observado en la cantidad de la excentricidad, puede pro-

proceder de muchísimas causas, como de la poca seguridad de las paralaxes, y refracciones, de algun defecto en los instrumentos, ó menor diligencia en las observaciones, en las quales no es facil evitar el peligro de algunos pequeños errores: Luego no ay fundamento para admitir la variacion de la excentricidad. Otras razones añade el Padre Ricciolio, que se pueden ver en el lugar citado.

DIFICULTAD III.

Si la maxima declinacion del Sol, y obliquidad de la ecliptica es variable.

Tambien ay en este punto dos sentencias entre los Astronomos: vnos sienten, que la obliquidad de la ecliptica, es variable, passando de maxima á minima, y de minima á maxima: de este sentir son muchos Autores, que cita el Padre Ricciolio en el tom. 1. del Almagesto, lib. 3. cap. 27. Otros, como son, Ptolomeo, Albagetnio, Thebit, Augustin Riccio, Gassendo, Kirkerio, Stevino, Reineró, Keplero, y otros, á quienes sigue Ricciolio en el lugar citado, sienten con mayor fundamento lo contrario.

Digo, pues, que la obliquidad de la ecliptica, es siempre la misma, esto es, 23. grad. 30. min. con poca diferencia. La razon es, porque no ay observaciones fidedignas, que convezan en ella variacion alguna: de que á mi parecer, haze demonstracion el Padre Ricciolio en el lugar citado, manifestando sus defectos. A mas de esto, cotejando vnas muy antiguas, con otras modernas, se hallan ser conformes con diferencia insensible; y convenir, en que la obliquidad de la ecliptica con vno, ó otro minuto de diferencia, es, y ha sido siempre de 23. grad. 30. min. Luego no ay fundamento para introducir estos nuevos mysterios en la Astronomia, y hazer esta ciencia mas dificultosa. Vea-se el Autor citado, que trata largamente esta materia.

DIFICULTAD IV.

Si ay en la realidad precesion de los equinoccios, alguna Anomalia, o movimiento de trepidacion en la octava esfera, ò Estrellas fixas.

LA precesion de los equinoccios se puede tomar en dos sentidos, ò en quanto á lo civil, y politico, ò en quanto á lo Astronomico. En quanto á lo civil, es aquel tiempo en que el equinoccio verdadero, ò celeste, se anticipaba, ò precedia al dia que le señalaba el Kalendario Juliano, ò civil: y así diximos en el lib. 1. que en el año 1382. se hallaba ser la precesion del equinoccio celeste al del Kalendario 10. dias, los que dió motivo á la Correccion que en dicho año hizo Gregorio XIII. La precesion de los equinoccios en quanto á lo Astronomico, y de quien hablamos aora, es vn cierto movimiento de los puntos equinocciales de Levante á Poniente, ò contra el orden de los signos; aora sea verdadero este movimiento, ò aparente; porque puede estar en los puntos equinocciales, ò puede ser, que sin moverse estos, se muevan las Estrellas fixas, ò su esfera de Poniente á Levante, lo que haria parecer moverse los puntos equinocciales de Levante á Poniente.

En este punto ha auido gran variedad de sentires en los Astronomos. Muchos de los Antiguos fueron de sentir, que ni los puntos equinocciales, ni las Estrellas fixas tenian mas movimiento, que el diurno de Levante á Poniente: estos fueron los Babilonios, y Egypcios, á quienes siguieron los Griegos, Platon, Aristoteles, Eudoxo, Calippo, y otros. Hipparcho sintió, que, ò las fixas se mueven con movimiento proprio de Poniente á Levante, ò los puntos equinocciales, de Levante á Poniente; porque cotejando sus observaciones con las de Timochares, y Aristilo, advirtió, que la Estrella llamada *Spica Virginis*, y otras fixas, que distaban de los puntos equinocciales ázia el Poniente, distaban de ellos notablemente menos en su tiempo. A Hipparco han seguido des-

despues todos los Astronomos; pero con esta diferencia, que algunos atribuyen aquel movimiento á los puntos equinocciales, como son Copernico, y Scaligero, y otros comunamente á las fixas.

En los que atribuyen este movimiento á las Estrellas fixas, tambien ha auido mucha diversidad; porque vnos juzgaron, que este movimiento es Anomalo, ò irregular: esto es, que algunas vezes es mas tardo, y en otras mas veloz; y aun ha auido quien las ha dado á tiempos movimiento retrogrado, ò contra el orden de los signos: así lo sintieron Arzachel, Thebith, y otros: y á este llamaban *Movimiento de Trepidacion*, y *Libracion*: lo mismo afirmaron, aunque por otro camino, los Alfonso's. Pero lo mas comun de los Astronomos, es, que el movimiento de las fixas, es igual de Poniente á Levante, segun la serie de los signos, y sobre los polos de la ecliptica: así lo siente Ptolomeo en su *Almagesto*, libro 3. cap. 2. y lib. 7. cap. 2. y 3. á quien siguen Albategnio, Alfragano, Zaguto, Riccio, Tycho, Keplero, Bulialdo, y otros, que cita, y sigue Ricciolio, tomo 1. *Almag.* lib. 3. cap. 28.

Digo lo primero, que las Estrellas fixas, jamás se mueven con movimiento retrogrado. Porque desde Timochares, y Aristilo, 330. años antes del Nacimiento de Christo, hasta el presente de 1713. no se halla observacion alguna, en que se ayay visto retroceder las fixas, si que siempre se han observado moverse de Poniente á Levante, con vn tardissimo movimiento.

Digo lo segundo, que el sobredicho movimiento está verdaderamente en las fixas, y no en los puntos solsticiales: esto es, que ellas se mueven verdaderamente de Poniente á Levante; y no son los puntos solsticiales los que se mueven de Levante á Poniente. La razon es, porque no ay razon alguna para atribuir á dichos puntos el sobredicho movimiento: antes bien la ay para concederle á las fixas; pues vemos, que las demás Estrellas tienen este movimiento proprio de Poniente á Levante; y así, con mayor fundamento diremos moverse las fixas ázia

Levante, que no los puntos equinocciales àzia el Poniente.

Digo lo tercero, que el movimiento proprio de las Estrellas fixas, segun el orden de los signos, de Poniente à Levante, es siempre igual. La razon es, porque no ay observacion alguna que convenza ser desigual: pues aunque las observaciones de Ptolomeo, y Albategnio, cotejadas con otras de los modernos, parezcan persuadir alguna desigualdad en dicho movimiento; pero en la realidad, es este fundamento muy debil, por la sospecha que llevan consigo las antiguas de poco verdaderas, y expuestas à las falacias, porque para hazerlas, vsaban del Astrolabio; y Armilas, tomando la distancia de la Luna al Sol, quando estava proximo al Orizonte: y de noche, la distancia de alguna Estrella fixa à la Luna, para determinar por esse medio el Lugar de las fixas: todo lo qual esta expuesto à muchos errores; yà porque aquellos instrumentos, solo daban de 10. en 10. minutos, como se colige de lo que dize Ptolomeo en el lib. 7. cap. 5. yà porque no hazian caso de la refraccion orizonta, que en la distancia del Sol à la Luna pudo inducir error de 30. min. ya tambien por la imperfecta noticia, que tenia Ptolomeo de las paralaxes del Sol, y de la Luna. Todo lo qual convence no aver suficiente fundamento para admitir en el movimiento de las fixas Anomalia, ni irregularidad alguna.

Determinase el movimiento annuo de las Estrellas fixas.

Digo con el Padre Ricciolio, que el movimiento annuo de las Estrellas fixas, siempre igual segun el orden de los signos, es 50. segundos, de que se sigue caminar vn grado de la ecliptica en 72. años: y en 25920. todo el circulo. Consta esto del cotejo de diferentes observaciones antiguas, y modernas, que siempre infiere ser dicho movimiento 50. seg. poco mas, ò menos. Propongo para exemplo dos observaciones, que son las mas principales, y distantes entre si, que trae el Autor

citado. Refiere Ptolomeo en el lib. 7. cap. 2. que el año 50. de la Periodo Calippica, que es 128. años antes del Nacimiento de Christo nuestro Señor, observò Hypparco la Estrella llamada *el Regulo*, ò *Cor Ceonis*, en 29. grad. 50. min. de Cancro. El Padre Ricciolio el año 1644. la observò en 24. grad. 55. min. 20. seg. de Leon: con que en 1772. años, que passaron de vna à otra observacion, corriò dicha Estrella 25. grad. 5. min. 20. seg. Luego en vn año anduvo 50. seg. 56. terc. Y corrigiendo Ricciolio la observacion de Hypparco, por no aver hecho caso dicho Astronomo de la refraccion, se infiere de la observacion correcta, ser el movimiento annuo de las fixas 49. seg. y poco mas de 57. terc. con que seguramente se puede establecer dicho movimiento annuo de 50. seg.

DIFICULTAD V.

Si los Años Equinociales, ò Tropicos son iguales, ò desiguales.

Esta es vna question de gran sutileza, y en ella se encuentran des sentencias de los Altronomos. La primera defiende, que los años equinociales, ò tropicos, son iguales entre si; sus Autores son Hypparco, Ptolomeo, lib. 3. del Almagest. cap. 2. Albategnio, el Rey Don Alfonso, despues que mudò de sentir, Agustín Riccio, Ismael Bulialdo, Vendelino, Antonio Maria de Rheita, y otros. La segunda sentencia, dize ser dichos años desiguales entre si. Defiendenla Arzachel, Tebith, Campano, Novariense, Pedro de Aliaco, Nicolao Cusano, Purbachio, Capuano, Osualdo, Venero, Reinholdo, Nonio, Varsificio, Pighio, Fracastorio, Maurolyco, Copernico, Rhetico, Mestlino, Apiano, Gilberto, Clavio, Magino, Origano, Scaligero, Tycho, Longomontano, Laasbergio, Herigonio, Ricciolio, tom. 1. del Almag. lib. 3. cap. 30. y Dechales en la Astronom. lib. 2. Prop. 24. y otros, que se pueden ver en Ricciolio en el lugar citado. Para resolver la dificultad propuesta,

conviene presuponer algunas suposiciones.

Supongo lo primero , como cosa cierta , que si los puntos equinociales se moviessen con movimiento desigual contra el orden de los signos , serian los años desiguales : porque en tal caso , el Sol llegaria algunas vezes mas presto , algunas mas tarde à los puntos equinociales , segun el mayor , ò menor movimiento : con que estos moviendose àzia Poniente , se harian encontradizos al Sol mas presto , ò mas tarde. Pero como este movimiento sea fingido , segun dixè arriba , es constante , no contraer por este camino desigualdad alguna los años : como ni tampoco de la variacion imaginada de la excentricidad del Sol , ni de la falsa irregularidad del movimiento de su Apogeo.

Supongo lo segundo , que assi como distinguimos movimiento medio , y verdadero , ò aparente en el Sol ; tambien se puede distinguir año equinoccial medio , y verdadero , ò aparente. Año medio , será el tiempo en que el Sol , ò la linea de su movimiento medio corre todo el excentrico. Año verdadero , ò aparente , será el tiempo , que la linea del movimiento verdadero gasta desde que apartandose de vn punto de la ecliptica , buelve al mismo.

Supongo lo tercero , que si el Apogeo del Sol no tuvièssè movimiento alguno , los años solares equinociales serian totalmente iguales. La razon es , porque en el mismo tiempo en que el Sol correria su excentrico con el movimiento medio , en esse mismo andaria toda la ecliptica , con el movimiento verdadero , ò aparente : de forma , que si el equinoccio sucedièssè en el Apogeo , se repetirian todos los años los equinoccios al mismo tiempo , en que coincidirian las lineas del movimiento medio , y aparente ; pero estas en el caso supuesto siempre coincidirian à vn mismo tiempo , por estàr en vn mismo lugar siempre el Apogeo : Luego el Sol siempre bolveria à los equinoccios en vn mismo tiempo ; esto es , en aquel en que anda todo el excentrico : Luego los años equinociales serian iguales.

Assi-

Assimismo , si el equinoccio sucedièssè antes , ò despues del Apogeo , siempre passaria de vn equinoccio vernal , al otro vernal , justamente el tiempo que gasta el Sol en andar su excentrico : porque estando el Apogeo inmovil , siempre sucederian los equinoccios en igual distancia del Apogeo ; y por consiguiente , la Prosthapheresis siempre seria la misma , y de la misma especie : Luego en el mismo tiempo en que el Sol correria el excentrico con el movimiento medio , correria tambien con el verdadero , ò aparente toda la ecliptica ; pero el tiempo que gasta el Sol en andar su excentrico , siempre es el mismo : Luego tambien lo seria el que gastaria el Sol en correr la ecliptica ; pero este es el año equinoccial , ò tropico : Luego si el Apogeo no se movièssè , los años equinociales , ò tropicos serian iguales. Esto supuesto ,

Digo lo primero , que los años tropicos , ò equinociales verdaderos , y aparentes , son desiguales. Pruebase , porque los años verdaderos se distinguen del año medio , con excessos , ò defectos desiguales : Luego son entre si desiguales. Pruebase el antecedente , porque el Apogeo solar , se mueve segun el orden de los signos , como diximos arriba ; de lo qual se sigue ser los sobredichos excessos , ò defectos desiguales ; porque moviendose el Apogeo , las Prosthaphereses que le competen al Sol cada año , quando buelve al mismo punto del excentrico , de donde se empezò à contar el año , son desiguales : Luego tambien las dichas diferencias de los años verdaderos al medio , son desiguales ; porque los tiempos en que caminarà el Sol , aquellos arcos Prosthaphericos , seràn desiguales. Pruebase , pues , el antecedente , porque siempre que la Anomalia del Sol es diferente , son tambien desiguales las Prosthaphereses en el mismo semicirculo ; pero moviendose el Apogeo , han de ser todos los años diferentes las Anomalias : Luego tambien las Prosthaphereses , y las diferencias de los años verdaderos al medio ; y por consiguiente los años verdaderos , han de ser forzosamente desiguales.

Para

Para que esto se entienda con mas claridad, vease la fig. 70. En la qual supongamos, que el equinoccio vernal suceda en I, y que el Apogeo del Sol se halle en A, primer grado de Cancro: con que la Prosthapheresi al tiempo del equinoccio, será el angulo GDH. Esto supuesto, si el Apogeo no se moviése, siempre que llegaria el Sol con su movimiento medio al punto D del excentrico, mirado desde la tierra puesta en H, se veria en I, primer punto de Ariete: con que siempre que llegaria al punto D, se concluiria el año verdadero; y por consiguiente, todos los años serian iguales: y la Prosthapheresi, ò angulo GDH, siempre sería el mismo, por ser, según lo supuesto, la distancia del punto D al Apogeo, siempre la misma.

Pero si el Apogeo A, en el discurso de vn año se mueve àzia L, según el orden de los signos, la distancia del Sol al Apogeo, quando estará en I, ya será mayor de la que era al principio del año; y por consiguiente, será menor la Prosthapheresi, (Corol. 1. Prop. 52.) y como esta sea allí la diferencia entre el equinoccio verdadero, y el medio, será menor la diferencia del año verdadero al medio, de la que era en el año antecedente; y por consiguiente, los años verdaderos, ò aparentes serán desiguales. Y como en este segundo semicirculo de la Anomalia, se añade la sobredicha diferencia, quanto mas se apartará el Apogeo del principio de Aries, tanto menos excederá el año verdadero al año medio.

Digo lo segundo, que vn mismo año verdadero empezado de diferentes puntos, es desigual. Parece paradoxa; pero se demuestra: porque si empezamos à contar el año desde M, fig. 70. como, por exemplo, desde el principio de Tauro, por causa de moverse el Apogeo àzia L, el angulo, ò Prosthapheresi GMH se haze mayor: Luego la diferencia del lugar medio, y verdadero del Sol, se haze mayor: Luego el segundo año, es mayor que el antecedente; pero este mismo segundo año, es menor que el antecedente, como acabamos de dezir, quando se empieza à contar desde I, principio de Ariete: Luego

vn mismo año verdadero, contado de diferentes principios, es desigual.

Confírmase con mayor claridad. Si el año se empieza del primer punto de Aries, el año verdadero inmediato siguiente se diferencia menos del año medio, que su antecedente, como vimos arriba; pero empezandole del principio de Tauro, se diferencia del mismo año medio mas que su antecedente, por ser su prosthapheresi additiva mayor que la del año antecedente: Luego el mismo año, contado de Tauro à Tauro, es mayor, que contado de Ariete à Ariete.

De aqui se colige la razon, por que para hallar la cantidad perfecta del Año Solar, diximos en la prop. 36. convenia se sacasse de los equinoccios medios, porque en el tiempo que pasó de la primera à la segunda observacion del equinoccio, caminò el Apogeo vn notable arco de la eclipctica: con que se variò notablemente la Anomalia, y por consiguiente la Prosthapheresi. De que se sigue, que en la observacion del segundo equinoccio, se ha de hallar, aver sucedido el equinoccio verdadero en diferente tiempo, que huviera sucedido, si no se huviera movido el Apogeo: Luego los dos equinoccios verdaderos observados, por ser entre si tan distantes, tienen las Prosthaphereses notablemente desiguales: Luego siempre avrá alguna diferencia en la cantidad del año, si se determina según los equinoccios verdaderos, que si se saca de los medios; pero como adverti en el lugar citado, es tan poca despues de repartida entre tantos años, que casi se puede despreciar.

De lo dicho se puede tambien colegir, que la diferencia de vn año equinoccial à otro, es del todo insensible, porque siendo el movimiento annuo del Apogeo à lo mas vn minuto, con poquissimos segundos, es casi nada la variacion de la Anomalia de vn año à otro; y por consiguiente, las Prosthaphereses, y cantidad del año no padecen diferencia sensible.

DIFICULTAD VI.

Si los dias naturales solares son desiguales.

QUè cosa sea dia natural solar, dia del primer movil, y dia sydereo, queda explicado en la prop. 28. Para entender, pues, la resolución de la dificultad propuesta, se ha de suponer como cierto, que como los dias del primer movil sean siempre entre sí iguales, si los dias naturales del Sol fueren iguales á los del primer movil, ó les excediesen siempre con excessos iguales, serian iguales tambien entre sí. Esto supuesto,

Digo con la comun de los Astronomos, que los dias naturales solares, son desiguales. La razon es, porque aquel exceso en que, segun lo dicho en la prop. 28. exceden al dia del primer movil, no es siempre igual. Esto se prueba, haziendo esta ostension de dos causas, por las quales aquella parte de tiempo, no es igual en todos los dias: ó por las quales aquella parte de equinoccial, que le falta al Sol para llegar al Meridiano, al tiempo que se cumple el dia del primer movil, no es igual en todos los dias, si mayor en vnos que en otros.

La primera causa, es la obliquidad de la ecliptica, respecto de la equinoccial. Pero como consta de la Tabla de las ascensiones rectas, á arcos iguales de la ecliptica, corresponden arcos desiguales de la equinoccial, segun la mayor, ó menor inclinacion, que tienen los arcos de la ecliptica con el Meridiano: Luego las partes de equinoccial, que le faltan al Sol para llegar al Meridiano al cumplirse el dia del primer movil, no son siempre iguales: y como partes iguales de equinoccial, passen por el Meridiano en tiempos iguales; y las desiguales, en tiempos desiguales: se sigue, que aquella particula de tiempo, que se añade al dia del primer movil para perficionar el dia solar, no es igual en todos, si algunas vezes mayor, y otras menor: Luego por esta causa los dias solares, han de ser necesariamente desiguales.

La

La segunda causa, es, la desigualdad del movimiento verdadero, ó parente del Sol por la ecliptica: con el qual, como dixe en la prop. 41. en tiempos iguales anda arcos desiguales: de forma, que en los signos boreales, su movimiento diurno, es menor, que el movimiento medio, y mayor en los australes: Luego aunque la primera causa no existiese, esta segunda seria bastante para que los dias solares fueren desiguales. De fuerte, que estando el Sol en los signos boreales, concluido el dia del primer movil, menor parte de la ecliptica distará el Sol del Meridiano, que quando existe en los Australes: y por consiguiente, menor arco de equinoccial avrá de passar por el Meridiano, hasta que llegue allí el Sol en aquellos signos, que en estos: Luego menos tiempo passará despues de cumplido el dia del primer movil, hasta perficionarle el solar, en los signos boreales, que en los Australes: Luego tambien por esta causa son los dias desiguales.

De aqui se colige, que por esta segunda causa, si se comparan vnos años con otros muy distantes entre sí, esta desigualdad de dias se transfiere á diferentes partes del año. Porque segun esta causa de desigualdad, los dias mas breves son aquellos en que el Sol está en el Apogeo; y los mas largos, los que está en el Perigeo; pero por moverse el Apogeo, viene á corresponder la existencia del Sol en el Apogeo, y Perigeo á diferentes tiempos del año tropico, y civil: Luego tambien los dias mas breves, y mas largos se transferirán á diferentes partes del año.

Esta desigualdad de los dias, ha estado siempre en pacifica posesion, desde Ptolomeo, hasta Tycho Brahe, aunque despues acá han querido algunos ponerla en duda. Vea se en este punto el Padre Ricciolio, tom. 1. del Almagesto, lib. 3. cap. 32. donde procura confirmar la desigualdad de los dias, manifestando el poco fundamento de los que quieren impugnarla.



PROBLEMA UNICO.

Reglas para la igualacion del tiempo.

POR ser, como hemos visto, los dias naturales del Sol entre si desiguales, no son aptos para medida cierta, y general de los movimientos celestes: porque aviendose de poner en las Tablas vn mismo movimiento medio para cada dia; duplo para dos dias, &c. es forzoso se supongan los dias iguales. Por esta causa se han visto precisados los Astronomos à vsar de dias solares iguales, ò medios, para la distribucion de los movimientos medios de los Astros.

De aqui se sigue, que siempre que vsando de las Tablas de los movimientos, se recogen, y fuman aquellos, que corresponden à los años, dias, horas, y minutos dados, ò elegidos, la suma son los movimientos correspondientes à los sobredichos tiempos iguales: y como el estilo vniversal sea vsar del tiempo verdadero, es preciso, que los sobredichos años, dias, &c. se reduzcan, y conviertan en tiempo verdadero, para que de esta suerte se lepa el movimiento, ò lugar del Planeta en el tiempo dado. Al contrario, si aviendose observado vn Eclipte, ò otro Phenomeno celeste, al tiempo aparente, se quisiere examinar por las Tablas de los movimientos medios, es preciso, que el tiempo aparente de la observacion se convierta en medio, ò igual, porque en entrambos casos, se ha de añadir, ò quitar al movimiento celeste aquella parte que corresponde à la diferencia, que ay entre el tiempo igual, y el aparente.

Adviertase aora, que esta desigualdad de los dias, no se refunden en los años enteros: porque aunque los dias sean entre si desiguales; pero el agregado de los dias, horas, minutos, &c. que componen vn año equinoccial, es igual, no solo en quanto al numero, si tambien en quanto al tiempo, al agregado de los dias, horas, &c. que componen otro qualquiera año equinoccial: con que los años, no tienen mas desigualdad, que aquella intensi-

ble,

ble, que resulta del movimiento tardissimo del Apogeo. Es, pues, considerable la desigualdad del tiempo en vn agregado de dias, horas, &c. que es menor que vn año: la qual no se debe despreciar; antes bien se juzga tan necessaria esta equacion, que si se omitiese, podria, segun el Padre Ricciolio, llegar algunas vezes el error en los Planetas, à ser, quando mas en el Sol 1. min. 20. leg. en Saturno, Jupiter, y Marte 2. min. en Venus 4. min. en Mercurio 9. min. y en la Luna 36. min. y algo mas.

Para hazer, pues, esta equacion del tiempo, sirven las Reglas siguientes; cuyo fundamento, consiste; en que la equacion del tiempo, no es otro, que la *diferencia, convertida en tiempo medio, que ay entre la porcion de equinoccial, que ay entre dos Meridianos, que pasan por dos puntos de la ecliptica, y el movimiento medio del Sol, que consume en passar de vno de dichos puntos de la ecliptica, al otro.* Los dos Meridianos sobredichos, son aquellos, de los quales, el vno passa por el centro del Sol, y el otro; es el Meridiano del lugar, si la equacion fuese al medio dia; ò otro qualquiera, si la equacion fuese à otra qualquiera hora.

R E G L A.

Para la equacion del tiempo, quando las Epochas de los movimientos fueren establecidas al tiempo verdadero, ò aparente, como es en las Tablas Ptolomeicas, Alfonsoas, y Prutenicas:

1. **H**ALLESE la diferencia entre el movimiento, ò lugar medio del Sol, conveniente à la Epocha de los movimientos; y el movimiento, ò lugar medio del Sol, competente al tiempo dado.

2. HALLESE la diferencia de las ascensiones rectas, competentes al lugar, ò movimiento verdadero del Sol, en la Epocha sobredicha, y el tiempo dado.

3. COTEJESE la diferencia hallada de los movimientos medios, con la diferencia hallada de las ascensiones rectas; y si fueren iguales, la suma de los dias iguales, será igual à la de los aparentes, y no avrá necesidad de

equacion ; pero si fueren dichas diferencias desiguales, reitese la menor de la mayor , y el residuo convertido en tiempo, por la regla de la Prop. 66. del Lib. 1. serà la equacion del tiempo que se desea ; para cuyo uso sirven las reglas siguientes.

Si la diferencia de las ascensiones , fuere mayor que la de los movimientos medios , se añadirà à la equacion ballada al tiempo aparente , para que se convierta en igual ; y se restarà del igual , para que se convierta en aparente.

Si la diferencia de las ascensiones , fuere menor que la de los movimientos ; la equacion ballada , se restarà del tiempo aparente , para que quede hecho igual : y se añadirà al igual , para que quede convertido en aparente.

R E G L A.

Para la equacion del tiempo , quando las Epochas de los movimientos celestes pertenecen al tiempo medio , como es en las Rudolphinas ; Danicas , Lanstergianas , Pbilolaycas ; y en las de Ricciolio , Miliet , y la Hire.

Hallese el lugar del Sol , afsi medio , como aparente, conveniente à la Epocha ; y afsimismo , el medio, y aparente , que compete al tiempo aparente dado. Hallese la ascension recta del lugar verdadero del Sol , al tiempo de la Epocha , y al tiempo dado : sequefe la diferencia de los movimientos medios , y pongase aparte : faquefe la diferencia de las dos ascensiones rectas. Cotejese la diferencia de las ascensiones con la de los movimientos medios , que se reservò aparte , y si fueren iguales , no avrà necesidad de equacion ; pero siendo desiguales , se tomarà su diferencia ; y esta , convertida en tiempo , (66. lib. 1.) serà la equacion que se busca : en cuyo uso se observará lo siguiente.

Si la diferencia de las ascensiones rectas , fuere mayor que la de los movimientos medios , añadirase la equacion al tiempo aparente , y se tendrá el igual. Restese del tiempo igual , y se tendrá el aparente.

Si la diferencia de los movimientos medios , fuere mayor que la de las ascensiones rectas ; la equacion restese del tiempo aparente , y se hará igual : añadirase al igual , y se convertirá en aparente.

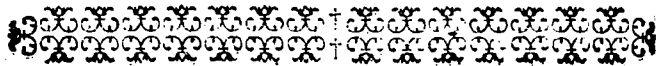
Notese lo 1. Que estas reglas dadas para el uso de la equacion , se han de entender para quando se suputan los movimientos , para tiempos subsecuentes à la Epocha ; porque si fuere para antes de ella , las operaciones avian de ser las opuestas ; esto es , donde se avia de sumar , se restará ; y donde restar , se avrá de sumar.

Notese lo 2. Que si el lugar verdadero del Sol fuere el primer punto de Ariete , y el medio movimiento no llegasse à dicho principio de Ariete , se tomarán por ascension recta 360. grad. Pero si el medio movimiento passasse mas allá del principio de Ariete , el mismo movimiento medio serà la equacion que se desea. Para mayor inteligencia , convendrá poner el exemplo siguiente , que es del Padre Juan Bautista Ricciolio.

Exemplo. Sea dado el dia 7. de Enero , hora 6. 54. min. despues de medio dia , año 1502. en Bononia : Pídesse , que el sobredicho tiempo aparente , se convierta en igual , para que se pueda formar el calculo de los movimientos de los Planetas , competentes à esse tiempo por las Tablas Astronomicas.

Operacion. El movimiento medio del Sol , al principio de la Epocha de Christo , aplicado à Bononia , era 9. sig. 7. grad. 34. min. 45. seg. y al tiempo propuesto , era 9. sig. 25. grad. 32. min. 49. seg. cuya diferencia es 17. grad. 58. min. 4. seg. El lugar verdadero del Sol , en la Epocha de Christo , era en Capricornio 8. grad. 36. min. 30. seg. y la ascension recta de este lugar verdadero , era 279. grad. 23. min. 58. seg. En el tiempo dado , era el lugar verdadero del Sol Capricornio 26. grad. 49. min. 22. seg. y su ascension recta , es 298. grad. 51. min. 53. seg. Luego la diferencia de las ascensiones rectas , es 19. grad. 27. min. 55. seg. con que es mayor que la diferencia de los movimientos medios : restando , pues , esta de aquella , es el residuo 1. grad. 29. min. 51. seg. convertido esse

arco de equinoccial en tiempo, es 5. min. 59. seg. Y esta es la equacion, que se pide, que añadida al tiempo dado, le convierte de aparente en igual; y es, en el año 1501. dia 7. de Enero, hora 6. 59. min. 59. seg. en Bononia, despues del medio dia. Otro modo algo mas facil se dará en la explicacion de las Tablas Astronomicas, ajustado a ellas.



LIBRO III.

DE LA LUNA.

Despues de aver tratado de los movimientos, y phenomenos del Sol, passamos à la especulacion de los que se observan en la Luna. Es este Planeta, segun el cap. 1. del Genesis, el Luminar menor, que puso Dios en el Cielo, para que entre las tinieblas de la noche, presidiessse al numeroso Coro de tantas, y tan brillantes Estrellas: es, como dixo Plinio, lib. 2. cap. 9, el Astro, que por su cercania, es mas familiar à la tierra, y à quien se debe el conocimiento de la mayor parte de las apariencias celestes; es por su propinquidad, el mas observable; pero es al mismo passo tanta la variedad de sus phenomenos, y tan intrincado el laberintho, que forman las lineas de sus movimientos, que resistiendose aun à las leyes rigurosas de los calculos, vence la mas diligente astucia de los Astronomicos delvelos: motivo que tienen algunos para llamarle *centumax sfdus*. Pero la utilidad de su conocimiento, es bien notoria, pues à mas que algunas Naciones se gobiernan por el año Lunar, ò con dependencia del solar, ò sin ella, la Iglesia Catholica atiende siempre à sus ciclos

culos en la celebracion de la Pasqua, y demás Fiestas movibles, que penden de ella, como en su lugar verèmos: Divido este Libro en diferentes Capítulos, para mayor distincion de las materias, donde incluirè con la brevedad, y claridad possible, todo lo preciso para la inteligencia de los movimientos, y propiedades de este Planeta.

CAPITULO I.

DE LA NATURALEZA, Y PROPIEDADES de la Luna.

PROP. I. Theorema.

La Luna, es cuerpo esferico, y opaco.

1. **Q**UE la Luna sea cuerpo opaco, consta de los Eclipses del Sol; pues como se verá mas adelante, es cierto causarles la interposicion de la Luna, que nos le oculta à nuestra vista, privandonos de su luz: siendo, pues, cierto, que solo el cuerpo opaco, es el que oculta al luminoso, y estorva el tránsito à la luz; será tambien cierto, ser la Luna cuerpo opaco.

2. Que sea la Luna cuerpo esferico, se demuestra; porque el cuerpo, que iluminado por vna parte, está obscuro por la otra, y los confines de la luz, y de la sombra, son linea circular, es cuerpo esferico, como se vé en qualquiera bola, quando se ilumina por vn lado; pero esto sucede en la Luna, como consta por la experiencia: pues al mismo passo, que se vá apartando del Sol que la ilumina, yá parece, segun lo iluminado, falcara, ò en forma de hoz; yá dichotoma, ò dimidiada; yá giva, dividiendose lo claro de lo obscuro con linea circular: Luego la Luna es cuerpo esferico.

PROP. II. Theorema.

El cuerpo Lunar, consta de partes solidas, y fluidas.

ASSI como el globo terraqueo, que habitamos, consta de vnas partes solidas, y firmes, que son los montes, y substancia lapidea, cuya constante trabazon, y vnion, dà firmeza, y persistencia à su basto cuerpo; y à mas de esto, incluye otras partes liquidas, y fluidas, que son los Mares, y Rios: assi tambien digo, que el globo Lunar consta de partes solidissimas, y tambien de otras, que son fluidas à manera de agua. Pruebase esto, porque no todas las partes de la Luna, son igualmente aptas para reflecter la luz, como lo atestiguan las muchas maculas, que observamos en ella; lo qual, no parece poderle atribuir à otra causa; si à que vnas partes, por lo solido, son aptas para reflecterla; y otras, por ser fluidas, la reciben dentro de si, y retienen gran porcion sin reflecterla, como veremos despues.

Confirrase esto, porque si mirásemos la tierra de lejos, quando sus partes solidas aparecieran ilustradas del Sol, se nos representarian los Mares con vn color obscuro: pues aun quando miramos el Mar de alguna distancia, nos parece azul, color que, como dixè en la Optica, es el mas inmediato al negro. Observando, pues, esto mismo en la Luna, dezimos con gran fundamento, constar, no solo de partes solidas, si tambien de otras, que son fluidas; si bien esta materia fluida, serà muy distinta de las que tenemos en esta region elementar.

PROP. III. Theorema.

La Luna, es globo total.

CONSTA esta de lo dicho en el Lib. 1. Prop. 1. y 4. donde generalmente se estableció ser todos los Astros globos totales de la misma suerte que la tierra: esto es, que todas sus partes tienen inclinacion, y peso àzia vn

punto, que estando en medio de cada vno de ellos, viene à ser su proprio centro: Vease el lugar citado.

PROP. IV. Theorema.

En la Luna, no ay Atmosphera alguna sensible.

DUDASE, si en la Luna ay Atmosphera; esto es, algun trecho ocupado de halitos, ò vapores, que exhalandose del cuerpo Lunar, formen à su redor vna esfera vaporosa, como en la realidad la ay en la tierra. Afirmanta Plutarcho, *Opusc. de facie Luna*, Meillino, Keplero, Galileo, Longomontano, Jordano, Fabricio, Rheita, Bétrino, Langreno, y Vendelino. Duda de ella el Padre Ricciolio. El Padre Miliet la niega en la primera impressiõ; pero en la segunda, casi la concede.

Digo, que al contorno de la Luna, no ay Atmosphera sensible, ò observable desde la tierra: La razon es, porque no ay observacion alguna que lo convenza; pues de vna, ò otra, que se pueden alegar de Langreno, y Vendelino, se duda con gran fundamento: si bien tengo por muy verosimil, aver en la Luna alguna Atmosphera de vapores muy fútiles, que se evaporan del cuerpo Lunar, que si llegan à condensarse, buelven à caer en la misma Luna, como sucede en los que de la tierra se elevan à la region aerea.

PROP. V. Theorema.

La Luna resplandee con la lux, que recibe del Sol.

ES yà constante sentir de todos los Astronomos, que resplandee la Luna con la luz que recibe del Sol. Demuestrase, 1. Por los Eclipses Lunares, porque jamàs se eclipsa la Luna, sino en aquellos plenilunios, en que su oposicion con el Sol, es tan directa, que viene à encontrar con la sombra de la tierra; y si aquella luz que tiene la Luna, no fuèssè comunicada del Sol, no avría razon alguna para que quedasse desfigurada de ella, quando por

interponerse la tierra se le encubre. 2. Se demuestra por las fases Lunares, que va adquiriendo la Luna en los crecientes, y va perdiendo en los menguantes: las cuales no se pueden entender, ni explicar de otra suerte, que admitiendo ser la luz de la Luna participada del Sol; y esto admitido, y supuesto, se explican con suma facilidad; y evidencia, como se verá en la proposicion siguiente: Luego la Luna resplandece con la luz, que le participa el Sol.

PROP. VI. Theorema.

Explicanse las Phases Lunares. fig. 71.

Llamanse Phases Lunares, aquellas diferentes figuras, y apariencias, que la parte iluminada de la Luna, descubre desde la tierra, va continuamente adquiriendo en los crecientes, y perdiendo en los menguantes: Estas fases, ó apariencias, son varias, porque dentro del mes de su iluminacion, que dura de vna conjuncion á otra, ya aparece la Luna falcata, ó corniculada á manera de hoz; ya dichotoma, ó dimidiada, en forma de semicirculo; ya givosa, ó mas de media; ya totalmente llena: A mas de esto, ya sus extremidades, ó puntas miran ázia Levante, ya ázia el Poniente; ya con vna inclinacion, ya con otra, con maravillosa variedad: Todo lo qual se explica facilmente, supuesta la iluminacion, con que el Sol ilumina vn emisferio entero de la Luna.

Sea, pues, en la fig. 71. el Sol S, que de lugar muy distante ilumina la Luna: la tierra sea T; y el circulo por donde va la Luna con su movimiento proprio, sea ABD, &c. Supongamos primeramente, que la Luna está en A entre la tierra, y el Sol: alli, pues, sucede la conjuncion con el Sol; y como en esta positura todo el emisferio iluminado, mire ázia el Sol; el otro emisferio, totalmente obscuro, mira ázia la tierra; y así, no se puede ver la Luna: Si esta conjuncion fuere muy precisa, avrá eclipse de Sol; pero si por la latitud quedasse algo des-

viada la Luna, no le podrá aver, segun lo que diremos en su lugar.

Supongamos ya, que despues de algunos dias se aya pasado la Luna á B: aqui se podrá ya descubrir desde la tierra T alguna parte del emisferio iluminado, y aparecerá falcata, á modo de hoz: puesta en D, aparecerá tambien falcata; pero mayor, por descubrirse desde la tierra mayor porcion de lo iluminado. Puesta despues en F, sucederá el Quarto creciente, ó primera quadratura, donde con poca diferencia, se verá dimidiada, ó dicotoma, por descubrirse alli desde la tierra la mitad del emisferio iluminado. Pasándose despues á H, se descubrirá ya desde la tierra mas de la mitad de dicho emisferio, y así se verá mas que media: como tambien en K, aumentándose siempre lo iluminado, hasta que puesta en M, llegue á estar en oposicion del Sol, y se vea desde la tierra todo su emisferio iluminado, que es lo que llamamos Luna llena: donde si la oposicion fuere muy precisa, ay Eclipse de Luna. Pasando despues á L, se empieza ya á ver desde la tierra alguna porcion del emisferio obscuro, y se ve otra vez givosa, como en K, aunque ázia la parte opuesta; y así prosigue, hasta que en G haze la segunda quadratura, ó Quarto menguante, y se ve otra vez dimidiada: despues falcata en E, y C, hasta que bolviendo en A, haze otra conjuncion con el Sol.

Los nombres de estas Phases, ó apariencias de la Luna, son los siguientes: A, es el Girante, Conjuncion, Luna nueva, ó Novilunio. F, es la primera Quadratura, ó Quarto creciente. M, Oposicion, Luna llena, ó Plenilunio. G, Segunda Quadratura, ó Quarto menguante. Luego que se empieza á descubrir la Luna despues de la conjuncion, como por exemplo, en B, se llama Phase primera, ó Luna nueva vista, como la vltima en C. Y de lo dicho se colige, que la Luna se ve falcata desde el girante A, hasta la primera quadratura F; y desde la segunda G, hasta el girante: y se muestra mas que media, desde la primera quadratura F, hasta el Plenilunio M; y desde este, hasta la

la segunda quadratura G. La conjuncion, y oposicion se llaman comunmente *Sizigias Lunares*.

PROP. VII. Theorema.

El tiempo que passa de la conjuncion, hasta la primera Phase, y apariencia de la Luna, no es igual.

USaban antiguamente muchas Naciones del mes Lunar, como aun lo estilan aora en diferentes partes los Arabes; al qual empezaban à contar desde la Luna vista, y primera apariencia, ò Phase suya, como de señal más obervable, y visible; y por esta causa tenian puesta la mira en el tiempo, que fuele passar desde la conjuncion de la Luna con el Sol, hasta que libre del esplendor de sus rayos, empieza à manifestarse, y descubrirse en el Cielo. Digo, pues, que este tiempo no es igual, si que à vezes passa mas, à vezes menos, despues del Novilunio. La razon es, porque, como prueba Aibategnio, cap. 41. el arco de vision, ò luzimiento, que ha de aver entre la Luna, y el Almicantarat del Sol, para que esta pueda gozar del orto heliaco, y empezar à ser visible despues de la conjuncion al ponerse el Sol, es con poca diferencia 12. grados à lo menos; pero para que se profunden dichos 12. grados del vertical, à vezes es menester mas tiempo, y à vezes menos: Luego para que se comience à descubrir la Luna, puesto el Sol, à vezes passara mas, y à vezes menos tiempo. La menor se prueba, señalando tres causas, por las quales, es desigual dicho intervalo de tiempo.

La primera causa, es la obliquidad de la ecliptica con el Horizonte, de la qual proviene aver en el arco del Zodiaco, que ay al tiempo arriba dicho del Sol à la Luna, mas, ò menos grados, que aquellos 12. de profundidad en el vertical, segun fuere mayor, ò menor la obliquidad sobredicha de la ecliptica. Como, pues, la Luna se empiece à descubrir cerca del Horizonte, quando el Sol està profundo 12. grados, se sigue, que quanto menos grados del Zodiaco, avrà menester correr con su mo-

movimiento verdadero la Luna, para que el Sol obtenga los 12. grados de profundidad al quererle ella poner, tanto mas presto se podrá descubrir; y tanto mas tardará, quanto mayor fuere el arco del Zodiaco, que ha de distar del Sol, para que al ponerle ella, tenga el Sol la profundidad de 12. grados.

La segunda causa, es la mayor, ò menor latitud de la Luna, ò distancia suya de la ecliptica; la qual es causa, siendo boreal, que quanto fuere mayor, tanto mas tarde à ponerse la Luna en los Horizontes boreales, y menos en los australes; y al contrario siendo austral.

La tercera causa, es la mayor, ò menor velocidad del movimiento verdadero de la Luna; porque si su movimiento fuere veloz, mas presto se apartará del Sol, lo que es menester para hazerse visible; y al contrario, si fuere tardo. A estas causas se añade la mayor, ò menor refraccion, y algunas otras de menos consideracion. El Padre Dechales dà por regla general, que la Luna rarísimas vezes se dexa ver el mismo dia de la conjuncion, y pocas vezes se difiere su apariencia al tercero dia.

Lo perteneciente à la dicotomia Lunar, como el modo de bajar quanto tiempo sea antes de la primera quadratura, ò despues de la segunda, se tratò en el lib. 2. desde la Prop. 6.

PROP. VIII. Theorema.

Algunas paradoxas pertenecientes à las apariencias, ò Phases Lunares.

1. **L**A Luna, nunca tiene menos luz del Sol, que quando està llena. La razones, porque el luminoso mayor, qual es el Sol; tanto menor parte del opaco menor ilumina, quanto este està mas distante, como se demonstrò en la Optica; pero la Luna en el Plenilunio dista mas del Sol, que en ningun otro parage: Luego la parte iluminada en el Plenilunio, es menor que en las demás Phases, ò apariencias.

2. La Luna, nunca està mas iluminada del Sol, que en el Girante, ò Neovilunio. La razones, porque entonces està

va mas cerca del Sol; y por configuiente, participà mas intensa luz, y en mayor porcion de su cuerpo:

3. *Respecto de los que habitamos en la tierra, jamás ha auido Plenilunio perfecto.* La razon es; porque si la oposicion de la Luna con el Sol, es diametral; y perfecta, padece Eclypse; y si no lo es, falta la luz à vna pequeña, aunque insensible porcion del emisferio Lunar, que descubrimos desde la tierra: Luego respecto de nosotros, jamás ha auido Plenilunio perfecto.

PROP. IX. Theorema.

La superficie de la Luna, no es tersa, como la de los Espejos

LA razon es; porque si fuesse tersa, ò especular, seria la Luna vn espejo esferico; y por configuiente, casi no reverberaria à la tierra luz alguna de la que recibe del Sol; pues, como atestigua la experiencia, los espejos esfericos expuestos al Sol, solo representan à nuestra vista su imagen reducida quasi à vn punto, quedando todo lo demas obscuro: Luego la superficie de la Luna, no es tersa, como la de los espejos, si escabrosa, y desigual, supuesto, que con tanta abundancia nos reverbera la luz, que recibe del Sol.

PROP. X. Theorema.

La superficie de la Luna, es aspera, y fragosa, compuesta de grandes montes, valles, y cabernas, como la de la tierra.

DE este sentir son Scheinero, Galileo, Keplero, Mellino, Longomontano, Blancano, Cartesio, Fontana, Antonio Maria de Rheita, Kirkerio, Langreno, Hebelio, Ricciolio, Dechales, y todos quantos, con buenos largomiras han observado su superficie.

Pruebasse lo primero, por que mirando atentamente la Luna con atajos de larga vista, de mayor longitud que la ordinaria, singularmente desde el dia quinto, despues

pues de la conjuncion, hasta vno, ò dos dias antes del lleno, y de algunos despues de este en adelante, se ve claramente, aver en la Luna vnas eminencias, que por la parte que miran al Sol estàn iluminadas, y por la opuesta obscuras; y que en los llanos inmediatos, se estiende hasta algun trecho su sombra; y esto, ya àzia vn lado, ya àzia otro, siempre al opuesto del Sol, de la misma suerte que sucede en los montes de la tierra: Luego en la Luna ay eminencias, ò montes.

Pruebasse lo segundo, por que quando la Luna està en el creciente, ò en el menguante, pero en notable distancia del lleno, se ve, que en la parte, ò linde, que divide lo claro de lo obscuro, ay muchas desigualdades: esto es, vnas partes claras, y otras obscuras: lo que arguye claramente la fragosidad sobredicha. Dirà alguno provenir esto, de que vnas partes, por ser opacas, reflektan la luz; lo que no hazen otras, por ser diafanas. Pero la experiencia atestigua llenarse tambien de luz muchas de aquellas porciones obscuras, quando la Luna està mas adelante en su creciente: Luego no consiste aquella desigualdad solamente en la opacidad de vnas partes, y diafandad de otras.

Pruebasse lo tercero, por que algunos dias despues del Novilunio se descubre con el Telescopio, en la parte obscura de la Luna, y en notable distancia de la iluminada, algunas partes ilustradas del Sol: lo qual no se puede explicar de otra suerte, que diziendo ser aquello las eminencias, ò cumbres de los montes mas altos, à quienes alcanzan los rayos obliquos del Sol, antes que puedan iluminar los valles: assi como en la tierra primero participan de los rayos del Sol las cumbres de los montes, que las profundidades de los valles.

Contra esta doctrina, tenida ya por cierta entre los Astronomos de nuestros tiempos, se objecta, que si en la Luna huviessse los montes, y valles sobredichos, se descubririan en la periteria, que termina el emisferio visto de la Luna; pero alli no descubre la vista, aun armada con los Telescopios, desigualdad alguna, si solamente

vna linea circular seguida : Luego no ay en la Luna la fragosidad sobredicha. A esto respondo lo primero , que esta razon, solo puede convencer no aver montes , y valles en aquel lugar de la periferia ; pero no por esso se infiere carecer de ellos lo restante de la Luna : donde , como se pueda experimentar , se descubren facilmente. Respondo lo segundo , ser tantas , y tan frequentes las series de montes , que ay en la Luna , vnas despues de otras , que la vista , registrandolas de tanta distancia , viene à vnir todas las que ay en vn gran trecho , antes de la periferia de la Luna , de forma , que por verlas obliquamente , vienen à cubrir vnas eminencias los vacios que dexan las otras , y a representar-se à la vista , como vna linea circular seguida , y sin interrupcion alguna.

PROP. XI. Problema:

Medir la altura de los Montes Lunares. fig. 72.

Galileo en el Nuncio Sydereo , Blancano , Bettino , y otros comunmente suponen , que el diametro de la tierra , es de 7000. millas Italianas , y que el diametro de la Luna , al de la tierra , es como 2. con 7. con que será 2000. Observò Galileo vna cumbre de vn Monte Lunar , iluminada dentro de lo obscuro de la Luna , y distante del liado de la luz , y de la sombra vna vigesima parte del diametro : esto es , 100. millas. Con esto se tienen bastantes datos para medir la altura de aquel Monte , con la practica siguiente.

Sea el emisferio iluminado de la Luna ADG , y el tenebroso ABG : sea AC el semidiametro de la Luna , que segun lo dicho arriba , es 1000. millas. La tangente AM ; segun lo observado , es 100. que forma con el radio el angulo A recto : (16. 3. Euc.) con que el triangulo MAC , es rectangulo : Luego (47. 1. Euc.) si se suman los quadrados de MA , AC , que son 10000. y 1000000. la suma 1010000. será el quadrado de la hypotenusa MC , cuya raiz quadrada , es algo mas de 1004. es , pues , la MC poco mas de 1004. millas : Luego quitado el radio.

CB

CB 1000. el residuo será la BM , altura perpendicular del monte , mas de 4. millas. El P. Ricciolio , y otros , con diferentes observaciones , han hallado ser la altura perpendicular de algunos montes 9. y en otros 12. millas Bononienfes , à quienes no llegan à igualar los mas altos de la tierra.

PROP. XII. Theorema.

Explicase , en que consistan las maculas Lunares.

Delo dicho se colige facilmente , que cosa sean las maculas Lunares. Digo , pues , ser en dos maneras : vnas , del todo invariables ; y otras , que tienen variacion , segun la positura , ò lugar de donde el Sol ilumina la Luna. Las primeras , que son las mayores , son aquellas partes de la Luna , que siendo fluidas , y diafnas à manera de mares , remiten à la tierra poca , ò ninguna luz , como dixe en la Prop. 2. Las otras que admiten variedad , segun el lado por donde el Sol ilustra la Luna , son las sombras de los montes , y eminencias Lunares , que siempre caen , y se estienen àzia la parte opuesta al luminoso ; como es general en todos los cuerpos opacos ; y estas no se distinguen , si no se mira la Luna con largomiras de competente longitud , como queda dicho en la Prop. 10.

PROP. XIII. Theorema.

La Luna no tiene de sí luz alguna.

Dixe en la Propos. 5. que la luz principal con que la Luna resplandece , es participada del Sol ; pero con esto se puede muy bien componer , que tenga tambien de sí alguna luz tenue , y mas remissa. Pero soy de sentir con el Padre Ricciolio , lib. 4. Almag. cap. 6. y Dechales , lib. 3. Astron. Prop. 6. que la Luna no tiene de sí luz alguna. El fundamento , es , no averle para admitirla ; porque dos que suelen señalar algunos , no tienen substancia.

Tom.VII.

S

E

El primero, es, que en los eclipfes totales de la Luna se suele frequentemente ver en ella alguna luz, que no pudiendo ser entonces del Sol, se sigue aver de ser propria de la Luna: A esto respondo, que si fuera propria la sobredicha luz, se observaria en todos los eclipfes: lo que es falso, porque como muchas vezes vemos, queda la Luna en algunos de estos eclipfes tan destituida de luz, que totalmente desaparece, sin quedar, ni aun vestigio suyo en el Cielo. La causa, pues, de aquella luz, que tiene en algunos eclipfes, se vera en el Libro siguiente.

El segundo fundamento, consiste, en que los primeros, y ultimos dias de Luna, quando la parte iluminada, que se ve desde la tierra, es pequena, se descubre todo el cuerpo Lunar con vna luz tenue, y remissa; y no pudiendo provenir del Sol, que esta à la parte opuesta, se sigue, ser luz propria de la Luna: Respondo tambien como antes, que si fuese propria, se observaria aquella misma luz en la parte obscura de la Luna al tiempo de la quadratura, y desde ella, hasta el Plenilunio; y como esto no se observe, antes bien quede aquella parte del todo obscura, se infiere no ser tampoco aquella luz propria de la Luna: De donde provenga, se explica en la Proposicion siguiente.

PROP. XIV. Theorema.

Aquella luz tenue, y secundaria, que en los primeros, y ultimos dias de la Luna, nos haze visible todo su cuerpo, proviene de la tierra.

Vitelio, Lib. 4. Optic. Theor. 77. Aguilonio, Lib. 5. Optic. pag. 423. Scheinero, y otros, citados por Ricciol. Lib. 4. cap. 6. dicen, que aquella luz proviene de los rayos del Sol, que atraviesan toda la solidez de la Luna; pero que esto sea falso, consta; 1. Porque si asi fuese, tambien se veria aquella luz en las quadraturas, y despues de ellas. 2. En los eclipfes del Sol, se veria alguna luz en la Luna; y en los de la Luna, nunca se podria ver

ver luz alguna en ella, por impedirle la tierra los rayos del Sol: todo lo qual es contra la experiencia; y à demàs de esto, parece impolsible, que pueda travesar la luz del Sol todo el cuerpo Lunar, cuyo diametro, es como de 2000. millas:

Digo, pues, que aquella luz tenue, que se ve en la parte obscura de la Luna en las primeras, y ultimas phases, proviene de la tierra, cuyo emisferio iluminado del Sol, remite sus rayos por reflexion à la Luna: assi como la Luna llena les remite, è ilumina de noche à la tierra. De este sentir son Dechales, y Ricciolio, en el lugar citado: Mestlino, Klepero, Galileo, Gassendo, Cartesio, Rheyta; Longomontano, y Caramuel; y es ya tenido por cosa cierta entre los Astronomos modernos.

Pruebase, 1. Porque si la Luna, siendo mejor que la tierra la ilumina tanto aquellas noches del lleno: mucho mejor la tierra, que es mayor que la Luna, podrá iluminarla. Y no ay duda, que si vno desde la Luna, quando esta en el Novilunio, ò cerca de èl, mirasse la tierra, veria todo su emisferio iluminado, como desde la tierra vemos el de la Luna, quando esta llena: y si estuviessè en la Luna al tiempo del Plenilunio, ò cerca de èl, veria la tierra iluminada con aquella luz tenue, que la Luna llena le embia: assi como desde la tierra observamos en la Luna aquella poca luz, quando dista poco del Novilunio.

2. Se prueba, porque con esto se dà cabal razon, por que aquella luz remissa se desvanecè en las quadraturas: y es, porque en las primeras, y ultimas phases, ò apariencias, es ilustrada la Luna de todo el emisferio de la tierra; pero en las quadraturas, solamente de su mitad: con que recibiendo en este patage tan poca luz, y con rayos muy obliquos, viene à desvanecerte, y hazerle insensible. Ni hallo que contra esto pueda ofrecerte cosa que tenga dificultad alguna.

PROP. XV. Theorema.

La Luna siempre tiene àzia la tierra una misma cara, ò emisferio fuyo; y es el que se representa en la Selenographia.

QUE la Luna tenga siempre buelta àzia la tierra una misma cara, ò emisferio fuyo, consta de las observaciones quotidianas, aun hechas sin anteojos de larga vista, en las quales vemos siempre unas mismas maculas en la Luna: exceptuando algunas pocas cerca de las orillas, ò periferia fuya, que por causa de vn pequeño movimiento, llamado de *Libracion*, de que hablaremos en su lugar, algunas vezes se descubren, y otras se occultan.

Esta faz, y superficie de la Luna, que siempre descubrimos desde la tierra, es la que se expresa en las declinaciones, llamadas *Selenographicas*; porque así como de la superficie de la tierra se forman las descripciones geographicas, donde se representan los Mares, Ensenadas, Estrechos, Istmos, Continentes, Montes, Rios, Lagunas, y quanto ay mas notable en la tierra: así en la *Selenographia* se expresan con gran puntualidad, y primor todas las maculas Lunares, en sus propios lugares, y distancias, y con la misma figura, que en sí tienen, juntamente con las eminencias, llanuras, y todo lo demás, segun se descubre, y observa en el disco Lunar, con telescopios excelentes. Trabajaron en esta materia Galileo, Scheinero, Lagalla, y Rheita; pero con mayor felicidad Langreno, Hevelio, Eustachio Divini, y los Padres Grimaldo, y Ricciolio, à cuya *Selenographia* remito al Lector, que la trata en el Lib. 4. cap. 7. del *Almag.* Sirve esta delineacion para observar los eclipses Lunares, porque por ella se puede ir observando el tiempo, en que las maculas principales van entrando en la sombra de la tierra; y en los parciales, se conocerán con mayor certeza los digitos de la obscuracion, por las maculas, que corta la periferia de la sombra terrestre.

CA-

CAPITULO II.

DE LA LATITUD, PARALAXE, DISTANCIA, y magnitud de la Luna.

ASSI como en el Sol, antes de averiguar sus movimientos, se procurò saber su maxima declinacion, para conseguir el conocimiento de la ecliptica; que es el circulo de su movimiento annuo: así en la Luna, antes de tratar de sus varios movimientos, importa averiguar su maxima latitud, ò lo mas que se puede desviarse de la ecliptica, para lograr el conocimiento de la orbita, ò círculo por donde executa su movimiento menstruo. Este es el estilo que siguiò Ptolomeo, Lib. 5. del *Almagesto*, cap. 11. y la mayor parte de los Astronomos; y con gran razon, porque sabida la maxima latitud, se observa bien la paralaxe: sabida esta, se passa al conocimiento de la distancia; y últimamente, de esta se procede à la investigacion de la magnitud de la Luna: Todo lo qual se declara por su orden en las proposiciones de este Capitulo.

PROP. XVI. Theorema.

Explicase la latitud de la Luna.

Latitud de la Luna, es lo que se aparta de la ecliptica àzia sus polos: con que es el arco de vn circulo maximo, que passa por el centro de la Luna, y por los polos de la ecliptica, comprehendido entre la ecliptica, y el centro de la Luna: De que se colige, que la *Maxima latitud*, es lo mas que la Luna se desvia de la ecliptica, numerada en el sobredicho arco, el qual es juntamente la medida de la inclinacion, ò ángulo de la orbita Lunar con la ecliptica. Para la cabal inteligencia de esto, se ha de suponer, que el Sol siempre vá por la ecliptica; pero la Luna se mueve por vn otro circulo,

que corta la ecliptica en dos puntos opuestos : de los quales el vno se llama *Nodo boreal*, *Ascendente*, ò *Eveniente*, porque de èl empieza la Luna a subir àzia la parte boreal, apartandose de la ecliptica : llamase tambien *Cabeza del Dragon Lunar*. El otro se llama *Nodo austral*, *Descendente*, ò *Deveniente*, porque de èl empieza à descender la Luna àzia el Austro, desviandose de la ecliptica ; y se llama tambien *Cola del Dragon Lunar*. Quando la Luna està en estos nodos, carece de latitud, por hallarse en la ecliptica ; pero fuera de ellos, siempre la tiene mayor, ò menor, segun la mayor, ò menor distancia de dichos nodos : De forma, que quando dista de ellos 90. grados, tiene la maxima latitud ; y estos dos puntos se llaman *Limites*, ò *vientres del Dragon Lunar*.

PROP. XVII. Problema.

Observar la maxima latitud de la Luna.

EL modo siguiente de observar la maxima latitud de la Luna, es de Ptolomeo, lib. 5. cap. 12. y procede sin dependencia de la paralaxe, porque antes bien esta se ha de determinar por la maxima latitud.

Observefe la altura meridiana de la Luna, en ocasion que este tan cerca del Zenith del observador, que carezca de paralaxe sensible : y juntamente en tiempo que su maxima latitud venga à estàr en el principio de Cancro, y Capricornio ; y por consiguiente, los nodos se hallen en los puntos equinociales : La razon, porque se requiere esto, es, porque entonces el circulo Meridiano, no solo es tambien circulo de declinacion, y altura, si que juntamente es circulo de latitud, y coluro de los solsticios, como consta del lib. 1. Observada, pues, la sobredicha altura, si la latitud fuere boreal, el agregado de la altura de la equinoccial, y distancia del tropico de la misma equinoccial, restese de la altura observada de la Luna : y si la latitud fuere austral, restese de el sobredicho agregado la altura observada de la Luna, y el residuo serà la maxima latitud que se busca.

Exemplo. Ptolomeo en Alexandria, donde, segun èl mismo dize, la altura de la equinoccial, es 59. grad. 2. min. observò la altura meridiana de la Luna, y hallò ser 87. grad. 53. min. en tiempo en que, segun las Tablas, tenia la Luna en el principio de Cancro la maxima latitud boreal : la distancia del tropico à la equinoccial, era, segun su observacion, 23. grad. 51. min. 20. seg. con que el agregado de esta distancia, y de la altura de la equinoccial, era 82. grad. 53. min. 20. seg. que restado de la altura observada de la Luna 87. gr. 53. min. queda la maxima latitud 4. grad. 59. min. 40. seg. y así determinò ser cinco grados justos ; y mas aviendo omitido la paralaxe, que en aquella altura seria como 2. minutos.

Otros modos ay de observar la maxima latitud de la Luna, tambien sin dependencia de la paralaxe, y es por los eclipses Lunares, que se pueden ver en el Padre Ricciolio, Lib. 4. Almag. cap. 12.

PROP. XVIII. Theorema.

Determinarse quanta sea la maxima latitud de la Luna.

PTolomeo, en el lugar citado, estableciò ser la maxima latitud de la Luna, así en las syzigias ; esto es, en la conjuncion, y oposicion, como en las cuadraturas, 5. grados. Siguiéronle en esto todos los Astronomos, hasta Tycho Brahe, que con diligentissimas observaciones llegò à conocer con evidencia, que si bien en las conjunciones, y oposiciones, era la maxima latitud 5. grad. con poquissima diferencia ; pero que quando sucedia en las cuadraturas, era mayor ; esto es, 5. grad. 17. min. 16. seg. Esto mismo siguieron Longomontano, Magino, y otros, que cita el Padre Ricciolio ; el qual asegura ser la maxima latitud en las syzigias sensiblemente 5. grad. y en las cuadraturas, 5. grad. 18. min. y así tambien los demás Astronomos, con poquissima diferencia.

PROP. XIX. Problema.

Dada la maxima latitud de la Luna, hallar las demás, que competen à cada grado de distancia del nodo, y ordenar las Tablas de la latitud. fig. 73.

LA Tabla de la latitud de la Luna, se compone poniendo en vna columna, de grado en grado, la distancia de la Luna al nodo, numerada en su orbita, à que llaman *Argumento de latitud*; y al lado de cada grado, colocando la latitud, que proporcionalmente le toca, supuesta la maxima latitud; pero como esta en las conjunciones, y oposiciones sea vna, y en las quadraturas sea otra, como hemos visto, será menester hazer dos operaciones: la primera, para hallar la latitud competente à cada grado, suponiendo la maxima, que puede tener la Luna en las sizigias; y esta será bastante para saber la latitud de la Luna en las conjunciones, y oposiciones, en qualquiera distancia del nodo; y la segunda operacion, será para hallar la parte proporcional, que se ha de añadir en cada grado, siempre que se huviere de suputar la latitud para fuera de las sizigias.

Operacion 1. Sea en la fig. 73. el arco DC 5. grad. que es la maxima latitud que puede tener la Luna en las sizigias: sea AC el quadrante de la ecliptica; y AD, el quadrante de la orbita Lunar; y el punto A, será el nodo. Supongamos, pues, se halle la Luna en el punto E; y se busca su latitud. Tirese el arco EB de circulo de latitud, que pasando por el punto donde se halla la Luna en su orbita, sea perpendicular à la ecliptica AC, y se tendrá el triangulo esferico AEB, rectangulo en B, en el qual es conocido el angulo A, 5. grad. y se supone dada la distancia AE de la Luna al nodo: con lo qual se halla por Trigonometria el arco EB, que es la latitud de la Luna en el punto E: de esta manera se sacará la latitud competente à cada grado de los 90. que ay en el quadrante AD de la orbita; y las que se fuer-

ren

ren hallando, se pondrán en la Tabla al lado de los grados correspondientes. Basta hazer 90. resoluciones del sobredicho triangulo; porque en los demás quadrantes, son vnas mismas las latitudes en los grados igualmente distantes del nodo mas proximo.

Estas latitudes son las contenidas en la Tabla 23. cuyo titulo es, *De la latitud simple de la Luna*, y del exceso: las quales tendrá la Luna en los grados sobredichos, ò distancias del nodo, caso que en ellos suceda la conjuncion, ò la oposicion, sin que sea menester correccion alguna; pero fuera de las sizigias, siempre la latitud es algo mayor que la sobredicha, y se avrá de corregir añadiendole algunos minutos: para hallar, pues, los que proporcionalmente se han de añadir en cada grado, sirve la operacion siguiente.

Operacion 2. En la misma figura supongase, que el arco DC es 5. grad. 18. min. que es la maxima latitud que puede tener la Luna fuera de las sizigias. Esto supuesto, suputense en la misma forma que antes las latitudes correspondientes à cada grado del quadrante AD, y se tendrán las que le competen à la Luna en dichos grados fuera de las sizigias. Restense, pues, de estas las que se hallaren en la primera operacion; y los residuos serán los minutos proporcionales, que se han de añadir à las latitudes propias de las sizigias, quando se quisiere tener la latitud de la Luna fuera de ellas. Estos excessos se pondrán en la Tabla al lado de las otras, cada vna al de su correspondiente, y quedará la Tabla perfecta, como se ve en la sobredicha, cuyo uso se verá en su lugar.

PROP. XX. Problema.

Reducir la Luna à la ecliptica, y componer la Tabla de esta reduccion. fig. 73.

COMO la Luna no se mueva por la ecliptica, si por otro circulo, ò orbita inclinada à ella, es preciso, que quando la Luna se halla fuera de los nodos, hasta los limites, sea diferente el lugar que tiene en su orbita del.

del que le corresponde en la ecliptica: esto es, no puede aver los mismos grados del nodo al punto que ocupa la Luna en su orbita, que ay del mismo nodo, al lugar que le corresponde en la ecliptica.

Para hazer concepto de esto, se ha de suponer, que el lugar que le corresponde à la Luna en la ecliptica, quando està fuera de ella, es aquel punto en que la corta vn circulo de latitud, que passa por los polos de la ecliptica, y por la Luna. Este circulo, solo dà en la ecliptica los mismos grados que tiene la Luna en su orbita, quando esta se halla en los limites; porque entonces, como el circulo de latitud sea perpendicular à entrambos, dà en cada vno de ellos vn quadrante justo, ò 90. grad. pero fuera de dichos limites, y de los nodos, es diferente el arco de ecliptica, que le corresponde à la Luna, del que posee en su orbita. Consiste, pues, la reduccion de la Luna à la ecliptica, en hallar en esta el grado correspondiente à la Luna: Todo esto se explica claramente en la fig. 73. donde se vè, que hallandose la Luna en el nodo A, no necessita de reduccion, por estar en la ecliptica; ni tampoco hallandose en el punto, ò limite D, por ser el arco AD de la orbita, igual al AC de la ecliptica, esto es, entrambos 90. grados; pero en otro qualquiera lugar, como en E, es el arco AD diferente del AC; y así, dado el lugar de la Luna en E, según fueren darle las Tablas de los movimientos, es menester hallar el arco AB: lo qual se hallará por Trigonometria; porque en el triangulo EBA, rectangulo en B, dada la hypotenusa AE, distancia de la Luna al nodo A; y el angulo A, ò maxima latitud, se halla el lado AB, que se busca.

Para componer las Tablas, se hará la sobredicha operacion en cada grado de vn solo quadrante; porque aquellos mismos arcos sirven para los demás, en iguales distancias del nodo mas vezino. Estos arcos hallados, se restarán de la hypotenusa, ò al contrario; y las diferencias halladas, son las que se ponen en la Tabla de la reduccion de la Luna à la ecliptica, cada qual al lado de su

su grado. La maxima latitud, que se suele tomar para esto, suele ser la media entre la maxima de las lycigias, y la maxima de las quadraturas, por ser la diferencia, que puede aver, quasi insensible, lo que facilita las operaciones, por ser siempre vno mismo el angulo A, aunque Lansbergio usa de la latitud verdadera de la Luna, competente à cada grado. Phelipe de la Hire supone ser la maxima latitud 5. grad. 1. min. 20. seg. y segun ella fabrica la Tabla, que es la 24. à lo vltimo de este Tratado.

PROP. XXI. Problema.

Hallar la declinacion, y ascension recta de la Luna en qualquiera tiempo dado. fig. 74.

Determinada la latitud de la Luna, es menester observar, y determinar sus paralaxes, lo que es de mucha consequencia, no solo para inquirir sus distancias de la tierra, si tambien para lo que en el Libro siguiente se se ha de dezir de los eclipses solares. Observanse las paralaxes, observando la altura vertical de la Luna, y restandola de la verdadera, respecto del centro de la tierra, como se hizo en el Sol, y es general en todos los Astros: para lo qual, como luego verèmos, es menester la noticia de la declinacion de la Luna, que es lo que se busca en este Problema, y se halla en la forma siguiente.

Supongamos se quiere saber la declinacion de la Luna, al tiempo que se observa en el Meridiano. 1. O sea con reloj de pendula, ò por la altura de vna Estrella fija conocida, ò por otro camino, hallese fixamente el tiempo en que la Luna està en el Meridiano: este tiempo es aparente, y así, reduzcase à igual por las reglas dadas al fin del Libro antecedente. 2. Busquese en las Tablas la longitud de la Luna, ò distancia suya de Ariete en su orbita al dicho tiempo equado. 3. Reduzcase esta longitud à la ecliptica, (20) y se hará su verdadera longitud. 4. Hallese tambien por las Tablas la distancia de la Luna al nodo, ò argumento de latitud; y tomese la

latitud que alli le compete. Conocida, pues, la longitud, y latitud de la Luna, y la obliquidad de la ecliptica, se hallará por Trigonometria la declinacion de la Luna, y tambien su ascension recta, como se sigue.

Sea en la fig. 74. GHI la equinoccial, y su polo C: sea EHF la ecliptica, y su polo B: exista la Luna en A; pero su lugar en la ecliptica, sea L: con que su longitud desde H, principio de Arieete, es HL, y su latitud LA: pidefe aora su declinacion KA; y su ascension recta HK. En el triangulo ABC, es conocido el angulo ABC, ò su medida el arco LE, complemento de la longitud HL, al quadrante: es tambien conocido el lado BC 23. grad. 30. min. distancia entre el polo de la equinoccial, y el de la ecliptica: tambien se sabe el lado AB, complemento de la latitud: Luego por Trigonometria se sabrà la basa AC, complemento de la declinacion AK; y por consiguiente, queda esta conocida: Tambien en el mismo triangulo se sacará el angulo ACB, y se tendrá el ACD, complemento suyo al semicirculo, cuya medida es el arco KG, cuyo complemento al quadrante, es HK, que es la ascension recta.

PROP. XXII. Problema.

Observar la paralaxe vertical de la Luna.

Operacion 1. Hallese, segun se dixo en la proposicion antecedente, el tiempo fixo, en que la Luna llegará al Meridiano; y suputese por las Tablas, la declinacion que tendrá en aquel tiempo: añadase esta à la altura de la equinoccial del País, si dicha declinacion fuere boreal: y se tendrá conocida la altura de la Luna en el Meridiano; respecto del centro de la tierra. 2. Observese diligentemente la altura de la Luna en el Meridiano; y la diferencia entre la altura observada, y la suputada, será la paralaxe que se busca.

Esta observacion será mas segura, si se haze estando la Luna en el limite boreal, ò cerca de él, donde la mutacion, que en algun tiempo puede hazer la declinacion,

es

es quasi insensible. Tambien advierto, que si esta observacion se haze estando la Luna en el principio de Cancro, con poca diferencia, será aun mucho mas segura, por ser tambien, por este nuevo titulo insensible, la variacion de declinacion en algunas pocas horas: con lo qual se asegura el acierto: porque aunque huviesse algun error en el calculo del movimiento Lunar, el que de alli puede redundar en la declinacion, y altura verdadera de la Luna, es insensible; pero se debe cuidar mucho esté la Luna alta sobre el Horizonte, à lo menos de 40. à 45. grados, para que no aya peligro de refraccion sensible.

PROP. XXIII. Problema.

Determinar la distancia de la Luna à la tierra, assi en las Sixigias; como en las Quadraturas. fig. 75.

Sabida por observacion la paralaxe de la Luna, se saca facilmente su distancia del centro de la tierra; pero se ha de advertir, que como la distancia de la Luna, no sea siempre la misma; pues como hemos visto, es mayor quando está en el Apogeo, que quando en el Perigeo; y aun estas distancias, Apogea, y Perigea, son diferentes en las quadraturas, que en las sizigias, porque la Apogea es mayor, y la Perigea menor, que las de las sizigias: es preciso, para sacar todas estas distancias, aver observado las paralaxes de la Luna Apogea, y Perigea, assi en las sizigias, como en las quadraturas. Esto supuesto, se procederá en la forma siguiente.

Operacion. Hallese primero en las Tablas el tiempo en que la Luna es Apogea, ò Perigea: lo que se consigue facilmente, porque quando la Anomalia fuere cero, será la Luna Apogea; y quando seis signos; Perigea: Tambien se sabrà facilmente, si al tiempo sobredicho es el plenilunio, ò la quadratura, segun el aspecto con el Sol. 2. Observese en esse mismo tiempo (22.) la paralaxe de la Luna en el circulo vertical; y conocida esta, se ha-

hallará lo que dista la Luna del centro de la tierra, en esta forma.

Exista la Luna en el punto A: el lugar de la observacion sea B: el centro de la tierra sea C: con que la altura verdadera de la Luna será el angulo ACD: la observada será ABE: y el angulo BAC, será la paralaxe de altura, ò diferencia entre las alturas ACD, y ABE: y la razon es, por que como las lineas BE, CD sean paralelas, el angulo AFE, será igual al angulo ACD; (27. 1.) pero el angulo AFE externo, respecto del triangulo AFB, es (32. 1.) igual à los dos internos ABF, FAB: Luego el angulo FAB, es la diferencia entre la altura verdadera AFE, o ACD; y la observada ABE. Esto supuesto, en el triangulo BAC, son conocidos todos los angulos; y el lado BC, semidiametro de la tierra, es conocido, ò se toma como primera medida. Hagase, pues: Como el seno del angulo BAC, al seno del angulo ABC; así el semidiametro BC de la tierra, à AC distancia de la Luna de dicho centro.

El Padre Juan Bautista Ricciolio, lib. 4. del Almagest, fol. 225. infiere de diferentes observaciones las siguientes distancias de la Luna à la tierra, expresadas en semidiametros de la misma tierra, y en partes sexagesimas, ò minutos.

DISTANCIAS DE LA LUNA.

En las Sizigias.		En las Quadraturas.	
Apogea	64. sem. 15. min.	Apogea	66. sem. 40. min.
Media	50. sem. 0. min.	Media	59. sem. 0. min.
Perigea	53. sem. 45. min.	Perigea	51. sem. 20. min.

Despues de la Astronomía Reformada, lib. 2. cap. 18. corrige las distancias de la Luna en las Sizigias, diciendo ser la Apogea 63. sem. 40. min. la Media 61. sem. 0. min. y la Perigea 58. sem. 45. min.

(S)(40)(X)(07)(S)(6)

PROP.

PROP. XXIV. Problema.

Hallar la paralaxe Horizontal de la Luna. fig. 75.

La paralaxe Horizontal, no se puede sacar con seguridad por observacion, por la gran refraccion que padece la Luna cerca del Horizonte; y así, es forzoso inferirla de otras paralaxes, que por muy distantes del Horizonte, están impunes de refraccion sensible, y de la distancia de la Luna à la tierra. La operacion, es como se sigue.

Operacion 1. Obsérvese la paralaxe vertical en qualquiera altura de la Luna, que exceda los 40. grad. (22.) 2. Hállese por dicha paralaxe la distancia de la Luna à la tierra. (23.) 3. En el triangulo BEC, rectangulo en B, supuesto lo sobredicho, es conocido el lado CE, distancia de la Luna; y el lado BC, semidiametro de la tierra: Luego por Trigonometria se sabrá el angulo paralactico BEC, que es la paralaxe Horizontal.

El Padre Ricciolio en el lugar citado en la Proposicion antecedente, refiere diferentes observaciones, así propias, como de otros Astrónomos, de las quales concluye las paralaxes Horizontales de la Luna, que se siguen.

En las sycigias, estando la Luna en el Apogeo, es su paralaxe Horizontal 53. min. 30. seg. y en el Perigeo 63. min. 55. seg. aunque en la Astronomía Reformada, dize; ser la Apogea 54. min. 2. seg. y la Perigea 58. min. 58. seg.

En las quadraturas, estando la Luna en el Apogeo, es su paralaxe Horizontal 51. min. 32. seg. y en el Perigeo 66. min. 56. seg.



PROP.

PROP. XXV. Theorema.

Concluyese ser varia la distancia de la Luna à la tierra, y determinanse los terminos en que se contiene.

DE lo dicho se colige evidentemente, que la distancia de la Luna à la tierra, no es siempre la misma, si que se varia, siendo à vezes mayor, y à vezes menor: porque la diversidad de sus paralaxes, que todos han observado, hallandose la Luna en diferentes parages, no se puede atribuir, ni à defecto de los instrumentos, ni à menos diligencia en las observaciones; si solo à la notable variedad de las distancias, que ay de la tierra à la Luna; y para que esto conste con mayor claridad, vease la maxima, y minima paralaxe Orizantal, que señalan los Autores siguientes.

El Rey D. Alfonso.	Max. 63. m. 17. seg. Min. 53. m. 19. seg.
Copernico.	Max. 65. m. 48. seg. Min. 50. m. 19. seg.
Tycho.	Max. 65. m. 35. seg. Min. 56. m. 44. seg.
Longomontano.	Max. 66. m. 9. seg. Min. 57. m. 15. seg.
Lansbergio.	Max. 67. m. 6. seg. Min. 51. m. 12. seg.
Bullialdo.	Max. 63. m. 43. seg. Min. 53. m. 30. seg.
Keplero.	Max. 63. m. 41. seg. Min. 55. m. 26. seg.
Argolio.	Max. 65. m. 38. seg. Min. 56. m. 45. seg.
Vendelino.	Max. 61. m. 18. seg. Min. 53. m. 46. seg.
Ricciolio.	Max. 66. m. 56. seg. Min. 51. m. 32. seg.

Aqui se vè tambien claramente, que ninguno de estos Autores hallò ser la maxima paralaxe Orizantal 68. minutos: y siendo así, que caso que fuese 68. minutos, distaria la Luna de la tierra mas de 50. semidiametros: Luego es cierto, que jamás dista la Luna menos de 50. semidiametros. Asimismo, ninguno ha hallado ser la minima paralaxe Orizantal 48. minutos; pero si fuese 48. minutos, distaria la Luna de la tierra 72. semidiametros: Luego jamás puede distar tanto la Luna. Luego

su distancia de la tierra està en 50. y 72. semidiam. de tal fuerte, que jamás puede llegar à estos terminos.

PROP. XXVI. Problema.

Componer las Tablas de las paralaxes de la Luna, y de sus distancias de la tierra. fig. 75.

AViendose yà determinado la paralaxe orizantal de la Luna Apogea, y Perigea, así en las sizigias, como en las quadraturas, se han de fabricar dos Tablas de las paralaxes: la vna, en que se contengan, ò las distancias de la Luna à la tierra, convenientes à cada grado, ò à cada cinco grados de la Anomalia; ò las paralaxes de la Luna, competentes à los mismos grados, ò entrambas cosas juntas: la segunda, en que puestas en la frente de la Tabla las distancias de la Luna à la tierra, ò las paralaxes Orizontales, se pongan debaxo de ellas las otras paralaxes, que tendrá la Luna en los demás grados de altura sobre el Orizonte. Estas dos Tablas son de grande utilidad, por variarse las paralaxes, por dos causas: es à saber, por las diferentes distancias de la tierra; y por las diferentes alturas sobre el Orizonte.

La fabrica de estas Tablas, es bien facil; porque sueltas las distancias, se hacen todas las paralaxes, menos la Orizantal, por la resolucion del triangulo ABC, fig. 75. con esta analogia: Como AC, distancia de la Luna à la tierra, con BC, semidiametro de la tierra: así el seno del angulo ABC, en cuyo lugar, por ser obtuso, se substituye el angulo ABC, complemento de la altura vista; al seno del angulo A, que es la paralaxe. Y la paralaxe Orizantal, se sabrà por la resolucion del triangulo rectangulo EBC, como antes dixè, por la siguiente analogia: Como el lado EC, al lado BC: así el seno total, al seno del angulo E, paralaxe Orizantal. De aqui se infiere, que si de la cumbre de vn monte alto, se observare vn Astro baxo del Orizonte, ha de ser su paralaxe menor que la Orizantal;

porque el seno total, es el mayor de todos, como consta de la Trigonometria.

Las distancias de la Luna à la tierra, supuestas las paralaxes, halladas por observacion, se sacarán resolviendo los mismos triangulos sobredichos, como es bien claro; pero en la observacion de las paralaxes, será menester cuidar mucho de no omitir la refraccion, que todos los Astros tienen en las alturas menores de 40. grados: y tambien se podrán sacar las distancias competentes à cada grado de Anomalia, por la hypothesis, ò Theorica Lunar Geometrica, que se construye supuestas las distancias Apogeas, y Perigeas, como se verá en su lugar; pero al presente, basta lo que hemos dicho. Ni añado aqui cosa especial de las refracciones Lunares: porque lo que dixen en el Libro antecedente, tocante à las refracciones del Sol, es tambien comun à las de la Luna. Las dichas Tablas son las 20. y 21.ª al fin de este Tratado.

PROP. XXVII. Problema.

Observar el diametro aparente de la Luna.

EL diametro de la Luna, se puede considerar en dos maneras, de la misma suerte que diximos del diametro del Sol en el lib. 2. Es à saber, *Aparente*, y *Verdadero*. El diametro aparente, es aquel arco de circulo máximo, que cubre en el Cielo la Luna, ò qualquier otro Astro; y así se expresa en minutos, y segundos. El verdadero, es el diametro mismo del cuerpo Lunar, à del Astro determinado, y expresado en alguna medida conocida, como leguas, millas, &c. El diametro verdadero, siempre es el mismo; pero el aparente, es mayor, ò menor, segun la mayor, ò menor distancia del Astro: y así, en la Luna se irá variando, al passo que se varia la distancia de la Luna al Apogeo, y proximidad al Perigeo, segun lo determinado en las Proposiciones antecedentes; y tambien segun fuere mayor, ò menor la altura vertical de la Luna sobre el Horizonte: pues no ay duda, que

que aunque respecto del centro sea siempre vna misma la distancia de la Luna en qualquiera altura; pero respecto de los que habitamos en la superficie, tanto es menor, quanto mas se levanta sobre el Horizonte; y por coniguiente, tambien el diametro aparente será mayor, quanto mas elevada: y aunque esto se desprece en los demás Astros; pero no en la Luna, por su gran proximidad à la tierra: y por ser menester toda esta precision del sobredicho diametro, para la determinacion de los Eclipses, como veremos en el Libro siguiente.

El modo, pues, de observar el diametro aparente de la Luna, puede ser qualquiera de los dos primeros, que en el lib. 2. prop. 19. se dieron para observar el del Sol: si bien para ver de ellos en la Luna, será menester hazer cuenta de sus paralaxes. El modo siguiente, si se procede con el debido cuidado, entiendo ser mejor, y mas seguro, por no tener dependencia de las paralaxes: el qual consiste en la exacta observacion de vn Eclipse total de la Luna, en esta forma.

Observe se con toda puntualidad, mediante vn anteojo de larga vista, el principio del Eclipse Lunar: y con vn Relox de pendula, numere se el tiempo que passare desde su principio, hasta la total obscuracion de la Luna: halle se el movimiento horario de la Luna, respecto del Sol, competente al tiempo sobredicho, que solo serán minutos, y estos serán el semidiametro aparente de la Luna.

El sobredicho movimiento de la Luna, respecto del Sol, es lo mismo que lo que se aparta la Luna del Sol, ò lo que su movimiento por la ecliptica excede al movimiento del Sol, como despues veremos. Para hallar, pues, con mayor facilidad, y precision lo que de este movimiento compete al tiempo en que sucede la total obscuracion de la Luna, se luptará por las reglas que en su lugar daremos, la distancia verdadera de la Luna al Sol en las 12. horas precedentes al Eclipse, y en las 12. subsiguientes, Partate este movimiento diurno por 24. horas, y el quociente será el verdadero movimiento

horario de la Luna al Sol: hecho esto; para hallar lo que de este movimiento le toca al tiempo de la incidencia en la total obscuracion, se hará vna regla de tres, diziendo: Si 60. minutos horarios, dan el movimiento horario, por exemplo, 0. grad. 26. min. 28. seg. quanto darán los minutos de tiempo consumidos en la total obscuracion?

Exemplo. Supongamos, que del principio del Eclipse, hasta la total obscuracion, gastò la Luna vna hora, y 6. min. ò 66. min. y que su movimiento, respecto del Sol, en vna hora sea 0. grad. 26. min. 28. seg. Hagase la regla de tres: Si 60. min. horarios, dan el movimiento horario grad. 0. 26. min. 28. seg. Luego 66. min. de tiempo, darán grad. 0. 29. min. 6. seg. y esto será el diametro aparente de la Luna.

Demonstr. La obscuracion de la Luna, vnicamente consiste en entrar en la sombra de la tierra; pero en tanto entra en la sombra, en quanto su movimiento es mayor que el de la sombra, ò del Sol: Luego la total obscuracion de la Luna, es igual à aquel movimiento de elongacion de la Luna, respecto del Sol, que se haze en el tiempo en que sucede la obscuracion sobredicha.

PROP. XXVIII. Problema.

Determinar el diametro aparente de la Luna.

LA determinacion fixa de los diametros aparentes del Sol, y de la Luna, siendo tan importantes para saber la cantidad de los Eclipses, lleva consigo vna dificultad increíble: porque la magnitud de dichos diametros en diferentes parages de los Luminares, ha de concordar con las varias paralaxes que alli tienen, y con las diversas distancias de la tierra que alli les competen; y juntamente con las observaciones de los Eclipses: todas las quales cosas tienen entre si tal connexion, y dependencia, que para conciliarlas, y ajustarlas con alguna perfeccion, se necessita de vn extraordinario trabajo, y diligencia. En consecuencia de esto, el Padre Ricciol-

lio,

lio, lib. 4. Almag. cap. 16. dize, que con todo cuidado observò el diametro aparente de la Luna en el Plenilunio, y cerca del Apogeo; pues solo distaba de el 4. ò 5. grad. y hallò ser dicho diametro, como de 29. min. y al mismo tiempo observò en otro Plenilunio, estando la Luna en el Perigeo; y hallò, que à lo sumo podia llegar à ser 34. minutos; pero despues en otras observaciones de Plenilunios, à su parecer mas ciertas, hallò ser en el Perigeo 33. min. y 30. seg. Phelipe de la Hire en sus Tablas, supone ser el diametro aparente simple, y Horizontal en las sizigias, estando la Luna en el Apogeo, 29. min. 30. seg. y en el Perigeo 33. min. 30. seg. Determinados estos, se sacan los demàs, como luego verèmos.

PROP. XXIX. Problema.

Hallar el diametro verdadero de la Luna, su periferia, y solidèx. figura 76.

POR qualquiera de los diametros aparentes hallados, y supuesta la distancia de la Luna à la tierra, que le corresponde, se sacará el diametro verdadero por Trigonometria, el qual en todo caso ha de ser el mismo. Para inteligencia, pues, de la Regla, sea en la figura 76. el centro de la Luna A: el de la tierra sea C: tirese la CB tangente de la Luna en B: y por consiguiente será perpendicular al radio BA: (16. 3. Euc.) tirese tambien la CA; y en el triangulo CAB, rectangulo en B, será CA la distancia de la Luna à la tierra: y el angulo C, será el semidiametro aparente de la Luna, ò su medida, supuesto que con este angulo se ve el semidiametro BA: conocidos, pues, el lado AC, y el angulo C, se hallará el lado AB, semidiametro verdadero de la Luna, con esta analogia: Como el seno total, al seno del semidiametro aparente de la Luna: así su distancia de la tierra, al semidiametro verdadero: con esto quedará conocido el semidiametro en las mismas partes, en que se supone conocida la distancia AC. En esta forma hallò el Padre Ricciolio, segun dize en la Astronomia Reformada, lib. 2. cap. 19. tener la

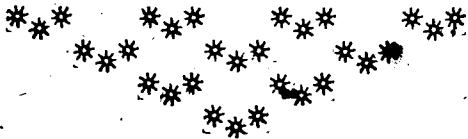
T 3

dia

diametro de la Luna 27. partes y media de las 100. en que se supone dividido el diametro de la tierra : con que el diametro de la Luna al de la tierra , es como 27. y medio , con 100. y segun Monsieur de la Hire en la explicacion de las Tablas , precep. 12. es como 33. à 121. que es lo mismo , con poca diferencia.

Determinado el diametro verdadero de la Luna , se sabrà su periferia , superficie , y solidèz , por las reglas dadas en la Geometria Práctica. Y para que todo esto se expresse en alguna medida absoluta , y conocida , serà menester en primer lugar reducir à ella el diametro verdadero de la Luna , que hasta aora solo se ha determinado en partes centesimas del diametro de la tierra : para reducirle , pues , à leguas Españolas , de las cuales entran 17. y media en cada grado de la tierra , y en su diametro 2006. y vn tercio , se obrará asì : hagale , como 121. con 33. asì 2006. y vn tercio , con 547. leguas Españolas , y 22. ciento veinte y vn avos de legua , y este es el diametro verdadero de la Luna.

Hallado este diametro , se halla la periferia del circulo maximo de la Luna , diciendo : Como 100. con 314. asì 547. y 22. ciento veinte y vn avos , à 1718. leguas , menos vn pequeño quebrado , y esta sobredicha periferia. Multipliquese esta por el diametro 547. y 22. ciento veinte y vn avos , y el producto 940058. leguas quadradas , serà la superficie de la Luna , como demonstrè en la Geom. Pract. lib. 11. prop. 16. Y vltimamente , multiplicando esta superficie por la tercera parte del radio , ò sexta parte del diametro , que es 91. y vn quinto con insensìble diferencia , el producto 85733289. leguas cubicas , es la solidèz de la Luna , como consta del lugar citado prop. 25.



PROP. XXX. Problema.

Hallar los diametros aparentes de la Luna , constituida en diferentes parages , y disponerles en las Tablas. fig. 76.

Hallado el diametro verdadero de la Luna , y sabidas por la hypothesi Geometrica las distancias de la Luna al centro de la tierra , en diferentes grados de la anomalìa , se faca por Trigonometria el diametro aparente de la Luna , constituida en los sobredichos grados ; porque en el triangulo ABC , rectangulo en B , sabido el semidiametro verdadero AB , y la distancia AC , que se vè variando en cada grado de anomalìa , se sabrà el angulo C , semidiametro aparente de la Luna , que duplicado , dà el diametro entero : La Analogia es : como la distancia AC , al semidiametro verdadero AB : asì el radio , al seno del angulo C , semidiametro aparente : Los diametros aparentes , se ponen en la Tabla , enfrente de cada grado de anomalìa ; y à su lado , se suelen tambien poner las paralaxes competentes à la Luna en aquellos mismos grados ; y asì mismo las distancias , como se verà en la Tabla , que pondrèmos en su lugar : Basta computar lo sobredicho para el primer semicirculo de la anomalìa , porque en el segundo , es lo mismo en los grados igualmente distantes del Apogeo.

Cada vno de los diametros aparentes hallados , como tambien las paralaxes , son las que corresponden à las distancias de la Luna , respecto del centro de la tierra ; pero como , respecto de los que habitamos en la superficie , solo se verifiquen realmente essas distancias , quando la Luna està en el Horizonte , se sigue , que dichos diametros , paralaxes , y distancias , son las Horizontales : esto es , competentes à la Luna , quando se halla en el Horizonte ; y como las distancias sean menores , al passo que se eleva la Luna sobre el Horizonte , es forzoso , que los diametros aparentes sean algo mayores ; y las paralaxes , menores , por la distancia del Horizonte : Por esta causa se fabrica

Otra Tabla, en que se ponen los diametros aparentes de la Luna correspondientes à cada grado, ò à cada 5. grados de altura vertical: como tambien las paralaxes, como dixe en la Propos. 26. El modo de sacar dichos diametros aparentes, es el mismo arriba explicado, supuestas las distancias de la Luna à nuestra vista, competentes à los grados de altura vertical sobre el Horizonte: Todas estas Tablas se pondrán en su lugar, con su propia explicacion.

CAPITULO III.

DE LOS MOVIMIENTOS DE LA LUNA; determinacion de los meses, y años Lunares; y formacion de las Tablas de los movimien- tos medios.

PROP. XXXI. Theorema.

Explicanse sumariamente los movimientos de la Luna.

LOS movimientos que se observan en la Luna, son muchos, si bien la mayor parte de ellos, no son movimientos distintos, si afecciones diferentes, ò respectos de vn mismo movimiento à diferentes puntos. Comprehendo en esta proposicion la explicacion de todos, que conuendrá tener bien sabida para lo que hemos de tratar; y advierto, que las cantidades que aqui propusiere, seràn, con poca diferencia, las verdaderas; porque las mas precisas se determinarán en su lugar.

El primer movimiento de la Luna, es el *diurno de Levante à Poniente*, comun à todos los Astros, segun el qual daría vna buelta perfecta al Cielo en 24. horas, como las fixas, si no tuviessse otro movimiento de Poniente à Levante; pero por oponersele este movimiento, gasta en cada circulacion 24. horas; y tres quartos, con poca di-

diferencia: De este movimiento, tendrèmos poco, ò nada que dezir en adelante.

El segundo movimiento de la Luna, es el *proprio de Poniente à Levante*, por el Zodiaco, segun el orden de los signos. Observase facilmente este movimiento; porque si oy, por exemplo, se observa passar la Luna por el Meridiano, juntamente con vna Estrella fixa, à las 10. de la noche, el siguiente dia se observará llegar la sobredicha Estrella al Meridiano, à la misma hora que el dia antecedente; pero la Luna no avrà llegado aun, si que distará àzia Levante 13. grad. 10. min. 35. seg. à que corresponden en la equinoccial, 48. minutos de tiempo: señal evidente del movimiento proprio de la Luna de Poniente à Levante: En este movimiento se observan las cosas siguientes.

1. Se observa, que no es siempre igual; porque à veces se hallará distar la Luna mas del Meridiano, à veces menos, en la observacion que acabamos de dezir: por lo qual, han tomado los Astronomos vn movimiento mediò entre el mas tardo, y el mas veloz, con el qual, en 24. horas camina la Luna, segun el orden de los signos, la dicha cantidad de 13. grad. 10. min. 35. seg. y concuýe vna circulacion entera por todo el Zodiaco en 27. dias, 7. hor. 43. min. 7. seg. con poca diferencia; y este tiempo se llama *Mes Periodico*, por concluir en èl vna circulacion entera.

2. Se observa, que este movimiento se haze en el plano de vn circulo maximo, que corta à la eclýptica en dos puntos, formando con ella angulo de 5. grados, con poca diferencia; y estos puntos, son los que se llaman *Nodos*, ò *Cabeza*, y *Cola del Dragon Lunar*, como en otra parte dixè; y el sobredicho circulo, se llama *Orbita de la Luna*.

Este movimiento proprio de la Luna de Poniente à Levante, por su orbita, tiene diferentes denominaciones, segun los diferentes terminos à que se compara, y de quienes se numera, y son los siguientes.

Movimiento de longitud, es el movimiento sobredicho de

de la Luna en su orbita , numerado del principio de Ariete : esto es, de aquel punto de la orbita Lunar , que corresponde al principio de Ariete , el qual punto no es otro , que aquel en que el coluro de los equinoccios corta à la orbita de la Luna ; porque estando en esta interseccion la Luna , se dize estàr en el principio de Ariete , como consta de la Prop. 20. Este movimiento es, como dixe, en 24. hor. 13. grad. 10. min. 35. seg.

Movimiento de la Luna , respecto del Sol , ù de elongacion de la Luna al Sol, es el mismo movimiento sobredicho , numerado desde el Sol , à quien Ptolomeo llama *Distancia de la Luna al Sol* : este es necessariamente menor que el precedente ; porque como el Sol cada dia se mueva tambien àzia el Oriente por su ecliptica 59. min. 8. seg. 20. tercer. si este se resta del movimiento diurno de la Luna 13. grad. 10. min. 35. seg. resta la distancia de la Luna al Sol , ò el movimiento diurno de elongacion de la Luna al Sol, 12. grad. 11. min. 26. seg. 41. terc. De que se sigue , que en 29. dias, 12. hor. 44. min. contados desde vna conjuncion con el Sol , buelve otra vez à la misma conjuncion ; y este es el mes, que llaman *Synodico*, ù de conjuncion à conjuncion ; y el que absolutamente, y con toda propiedad, se llama *Mes Lunar*.

Movimiento de latitud , ò segun la latitud, es el mismo movimiento proprio de la Luna de Poniente à Levante en su orbita ; pero contado desde los nodos , especialmente del nodo boreal , ò Cabeza del Dragon : Para inteligencia de este movimiento , se ha de suponer , que los nodos Lunares , no estàn fixos en vn mismo lugar de la ecliptica , si que se mueven contra el orden de los signos de Levante à Poniente : consta esto evidentemente de los Eclipses , que como en otra parte dixe , siempre suceden en los nodos , y se observa claramente ir retrocediendo los Eclipses contra el orden de los signos : como por exemplo , si vn Eclipses Lunar , ò Solar sucede en Leon , el inmediato sucederà en Cancer , &c. señal evidente de que los nodos se mueven con el sobredicho movimiento.

De que se sigue , que siendo el movimiento de latitud lo que la Luna se aparta de los nodos , se compone dicho movimiento de dos : el vno , de la Luna àzia Levante , ò segun orden ; y el otro , de los nodos àzia el Poniente , ò contra orden : porque si los nodos estuviessen fixos en la ecliptica , el movimiento de longitud , y el de latitud serian iguales : Luego moviendose los nodos al opuesto , el movimiento de latitud , serà igual à la suma de los dos. Siendo , pues , el movimiento diurno de los nodos àzia Poniente 3. min. 10. seg. 38. terc. con poca diferencia : y el movimiento diurno de longitud en la Luna àzia Levante , 13. grados , 10. minutos , 35. seg. se sigue , que el movimiento medio Lunar de latitud , y diurno , es 13. grad. 13. min. 45. seg. 38. terc. con poca diferencia : y todo el periodo , ò circulacion , se cumple en 27. dias , 5. horas , 5. minutos , 34. seg. Y esto es lo que llaman *Mes Dragoniticio*.

Este movimiento se llama *de latitud* , porque al passo que la Luna se va apartando de los nodos , va aumentando su latitud , hasta llegar à los limites , que llaman *Ventre del Dragon Lunar* , donde distando de los nodos 90. grad. llega à tener la maxima latitud , que desde alli se va disminuyendo , al passo que se va acercando la Luna al otro nodo. Advierto , que como los nodos Lunares sean intersecciones de la orbita Lunar con la ecliptica , el movimiento de los nodos , se ha de considerar en entrambos circulos ; porque aquel punto de la interseccion , es sucessivamente diferente , assi en la orbita , como en la ecliptica. Advierto tambien , que este movimiento de los nodos , es causa de que el movimiento de longitud de la Luna , no se haze siempre en vn mismo plano , si que este se va mudando , como facilmente se puede imaginar.

Movimiento de la Anomalia , es el movimiento mismo de la Luna de Poniente à Levante ; pero contado desde el Apogeo. Para lo qual , se ha de suponer lo primero , que el movimiento de la Luna , no es igual ; antes bien tiene dos desigualdades , ò irregularidades , como veremos

mos despues, aunque aora no es menester mas que hazer mencion de vna sola. Siendo, pues, irregular el movimiento proprio de la Luna, es forzoso se aya de hazer, ò por vn circulo excentrico, ò por epicyclo, ò por eclipse: y por consiguiente ha de tener su Apogeo, y Perigeo, ò puntos de la maxima, y minima velocidad. La distancia, pues, de la Luna al Apogeo, se llama comunmente *Anomalia*, y *argumento*, ò *movimiento de la Anomalia*.

Supongase tambien, que como consta de las observaciones, y veremos mas adelante, el punto de la minima velocidad, ò Apogeo, no està siempre fijo en vn mismo lugar, si que se mueve àzia Levante, ò segun el orden de los signos, cumpliendo vna circulacion, ò periodo, quasi en 9. años. De esto se sigue, que el movimiento de la Anomalia, es menor que el movimiento de longitud; porque como entrambos sean àzia Levante, no es otra cosa el movimiento de la Anomalia, que la diferencia, ò exceso del movimiento de longitud, al del Apogeo, el qual viene à ser cada dia 13. grad. 3. min. 53. seg. y todo el periodo, ò tiempo que gasta la Luna desde que parte del Apogeo, hasta que buelue à el, es de 27. dias, 13. hor. 18. min. 35. seg. con poca diferencia: este se llama *Mes Anomalifico*, y es mayor que el periodico, como vnas cinco horas. Estos son los principales movimientos de la Luna; otros se consideran menores principales, de quien hablaremos despues.

PROP. XXXII. Problema.

Observar el lugar de la Luna en el Zodiacus fig. 77.

Modo 1. Por las Dioptras inmóviles del semicirculo ordinario, recibase el rayo del Sol, de suerte, que pàsse por entrambas, y al mismo tiempo observese por las Dioptras de la Alidada móvil el centro, ò medio de la Luna: y el arco que darà la Alidada, serà la distancia de la Luna al Sol: Vease què lugar tiene el Sol al mismo tiempo en la ecliptica, por las reglas dadas en el Libro antecedente, y se sabrà el lugar que posee la Luna,

Luna. Para que esta observacion salga precisa, se ha de cuidar no se haga estando la Luna cerca del Horizonte, por la gran paralaxe que alli tiene: antes bien importará, que la Luna se halle entonces en el grado nonagesimo, para que carezca de paralaxe de longitud.

Modo 2. Obsérvese con vn Quadrante la altura de la Luna, quando estè en el Meridiano: y al mismo tiempo obsérvese tambien la altura del Sol, y con esto se sacará trigonometricamente el arco comprehendido entre el Sol, y la Luna, en esta forma. En la fig. 77. supongamos estè la Luna en C, y el Sol en A; y sea el Zenith B, observando, pues, la altura de la Luna, se sabe su complemento, que es el arco CB: al mismo tiempo observando la altura del Sol, se sabe su complemento, que es el arco BA: y como el polo del mundo sea E, y se suponga sabida la declinacion del Sol, se sabe su complemento, que es el arco AE: Luego en el triangulo ABE son conocidos los tres lados: Luego por Trigonometria se sabrà el angulo ABE, y por consiguiente ABC, su complemento al semicirculo. Ahora en el triangulo ABC, se sabe dicho angulo ABC, y los lados BA, BC: Luego se conocerà la basa AC, que es la distancia entre la Luna, y el Sol. Sabiendose, pues, el lugar del Sol en la ecliptica, se sabrà el lugar de la Luna: y aunque por causa de la latitud de la Luna, no serà por lo regular el arco AC arco de la ecliptica; però si la distancia es grande, se puede despreciar esta poca diferencia.

PROP. XXXIII. Problema.

Observar, y determinar por mayor el movimiento del Apogeo, y Anomalia Lunar.

Podrà estrañar alguno, que empieze la determinacion de los movimientos Lunares por el Apogeo, y Anomalia; pero cessará la admiracion quando en la propos. 35. reconozca, que para determinar el movimiento proprio de la Luna de Poniente à Levante, es menester se presuponga determinado el movimiento del Apogeo,

y Anomalia , aunque no con toda precision ; pero la bastante para que no pueda aver yerro en vna reboolucion entera. El modo , pues , con que los Astronqmos antiguos le determinaron , es como se sigue.

Observefe (32.) el lugar que tiene la Luna en el Zodiaco todos los dias , desde algunos antes del Plenilunio , hasta algunos despues : y cotejando los lugares observados vnos con otros , se sabrà lo que camina en cada vno de ellos la Luna : y se observará , que dentro de vn mes , el movimiento es vna vez tardo , y otra veloz : notese el dia en que es mas tardo ; y el lugar que aquel dia possiea la Luna , será el lugar del Apogeo ; y el de la mayor velocidad , será el del Perigeo : con esto se sabrà juntamente el tiempo que gasta la Luna desde el movimiento mas tardo , hasta que buelve à èl , ò desde que parte del Apogeo , hasta que buelve à èl , que es el *Mes Anomalístico*. Hagase esta diligencia muchos meses consecutivos , y se verá , que el lugar donde sucede el movimiento mas tardo , se va mudando , procediendo àzia Levante , segun el orden de los signos , señal evidente de que el Apogeo se mueve àzia Levante : y cotejando el lugar donde sucede la mayor tardanza en vn mes , con el en que sucede el otro mes , se sabrà quanto sea dicho movimiento del Apogeo.

Sabido esto , si se tuviere ya noticia del movimiento proprio de la Luna àzia Levante , llamado *de longitud* , con restar de este el movimiento , ò lugar del Apogeo , se sabrà el movimiento de la Anomalia , como consta de la propos. 31. Y si suponemos no aver aun noticia de este movimiento , se sabrà , aunque con alguna imperfeccion , el movimiento de la Anomalia , por la misma observacion que hemos explicado , viendo lo que cada dia se va apartando del punto de la mayor tardanza , ò del Apogeo.

Todo esto sirve para que se entienda el modo con que los primeros Astronomos pudieron observar estos movimientos ; y advierto , que estas observaciones tambien se pueden hazer algunos dias antes , y despues de la con-

juncion , mientras se descubre la Luna ; pero cerca de las quadraturas se deben excusar , por mezclarse alli otra irregularidad , de que se hablarà despues : y en todo caso se ha de procurar huir de la paralaxe , sino es que ya estuviessen determinada , y sabida para la correccion de los lugares observados.

PROP. XXXIV. Problema.

Hallar el numero de las rebooluciones enteras Lunares , que se incluyen en qualquier numero dado de dias.

Con el artificio explicado en la Proposicion antecedente , y con otras observaciones , determinaron los primeros Astronomos , el modo con que sin peligro de errar en vna reboolucion entera , se puede señalar el numero de ellas , que se incluye en qualquiera intervalo de tiempo : dandonos reglas para saber quantos meses enteros , assi Synodicos , y Periodicos , como Anomalísticos , y Dragonicos , ò de latitud , se incluyen en qualquiera tiempo dado ; aunque no conste con perfeccion la cantidad de los meses Lunares , ni el residuo que puede aver sobre las circulaciones enteras sobredichas : noticia bastante , y precisa , para determinar todo con perfeccion , como luego veremos. Las reglas son las siguientes.

Regla 1. Hypparcho , aviendo observado , y cotejado entre si diferentes Eclypses , certifica , que en 345. años Egypcios , 84. dias , y vna hora , que son 126009. dias , y vna hora , suceden justamente 4267. Lunaciones , ò meses Synodicos ; y meses Anomalicos , ò rebooluciones de la Anomalia 4573. Y que en 5458. Lunaciones , ò meses Synodicos , suceden 5923. meses Dragonicos , ò rebooluciones de la latitud. De esto se colige lo siguiente.

Para saber el numero de las Lunaciones enteras , que ay en vn tiempo dado , ò en el intervalo de dos Eclypses , se reducirà todo este tiempo à dias , y se multiplicará por 4267. y el producto se partirà por 126009. y el quo-

quociente será el número de las Lunaciones, que se busca. Que es lo mismo que hazer vna regla de tres, diciendo: Si 126009. dan 4267. Lunaciones, el número dado de dias, quantas dará?

Este número hallado de Lunaciones, ò otro qualquiera, tiene con las revoluciones de la Anomalia, como consta de lo dicho, la razón que 4267. con 4573. esto es, 251. con 269. con que haziendo otra regla de tres, se sacará el número de las revoluciones enteras de la Anomalia, que se contienen en vn tiempo dado, diciendo: Si 4267. dan 4573. qué darán las Lunaciones comprehendidas en el tiempo dado? y el quociente será el número de las revoluciones enteras de la Anomalia.

Tambien el número de las Lunaciones, con el de las revoluciones de la latitud, tiene la proporción de 5458. con 5923. Luego con vna regla de tres se hará tambien el número de las revoluciones enteras de la latitud. Ptolomeo, dize, que estas proporciones son puntuales, en quanto al dar el número de las revoluciones Synodicas, ò Lunaciones; pero que tienen algun defecto en quanto à las revoluciones de la Anomalia, y de la latitud.

Regla 2. Gotifredo Vendelino, afirma, que en 79736. dias justos, suceden 27000. Lunaciones exactas; y en 16831. Lunaciones, se cumplen 18038. circulaciones de la Anomalia; y en 6890. Lunaciones, suceden 7477. orbes Dragonticos, ò de latitud. Con que se podrá sacar por regla de tres el número de todas estas circulaciones enteras, incluidas en qualquiera tiempo dado, segun lo que hemos dicho.

Regla 3. Ismael Bulialdo, afirma, que en 6585. dias, 11. hor. 8. min. suceden 223. Lunaciones, ò meses Synodicos, 241. Periodicos, y 239. Anomalisticos; y que el Apogeo Lunar dà en este mismo tiempo dos bueltas enteras. De lo qual se puede con el mismo artificio de la regla de tres, sacar el número de qualquiera de estas revoluciones, incluidas en vn tiempo dado.

PROP,

PROP. XXXV. Problema:

Investigar el movimiento proprio de longitud, que tiene la Luna, y la cantidad de sus meses, y revoluciones.

Supuesto lo que hemos explicado en las proposiciones antecedentes, se hallará el movimiento de la Luna de Levante à Poniente, ò de longitud, con el siguiente artificio, que es de Ptolomeo, Lib. 4. Almagest. desde el cap. 1. del qual vsan diferentes Astronomos, y le trata latamente el Padre Ricciolio en el Lib. 4. del Almagesto, cap. 20. Hallanse juntamente con esta methodo los demás movimientos de la Luna, y la cantidad competente à todos los meses, y revoluciones suyas, de que arriba se ha hecho mencion: Los preceptos à que se reduce, son los siguientes.

1. Hagase eleccion de dos observaciones de Eclipses Lunares, que disten entre si vn grandissimo intervalo de tiempo, para que si acaso huviere en ellas algun error, repartido en tantos años, sea insensible: Prefiense los Eclipses Lunares à los Solares, por la grande uniformidad que tienen, y por no aver en ellos mas diferencia, que la de los Meridianos, que con tanta facilidad se corrige.

2. Procurese que los dos Eclipses sobredichos sean tales, que obtenga en ellos la Luna vn mismo grado de la anomalia simple, de que hasta aora hemos hablado; y asimismo, que el Sol exista en entrambos en vn mismo grado de su anomalia; y porque esto es muy dificultoso de encontrarse, cuidefe que à lo menos obtenga la Luna el mismo grado de la anomalia en entrambos Eclipses; y los mas apreciables para el caso; serian aquellos, que en entrambos estuviessse la Luna en el Apogeo, ò Perigeo: lo qual se podrá conocer, ò por la duracion de los Eclipses, ò por las Tablas, si se suponen bastantemente ajustadas; ò por lo observado por Bulialdo, segun dixe en la propos. anteced. Regla 3. advirtiendo, no ne-

Tom.VII.

V

celesi-

cebsitarse para lo dicho , que la Luna esse al tiempo de dichos Eclýpses en vn mismo grado de la eclýptica.

3. El tiempo aparente de los Eclýpses elegidos, conuirtase en igual : y asimismo , dichos Plenilunios eclýpticos aparentes , le convertirán en medios : y porque esto necessita de las Prostaphereses de la primera desigualdad, solo se podrá conseguir , si de alguna manera , aunque imperfecta , se supiesse ya el movimiento de la Anomalia , y estuviere distribuido en sus Tablas ; pero de otra suerte, se avrá de corregir despues , con dicha diligencia , dando segunda mano á las operaciones. Tambien, si los Eclýpses no huiesen sido observados en vn mismo Meridiano, se reducirán à vno mismo , segun pide la diferencia de las longitudes Geographicas.

4. El intervalo de tiempo , que ay de vno à otro Eclýpse , resuelse en dias : y hecho esto , hallese por la proposicion antecedente el numero de las revoluciones enteras , así Synodicas , y Periodicas , como Anomalísticas , y Dragonticas , incluidas en dicho intervalo. Partase el numero de los dias , que ay de vno à otro Eclýpse , por el numero de cada vna de las revoluciones sobredichas , y el quociente será el tiempo que corresponde à cada vna : esto es , partiendole por el numero de las Lunaciones , se sabrá el tiempo competente à cada Lunacion media : partiendole por el numero de las periodicas , se sabrá la cantidad de cada vna de ellas ; y asimismo de las Anomalísticas , y de latitud. Todo lo qual se facilita con el exemplo siguiente.

Exemplo. Los Chaldeos , como refiere Hypparco , y Ptolomeo , libro 4. capitulo 6. observaron en Babilonia vn Eclýpse de Luna el año 1. de Mardoempado , que es el 27. de Nabonassar , que es 721. años antes del Nacimiento de Christo nuestro Señor , el dia 29. del mes Thoth , que es à 19. de Marzo , dos horas y media antes de la media noche , que en Alexandria fue à las 8. horas , 40. min. despues de medio dia ; y en Bononia à las 6. horas , 54. min. y segun el tiempo , igual à las 7. horas. Era entonces el lugar verdadero de Sol 23. grados , 30. min. de

Piscis : el lugar medio 21. grad. 9. min. y la Anomalia 295. grad. El lugar medio de la Luna , eran 27. grad. 59. min. de Virgo ; y la Anomalia equada 66. grad. con que la oposicion media precedió à la verdadera 6. grad. 20. min. esto es , 12. hor. 30. min. Con que fue el dia 18. de Marzo à las 18. hor. 30. minut. despues de medio dia.

El año 1621. observò Vendelino otro Eclýpse de Luna en Beets de Flandes , el dia 28. de Noviembre , 15. hor. despues de medio dia : con que en Bononia fue a las 15. hor. 22. min. y igualado el tiempo , à las 15. hor. 13. min. siendo entonces el lugar verdadero del Sol 7. grad. 9. min. de Sagitario ; y el medio 8. grad. 10. min. y la Anomalia 151. grad. 10. min. El lugar medio de la Luna , era 11. grad. 51. min. de Geminis ; y su Anomalia equada 67. grad. 36. min. Con que la oposicion media precedió à la verdadera 3. grad. 41. min. esto es , 7. hor. 14. min. Con que sucedió à las 8. hor. 8. min. despues de medio dia.

El intervalo de tiempo entre estos dos Eclýpses , fue 2341. años , 244. dias , 13. hor. 38. min. y reducido à dias , fue 855294. dias , 13. hor. 38. min. En el qual tiempo se incluyen 28963. Lunaciones : partiendo , pues , el sobredicho numero de dias , horas , y minutos por el de las Lunaciones , se halla ser vna Lunacion media 29. dias , 12. hor. 44. min. 3. seg. 25. terc. 51. quart. 25. quint. 18. sext. En el mismo intervalo se hallan caber 31040. revoluciones enteras de la Anomalia : con que partiendo el mismo numero de dias , horas , y minutos por 31040. se halla ser vna revolucion de la Anomalia 27. dias , 13. hor. 18. min. 36. seg. 12. terc.

Asimismo hallando por las reglas de la Propos. 34. el numero de las revoluciones de la latitud , ò meses Dragonticos , incluidos en dicho intervalo , se sacará la cantidad de cada vno , partiendo el sobredicho numero de dias por el numero de las revoluciones , lo que con mejor oportunidad explicare mas adelante , despues de aver dado en las Proposiciones siguientes el modo de ha-

INTERVALO II.

Movim. verd.

de la Luna ——— 139.gr. 2.min. Anomal. 81.gr. 36.min.

Movim. medio

de la Luna ——— 137.gr. 41.min.

Prosthaph. addit.

1.gr. 21.min.

Esto supuesto, en la fig. 78. sea ABC el Epicyclo, en cuya periferia se supone moverse la Luna; esto es, en la parte superior de A por L, y B, contra el orden de los signos; y en la inferior segun el orden de B por C, S, A. De que se sigue, que como el movimiento del centro del Epicyclo, que es el propio, y medio de la Luna, sea ázia Levante, segun el orden de los signos; que el movimiento que lleva la Luna en lo superior del Epicyclo, es opuesto al movimiento propio, y medio, y por consiguiente le disminuye; y al contrario en la periferia inferior, por ser ázia la misma parte que el movimiento propio, y medio de la Luna, le aumenta: por lo qual la Prosthapheresi, es subtractiva en la parte superior del Epicyclo; y en la inferior es additiva: esto es, en la superior se ha de restar del movimiento medio, para tener el verdadero; y en la inferior se ha de añadir: y al contrario, si del movimiento verdadero se quiere sacar el medio.

En el Epicyclo, pues, ABC, sea A el lugar que tenia la Luna en el primer Eclypse de los sobredichos: sea B el del segundo; y C el del tercero: de forma, que el arco AB sea 110. grad. 21. min. que es la Anomalia, ò movimiento de la Luna en la periferia del Epicyclo, correspondiente al intervalo entre el primer Eclypse A, y el segundo B. Y assimismo, sea el arco BC 81. grad. 36. min. que es la Anomalia, correspondiente al intervalo entre el segundo Eclypse B, y el tercero C, quitadas las reboluciones enteras: con que todo el arco ABC será 191. grad.

grad. 57. min. y lo restante CA, hasta el círculo, será 168 grad. 3. min.

Al arco de anomalia AB del primer intervalo de los Eclypses, corresponde, segun lo observado, la prosthapheresi lubitactiva 7. grad. 42. min. y al arco BC del segundo intervalo toca la prosthapheresi additiva de 1. grad. 21. min. Luego como al arco BCA le corresponda igual cantidad de prosthapheresi, que al AB, aunque additiva, se sigue, que al arco CEA, se le debe la prosthapheresi additiva de 6. grad. 21. min. para que esta, con la del arco BC de 1. grad. 21. min. haga la del arco BCEA de 7. grad. 42. min. que es igual à la del arco AB del intervalo primero; y como la prosthapheresi del arco AB, sea subtractiva, y las de BC, y CEA, sean additivas, se sigue con evidencia, que el Apogeo del Epicyclo se halla en el arco ALB; y el Perigeo en BCEA.

Sea, pues, D el centro de la ecliptica, respecto de quien se mueve el centro K del Epicyclo; y el punto L, será el Apogeo, y M el Perigeo: tirese del centro D las rectas DA, DB, DC, à los tres lugares de los Eclypses; y juntense las rectas EB, EC, CB. Tirese tambien la EZ, perpendicular à DB, y la EI, perpendicular à DC, y la CT, perpendicular à la EB; y sin Trigonometria, solo en virtud de la construccion, se saben las cosas siguientes.

1. El angulo AKB, y su medida el arco AB, 110. grad. 21. min.
2. El angulo AEB, que por formarse en la periferia, es (20.3. Euc.) la mitad del angulo AKB, 55. grad. 10. min. 30. seg.
3. El angulo ADB, ò EDZ, 7. grad. 42. min. prosthapheresi debida al arco AB.
4. Restese el angulo interno ADB del externo AEB, y (32.1. Euc.) se hallara ser el angulo EBD, 47. grad. 28. min. 30. leg.
5. El angulo EDC, 6. grad. 21. min.
6. Luego en el triangulo rectangulo EDI, son conocidos todos los angulos: esto es, el angulo I recto EDC,

6. grad. 21. minutos ; y DEI, 83. grad. 39. minutos.
 7. En el triangulo rectangulo DEZ , restese el angulo EDZ, 7. grad. 42. min. de 90. grad. y se hará el angulo DEZ, 82. grad. 18. min.
 8. El arco BC de la anomalia, es 81. grad. 36. min.
 9. Luego el angulo BEC, es la mitad de la anomalia BC, (20.3. Euc.) 40. grad. 48. min.
 10. El angulo ECT, complemento del BEC à 90. grad. es 49. grad. 12. min.
 Si la suma de los tres angulos siguientes conocidos,

AEB, num.2.	55. grad. 10. min. 30. seg.		
DEI, num.6.	83. 39. 0.		
BEC, num.9.	40. 48. 0.		
Suma	179. 37. 30.		

se resta de 180. grad. el residuo será el angulo CEI.

11. El angulo CEI, 0. grad. 22. min. 30. seg.
 12. El complemento de CEI à 90. grad. es el angulo ICE, 89. grad. 37. min. 30. seg.
 13. La suma de los arcos AB, num. 1. y BC, num. 8. es el arco ABC, 191. grad. 57. min.
 14. El residuo CEA es 168. grad. 3. min.

De estas cosas conocidas, se infieren por Trigonometría las siguientes, usando en las operaciones de los numeros Geometricos del Canon, por no hallarse tan crecidos en las Tablas ordinarias de los Logarithmos.

15. En el triangulo EZD, rectangulo en Z, supongase ser DE el seno total 10000000. y será EZ el seno del angulo EDZ, 7. grad. 42. min. [num. 3.] 13398.62. y en el triangulo DEI, rectangulo en I, será EI el seno del angulo DEI, ò EDC, 6. grad. 21. minutos [num. 5.] 11060.17.

16. Hallese en el triangulo BZE la basa BE, diciendo: Como el seno del angulo EBZ, 47. grad. 28. min. 30. seg. [num. 4.] al seno total: así el lado EZ 13398.62. à EB 18194.95.

17. En

17. En el triangulo EIC, hallese el lado EC, diciendo: Como el seno del angulo ECI 89. grad. 37. min. 30. seg. [num. 12.] al seno total: así EI 11060.17. [num. 15.] à EC 11062.00.

18. En el triangulo rectangulo ETC, busquense los lados ET, TC, diciendo: Como el seno total, al seno del angulo ECT 49. grad. 12. min. [n. 10.] así EC 11062.00. [num. 17.] à ET 8381.00. Restete ET de EB 18194.95. [num. 16.] y el residuo será la TB 9813.95.

19. En el mismo triangulo ETC, hallese la TC, diciendo: Como el seno total, al seno del angulo TEC 40. grad. 48. min. [num. 9.] así EC 11062.00. [num. 17.] à TC 7230.00.

20. En el triangulo TCB, hallese el angulo TBC, diciendo: Como TB 981395. [num. 18.] à TC 723000. [num. 19.] así el seno total, à la tangente del angulo TBC 36. grad. 22. min. Y como el arco EC, en quien insiste, sea duplo, es 72. grad. 44. min. que restado del arco CEA 168. grad. 3. minutos, [num. 14.] el residuo es el arco EA 95. grad. 19. min.

21. Por quanto la EC 11062.00. [num. 2.] es la subtensta del arco EC 72. grados, 44. min. [num. 4.] su mitad 553100. será el seno de la mitad de dicho arco, y es 36. grad. 22. min. con lo qual se sacará el radio del Epicyclo, diciendo: Como el seno del angulo 36. grad. 22. min. al seno total: así 553100. al radio del Epicyclo, que es 932395. partes, de las que se supuso ser DE 10000000.

A mas de esto, porque importa saber la proporcion que tiene DK, radio del deferente, con el radio del Epicyclo, se proseguirá el calculo en esta forma.

22. El arco EA [num. 20.] es de 95. grad. 19. minut. con que su mitad, que es el angulo AKS, será 47. grad. 39. min. y su complemento al cuadrante, será el angulo NAK 42. grad. 21. min. Hagase, pues: Como el seno total, à la basa AK, ò semidiametro del Epicyclo 932395. [num. 20.] así el seno del angulo NKA 47. grad. 39. min. à la NA, ò NE 688859. que añadida à la DE 10000000. haze toda la DN 10688859.

23. Ha-

23. Hallese aora la NK, diciendo: Como el seno total, à la AK 932395. (num. 20.) assi el seno del angulo NAK 42.21. (num. 22.) à NK 727905.

24. Con esto se tiene quanto es menester para resolver el triangulo NKD, cuya analyssi nos dara el lado DK, radio del deferente, diciendo: Como DN 10688859. (num. 22.) à NK 727905. (num. 23.) assi el seno total, à la tangente del angulo ADL 3. grad. 22. min. Con lo qual se sabe el angulo NKD 85. grad. 38. min. complemento del sobredicho à 90. grad. Hagase, pues: como el seno del angulo NKD 86. grad. 38. min. à la DN 10688859. (num. 22.) assi el seno total, à DK radio del deferente; es à saber, 11011187. Con esto queda conocida la razon del radio del deferente, con el radio del Epicyclo, que es como 11011187. à 932395. (num. 21.) y para tenerla en los numeros acostumbados, suponiendo ser el radio del deferente 1000000. se hará vna regla de tres, diciendo: Como 11011187. con 932395. assi 1000000. con 870487. que viene à ser como 60. con 5. par. 13. min. 14. seg. Ptolomeo hallò ser como 60. con 5. par. 14. min.

PROP. XXXVII. Problema.

Determinar la Anomalia simple de la Luna, y corregir su lugar medio al tiempo de los sobredichos Eclipses.
figur. 78.

Continuando el mismo calculo, se faca la anomalia, ò distancia del Apogeo, que tenia la Luna al tiempo de los tres Eclipses, arriba dichos, en esta forma: El angulo NKD, es de 86. grad. 38. min. (36. n. 24.) añadale el angulo NKA 47. grad. 39. min. (num. 22.) y se tendrá el angulo DKA 134. grad. 17. min. Añadale el semicirculo LBM; y la suma 314. grad. 17. min. será la anomalia al tiempo del primer Eclipsé, que es el arco LBMA.

Para hallar la que tenia la Luna al tiempo del segundo Eclipsé, restense los 314. grad. 17. min. sobredichos;

chos; esto es, el arco LBEA de 360. grad. y el residuo será el arco AL 45. grad. 43. min. que quitandole del arco AB 110. grad. 21. min. (36.) restará la Anomalia LB 64. grad. 38. min. al tiempo del segundo Eclipsé. Añadase à esta el arco BC 81. grad. 36. min. (36.) y resultará el arco LBC 146. grad. 14. min. Anomalia al tiempo del tercero Eclipsé.

Para corregir los lugares medios, que tenia la Luna al tiempo de los mismos Eclipses, se obrará de esta manera. El angulo ADL (36. n. 24.) es 3. grad. 22. min. y es la Prostapheresi additiva al movimiento medio, para convertirle en verdadero; y subtractiva al verdadero, para tener el medio: el lugar verdadero de la Luna al tiempo del primer Eclipsé, era 13. grad. 15. min. de Escorp. Luego restado de aqui 3. grad. 22. min. será el lugar medio de la Luna al tiempo del primer Eclipsé 9. grad. 53. min. de Escorpion.

Restese el mismo angulo ADL 3. grad. 22. min. del angulo ADB, que es 7. grad. 42. min. (36. n. 3.) y restará el angulo LDB 4. grad. 20. min. que es la Prostapheresi additiva, para tener el lugar medio de la Luna al tiempo del segundo Eclipsé; y siendo en este el lugar verdadero 25. grad. 10. min. de Aries, añadiendole 4. grad. 20. min. será el lugar medio en el segundo Eclipsé 29. grad. 30. min. de Aries.

De este angulo LDB 4. grad. 20. min. restese el angulo BDC, que es 1. grad. 21. min. como se colige de lo dicho en la Proposicion antecedente; y el residuo 2. grad. 59. min. es la Prostapheresi additiva en el tercer Eclipsé: estando; pues, entonces la Luna, segun el lugar verdadero, en 14. grad. 12. min. de Virgo, si se añaden 2. grad. 59. min. será entonces el lugar medio 17. grad. 11. min.



PROP. XXXVIII. Problema.

Dár la última determinacion al movimiento de longitud de la Luna, y al de su Anomalia; y señalar exactamente la cantidad de los meses Synodico, y Anomalístico.

DE lo dicho en la Proposición passada, se infiere el modo de dár la última mano al movimiento de longitud de la Luna, y al de su primer Anomalia, con el siguiente artificio, que es de Ptolomeo, lib. 4. cap. 6. y 7. y de los demás Astronomos.

1. Se eligen tres Eclipses antiguos, observados con diligencia, y con ellos se hazen las operaciones explicadas en las Propos. 36. y 37. investigando la excentricidad de la Luna, ò semidiametro del Epicyclo, su Anomalia, lugar medio, y Prostapheretes. Y esto mismo se haze con otros tres Eclipses mas recientes.

2. Se coteja la Anomalia antigua con la reciente, y se averigua, si el movimiento medio, que dán las Tablas, concuerda con el que se saca del observado, y verdadero, mediante las equaciones: y si no concordare, la diferencia hallada se parte por el tiempo que ay entre el Eclipse antiguo, y el moderno; y con esto se corrigen los movimientos, cantidad de los meses, &c. como en el exemplo siguiente.

Exemplo. Ptolomeo hizo eleccion de tres Eclipses antiguos, observados por los Chaldeos en Babylonia: el primero, fue el año 1. de Mardocempado, el dia 29. completo del mes Thoth, hor. 9. 30. min. después de medio dia; pero en Alexandria à las 8. hor. 40. min. estando el Sol en Piscis 24. grad. 30. min. y la Luna en Virgo 24. grad. 30. min. y fue Eclipse total.

El segundo, sucedió el año 2. de Mardocempado, el dia 18. completo del mes Thoth en Babylonia, à la media noche, entre el dia 18. y 19. y en Alexandria, el dia 18. à las 11. hor. 10. min. después de medio dia, estando el Sol en Piscis 13. grad. 45. min. y la Luna en Virgo 13. grad.

grad. 45. minut. y fue de tres digitos en la parte Austral.

El tercero, fue el mismo año 2. de Mardocempado, el dia 15. de Phamenoth en Alexandria, à las 7. hor. 40. min. estando el Sol en 3. grad. 15. min. de Virgo, y la Luna en 3. grad. 15. min. de Piscis; fue de mas de seis digitos en la parte Austral.

De estos tres Eclipses, coligió Ptolomeo con el artificio explicado en las Prop. 36. y 37. que el radio del Epicyclo, ò excentricidad de la Luna, era 5. part. 13. min. de las 60. que supone tener el radio del deferente. Hallò tambien, que en el Eclipse segundo, el lugar medio de la Luna, fue 14. grad. 44. min. de Virgo; y siendo su lugar verdadero 13. grad. 45. min. viò ser la Prostapheresis subtractiva 59. min. Asimismo hallò, que la Anomalia, ò distancia del Apogeo, era entonces 12. grad. 24. min.

Después de esto, eligió otros tres Eclipses, que fueron los referidos en la Proposición 36. coligiendo de ellos todo lo que en dicha Proposición, y la siguiente queda referido.

Hecho esto, hizo el cotejo del segundo Eclipse, de los primeros con el segundo de los postreros, para examinar, y corregir el movimiento de longitud de la Luna, y el de su Anomalia, en esta forma. En el momento del segundo Eclipse de los primeros, el lugar medio de la Luna, fue 14. grad. 44. min. de Virgo; y la Anomalia, fue 12. grad. 24. min. En el momento del segundo Eclipse de los postreros, el lugar medio de la Luna, fue 29. grad. 30. min. de Aries; y la Anomalia 64. grad. 38. min. En el intervalo comprehendido entre estos dos Eclipses, quitadas las circulaciones enteras, corrió la Luna, según su movimiento proprio, y medio de longitud, 224. grad. 46. min. que son los que ay desde 14. grad. 44. min. de Virgo, hasta 29. grad. 30. min. de Aries; y en el circulo de la Anomalia, corrió 52. grad. 14. min. que ay desde 12. grad. 24. min. de Anomalia, hasta 64. grad. 38. min.

El tiempo igualado, que pasó entre estos dos Eclipses, fue 854. años Egypcios, 73. dias, 23. hor. 20. min. esto

esto es, 311783. dias, 23. hor. 20. min. al qual tiempo, segun las Tablas de Hypparcho, hallò correspondier quitadas las rebolesiones enteras, 224. grad. 46. min. del movimiento medio de longitud, que es el mismo que se hallò en el cotejo de los Eclipses sobredichos; y aviendo hallado esto, sumando continuamente el movimiento diurno, que avia establecido Hypparcho, que era 13. grad. 10. min. 34. seg. 58. terc. 53. quart. 30. quint. 30. sext. viò que estaba bien el movimiento de longitud de la Luna, y de elongacion de ella al Sol, y que no necesitaba de correccion.

Passando aora al movimiento de la Anomalia, hallò, que sumando segun el numero sobredicho de dias, el movimiento diurno de la Anomalia, establecido por Hypparcho, que era 13. grad. 3. min. 53. seg. 56. terc. 29. quart. 38. quint. 38. sext. era el movimiento de la Anomalia, quitadas las circulations, 52. grad. 31. min. siendo asi, que segun los Eclipses observados, y cotejados, solo avia de ser 52. grad. 14. min. como arriba vimos: Luego el movimiento Anomalístico, segun Hypparcho, excede en 17. min. en el tiempo de 311783. dias, 23. hor. 20. min. y reducido el dicho exceso à partes mas menudas, y partido por el numero sobredicho de dias, se ve, que excede cada dia en 11. quart. 46. quint. 39. sext. restados, pues, del movimiento diurno, que señalò Hypparcho, queda corregido; y es el exacto movimiento de la Anomalia 13. grad. 3. min. 53. seg. 56. terc. 17. quart. 51. quint. 59. sext. Esto mismo han hecho otros Astronomos, con lo qual han procurado reducir estos movimientos à mayor exactacion.

Teniendose por este medio ya mas precisos, assi el movimiento medio de la Luna segun longitud, como el de su Anomalia, se passa à dar mas exacta la cantidad del mes Synodico, y del Anomalístico: porque los lugares medios de los Eclipses, de quienes, segun la Propos. 25. num. 3. se infiere la cantidad de dichos meses, se saben con mayor precision; y assi, segun el Padre Ricciolio, su cantidad mas precisa es la siguiente.

Mes

Mes Synodico medio---29.d.12.h.44.m.3. seg. 10. ter. 50. quar. 30. quin.
Mes Anomalístico medio-27.d.13.h.18.m.34. seg. 55. terc.

Las demàs cantidades, assi de los otros meses, como de los movimientos Lunares, se señalarà en las proposiciones siguientes.

PROP. XXXIX. Problema.

Investigar el movimiento de latitud, que ay en la Luna, y el de sus nodos. fig. 79.

EL modo de hallar el movimiento de latitud de la Luna, y el de los nodos de su orbita, es el de Ptolomeo, Lib. 4. cap. 2. à quien siguen comunmente los Astronomos, y se reduce à lo siguiente.

1. Hagase eleccion de dos Eclipses lunares, de tal calidad, que en entrambos se halle la Luna en vn mismo nodo; y si tuviere latitud, sea esta igual, y de vna misma especie en entrambos; y si pudiese ser, sea en entrambos ascendente, ò descendente; y que estè la Luna en vn mismo grado de anomalia, ò que la distancia de los Luminares a la tierra, sea la misma; y lo obscurecido, sea àzia vna misma parte.

2. Vease (34.) el numero de las Lunaciones, ò sizigias medias, incluidas en el intervalo de los dos sobredichos Eclipses; y asimismo, quantos sean los meses Dragonticos, ò rebolesiones enteras de la latitud, por la regla dada en la proposicion citada; y partiendo el intervalo del tiempo comprehendido entre los dos Eclipses, por el numero de estas rebolesiones, se tendrà en el quociente la cantidad de vn mes Dragontico medio.

Exemplo. El Padre Ricciolio, advirtiendo, que en toda la Historia de los Eclipses no se encuentran algunos en quienes concurren todas las circunstancias arriba dichas, hizo eleccion de los dos siguientes, como mas aptos para investigar la cantidad de el mes de la latitud, por

por ser los que mas participan de las condiciones requisitas.

El primer Eclypse, fue observado por los Chaldeos en Babilonia el año 2. de Mardocempado, que es el 28. de Nabonassar., completo el dia 15. de Phamenoth: esto es, 720. años antes de Christo, completo el dia 1. de Septiembre, à las 7. hor. 40. min. despues de medio dia en Alexandria; y en Bononia à las 5. hor. 57. min. è igualado el tiempo, à las 5. hor. 58. min. 50. seg. el qual Eclypse fue de 6. digitos en la parte boreal de la Luna: el estado de los luminares, fue entonces el siguiente.

	S.	G.	M.	S.
Lugar verdadero del Sol	5	0	54	9
Anomalia del Sol	3	5	14	0
Lugar verdadero de la Luna	11	0	54	9
Anomalia de la Luna	5	13	58	16
Movimient.med. de la Luna	11	2	7	17

El semidiametro de la sombra de la tierra, corregido, segun la anomalia del Sol, que por ser el Eclypse precisamente de seis digitos, era la latitud verdadera de la Luna, fue 47. min. Supuesta, pues, la inclinacion de la orbita Lunar, con la ecliptica en las sizigias, de 5. grad. segun Ptolomeo, ù de 4. grad. 58. min. 30. seg. segun Tycho, se resolverà el triangulo esferico ELN, fig. 79. rectangulo en L, cuyo angulo N es de 5. grad. ù de 4. grad. 58. min. 30. seg. y el lado opuesto EL, es la latitud de la Luna, al tiempo del Eclypse, 47. min. Luego se farà por Trigonometria la hypothenusa EN, que es la distancia de la Luna al nodo proximo, que con los datos sobredichos, se halla ser 9. grad. 3. min. 18. seg. Cuentense estos, retrocediendo desde 0. grad. 54. min. de Piscis; lugar verdadero de la Luna, y se hallarà ser el lugar verdadero del nodo 21. grad. 50. min. 51. seg. de Aquario. Cuentense asimismo los 9. grad. 3. min. 18. seg. retrocediendo desde 2. grad. 7. min. 17. seg. de Piscis, lugar medio de la Luna, y se hallara ser el lugar medio del nodo 23. grad. 3. min. 59. seg. de Aquario.

El

El segundo Eclypse, es el que observò el Padre Ricciolio en Bononia el año 1643 en 27. de Septiembre, el qual fue de seis digitos por la parte Septentrional, y sucediò à las 7. hor. 30. min. 52. seg. despues de medio dia; pero igualado el tiempo, fue à las 7. hor. 25. min. 28. seg. El estado de los luminares era el siguiente.

	S.	G.	M.	S.
Lugar verdad. del Sol	6	4	20	27
Anomalia del Sol	2	28	56	3
Lugar verd. de la Luna	0	4	20	27
Anomalia de la Luna	6	16	3	57
Movim.med. de la Luna	0	3	16	31

El semidiametro de la sombra terrestre corregido, y la latitud verdadera de la Luna, por ser el Eclypse de seis digitos, fue 48. min. Sea, pues, en el triangulo mismo ENL, el arco EL 38. min. y el angulo N, à lo mas 5. grad. con que se farà el lado EN en la orbita, que es allí la distancia de la Luna al nodo mas proximo, que se hallarà ser 9. grad. 13. min. 10. seg. Y por consiguiente, el lugar verdadero del nodo, estaba en 25. grad. 7. min. 17. seg. de Piscis; pero segun el movimiento medio de la Luna, estaba en 24. grad. 3. min. 21. seg. de Piscis.

Si bien se consideran estos eclypsos, se verà no ser facil sucedan otros en muchos siglos, con el concurso de tantas circuntancias aptas para el intento. Y asì, con ellos se investiga el movimiento de latitud, y de los nodos Lunares, como se sigue.

Para hallar el movimiento medio annuo de los nodos; se obrarà asì. El intervalo de tiempo de vno à otro Eclypse, ù de vn Plenilunio medio al otro, fue de 2362. años, 16. dias, 1. hor. 26. min. 38. seg. Esto es, 862736. dias, 1. hor. 26. min. 38. seg. y resuelto todo en minutos horarios, es 1242341365. min. En el qual tiempo, segun la regla de la prop. 34. el nodo austral corriò contra el orden de los signos 126. Zodiacos; y à mas de esso 329. grad. 0. min. 38. seg. que ay retrocediendo desde 23.

Tom. VII.

X

grad.

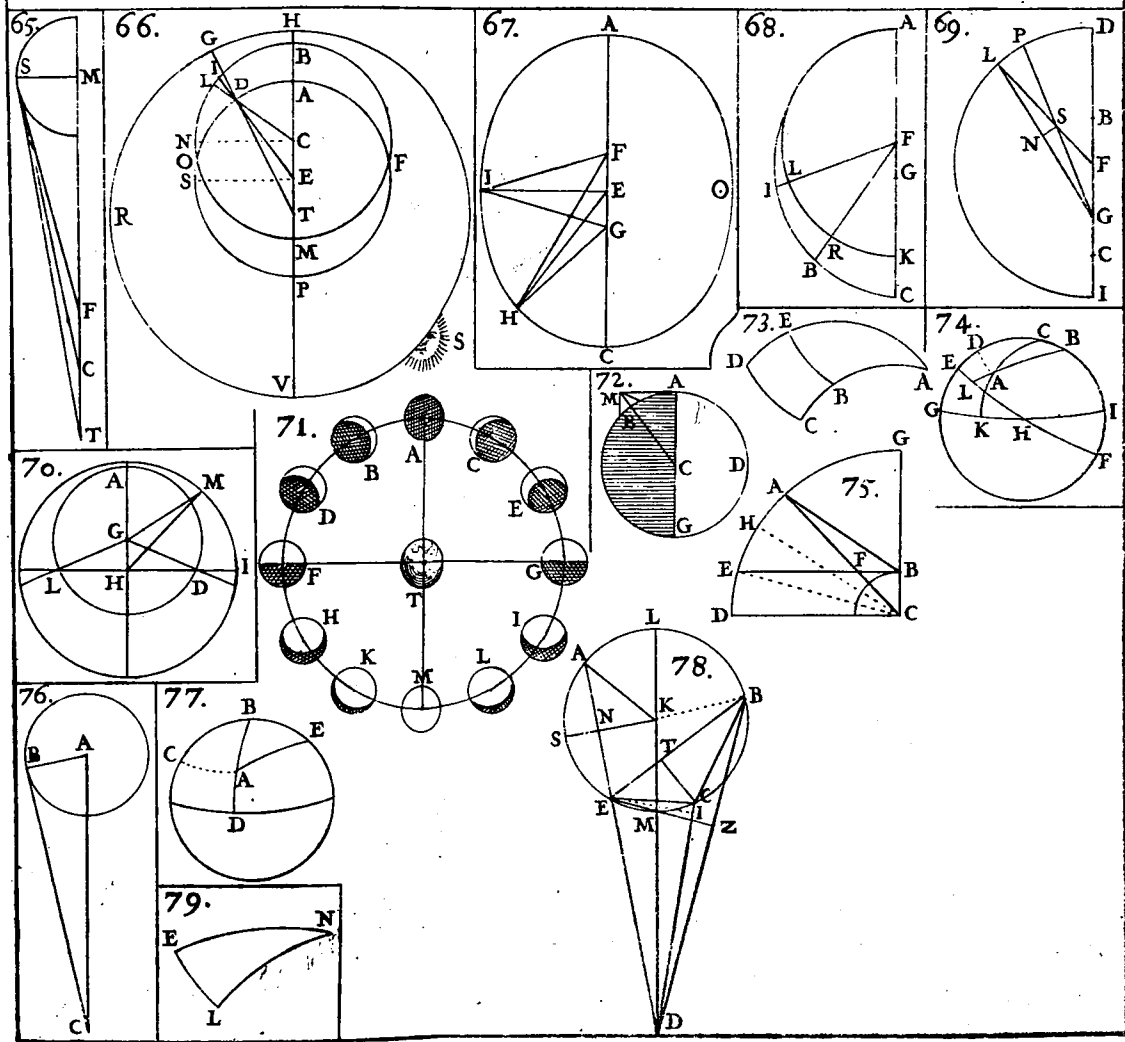
grad. 3. min. 59. seg. de Aquario, hasta 24. grad. 3. min. 21. seg. de Piscis. Todo lo qual resuelto en segundos, es 164470931. seg. Resuélvase aora à segundos vn año entero de 365. dias, y seràn 525600. min. Y hagase la siguiente regla de tres.

Como el tiempo que pasó de vno à otro Eclypse 1242341365. seg. à los minutos de vn año 525600. así los 126. Zodiacos 329. grad. 0. min. 38. seg. resueltos en segundos: esto es, 164470931. seg. al movimiento annuo del nodo, que es 69583. seg. 4. terc. que son 19. grados, 19. min. 43. seg. 3. terc. 53. quart. ò segun los Tyconicos, 19. grad. 19. min. 43. seg. 4. terc. Partase esto por 365. dias, y sera el movimiento diurno de los nodos 3. min. 10. seg. 38. terc. 40. quart.

2. Para hallar el movimiento medio diurno de latitud, se procederà así. Al movimiento diurno del nodo, añadase el movimiento diurno de la Luna, contado del principio de Ariete, que como luego verèmos, es 13. grad. 10. min. 35. seg. 1. terc. 17. quart. 15. quint. 49. sext. y la suma 13. grad. 13. min. 45. seg. 39. terc. 57. quart. 16. quin. es el movimiento medio diurno de latitud.

3. Para hallar el movimiento medio annuo de latitud, añadase al movimiento annuo de los nodos, arriba puesto, el movimiento annuo de la Luna, que como luego verèmos, es 4. sign. 9. grad. 23. min. 2. seg. 49. terc. 50. quart. 20. quint. y se halla ser el movimiento annuo de latitud, 4. sign. 28. grad. 42. min. 45. seg. 53. terc. 43. quart. 20. quint.

4. Para hallar la cantidad del mes Dragontico, ò de latitud, inmediatamente por los sobredichos Eclypses, se obrará en esta forma. El intervalo de tiempo de vno à otro Eclypse, fue, como dixè, 862736. dias, 1. hor. 26. min. 38. seg. en el qual caben (34.) 29215. Lunaciones, ò sizigias medias: y segun la regla de la propof. 34. multiplicando 29215. por 5923. y partiendo el producto por 5458. se hallan caber en dicho intervalo 31704. Orbes Dragonticos, ò de latitud: partase, pues, por este numero el intervalo sobredicho de 862736. dias,



dias, 1. hor. 26. min. 38. seg. y en el quociente saldrá la cantidad de vn mes Dragontico, ù de latitud, que es 27. dias, 5. hor. 5. min. 35. seg. 21. terc. 52. quart. 24. quint.

Aquí hemos investigado el movimiento medio de los nodos, lo que supone ser desigual su movimiento verdadero, como admiten ya comunmente los Astrónomos; por lo que daremos en su lugar Tabla especial para su correccion. Omito la hypothesis, con que se explica esta irregularidad, la que podrá ver el curioso en Ricciolio, lib. 4. Almag. cap. 29.

PROP. XL. Problema.

Hallar la cantidad del año Lunar medio, y de las Epactas.

EL año Lunar, es en dos maneras; es à saber, *Comun, y Embolismal*. El comun consta de 12. Lunaciones medias, ò meses Synodicos; y el Embolismal, de treze. Añádese en este vna Lunacion sobre las 12. para ajustar los años Lunares con los Solares, como se verá en su lugar. Para hallar, pues, la cantidad del año Lunar medio, se obrará como se sigue.

Operacion. Multiquese el mes Synodico por 12. y el producto será el año Lunar medio comun; y añadiendole à este vn mes Synodico, se tendrá el año Embolismico. En esta forma se hallan ser los siguientes.

	D.	H.	M.	S.	T.	Q.
Año Lunar comun	354.	8.	48.	38.	10.	6.
Embolismal	383.	21.	32.	41.	20.	57.

Para hallar las Epactas, restese el año medio comun Lunar sobredicho, del año solar comun, ù de 365. dias; y el residuo será la Epacta de vn año, que segun Ricciolio, es 10. dias, 15. hor. 11. min. 21. seg. 49. terc. 54. quart. Las Epactas se van agregando de vnos años à otros, de que se sigue, que en los bissextos se aumenta la Epacta vn dia; y siempre que llegan à formar la cantidad de vna Lunacion, se quita esta, y el residuo, es la Epacta para el

año siguiente. Todo se vé en la Tabla que se sigue:

Epactas de los años.	D.	H.	M.	S.	T.	Q.	
Comun.	1.	10.	15.	11.	21.	49.	54.
	2.	21.	6.	22.	43.	39.	48.
	3.	2.	8.	50.	2.	18.	58.
Bissexto.	4.	14.	0.	1.	24.	8.	46.

Donde se vé, que al tercer año se quita vna Lunacion, que (38.) es 29. dias, 12. hor. 44. min. 3. seg. 10. terc. 50. quart. y el año 4. tiene vn dia mas de Epacta, por ser Bissex. il; lo demás tocante à este punto se verá en su lugar.

PROP. XLI. Problema.

Inferir del mes Synodico, la cantidad del mes Periodico Lunar.

LA cantidad del mes Synodico, se estableció en la prop. 38. y de ella se infiere la del mes Periodico, en esta forma.

Operacion. Los 360. grados de vn Zodiaco, resuelvanse à minutos terceros, y seran 77760000. terceros. El mes Synodico medio, resuelvase tambien à terceros horarios, y será 153086591. terc. Multipliquese esta cantidad por la primera, y el producto 11904013316160000. terc. resérvese para numero dividiendo. Hallese agora en las Tablas Solares el movimiento medio del Sol. correspondiente al tiempo de vn mes Synodico, que es 29. grad. 6. min. 24. seg. 17. terc. y este reducido à terceros, añadase al Zodiaco sobredicho, reducido tambien à terceros, y será la suma 84047057. terceros, y será el numero partidior. Partase, pues, por este numero el que arriba se reservò para dividiendo, y el quociente será el numero de terceros horarios, que gatta la Luna en andar todo el Zodiaco, que es el mes Periodico: hecha, pues, la particion, se hallara ter 141635117. terc. esto es, 27. dias, 7. hor. 43. min. 5. seg. 17. terc.

Mes Periodico, 27. dias, 7. hor. 43. min. 5. seg. 17. terc.

PROP.

PROP. XLII. Problema.

Hallar el movimiento medio diurno de la Luna por el Zodiaco.

Operacion 1. Al movimiento medio del Sol, correspondiente al mes Synodico, reducido, como antes, à terceros, añadase el Zodiaco reducido tambien à terceros, y la suma será, como hemos visto, 84047057. terc. 2. Reduzcáse vn dia à terceros horarios, y será 5184000. terc. Multipliquese la suma, arriba dicha, 84047057. terc. por 5184000. terc. y será el producto 435699943488000. terc. 3. Partase esta cantidad por el mes Synodico reducido à terceros, que es 153086591. terc. y el quociente será el movimiento medio de la Luna 2846101. y 44. 153. avos: esto es, 13. grad. 10. min. 35. seg. 1. terc. 17. quart. 15. quint. 49. sext. Esta operación es la regla de tres, siguiente: Como el mes Synodico, à lo que corre la Luna en dicho mes, que es vn Zodiaco, lo que ha andado el Sol en aquel mes: así vn dia, à lo que camina la Luna en esse dia.

PROP. XLIII. Problema.

Hallar la elongacion diurna de la Luna al Sol.

Operacion. El movimiento diurno del Sol, que es 59. min. 8. seg. 19. terc. 48. quart. 35. quint. 35. sext. restese del movimiento medio diurno de la Luna, hallado en la proposicion pasada, y el residuo será la elongacion diurna del Sol, que es 12. grad. 11. min. 26. seg. 47. terc. 28. quart. 40. quint. 14. sext.

PROP. XLIV. Problema.

Inferir del mes Anomalístico el movimiento diurno de la Anomalia simple de la Luna.

Operacion. El Zodiaco reducido à terceros, que es 77760000. terceros, multipliquese por vn dia reducido

cido à terceros horarios, que es 5184000. terc. y será el producto 4031084400000000. terc. Partale este producto por el mes Anomalístico, que se determinó en la Propos. 38. pero reducido à terceros horarios, que son 142842895. terc. y el quociente será el movimiento medio diurno de la Anomalia simple, que es 13. grad. 3. min. 53. seg. 56. terc. 18. quart.

PROP. XLV. Problema.

Inferir del mes Dragontico, ù de latitud, el movimiento diurno de latitud de la Luna.

Operacion. Por los terceros horarios de vn dia, arriba pueitos, multipliquese vn Zodiaco, reducido à terceros, y el producto partale por el mes Dragontico, determinado en la Prop. 39. reducido también à terceros horarios, que es 141068121. terc. y el quociente será el movimiento medio diurno Lunar de latitud, y es 13. grad. 13. min. 45. seg. 39. terc. 57. quart. 16. quint. Este mismo movimiento se halló ya en la Propos. 39. por el movimiento diurno de los nodos Lunares.

PROP. XLVI. Problema.

Inferir el movimiento diurno retrogado de los nodos Lunares, del movimiento medio de latitud de la Luna.

EN la Prop. 39. se determinó este movimiento por la observacion de dos Eclipses Lunares; pero sabido el movimiento de latitud, se sabrá facilísimamente el de los nodos, solo con restar el movimiento diurno medio de la Luna, según la longitud, que es 13. grad. 10. min. 35. seg. 1. terc. 17. quart. del movimiento diurno medio de latitud, que es 13. grad. 13. min. 45. seg. 39. terc. 57. quart. porque el residuo 3. min. 10. seg. 38. terc. 40. quart. es el movimiento diurno de los nodos, contra el orden de los signos.

PROP.

PROP. XLVII. Problema.

Hallar el movimiento diurno del Apogeo Lunar, según el orden de los signos.

Operacion. Restese el movimiento diurno de la anomalia, que según las Propos. 38. y 44. es 13. grad. 3. min. 53. seg. 56. terc. 18. quart. del movimiento diurno de la Luna en el Zodiaco, que es (42.) 13. grad. 10. min. 35. seg. 1. terc. 17. quart. 15. quint. y el residuo, 6. min. 41. seg. 4. terc. 59. quart. 15. quint. será el movimiento diurno del Apogeo, que se busca.

PROP. XLVIII. Problema.

Hallar qualquiera movimiento horario, y el correspondiente à vn minuto.

Partase el movimiento diurno, qualquier que sea, por 24. y el quociente, será el movimiento horario. 2. Partase el movimiento horario por 60. y el quociente, será el movimiento que corresponde à vn minuto de hora. 3. Partase el de vn minuto otra vez por 60. y se tendrá el correspondiente à vn segundo: Esto es por sí bastante-mente manifiesto.

Las cantidades de los movimientos Lunares, establecidas en las proposiciones antecedentes, para que se tengan mas prontas, van recogidas en las Tablas que se siguen: y advierto, que la de los movimientos annuos que aqui se señala, es solamente el residuo, despues de quitadas las revoluciones enteras, siempre que las ay en dicho termino.

MOVIMIENTO MEDIO DE LA LUNA EN EL Zodiaco.

	G.	M.	S.	T.	Q.	Q.	S.
Annuo.	129.	23.	2.	49.	50.	20.	0.
Diurno.	13.	10.	35.	1.	17.	15.	49.
Horario.	0.	32.	56.	27.	33.	13.	10.

X 4

ELON-

ELONGACION DE LA LUNA AL SOL

	G.	M.	S.	T.	Q.	Q.	S.
Annuo.	129.	37.	22.	19.	54.	14.	59.
Diurno.	12.	11.	26.	47.	28.	40.	14.
Horario.	0.	30.	28.	36.	43.	15.	40.

MOVIMIENTO MEDIO DE LA ANOMALIA
simple.

	G.	M.	S.	T.	Q.	Q.	S.
Annuo.	88.	43.	7.	34.	20.	51.	43.
Diurno.	13.	3.	53.	56.	18.	57.	45.
Horario.	0.	32.	39.	44.	50.	37.	24.

MOVIMIENTO MEDIO DE LATITUD:

	G.	M.	S.	T.	Q.	Q.	S.
Annuo.	148.	42.	45.	53.	43.	20.	0.
Diurno.	23.	13.	45.	39.	57.	16.	0.
Horario.	0.	33.	4.	24.	9.	53.	4.

MOVIMIENTO MEDIO DEL NODO BOREO
contra orden.

	G.	M.	S.	T.	Q.	Q.	S.
Annuo.	19.	19.	43.	3.	53.	0.	0.
Diurno.	0.	3.	10.	38.	40.	0.	0.
Horario.	0.	0.	7.	56.	36.	16.	0.

MOVIMIENTO MEDIO DEL APOGEO LUNAR
segun orden.

	G.	M.	S.	T.	Q.	Q.	S.
Annuo.	40.	39.	55.	15.	29.	28.	17.
Diurno.	0.	6.	41.	4.	58.	18.	4.
Horario.	0.	0.	16.	42.	42.	35.	46.

PROP.

PROP. XLIX. Problema.

Constituir las Epochas, à Raizes de los movimientos Lunares.

LAs Epochas de los movimientos de la Luna, se determinan con las mismas reglas, con que se establecieron en el libro 2. part. 2. cap. 2. las de los movimientos del Sol: y segun ellas, se procede en la forma siguiente.

Raiz del movimiento de longitud de la Luna desde Aries.

EL año 1643. en 27. de Septiembre, igualado el tiempo à las 7. hor. 25. min. 28. seg. despues de medio dia, en Bononia se observò vn Eclýpse de Luna, cuyo lugar medio en el Zodiaco era 2. grad. 50. min. de Aries: y el movimiento medio de la Anomalia, era 195. grados, 10. min. Y por consiguiente, en el medio dia del primero de Enero del año 1644. quando empieza este año, el movimiento medio de la Luna, fue 6. signos, 3. grados, 38. min. 58. seg. porque desde el tiempo equado del Plenilunio, hasta el fin del año 1643. que es en el medio dia del primero de Enero 1644. vãn 95. dias, 16. hor. 30. min. 35. seg. à quienes corresponde del movimiento medio de la Luna 6. sign. 0. grad. 48. min. 58. seg. y añadidos los 2. grad. 50. min. del movimiento de la Luna al tiempo del Eclýpse, resulta el sobredicho movimiento medio 6. sign. 3. grad. 38. min. 58. seg.

Raiz de la Anomalia Lunar.

Porque al sobredicho intervalo de 95. dias, 16. hor. 30. min. 35. seg. conviene, segun las Tablas de Riccioli, el movimiento de Anomalia de 5. sign. 20. grad. 9. min. 20. seg. si à este se añade el que tenía al tiempo del Eclýpse, que era 195. grad. 10. min. esto es, 6. sign. 15. grad. 10. min. se halla, que al sobredicho fin del año 1643. era el movimiento de la Anomalia 0. sign. 5. grad. 19. min. 20. seg.

Raiz

Raiz del movimiento del nodo Lunar.

AL tiempo equado del mismo plenilunio eclýptico, era la anomalía del Sol 89. grad. 5. min. 40. seg. y la de la Luna 195. grad. 10. minutos; pero equada, era 196. grad. 30. min. 2. seg. El semidiámetro aparente de la sombra de la tierra, era precisamente 48. minutos; y porque el Eclýpse fue justamente de seis digitos, era la latitud de la Luna igual al semidiámetro de la sombra: con que en el triangulo ENL, (fig. 79.) el angulo N de la eclýptica con la orbita Lunar, es 5. grad. y el lado opuesto EL, es la latitud de la Luna, al tiempo del Eclýpse, que era 48. minutos: Luego por Trigonometria se sabrà la distancia LN del centro verdadero de la sombra terrestre, al nodo mas proximo, que es el Austriano, y se halla ser 9. grad. 13. min. 6. seg. y por consiguiente, esta es la distancia del lugar verdadero del Sol al nodo boreal; pero el Sol, segun el lugar verdadero, se hallaba en 4. grad. 29. min. 34. seg. de Libra: Luego el nodo boreal estaba en 25. grad. 16. min. 28. seg. de Virgo. El intervalo desde el tiempo del Eclýpse, hasta el fin del año 1643. consta de 95. dias, 16. horas, 30. min. 35. seg. como dixè, à quienes tocan del movimiento medio del nodo boreal contra el orden de los signos, 5. grados, 4. min. 1. seg. Restando, pues, esta cantidad del lugar sobredicho del nodo al tiempo del Eclýpse, se halla, que al fin del año 1643. era el lugar de dicho nodo, 5. sign. 20. grad. 12. min. 27. seg.

Este es el artificio con que se establecen las raizes, ò Epochas de los movimientos; pero jamás conviene fiarse de vna sola observacion, si que se deben repetir algunas para la mayor seguridad.

De aqui se colige el modo de establecer la raiz de estos movimientos al principio de la era vulgar, ò Epocha de Christo Nuestro Señor, pues solo consiste en añadir à la raiz del principio del año 1644. la cantidad de los movimientos competente al tiempo que ay desde el me-

medio dia del primer dia de Enero del año primero de Christo; esto es, del primer Enero, que se siguió al Nacimiento de nuestro Salvador, hasta el medio dia del primero de Enero del año 1644. quitados los circulos enteros. Los movimientos contenidos en la siguiente Tabla, son los que competen à la Epocha de Christo nuestro Señor, segun el Meridiano del Observatorio Real de Paris.

T A B L A

De los movimientos de la Luna al principio de la Epocha de Christo nuestro Señor.

Mov. med. de la Luna de Ariete.				Mov. de la Anomalía.			
S.	G.	M.	S.	S.	G.	M.	S.
4.	15.	18.	9.	7.	4.	13.	31.
Movim. del Nodo Boreal.				Movim. de latitud.			
S.	G.	M.	S.	S.	G.	M.	S.
8.	28.	36.	6.	7.	16.	42.	3.

PROP. L. Problema.

Componer las Tablas de los movimientos de la Luna.

Determinados ya los movimientos medios, no ay dificultad en componer las Tablas; porque añadiendo continuamente el movimiento annuo, se tiene el que toca à dos, tres, quatro años, &c. solo que al quarto año se ha de añadir el movimiento de vn dia, por razon del biffexto. Asimismo, añadiendo continuamente el movimiento diurno, se hazen las Tablas que contienen el movimiento correspondiente à 1. 2. 3. &c. dias, hasta 30. ò 31. segun los meses. Finalmente, sumando continuamente el movimiento correspondiente à vna hora, se haze la Tabla del movimiento horario hasta 60. De forma, que vnos mismos numeros, son los que expressan

el movimiento correspondiente à vna, dos, tres, &c. horas: y à vno, dos, tres, &c. minutos, ò segundos horarios: solo que en el movimiento horario el primer numero, es de grados; el segundo, de minutos, &c. pero en los minutos horarios, el primer numero, es de minutos; el segundo, de segundos, &c. Como en el de los segundos horarios; el primero, es de segundos; y el segundo, de terceros. Todo lo qual se ve bien claro en la misma Tabla.

CAPITULO IV.

DE LA DESIGUALDAD DEL MOVIMIENTO de la Luna, y de las varias hypothefes con que se explica.

EL movimiento proprio con que la Luna se mueve de Poniente à Levante, segun el orden de los signos, consta de dos irregularidades, ò Anomalias: La primera, y de que ya se hizo mencion en la prop. 36. se llama *Suelta*, y *Periodica*: por cuya causa, es de tal fuerte desigual el movimiento de la Luna por el Zodiaco, respecto del centro de la tierra, que los Novilunios, y Plenilunios no guardan entre si distancias iguales, si que à vezes distan mas, y à vezes menos. La segunda irregularidad, se llama *Ligada*, y *Synodica*: por la qual, es el movimiento de la Luna desigual, de tal fuerte, que fuera de las conjunciones, y oposiciones con el Sol, el lugar de la Luna, observado en el Cielo, no concordaria con el que dan las Tablas, aunque se corrigiese, segun las prosthaphereses de la primera irregularidad.

Esta segunda va de tal fuerte connexa, y como ligada con las phases Lunares, que toda ella se contiene, y termina de la conjuncion à la oposicion; y otra vez, de la oposicion à la conjuncion: De forma, que en las conjunciones, y oposiciones, jamás se halla esta segunda ir-

regularidad, ni ay que hazer entonces caso de ella, si solamente de la primera. De que se sigue, que en dichas fizigias, solo es menester vna equacion; pero fuera de ellas, regularmente son menester dos, por concurrir entrambas irregularidades: y esta es la razon por que en la propol. 36. llamé à la primera irregularidad, *Anomalia simple*; à diferencia de la segunda, que suele ir mezclada con la primera. Otra irregularidad admite Tycho Brahe, que omito, por no ser aun tan constante su existencia. Para explicar, pues, estas dos irregularidades, han ideado varias hypothefes los Astronomos; pero para evitar prolixidad, baltará explicar dos, en las proposiciones siguientes.

PROP. LI. Problema.

Explicase la hypothefi Lunar de Ptolomeo. fig. 80.

LA hypothefi de Ptolomeo, consta de vn excentrico, y vn epicyclo: con este explica la primera desigualdad del movimiento Lunar; y con el excentrico, la segunda. Sea, pues, A el centro de la tierra, y de la eclipctica BOC†, que llevando todos los orbes inferiores, mueva los nodos Lunares contra el orden de los signos. Sea la linea BAC la de las fizigias medias: esto es, del Novilunio, y Plenilunio medios: O† sea la linea de las quadraturas medias. Imaginése aora baxo de la eclipctica la orbita Lunar, que corta à la eclipctica con angulo de 5. grados; en cuyo plano están los planos de los demás orbes, y tienen por consiguiente la misma inclinacion sobredicha de 5. grad. con el plano de la eclipctica.

Del centro A del mundo, descrivase el pequeño circulo IX, Y, que es el deferente, ò que lleva el centro del excentrico, cuyo semidiametro AI sea la excentricidad de la Luna. Hagase centro en el punto I, en que la linea de las fizigias corta al sobredicho circulo, y con el intervalo ID, descrivase el excentrico D I² f b D, cuyo perigeo será f, y el apogeo D. Y hecho centro en D, descrivase el epicyclo BGFH, cuyo semidiametro es BD. Esto supuesto,

Ima-

Imagínese moverse el centro I del excentrico , contra el orden de los signos , pasando su centro à M por el arco IM de 45. grados , y tendrá entonces el excentrico la situacion L6CNHL , y su Apogeo será L ; del qual tirese por el centro M la recta Lo. Mientras el centro del excentrico caminò de I à M , corra el centro del epiciclo àzia Levante , ò segun orden , tanto , quanto el centro M del excentrico , y el Apogeo L , se apartò de la linea de las sizigias medias àzia Poniente , ò contra orden , con que vendrà à estàr en N. Descrivale del centro N el epiciclo PR igual al primero , y por N , tirese del punto o la recta oNQ , y esta será la linea del Apogeo medio del epiciclo , que es el punto Q. Tirese tambien por N del centro A del mundo la linea AP , y será la del apogeo verdadero del epiciclo , que continuada hasta la ecliptica , es la linea del lugar medio T de la Luna ; y suponiendo , por exemplo , que estè la Luna en R , aviendo corrido en el dicho tiempo el semiquadrante PR del epiciclo , la linea ARS tirada por el centro del cuerpo Lunar , será la linea del lugar verdadero R de la Luna.

Profiga su movimiento el centro del excentrico , y llegue à X , aviendo corrido el cuadrante IX , y la situacion del excentrico será a4Va , donde a será el auge del excentrico : y lo opuesto al auge será V , donde llegó el centro del epiciclo , en el mismo tiempo en que el centro del excentrico llegó à X , aviendose apartado quasi por vn cuadrante de la linea BC de las sizigias medias. Llegue yà el centro del excentrico al punto 3. aviendo corrido el semicirculo IX3. y entonces estirà su apogeo en 14. y el perigeo en u : y la situacion del excentrico será 14. 5. 12. u. b. 14. y el centro del epiciclo estirà yà en 14. aviendo corrido vn semicirculo desde que se apartò de la linea de las sizigias medias. Finalmente , corra el centro del excentrico de 3. hasta Y , y su apogeo estirà yà en 13. y su situacion será 13. PRmn6. 5. 13. con que su perigeo estirà en Z , à donde avrà llegado el centro del epiciclo en aquel mismo tiempo. Tirese tam-

tambien del centro A todas las rectas , que se ven en la figura.

Procurese hazer concepto de lo sobredicho , porque importa mucho para la inteligencia de los movimientos de la Luna : à todo lo qual darà mayor luz la proposicion siguiente.

PROP. LII. Theorema.

Profiguese la explicacion de los quatro Orbes , y de los principales movimientos de la Luna , que con ellos se executan , segun esta hypothesi de Ptolomeo. fig. 8o.

Quatro Orbes admite esta hypothesi , y son , *la Ecliptica ; la Orbita Lunar , ò deferente del auge del excentrico ; el Excentrico , y el Epiciclo.* Y en ellos se imaginan hazerse los quatro principales movimientos , que se observan en la Luna.

El primer Orbe , es *la Ecliptica Lunar* , que se considera baxo del Solar , y en su mismo plano. Esta Ecliptica Lunar se mueve àzia el Poniente , ò contra el orden de los signos : y como en ella estèn aquellos dos puntos , en que la corta la Orbita Lunar , llamados *Nodos* , se considera que ella lleva los nodos àzia el Poniente , y contra orden , como , en otra parte queda dicho.

El segundo Orbe , es *la Orbita Lunar* , que tambien se llama *deferente del auge del excentrico* : este Orbe corta à la ecliptica en los dos puntos , ò nodos arriba dichos , formando con ella angulo de 5. grados. En el plano de esta orbita , se han de considerar los demàs orbes que se figuen. Pero adviértase , que para mas facilidad , en lugar del movimiento del auge del excentrico por este orbe , ò orbita , basta considerar el movimiento del centro del excentrico por la periferia del pequeño circulo I3. al rededor del centro A , por moverse dicho centro contra orden de I àzia M con movimiento semejante al del apogeo , apartandose siempre de la linea de las sizigias BC , ò del movimiento medio del Sol , tanto quanto se aparta de la misma linea el centro del epiciclo , segun el orden de los signos.

El tercer orbe es el *Excentrico*, el qual lleva al centro del epicyclo, segun orden, apartandole de la linea sobredicha de las fizigias, y del movimiento medio del Sol, quanto se aparta de la misma linea contra orden el centro, y apogeo del excentrico: De que se sigue, que el movimiento del centro del epicyclo, contado desde el apogeo del excentrico, es duplo del movimiento proprio, y simple del centro del epicyclo, por componerse del proprio, segun orden, y de el del apogeo contra orden. Donde es bien se advierta, que por ser vna misma linea la de las fizigias medias, y la del movimiento medio del Sol, para tener la distancia del centro del epicyclo al apogeo del excentrico, se ha de duplicar la distancia que ay de la Luna al Sol.

El quarto orbe, es el *Epicyclo*, cuyo centro està en la periferia del excentrico, y su plano en el plano del mismo excentrico. En la periferia del epicyclo està el centro del cuerpo Lunar, que se mueve con el mismo movimiento circular del epicyclo: es à saber, en la periferia inferior por HFG, segun orden; y en la superior contra orden por GBH: de que se sigue, ser mas veloz el movimiento de la Luna, quando se halla en lo inferior del epicyclo; y mas tardo, quando en lo superior: porque moviendole el epicyclo, segun el orden de los signos, y al mismo tiempo la Luna en lo inferior del epicyclo, se aumenta el movimiento; pero en lo superior se opone el movimiento de la Luna al del centro del epicyclo, y por consiguiente es menor.

Este movimiento de la Luna por la periferia del epicyclo, se cuenta desde el apogeo medio, como de Bázia H. Es este mismo movimiento irregular, respecto del centro del epicyclo, y del apogeo verdadero; pero es regular, respecto del apogeo medio, como se verá despues. Adviértase tambien, que por ser tan veloz el movimiento de la Luna, jamás se puede ver estacionaria: y por ser el movimiento del centro del epicyclo àzia Levante, mayor que el de la Luna por la periferia del epicyclo, jamás puede ser retrograda, aunque en la parte

parte superior se mueva al contrario del centro: A esto se reduce la hypothesi Ptolomayca, cuyas propiedades explicarè con brevedad despues de la siguiente declaracion de sus terminos, que por ser comunes à casi todas las hypotheses, conviene se tengan bien sabidos.

DEFINICIONES.

De los terminos pertenecientes à la hypothesi Lunar de Ptolomeo. fig. 8o.

1. **L**ugar verdadero, ò aparente de la Luna, es el punto S, en quien cae la recta ARS, tirada del centro A de la tierra, por el centro R de la Luna, la qual linea se llama: *Linea del Lugar verdadero, ò aparente.*

2. *Lugar medio de la Luna*, es el punto T del Zodiaco, en quien cae la recta ANT, tirada del centro de la tierra por el centro N del epicyclo, y se llama: *Linea del lugar, ò movimiento medio.*

3. *Longitud media*, es aquel punto del epicyclo, ò del excentrico, que dista 90. grados del Apogeo del epicyclo, ò del excentrico, como son los grados 90. y 270. de anomalía.

4. *Apogeo verdadero del epicyclo*, es aquel punto de su periferia, que dista mas del centro de la tierra, como B, ò C; y tambien el punto P, en quien cae la recta ANP, que sale del centro A de la tierra, y passa por el centro N del epicyclo, por lo qual se llama: *Linea del Apogeo verdadero.*

5. *Apogeo medio del epicyclo*, es aquel punto de su periferia, en quien cae la recta, que por su centro se tira del punto opuesto diametralmente al centro del excentrico, como es el punto Q, donde cae la recta ONQ, que sale del punto O, opuesto al centro M del excentrico, y passa por el centro N del epicyclo, llamase *Linea del Apogeo medio.*

6. *Apogeo verdadero del excentrico*, es aquel punto de su periferia, en quien cae la recta tirada por su centro

del centro del mundo, como es el punto L, en quien cae la AML, estando el centro del excentrico en M.

7. *Anomalia verdadera del Orbe, ò argumento verdadero*, es la distancia de la Luna al Apogeo verdadero, computada àzia el Poniente en la periferia del epiciclo, como es el arco PR, estando la Luna en R.

8. *Anomalia media del Orbe, ò argumento medio*, es la distancia de la Luna al Apogeo medio del epiciclo, computada àzia el Poniente en su periferia, como es el arco QR.

9. *Anomalia del centro, ò del excentrico*, es el arco del Zodiaco, comprehendido entre la linea del Apogeo del excentrico, y la del lugar medio de la Luna, ò Apogeo verdadero del epiciclo; y se cuenta de la linea del Apogeo del excentrico àzia Levante, ò segun orden, como es &BT, supuesto el auge del excentrico en L, y el epiciclo en N: Este arco se halla duplicando la elongacion media de la Luna al Sol, y se llama *centro, ò del centro*, por colegirse de aqui el lugar del centro del excentrico.

10. *Prosthapheresi del Orbe*, que tambien se llama *Epicyclica, del argumento, ò de la primera desigualdad*, es el arco del Zodiaco, comprehendido entre la linea del lugar, ò movimiento medio, y la del verdadero, como TS, estando la Luna en R: Esta prosthapheresi, es ninguna quando se halla la Luna en el Apogeo, ò Perigeo del epiciclo, como en B, ò en F; y es la maxima quando se halla en los contactos, donde las lineas que salen del centro de la tierra, tocan al epiciclo, como en H, ò G: en m, ò n, &c. En las conjunciones, es 5. grad. 1. min. y en las quadraturas, 7. grad. 40. min.

11. *Prosthapheresi del centro, ò excentrica*, es el arco del epiciclo, comprehendido entre su Apogeo verdadero, y medio, como PQ: llamase *del centro*, por hallarse por el centro de la Luna, ò por la duplicada elongacion, ò distancia de la Luna al Sol, como despues verèmos.

PROP. LIII. Theorema.

Explicanse algunas propiedades de los movimientos Lunares, segun esta hypothesis. fig. 80.

1. **E**L centro del epiciclo, se halla dos veces cada mes en el Apogeo del excentrico: es à saber, en el Novilunio medio, y en el Plenilunio medio, por exemplo, vna vez en D, y otra en 14. Asimismo, se halla dos veces cada mes en el Perigeo del excentrico, y es cerca del quarto creciente, como en V; y cerca del quarto menguante, como en Z.

2. En todas las conjunciones, y oposiciones medias, coincide la linea del movimiento medio, con la linea del movimiento del Apogeo del excentrico; y esta misma es linea de las Sizigias medias, como BAC. La razon es, porque como la linea del movimiento medio, sea la que saliendo del centro A de la tierra, passa por el centro del epiciclo; y la linea del movimiento del Apogeo del excentrico, sea la que saliendo del centro de la tierra, passa por el centro del excentrico, y su Apogeo; se sigue, que quando el centro del epiciclo està en el Apogeo del excentrico, coinciden entrambas lineas; y como esto suceda en todas las conjunciones, y oposiciones medias, se infiere coincidir las dos sobredichas lineas con la de las Sizigias medias.

3. En todas las conjunciones, oposiciones, y quadraturas medias, coinciden en vna misma linea las del Apogeo medio, y verdadero del excentrico, y del epiciclo. La razon es, porque la linea del Apogeo verdadero del epiciclo, es la que sale del centro de la tierra, y passa por el centro del epiciclo; y la linea del Apogeo medio del epiciclo, es la que sale del punto diametralmente opuesto al centro del excentrico, y passa por el centro del epiciclo; pero esta linea en todas las conjunciones, oposiciones, y quadraturas, passa tambien por el centro de la tierra: Luego ambas coinciden entre si; y tambien, como antes dixè, con la linea del Apogeo del excentrico.

4. En los Novilunios, y Plenilunios medios, si la Luna se halla entonces en el Apogeo del epicyclo, como en B, ò en C, ò si su Anomalia es ninguna, ò si se halla en el Perigeo del epicyclo, como en F, ò E; ò su Anomalia es 6. signos, ò 180. grad. no se necesita de equacion alguna, si que el lugar, y movimiento verdadero coincide con el medio, como consta de lo dicho. Pero si entonces se hallare en los puntos de los contactos, como en H; ò su Anomalia, segun Ptolomeo, fuere de 96. grados, necesita de la mayor equacion del Orbe, ò de la primera desigualdad, que segun Ptolomeo, es 5. grad. 1. min. la qual en H es subtractiva, ò se ha de quitar del lugar medio; y en G, donde la Anomalia es 264. grad. es additiva, ò se ha de añadir al lugar medio para tener el verdadero. En otros puntos es menor esta equacion; pero en el primer semicirculo de la Anomalia BHF, es subtractiva, y en el postrero FGB additiva al movimiento medio, para tener el verdadero.

5. Fuera de las fizigias medias, son menester dos equaciones; vna, del centro, ò del excentrico, y otra, del orbe, ò epicyclo, como si la Luna se halla en R, primero se ha de equar la Anomalia QR, añadiendole el arco PQ, para tener la Anomalia verdadera, ò equada, que se computa del Apogeo P: y despues se ha de equar con la equacion del orbe, ò epicycla TS, para que se tenga el lugar verdadero de la Luna. En las quadraturas, si la Luna estuviere en el Apogeo, ò Perigeo del epicyclo, no se necesita de equacion alguna, como si estuviere en 12. b, K, 8. Pero estando en los contactos, como en m, ò n, tiene la maxima equacion del orbe, que segun Ptolomeo, es 7. grados, 40. minutos.

6. De lo dicho se colige, que la segunda desigualdad, ò del centro, se desvanece del todo en las conjunciones, y oposiciones medias; y que toda se perficiona, y cumple de la conjuncion à la oposicion, y otra vez de la oposicion à la conjuncion. La razon es, porque en todas las fizigias medias, se restituye el centro del epicyclo à la linea de las fizigias, y coinciden la linea del mo-

movimiento medio, y la del movimiento del Apogeo del excentrico.

7. Finalmente se colige de lo dicho, que assi el centro del epicyclo, como la Luna, en todo su mes no describen circulo con su movimiento, si vna linea quasi elyptica, como se ve en la misma figura; en la qual, si se considera, vna linea que pafse por los puntos D, N, V, &c. sera vna quasi elyipse, que describe el centro del epicyclo: y semejante à ella, es la que describe la Luna; pero à vezes mas, a vezes menos dilatada, segun se hallare mas proxima, ò mas remota al Apogeo del epicyclo.

PROP. LIV. Theorema.

El movimiento del centro del epicyclo, segun el orden de los signos, es irregular, respecto del centro del excentrico; pero regular, respecto del centro del mundo. fig. 80.

Que el movimiento del centro del epicyclo por la periferia del excentrico sea regular, respecto del centro del mundo, se prueba; porque el centro del excentrico, se mueve por la circunferencia del circulo IMX, contra orden regularmente, respecto del centro A del mundo; y por consiguiente, el movimiento del Apogeo del excentrico, es tambien regular, respecto del mismo centro A del mundo; pero el movimiento del centro del epicyclo, segun orden de los signos, es igual al del Apogeo del excentrico: Luego tambien es regular, respecto del centro del mundo. De que necesariamente se sigue ser irregular, respecto del centro del excentrico, siendo evidente, no poder ser regular, respecto de dos puntos.



PROP. LV. Theorema.

El movimiento de la Luna en la periferia del Epicyclo, es irregular, respecto del centro del Epicyclo, y del Apogeo verdadero; pero regular, respecto del Apogeo medio. fig. 80.

Digo, que el movimiento de la Luna en la periferia del epicyclo, es regular, respecto del Apogeo medio Q; pero irregular, respecto del Apogeo verdadero P; y por consiguiente, respecto del centro del epicyclo, que existe con el Apogeo P, en vna misma linea con el centro A de la tierra. La razon es, porque la Luna en tiempos iguales, camina iguales arcos, numerados desde el Apogeo medio en la periferia del epicyclo; pero el Apogeo verdadero P, se aparta del Apogeo medio, y a mas, y a menos; y a la vna, y a la otra parte, segun el angulo PNQ, que es diferente en diferentes posturas del excentrico; pues como antes dixé, a vezes es ninguno, como en B, y C; en F, y E; en 12. y K; y en b, y 8. y en las demás partes, es mayor, ó menor, en quanto dista mas de los puntos sobredichos: Luego el movimiento de la Luna en el epicyclo, contado del Apogeo verdadero, es desigual.

Este movimiento, contado del Apogeo medio, es cada dia 13. grad. 3. min. 53. seg. que es el movimiento de la Anomalia simple, como en otra parte dixé: y concluye toda la circulacion (38.) en 27. dias, 13. hor. 18. min. 34. seg. Y porque el movimiento del excentrico, a quien es igual el movimiento del Apogeo verdadero del epicyclo, es mas veloz que el movimiento del epicyclo, se adelanta, segun el orden de los signos, dicho Apogeo verdadero, cada dia 6. min. 41. seg. y en 8. años y medio, con poca diferencia, perficiona su curso; y se sabe su movimiento, restando el movimiento medio de la Luna por el Zodiaco, el movimiento de la Anomalia, à del epicyclo.

PROP.

PROP. LVI. Problema.

Hallar la prosthapheresi del orbe, ò de la primera desigualdad. figur. 80.

1. **L**A maxima prosthapheresi del orbe, ò epicyclica, se halla en el triangulo AGD, que (16.3. Euc.) es rectángulo en G; en el qual, conocido el semidiámetro GD del epicyclo y, la AD compuesta del semidiámetro ID del excentrico, y de su excentricidad IA, se sabrá por Trigonometria el angulo GAD, que es la maxima prosthapheresi que se busca. El complemento de dicho angulo à 90. grados, es el angulo ADG: añadase este angulo à 180. grad. ò al semicírculo BHF, y se tendrá el punto G de la anomalia, donde sucede la maxima prosthapheresi additiva: restese el mismo angulo ADG, ò su igual ADH del dicho semicírculo BHF, y se sabrá el punto H, donde sucede la maxima prosthapheresi subtractiva.

2. Las demás prosthapheresis del orbe, se hallan por el triangulo DGA, (que en otros puntos no será rectángulo) conocidos los lados AD, y GD; y el angulo GDA, que es lo que le falta à la anomalia para 180. grad. ò lo que les excede: La resolucion es facil, y assi, no me detengo mas en su explicacion.

PROP. LVII. Problema.

Hallar la prosthapheresi del centro, ò excentrica. fig. 80.

ESTA prosthapheresi del centro, es el angulo PNQ, con el qual se equa la anomalia: Para hallar, pues, este angulo, se obrará como se sigue. Tirada la MN, en el triangulo MAN, es conocida la excentricidad MA: el lado MN, radio del excentrico; y el angulo MAN, distancia duplicada de la Luna al Sol: Luego por Trigonometria se sabrá el lado AN. Aora en el triangulo ONA, se sabe el lado AN, y la excentricidad AO; y el angulo OAN, complemento de MAN à dos rectos:

Y 4

Lue-

Luego por Trigonometria se hará el angulo ONA, ò su igual PNQ, que es la Prostapherese que se busca.

En la Tabla siguiente se contiene la magnitud de las líneas, que componen la hypothesis Ptolomayca, expressadas en partes, de que el radio del excentrico tiene 100000. Véase la figura 80.

MAGNITUD

De las líneas, segun la hypothesis de Ptolomeo.

Intervalos.	fig. 80.	Partes.	Sem. terr.
Rad. del excét.	ID	100000	48. 51.
Rad. del Epic.	BD	10576	5. 10.
Rad. del circulo, y excentric.	AI	20766	10. 92.
Distancia en conjunc. y oposicion.	Max. AB	131352	64. 10.
	Med. AD	120766	59. 0.
	Min. AF	110190	53. 50.
Distancia en las quadraturas.	Max. A 17	89814	43. 53.
	Med. Ah	79234	38. 43.
	Min. AK	68662	33. 33.
Max. Prost. en las conj. y opos. En las quadrat.	GAD	G. M.	
	mAZ	5. 1.	7. 40.

PROP. LVIII. Theorema.

Defectos de esta hypothesis Lunar de Ptolomeo.

ESTA hypothesis, aunque determina con bastante certeza el lugar de la Luna; pero muy mal las distancias de ella à la tierra: à mas de esto, se inferen de ella enormes paralaxes, y excelsivos los diámetros aparentes de la Luna; porque si la hypothesis fuere verdadera, los diámetros de la Luna perigea en las quadraturas, avian de ser duplos de los diámetros aparentes de la misma Apogea en las sizigias: todo lo qual repugna à las observaciones: Por esta causa se tienen por mejores otras hypotheses, y especialmente la siguiente.

PROP. LIX. Theorema.

Explicase la hypothesis Lunar de Phelipe Lansbergio, fig. 81.

Phelipe Lansbergio, en las Theoricis de los movimientos celestes, cap. 3. y en el Lib. 1. de su Uranometria, discurrió esta hypothesis, que con menos confusion de líneas que la Ptolomayca, satisface mejor à las observaciones, por lo que se valió de ella para su calculo el P. Dechales; Lib. 3. Prop. 44. Las dimensiones de sus líneas, son las que van en la presente Tabla, y sirven para la explicacion siguiente.



MAGNITUD

De las lineas, segun la hypothesis de Lansbergio.

Intervalos.	fig. 8r.	Partes.	Sem. ter.
Rad. del excent.	MK	100000	59. 5.
Rad. del circel.	NI	2370	1. 24.
Diam. del circel.	PN	4740	2. 48.
Excentric. max.	AP	13340	7. 53.
Excentric. min.	AN	8600	5. 5.
Dist. en max. cõj. y opof. med.	AN† MK	108600	64. 10.
min.	MK ML-NA	100000 91400	59. 5. 54. 0.
Dist. en max. las quadr. med.	AP† MK	113340	66. 58.
min.	MK ML-PA	100000 86660	59. 5. 51. 12.
Max. Prostaph. en las cõj. y opof.	Gr. Min. Seg.		
En las quadrat.	4. 58. 44.	7. 40.	

Sea A el centro de la tierra, y del Zodiaco SHO: sea AP la excentricidad maxima de 13340. partes, de aquellas que el radio MK del orbe tiene 100000. Sea AN la excentricidad minima 8600. y la diferencia de entrambas, será el diametro NP 4740. del circulo pequeño: con que la diferencia NP queda bissecta en el centro I, del qual describese con el radio IP el circulo PMNV de la excentricidad.

Muevase por la periferia de este circulo el centro del orbe excentrico, segun el orden de los signos, empezando de N azia V; y muevase con movimiento duplicado de la elongacion de la Luna al Sol; y llamefe este mo-

movimiento, Anomalia del centro, el qual es cada dia 24. grad. 22. min. 53. seg. 22. terc. 55. quart. 0. quint. 20. sext. Con esto sucede, que en el Novilunio medio se halla el centro del excentrico en N; en la quadratura media, en P; y en el Plunilunio medio se restituya, y halle otra vez en N.

De este movimiento del centro, se sigue, que la excentricidad va cada dia creciendo desde el Novilunio hasta la quadratura, y desde esta, se va disminuyendo hasta el Plenilunio: del qual buelve à crecer la excentricidad hasta la otra quadratura, y desde esta, se buelve à disminuir hasta el Novilunio. Asimismo se sigue, que los aumentos de la excentricidad, no son iguales en tiempos iguales, ni proporcionales con el movimiento del centro, ò elongacion duplicada de la Luna al Sol.

Fuera de las Sizigias, y quadraturas, jamás se halla el centro del excentrico en N, ò P, si en otros puntos de la periferia del circulo: supongamos, pues, que se halle en M. Del centro M, describafese el excentrico KDLB, en el qual se mueva la Luna, alexandose del Sol cada dia; segun orden 12. grad. 11. min. 26. seg. 41. terc. 27. quart. 30. quint. 10. sext. Continuese la AP hasta X, y será la AX linea del Apogeo medio X: en cuyo lugar substituímos la EMC, que passando por el centro M del excentrico; y siendo paralela à la APX, forma el angulo XAK igual à CMK: (29. 1. Euc.) y así, lo mismo es vsar de la AX, que de la EC; sea, pues, para en adelante la EC linea del Apogeo medio C. Este Apogeo medio C, se mueve cada dia, segun orden, 26. min. 41. seg. 3. terc. 57. quart. 56. quint. 24. sext.

Por el centro A de la tierra, y M del excentrico, passe la recta KL, y esta será el Apogeo verdadero K, y el Perigeo L, que tambien se mueve, segun orden, como el centro del excentrico al rededor del centro A; pero de tal fuerte, que el Apogeo verdadero K, ya está à la una, ya à la otra parte del Apogeo medio C: porque quando el centro del excentrico se halla en el semicirculo NVP, caerà el Apogeo verdadero azia B; y quando di-

dicho centro está en el otro semicírculo PMN, caerá el Apogeo verdadero ázia D. Pero quando el centro del excentrico está en N, ò P, coinciden entrambos Apogeos verdadero, y medio: lo que sucede quatro vezes en vn mes; es á saber, en las sizigias, y en las quadraturas.

De la distincion de estos dos Apogeos, se origina la equation de la Anomalia; porque la primera Anomalia de la Luna, dá la distancia de la Luna del Apogeo medio, ò del punto C, segun orden: con que para tener la Anomalia coequada, ò distancia de la Luna del punto K, se ha de añadir el arco CK á la Anomalia media, desde las sizigias hasta las quadraturas; y se ha de restar, desde las quadraturas hasta las sizigias. Las definiciones pertenecientes á esta hypothesis, son las que se siguen.

DEFINICIONES.

1. **L**A linea AK, es linea del Apogeo verdadero. El punto K, es el Apogeo verdadero; y el punto L, el Perigeo verdadero.
2. La linea MC, ò AX, es linea del Apogeo medio. El punto C, es el Apogeo medio; y el punto E, el Perigeo medio. Si las sobredichas lineas se continúan hasta el Zodiaco, darán allí los Apogeos, y Perigeos.
3. Prostapheresis del centro, es el angulo KMC, ò YAO, formado de las lineas del Apogeo medio, y verdadero.
4. Excentricidad, que corresponde al tiempo dado, es AM.
5. Anomalia media del Orbe, es el movimiento de la Luna en el excentrico, computado del Apogeo medio, como el arco CD; y reduciendole al Zodiaco, es el arco O&, que son entrambos semejantes.
6. Anomalia coequada, es el mismo movimiento de la Luna en el excentrico, numerado del Apogeo verdadero, como el arco KD en el excentrico, ò Y& en el Zodiaco, que son tambien semejantes.
7. Prostapheresis del Orbe, es el angulo MDA, ò SA&,
 su

su igual, á quien mide en el Zodiaco el arco S&: esto es, Prostapheresis del orbe, se llama aquel angulo formado en aquel punto del excentrico donde se halla la Luna; y le forman las dos restas tiradas; la vna, del centro del excentrico; y la otra, del centro de la tierra. El angulo KAD, se puede llamar: Anomalia ultimamente coequada.

PROP. LX. Problema.

Hallar las Prostaphereses Lunares en esta hypothesis.
 figura 82.

PARA explicar el modo de hallar las Prostaphereses, ò equations, repito la siguiente delineacion; cuyas distancias, aunque son las mismas que en la antecedente; pero para mayor facilidad del calculo, van expressadas, no en partes del radio del excentrico, como en aquella, si en las mismas del Canon Trigonometrico.

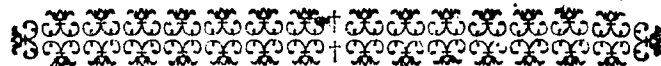
Sea, pues, en la fig. 82. el centro de la tierra A; el Zodiaco BCD: sea AE la excentricidad en las sizigias, que suponiendo sea en ellas la Prostapheresis maxima 5. grad. 1. min. con Ptolomeo, poco mayor que la de Lansbergio, será dicha excentricidad AE 8744. que es el seno de dicho angulo. Hagase AF igual al seno de 7. grados, 40. min. que es la Prostapheresis maxima en las quadraturas, con que será 13341. y el diametro del circulo será 4597. y el semidiametro OE 2298. y la AO será 11042. Supongamos aora, que exista el centro del excentrico en G, cuyo Apogeo verdadero, es I, y en el Zodiaco, es N. El Apogeo medio, es K, ò su equivalente L; y en el Zodiaco, es el punto B. La linea del Apogeo verdadero, es AN, y la del Apogeo medio, es la GK, ò su equivalente AB. La Prostapheresis del centro, es BAG, y la excentricidad en esta postura, es la AG.

Supongamos se halle la Luna en P, y la Anomalia media del orbe, será el arco KMP; y en el Zodiaco, es el arco BCR, semejante al sobredicho. La Anomalia coequada, es el arco IKMP, y en el Zodiaco NBCR. La
 Prosta-

Prosthapheresi del Orbe, es el angulo APG, ò DAR su igual, à quien mide el arco DR; y el angulo NAD, será la Anomalia de la Luna ultimamente coequada. Esto supuesto, se busca primeramente el angulo OAG, que es la Prosthapheresi del centro; y despues el angulo APG, que es la Prosthapheresi del Orbe: que añadida en este caso al lugar medio de la Luna, dà su lugar verdadero.

Operacion 1. Hallese por las Tablas de los movimientos medios, el movimiento medio de la Luna: su media distancia del Sol, y su Anomalia media del Orbe. 2. Duplique se la distancia hallada en la Luna al Sol, y se tendrá el movimiento del centro del excentrico en la periferia del circelo, que es la Anomalia del centro, ò arco EG. En el triangulo, pues, AOG, se sabe el lado AO 11042. y el lado OG, radio del circelo, 2298. y el angulo AOG, Anomalia del centro: Luego por Trigonometria se sabrà el angulo OAG, Prosthapheresi del centro, con la qual se equa su Anomalia. Tambien se sabrà en este mismo triangulo el lado AG, que es la excentricidad en aquella positura. 3. En el triangulo AGP, se sabe el lado AG; y el GP radio del excentrico, (58.) y el angulo AGP, que sabe por la Anomalia coequada: Luego se sabrà el angulo APG, Prosthapheresi del Orbe que se busca. El modo de inferir de la Anomalia coequada NBCR el angulo AGP, es restando de ella el semicirculo NBC, con que queda el arco CR, medida del angulo CAR, ò de su igual AGP, por el paralelismo de las lineas AR, GP.

Esta hypothesis, es la mas facil, y la que mas se aproxima à la verdad, segun el mas comun sentir. Omito la hypothesis elliptica de Keplero, y Bulialdo, y otras de diferentes Astronomos, por evitar la confusian que nace de su multitud.



LIBRO IV.

DE LOS ECLYPSES DEL SOL, y de la Luna.

DE los brillantes resplandores de los luminaires, passamos à las obscuras tinieblas de sus Eclipses, con el seguro de que en ellos hemos de lograr con mayor ventaja las luzes, para registrar los mas reservados secretos de la Astronomia: por esta causa desean los Astronomos se extingan à tiempos estas lumbreras celestiales, para que entre sus sombras se descubran con mayor claridad las intrincadas sendas de los movimientos celestes; pues como hemos visto en lo que hasta agora se ha tratado, los Eclipses diligentemente observados, son el medio mas eficaz para establecer los principales Theoremas de esta ciencia: ellos serán la materia de este Libro, que vâ dividido en dos partes: en la primera, tratarè de los Eclipses de la Luna; y en la segunda, de los del Sol; ò hablando con mayor propiedad, de los que padece la tierra.

P A R T E I.

DE LOS ECLYPSES DE LA LUNA.

CAPITULO I.

DE LA NATURALEZA, CAUSA, Y ESPECIES
de los Eclipses Lunares.

EClypse de Luna, es una privacion de la lux primaria del Sol, que padece la Luna, por la interposicion del Glo-

Globo terrestre entre ella, y el Sol. Esta es la comun sentencia de los Astronomos, y luego la demonstrarè: Dixe ser privacion de la luz primaria; porque ay Eclipses de Luna, en quienes queda en ella vna cierta luz secundaria, como despues veremos.

PROP. I. Theorema.

La Luna padece Eclipses por la sombra de la tierra. fig. 83.

PARA demonstrar este Theorema, indubitable yà para los Astronomos, supongo, que por ser el Sol mayor que la tierra, la sombra que esta ocasiona, forma vna pyramide conica, como se vè en la fig. 83. y consta de lo dicho en la Optica, Lib. 1. Prop. 56. Esto supuesto, digo, que la Luna padece Eclipses por la sombra de la tierra, interpuesta entre la Luna, y el Sol.

Demonstr. 1. Nunca se eclipsa la Luna sino en el plenilunio, quando por distar del Sol vn semicirculo, se le opone diametralmente, como se vè en la figura; en la qual, AB es el Sol; la tierra, CD; y la sombra conica terrestre, CFD. Nunca, pues, se experimenta eclipsarse la Luna, sino quando llega à transitar por el espacio, comprehendido en la sombra CFD: Luego esta es la causa del Eclipse: tambien si al tiempo del plenilunio tiene la Luna tanta latitud, que queda desviada à vno, ò à otro lado de la sobredicha sombra, como en K, que es lo mas ordinario, no padece Eclipse: señal evidente que este proviene de entrar la Luna en dicha sombra.

2. Se demuestra por el modo con que la Luna entra en el Eclipse, y sale de el; porque siempre empieza à obscurecerse la parte Oriental de la Luna; y esta es tambien la primera que recupera despues la luz; porque moviendose el Sol con su movimiento proprio de B àzia A; y por consiguiente, la sombra de C àzia D; y la Luna, de H àzia G, todos segun el orden de los signos, siendo el movimiento de la Luna mas veloz que el del Sol; y por consiguiente, que el de su sombra; se sigue, que la Luna al-

alcanza à la sombra, y su parte oriental encuentra primero con ella, y se obscurece, quedando aun la occidental iluminada, como se vè estando la Luna en H; y asimismo, quando yà en G empieza à salir de la sombra, la parte oriental, es la primera que recobra la luz; y la occidental la postrera: señal claro de suceder el Eclipse, por entrar la Luna en la sombra terrestre.

3. Quando la Luna al tiempo del Eclipse dista menos de la tierra, es, *ceteris paribus*, mayor su duracion, como en HG, por ser alli mas dilatada la sombra de la tierra; y en mayor distancia, como en I, es menor la duracion, por ser alli menos extensa. Tambien el linde de la luz, y sombra en el cuerpo Lunar, quando aun no està del todo eclipsado, es circular, como la sombra de la tierra. Todo lo qual quita la razon de dudar ser la sombra causa del Eclipse: lo que confirma tambien con evidenciam la certeza; con que en esta suposicion, se predizen los Eclipses Lunares, como lo atestigua la experiencia.

PROP. II. Theorema.

Distinguenfe las especies de los Eclipses Lunares. fig. 84.

QUATRO especies ay de Eclipses de Luna, que se expresan claramente en los quatro disenos de la fig. 84. En todos ellos la recta EL, es la ecliptica; la BP, es la orbita, ò camino de la Luna inclinada àzia la ecliptica; el circulo mayor obscuro, es la sombra de la tierra, ò su seccion en el lugar por donde passa la Luna; y los demas circulos menores representan la Luna al principio, medio, y fin del Eclipse.

La primera especie, es el Eclipse parcial, num. 1. en quien no llega à eclipsarse toda la Luna; y sucede quando la latitud verdadera de la Luna, es menor que el agregado de los semidiametros de la sombra, y de la Luna; pero mayor que el exceso en que el semidiametro de la sombra excede al semidiametro aparente de la Luna.

La segunda especie, es el Eclypse total, sin detencion en la sombra, num. 2. y sucede quando el semidiametro aparente de la Luna, junto con su latitud verdadera, son precisamente iguales al semidiametro de la sombra: porque en este caso, en llegando la Luna al medio del Eclypse, se eclypsa toda; pero en el mismo momento comienza à recuperar la luz, y salir de la sombra.

La tercera especie, es el Eclypse total, con detencion en la sombra, num. 3. y sucede quando la latitud verdadera de la Luna, es menor que el exceso del semidiametro de la sombra, al semidiametro de la Luna.

La quarta especie, es el Eclypse central, num. 4. y sucede quando al medio del Eclypse carece totalmente la Luna de latitud verdadera, si que su centro coincide con vno de los nodos. No me detengo en mas explicacion, por entenderse facilmente solo con mirar las figuras.

PROP. III. Theorema.

Explicanse las causas que varian la magnitud, y duracion de los Eclyses Lunares.

Las causas que varian la magnitud, y duracion de los Eclyses Lunares, son quatro. La primera, es, la altura, y crasie de la sombra de la tierra, la qual es mayor en la mayor distancia del Sol à la tierra; y menor en la menor, como conta de la Optica: y quando es mayor, es tambien mayor la cantidad, y duracion del Eclypse. La segunda causa, es, el semidiametro aparente de la Luna, el qual es mayor en la menor distancia de la Luna à la tierra; y menor en la mayor: y quando dicho semidiametro es mayor, es menor, *cæteris paribus*, el Eclypse. La tercera causa, es, la latitud verdadera de la Luna, que quanto es menor, haze mayor el Eclypse; y quanto es mayor, le haze menor. La quarta causa, es, el movimiento horario verdadero de la Luna al Sol, que suele ser vario, segun la mayor, ò menor velocidad del movimiento verdadero de los Luminares: y quanto es mas tarde este movimiento de la Luna, tanto es mayor,

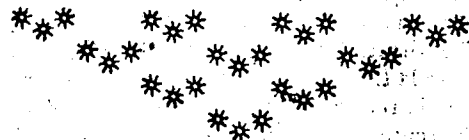
ca-

cæteris paribus, el Eclypse Lunar. Qualquiera de estas causas se puede aumentar, por algunas circunstancias que despues verèmos.

CAPITULO II.

DE LO PERTENECIENTE A LA SOMBRA de la tierra.

Siendo la causa principal, que en tanta manera diversifica los Eclyses Lunares, la varia disposicion de la sombra de la tierra, es preciso tratèmos de ella en primer lugar, para que se pueda determinar la duracion, y magnitud de los Eclyses, que es vno de los principales puntos de esta materia. De tres maneras se puede considerar esta sombra, ò en quanto procede de los rayos irrefractos del Sol, que tocan a la tierra, ò en quanto proviene de los que siendo tambien irrefractos, tocan su Athmosphera; ò en quanto es causada de los rayos refractos en dicha Athmosphera: en todos los quales casos importa inquirir tres cosas; es à saber, el angulo de la pyramide vmbrosa; su exe, ò altura; y su latitud, ò diametro en el lugar por donde al tiempo del Eclypse passa la Luna. En el lib. 2. desde la prop. 24. se explicò el modo de hallar el angulo, y altura de dicha pyramide, quando la forman los rayos irrefractos, que tocan la tierra, ò tambien su Athmosphera, por ser intensible la diferencia de vno à otro caso, como se puede ver en el Padre Dechales, libro 4. proposicion 34. Tratare, pues, aora de lo que en dicho lugar se omitiò, reservandolo, como mas proprio, para el presente.



PROP. IV. Problema.

Hallar el diametro de la sombra terrestre, en donde transita por ella la Luna, en qualquiera distancia de la tierra.

Supongo, que quando la Luna está diametralmente opuesta al Sol, con poca, ò ninguna latitud, necesariamente ha de passar por la sombra de la tierra: la razon es, porque la altura de esta sombra, aun la que forman los rayos tangentes en la Atmosphera, es à lo menos 220. semidiametros de la tierra, como consta del lib. 2. prop. 26. y 27. pero la distancia de la Luna à la tierra, no excede 72. semidiametros terrestres: (26. 3.) Luego en las circunstancias sobredichas, necesariamente ha de passar por aquella sombra. Esto supuesto, para poder determinar la duracion de los Eclipses, conviene saber el diametro de la sombra conica terrestre, en el lugar por donde entonces transita la Luna. Lo que se averiguará por qualquiera de los modos siguientes.

Modo 1. En vna tabla blanca, que esté bien firme, y paralela à la Luna, recibase la figura de la Luna en el medio de vn Eclipse parcial, usando para ello de vn anteojo de larga vista, cuyo vidro objetivo mire azia la Luna: señalese con toda precision tres puntos en la periferia de la sombra; y otros tres en la de la Luna; y describiendo vnos circulos que passen por dichos tres puntos, así de la sombra, como de la Luna, se sabrá la proporcion del radio del vno al del otro, que será la que tiene el radio de la sombra con el de la Luna.

Modo 2. Observando vn Eclipse de seis digitos precisos. Sea en la fig. 85. ABC la ecliptica; en la qual sea B el centro de la sombra; que es el circulo OML. Sea CD la orbita Lunar; y al medio del Eclipse sea M el centro de la Luna, que toca en la periferia de la sombra: tirese la BM de centro à centro, y será el semidiametro aparente de la sombra. Del mismo punto M tirese la ME, que forme el angulo E recto con la eclipti-

ca, y la ME será el arco que mide la latitud de la Luna. Esto supuesto, tomese de las Tablas la latitud verdadera ME de la Luna al tiempo del medio del Eclipse, y la distancia MC del centro Lunar al nodo proximo C; y con estos datos, en el triangulo esferico MEC, rectangulo en E, se hallará el angulo C: hallado este, y conocida, como dixese, la MC, se hallará en el triangulo CBM el arco BM, semidiametro de la sombra terrestre.

Modo 3. Dados, ò hallados por las Tablas al principio, ò fin de qualquiera Eclipse Lunar, el semidiametro aparente de la Luna, su latitud, y la distancia, así del centro de la sombra, como del centro de la Luna, al nodo proximo, se sabrá el semidiametro aparente de la sombra en la forma siguiente.

En la fig. 86. el centro de la Luna al principio del Eclipse exista en P, ò al fin en F; y del centro B de la sombra, tirense las lineas BP, BF à dichos centros de la Luna; y de estos, tirense las PI, FG perpendiculares à la ecliptica AC, que representarán la latitud verdadera de la Luna en aquellos parages. Por qualquiera de los dos triangulos CIP, ò CGF, se sacará el diametro de la sombra. Porque en el CIP rectangulo en I, se supone conocida la hypotenusa CP, distancia del centro de la Luna del nodo vezino C; sabese el lado IP, latitud verdadera de la Luna; con que se sabrá el angulo C: Luego en el triangulo CBP, se sabe el angulo C, la PC, y la BC; distancia del centro de la sombra al nodo C: Luego se sabrá por Trigonometria el lado BP, suma de los semidiametros de la sombra, y de la Luna: restese, pues, de BP el semidiametro PL de la Luna, y el residuo será LB semidiametro de la sombra. De la misma suerte nos valdrémos del triangulo CGF rectangulo en G; porque con la hypotenusa FC, distancia conocida de la Luna al nodo, y con su latitud conocida FC, sacaremos el angulo C: con que en el triangulo CBF, con el angulo C, con las BC, y FC conocidas, sacaremos la BF; de quicua restado la FO, sabremos la BO, semidiametro de la sombra.

Modo 4. Es de Keplero en las Tablas Rudolphinas; es fácil, y se reduce á esto: Súmense las paralaxes horizontales del Sol, y de la Luna: restese de esta suma el semidiametro aparente del Sol, y el residuo será el semidiametro de la sombra de la tierra. Vendelino en la Idéa de las Tablas Atlánticas, incluye la sobredicha regla, en los versos siguientes:

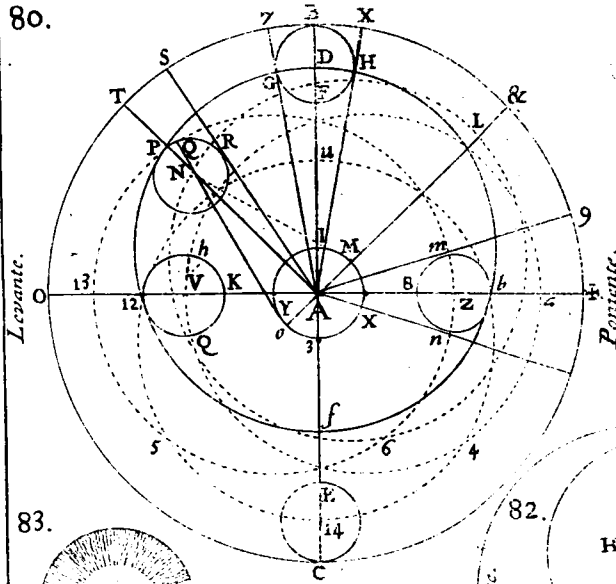
iunge paralaxes Solis, Lunaque; deinde

Subtrahes semissem Solis, sic noscitur umbra.

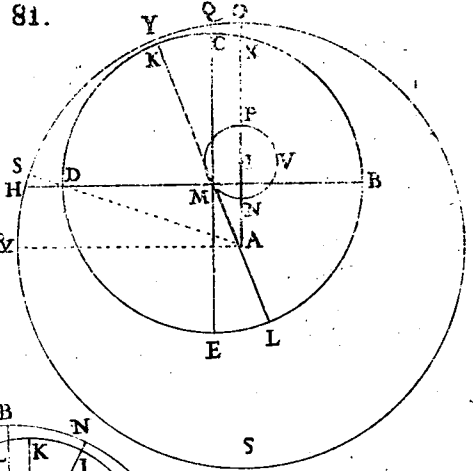
Demonstr. En la fig. 87. Sea el Sol ABC, cuyo centro S, y el centro de la tierra sea T: el rayo extremo del Sol CHV toque á la tierra en H: con que será vno como horizonte físico, respecto de la vista que estuviere en H. Tirese del centro T dos rectas; esto es, la TR tangente del Sol, que le tocará en el punto R algo inferior al punto C, pero con diferencia insensible: y la TK al centro de la Luna, que se imagina en K. Y el angulo TKH será la paralaxe horizontal de la Luna, y TCH la del Sol; pues no ay duda, ser la misma paralaxe la que se forma en el supremo margen C, que la del centro si estuviere en C. Prolonguese la RT hasta N, y tirese la KI, que será el semidiametro de la sombra en aquel lugar, por donde suponemos pasar la Luna; y su medida será el angulo ITK.

Esto supuesto, el angulo NTK externo, respecto del triangulo KTC, es (32. 1. Euc.) igual á los internos opuestos C, y K: esto es, á las paralaxes horizontales de los Luminares: quitese, pues, de este angulo NTK el angulo NTI, igual (15. 1. Euc.) al angulo STR, medida del semidiametro aparente del Sol, y quedará conocido el angulo ITK, semidiametro de la sombra: Luego si de la suma de las paralaxes horizontales de los Luminares, se quita el semidiametro aparente del Sol, el residuo es el semidiametro aparente de la sombra en el lugar por donde transita la Luna. Aun ay otros modos que omito. Según el Padre Ricciolio, los semidiametros de la sombra, son los siguientes.

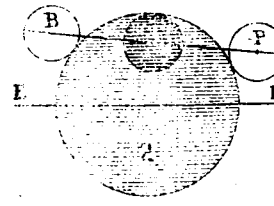
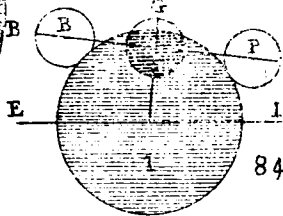
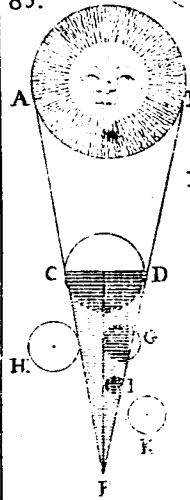
80.



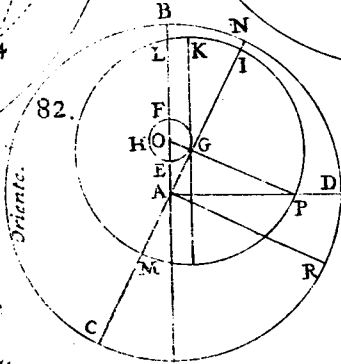
81.



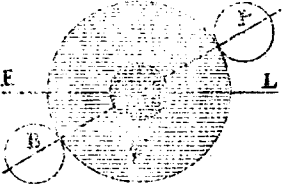
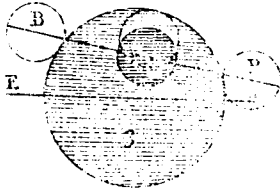
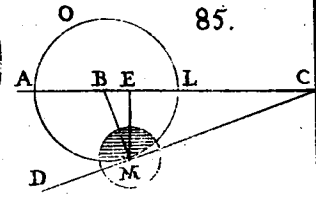
83.



82.



85.



Sol Apogeo , y Luna (Apogea 38. min. 32. seg.
Perigea 49. min. 2. seg.

Sol Perigeo , y Luna (Apogea 37. min. 30. seg.
Perigea 47. min. 45. seg.

COROLARIOS.

1. **D**E aqui se colige , que fiendo la paralaxe del Sol insensible , como en otra parte dixè , para tener el semidiametro aparente de la sombra terrestre , bastarà , que de la paralaxe horizontal de la Luna , se quite el semidiametro del Sol.
2. Aquí se vè tambien claramente , que la paralaxe Horizontal de la Luna TKH , es igual al semidiametro aparente de la tierra visto desde la Luna ; porque se vè desde K , donde se supone està la Luna con dicho angulo. Y generalmente por la misma razon el semidiametro aparente de la tierra vista desde un Astro , es igual à la paralaxe horizontal del mismo Astro.

PROP. V. Theorema.

Explicanse las diferencias de la sombra , que concurren en los Eclipses de Luna. fig. 88.

PAra observar con puntualidad el principio , y fin de los Eclipses Lunares , conviene advertir , que ay tres diferencias de sombra , que en Latin se llaman *Umbra* , *Umbra-go* , y *Penumbra* ; y en nuestro lugar las llamaremos *Sombra pura* , y *total* ; *Sombra impura* ; y *Penumbra* , ò quasi sombra. *Sombra pura* , y *total* , es la privacion absoluta , y total de toda luz. *Sombra impura* , es la privacion de alguna parte de luz primaria , y directa , aunque no de toda. *Penumbra* , ò *quasi sombra* , es la privacion de toda luz directa ; pero junta con otra luz refracta.

Para inteligencia de esto , vease primeramente la fig. 88. en la qual PRD , es el Sol , cuyos rayos extremos tangentes à la tierra , y considerados como irrefractos ,

son DFC, PMC; y la sombra pura, y total de la tierra B, sea VOS. Supongamos estè la Luna en T, poco antes de tocar en la pyramide umbrosa: en este parage su mitad IT, tiene yà vna sombra impura, y como vnos humos que la empañan; porque aunque dicha mitad de la Luna goze de la luz primaria de la parte RD del Sol, pero carece de la que le podia subministrar la otra parte RP, por ocultarsela yà la tierra: de forma, que si se mirasse el Sol desde la parte de la Luna entre T, I, se veria parte eclypsado, ò cubierto por la tierra, y parte descubierta.

Por esta causa, antes que empiece la obscuracion perfecta, ò antes del principio del Eclypse legitimo, se ve yà obscurecerse, y como perturbarse con vno como humo la Luna, por aquella parte oriental IT; y así, quien observa la Eclypse, debe no confundir esta sombra imperfecta, con la que causa el Eclypse, porque puede ocasionar error en determinar su principio en mas de vn quarto de hora.

A. mas de esto, los rayos solares, que inciden en la Athmosphera MNS, se doblan por refraccion àzia el exe AC: con que en el espacio comprehendido entre VOS, sombra perfecta, y MCF, aunque en algunos trechos, no ay luz alguna directa del Sol; pero la ay refracta, y esta es la penumbra, por razon de la qual en muchos Eclypsos totales suele quedar la Luna con alguna luz, que la haze visible, con vn color roxo obscuro. La razon, por que sucede esto en algunos Eclypsos, y no en todos, y porque tal vez se desaparece del todo la Luna, constará de las Proposiciones siguientes.



PROP. VI. Theorema.

El angulo formado de dos rayos del Sol, que salen de vn mismo punto suyo, y tocan la tierra; pero el vno de ellos se imagina sin refraccion, y el otro con ella, es igual sensiblemente al angulo de la refraccion horizontal. fig. 89.

Sea MSP el emisferio de la tierra; y AIK el de su Athmosphera; y sea BG el exe de la sombra conica. Descienda del Sol el rayo EH, que aunque en la realidad al entrar en la Athmosphera AI padece refraccion, y cae sobre la tierra, y no puede ser tangente; pero le imaginamos aora como directo sin refraccion, y que toca la tierra en H; donde formará angulo recto con el radio BH: (46.3. Euc.) Salga del mismo punto del Sol otro rayo FI, que por la gran distancia es sensiblemente paralelo con EH: este rayo FI, si no padeciese refraccion en I, passaria àzia R; pero por la refraccion que tiene en I, supongo se doble, de suerte, que toque à la tierra en L: con que IL, es el rayo refracto, y RIL el angulo de refraccion; continuése este hasta N, y tirese el rayo BL, al punto L del contacto. Esto supuesto, demuestro, que el angulo GCN, formado de dichos dos rayos, es igual al angulo RIC de la refraccion horizontal.

Demonstr. Los rayos EHG, FIR, aunque se suponen salir de vn mismo punto del Sol, son entre si sensiblemente paralelos: luego el rayo refracto ILN concurriria con el no refracto EHG en algun punto, como C; y porque la IC cae en dichas lineas paralelas, será el angulo ICE igual al angulo de la refraccion RIC; (27.1. Euc.) pero el angulo GCN, es igual à su vertical opuesto ICE: (15.1. Eucl.) Luego el angulo GCN, es igual al angulo RIC de la refraccion horizontal. Advierto aora, que al salir el rayo refracto IL de la Athmosphera, haze en X otra refraccion, y viene à O; y el angulo de esta refraccion NXO, es igual al RIC, que hizo en el ingreso,

grefso, como enseña Vitelio, lib. 10. Prop. 9. y dixen en la Dioptrica.

PROP. VII. Theorema.

Distinguir varios segmentos, que la luz refracta forma en la sombra conica de la tierra. fig. 90.

SEa B el centro de la tierra, y de la Athmosphera: el circulo de la tierra sea H. K: y el de la Athmosphera AMG; y los rayos extremos que tocan à la Athmosphera, y terminan la penumbra, sean RD, SD. Los mas proximos à estos, sean z. M, y z. G, que incidiendo en lo convexo de la Athmosphera, padecen la mayor refraccion en los puntos M, y G, doblandose à L, de suerte, que entre los refractos sean los extremos, y quasi tangentes à la Athmosphera. Saliendo despues por L, padeceràn otra refraccion, y cortaràn en vn punto, como en O, y passiaràn à P, P. Tirentè los radios BM, y BL: sean EI, FG los otros rayos extremos refractos, que hecha su refraccion en los puntos del ingreso I, C àzia la perpendicular, tocaràn la tierra en H, y K, llegando à X, Z: donde al salir tendràn otra refraccion, y vendràn al punto N, donde cruzandose passiaràn à V, y à T; y terminarian la sombra de la tierra XNZ, à no acortarla los rayos LOL. A mas de esto, todos los rayos refractos contenidos entre los EXN, y RPD à la vna parte, y à la otra los comprehendidos entre FZN, y SPD, aviendo hecho sus dos refracciones, vna en el ingreso de los arcos MI, y GC, y otra en el egreso en los arcos LX, y LZ, todos, como digo, se cortan en los puntos proximos, m, m, de donde se dilatan, y forman los segmentos VmP, y TmP.

En esta descripcion se ven claramente nueve, ò diez segmentos de la penumbra con la sombra: de suerte, que aunque toda la pyramide MDG, es sombra; pero los segmentos, que en la figura son blancos, son de la penumbra, y tienen alguna luz refracta, de que carecen los que estàn negros, que son todos de sombra, y entre los blancos.

cos; el de enmedio OQQQ tiene mas luz, por estar allí mas densos los rayos refractos de la luz. La regla con que se facan las alturas de estos segmentos, es prolixa, por lo que la omito, singularmente no siendo menester para el intento: pero las principales alturas, segun Ricciolio, son las siguientes.

El exe BO consta de 24. ò 26. semidiametros de la tierra: la BN de 43. y como la Luna perigea diste de la tierra en las sizigias 54. semidiametros, con poca diferencia, (23. 3.) y en el apogeo 64. semidiametros, se sigue, que en el medio de vn Eclypse total, y central, entra la Luna en la sombra pura de la Athmosphera, cortando la pyramide conica inverfa TNV: y esta es la sombra que la obscurece, como luego verèmos. El arco A& denota el camino de la Luna Perigea; y rD el de la Luna Apogea.

PROP. VIII. Theorema.

La Luna en el principio, y fin de los Eclypses, se obscurece con sola la penumbra de la Athmosphera; pero en el medio, à vezes con la penumbra sobredicha, y otras vezes con la sombra pura del globo Athmosphero terrestre.

figura 90.

Digo lo primero, que al principio, y fin de qualquiera Eclypse, lo que obscurece à la Luna no es la sombra pura, y total de la tierra, si la penumbra, ò sombra, con luz refracta. La razon es, porque al principio del Eclypse entra la Luna en la pyramide vmbrosa MDG por el segmento PT; y al fin transita por el segmento PV; pero (7.) dichos segmentos no son de sombra pura, y total, si de penumbra: Luego la obscuridad que tiene la Luna al principio, y fin del Eclypse, es causada solamente de la penumbra de la Athmosphera.

Digo lo segundo, que el medio del Eclypse algunas vezes, es à saber, quando es total, y central, se obscurece la Luna con sombra pura, y total; porque entonces passa por la pyramide vmbrosa TNV, que como di-

xe en la proposicion antecedente, es de sombra total, y pura. Confírmalo esto la experiencia; porque como se observa muchas veces, de tal manera se obscurece la Luna en medio del Eclipsé, que totalmente desaparece: Luego entonces no tiene luz alguna, ni aun la refracta de la penumbra:

Digo lo tercero, que otras veces, y suele ser lo mas ordinario, en el medio del Eclipsé se obscurece la Luna con sola la penumbra: la razon es, porque no siendo el Eclipsé central, puede distar la Luna del exe ND, tanto, que passe sin tocar la pyramide de sombra pura TNV, passando solamente por vn lado de ella: para inteligencia de esto, es menester imaginar, que siendo, como es TNV pyramide conica, los segmentos de penumbra PN, NP la rodean por todas partes: Luego podrá passar la Luna por vn lado sin tocar en la pyramide totalmente umbrosa TNV: por esta causa en muchos Eclipses totales queda la Luna, aun en medio de ellos, con alguna luz, que la haze visible, con algun color bermejo obscuro. Consta, pues, de aqui la variedad que se observa en los Eclipses Lunares.

PROP. IX. Theorema.

En los Eclipses totales, y centrales, mayor trecho de sombra pura transita la Luna si está en el apogeo, que si en el perigeo fig. 90.

LA razon es, porque quando está en el apogeo, camina la Luna por el arco rd; y quando en el perigeo, va por el arco A&: pero el arco rd corta à la pyramide umbrosa inversa TNV mas cerca de su basa TV, que el arco A&: Luego mayor trecho de dicha pyramide anda la Luna quando está en el apogeo, que quando en el perigeo.



CAPITULO III.

DE LOS TERMINOS, MAGNITUD, Y duracion de los Eclipses Lunares.

PROP. X. Problema.

Determinar los terminos de los Eclipses de Luna. fig. 91.

TErmino de los Eclipses Lunares, es aquella distancia del centro del cuerpo Lunar al nodo mas cercano, fuera de la qual, es naturalmente imposible que suceda Eclipsé Lunar; y dentro de ella, ò es necessario, ò à lo menos posible que suceda: De que se intere dividirse estos terminos en *possibles*, y *necessarios*. Terminos *possibles*, son aquella distancia, que en el plenilunio tiene la Luna del nodo proximo, dentro de la qual se puede eclipsar la Luna; pero fuera de ella, jamás puede padecer Eclipsé. Terminos *necessarios*, son aquella distancia de la Luna al nodo en el plenilunio, en la qual, necessariamente ha de suceder Eclipsé. La determinacion de estos terminos, pende de tres principios: es à saber, del semidiametro aparente de la Luna; del semidiametro aparente de la sombra terrestre; y de la verdadera latitud de la Luna: La regla general de los Eclipses Lunares, es la siguiente: *Siempre que el agregado, ò suma de los semidiametros de la sombra, y de la Luna, fuere mayor que su latitud en el momento verdadero del plenilunio, necessariamente avrà Eclipsé; pero si dicha suma fuere entonces menor que la latitud, ò igual à ella, no podrá aver Eclipsé.* Esto supuesto, el conocimiento de los terminos eclipticos, se consigue con los siguientes preceptos.

1. Para hallar los terminos posibles del Eclipsé Lunar, se obrará en esta forma: Tomese el semidiametro de la Luna perigea, que es el maximo: Tomese tambien el semidiametro de la sombra del Sol apogeo, que es tam-

tambien el maximo , y sumense entrambos semidiametros: y en el triangulo esferico AEB, rectangulo en E, fig. 91. sea A el nodo; y en el angulo A sea el de la maxima latitud de la Luna en las sizigias: y el arco EB sea el agregado de los semidiametros, arriba dichos, de la Luna, y sombra: Luego por Trigonometria se sacará la hypothenusa AB, que es la distancia de la Luna al nodo A: y dentro de estos terminos podrá suceder Eclypse de Luna; y fuera de ellos será imposible.

2. Para hallar los terminos necesarios del Eclypse, tomese el semidiametro de la Luna Apogea en las sizigias, que es el minimo que alli puede tener: tomese asimismo el semidiametro de la sombra terrestre, estando el Sol en el perigeo, que es tambien el minimo: sumense entrambos, y esta suma será, como antes, el lado EB; y con el mismo angulo A conocido, se hará la hypothenusa BA, que es la distancia del nodo A; dentro de la qual necesariamente ha de padecer Eclypse la Luna.

Segun el Padre Ricciolio, lib. 5. Almag. cap. 6. Probl. 1. si la Luna dista del nodo mas de 13. grados, no será posible el Eclypse; si menos, se podrá aver; pero si distare del nodo menos de 10. grados, es necesario el Eclypse.

PROP. XI. Problema.

Determinar la magnitud del Eclypse Lunar.

fig. 92. 93. y 94.

La magnitud del Eclypse Lunar, es la porcion de Luna obscurecida con la sombra de la tierra. Entiendo por sombra de la tierra, aquella sombra conica, producida del Globo terrestre, y su Atmosphera: los antiguos juzgaban, que esta sombra se formaba con los rayos que tocan la tierra; siendo así, que la forman los que tocan à la Atmosphera; pero la diferencia de lo vno à lo otro, es tan poca, que se desprecia.

La magnitud del Eclypse Lunar, se suele expresar por

por digitos; de que se contienen 12. es el diametro visible de la Luna: y así en la fig. 92. se dirán averse eclypsado 5. digitos de la Luna, por aver del punto D al punto F cinco partes de las 12. que ay en todo el diametro. Pero quando el Eclypse es total con alguna detencion en la sombra, se dize eclypfarse la Luna, à mas de los 12. digitos de su diametro, todos aquellos que ay desde su periferia eclypsada, hasta la periferia de la sombra por la parte mas proxima: como por exemplo, si la Luna al medio del Eclypse se halla tan adentro de la sombra de la tierra, que aunque su diametro fuesse mayor, de forma, que constasse de 15. digitos, de los arriba dichos, aun se obscureceria todo esse diametro, se dirá eclypfarse 15. digitos. El modo para determinar los digitos, puede ser qualquiera de los dos siguientes.

Modo 1. Restese la verdadera latitud de la Luna, de la suma de los semidiametros aparentes de la Luna, y de la sombra: multiquese el residuo por 6. digitos, y el producto partase por el semidiametro aparente de la Luna: ò multiquese dicho residuo por 12. y partase el producto por el diametro aparente de la Luna; y de qualquiera manera saldrán en el quociente los digitos del Eclypse, y los minutos, ò sexagesimas partes de vn digito. Si en lugar de la latitud verdadera de la Luna, se usare del arco que al medio del Eclypse passa por los centros de la Luna, y de la sombra, será aun la operacion mas precisa: el modo de hallar este arco, se verá despues en la prop. 13.

Exemplo. Sea el semidiametro aparente de la Luna 16. min. y el de la sombra 46. la suma de entrambos, es 62. min. Sea la latitud verdadera de la Luna 30. min. que restada de 62. quedan 32. min. que multiplicados por 6. digitos, hazen 192. partido esto por 16. min. que es el semidiametro de la Luna, sale el quociente doze digitos. Fundase esto, en que la misma razon ay de los minutos del semidiametro aparente AB de la Luna, (figura 93.) à los minutos del sobredicho residuo; que de los seis digitos del semidiametro de la Luna,

à los digitos del Eclypse AC. Con que se faca bien por la sobredicha operacion, que viene à ser vna regla de tres.

Modo 2. que es de Copernico. Sea en la fig. 94. el circulo ABC la sombra de la tierra, cuyo semidiametro aparente, es AE: sea AFC la Luna, cuyo semidiametro aparente, es AI; y suponganse entrambos conocidos: sea tambien conocida al tiempo del Eclypse la verdadera latitud de la Luna EI. Con que en el triangulo AEI, son conocidos al tiempo de la maxima obscuracion los tres lados: Luego por Trigonometria seràn conocidos sus angulos AIG, AED. Conocidos, pues, estos, si se haze la analogia siguiente: Como el radio, à los semidiametros de la sombra, y de la Luna: asì el seno verso del angulo AIG, à KG: y asì el seno verso de AED à KD; se labrán KG, y KD, que juntos hazen la GD, porcion eclipsada del diametro Lunar. Otros modos se daràn en la Astronomia practica.

PROP. XII. Theorema.

Explicase la duracion del Eclypse Lunar, y las partes de que se compone. fig. 95.

La duracion de vn Eclypse, es el tiempo que passa desde su principio, hasta su fin: en este tiempo camina la Luna algunos minutos, ò escrupulos del Zodiaco. A estos escrupulos, y al tiempo que les corresponde, dividen los Astronomos con Ptolomeo, lib. 6. cap. 7. en dos partes, si el Eclypse no es total con detencion; y en quatro, si es total con detencion; y son los siguientes.

Escrupulos de la incidencia, son aquellos que corre la Luna, excediendo con su movimiento al del Sol, desde el punto en que comienza el Eclypse, hasta el medio, si no es total con detencion: ò desde el principio del Eclypse, hasta el principio de la obscuracion total, si es total con detencion.

Escrupulos de la replecion, ò emerfion, y recobro de la luz, son aquellos minutos del Zodiaco, que anda la Luna ex-

cediendo al movimiento del Sol, desde el medio del Eclypse, hasta su fin, si no es total con detencion; ò desde que empieza à salir de la sombra, si es total con detencion.

Escrupulos de la media detencion, son aquellos que corre la Luna en el Zodiaco, excediendo al movimiento del Sol, desde el principio de la total obscuracion, hasta el medio del Eclypse, à quienes son iguales los que corre desde el medio del Eclypse, hasta que empieza à recobrar la luz. El tiempo que corresponde à los sobredichos escrupulos, se llama: *Tiempo de la incidencia, de la replecion, y de la detencion media.* Todo esto se explica claramente en la fig. 95.

Del centro A, descrivase la sombra de la tierra ECESD, y la ecliptica PR; y sea en vn Eclypse parcial el camino de la Luna FGH; en la qual, al principio del Eclypse estè la Luna en F, tocando à la sombra en C: à la mitad del Eclypse estè en G, y al fin en H, tocando à la sombra en B. Tirentse por estos puntos las lineas ACF, ABH, que representan arcos de circulo; y sea AG perpendicular à la orbita de la Luna, que es la que llaman *Arco entre los centros.* En esta positura, el arco FG, son los escrupulos de la incidencia; y FH, los de la repeticion, ò recobro de la luz. Sea aora en vn Eclypse total con detencion el camino de la Luna KIQ; y el centro de la Luna, al principio del Eclypse, exista en K, tocando à la sombra en I: al principio de la total obscuracion, exista en N, tocando internamente à la sombra en E: en el medio del Eclypse estè en L: al principio de la emerfion, en V, tocando à la sombra en D; y en el fin, exista en Q, tocando en O. Tirentse las lineas AK, AN, AL, AV, AQ, y seràn los escrupulos de la incidencia el arco KN; los de la detencion media primera, NL; los de la ultima, LV; y los de la replecion, seràn VQ. El modo de hallarles, se explicará en las proposiciones siguientes.

PROP. XIII. Problema.

Hallar el arco comprendido al medio del Eclypse entre los centros de la sombra terrestre, y de la Luna. fig. 96.

SEA HAB la ecliptica, y en ella sea A el centro de la sombra de la tierra KPN; y B, el nodo proximo; y BG, el camino de la Luna, cuyo centro, al principio del Eclypse, exista en C, y al fin en G, y al medio en I: tirese las lineas AC, AG del centro de la sombra al de la Luna, y serán la suma de los semidiametros. Del centro A tirese la AI, perpendicular a la orbita BG de la Luna, y será el Arco entre los centros, y la mas breve distancia del centro de la Luna al de la sombra; y finalmente, tirese la AL, perpendicular a la ecliptica, y será la latitud de la Luna. Esto supuesto, se busca la cantidad del arco AI.

Operacion. En el triangulo ABI, rectangulo en I, son conocidos AB, distancia del centro de la sombra al nodo proximo B, al momento del plenilunio; y el angulo B, de la inclinacion de la orbita Lunar con la ecliptica: Luego por Trigonometria se hará el arco AI.

COROLARIOS.

1. **D**E aqui se colige, que hablando con todo rigor el momento del plenilunio, y el de la maxima obscuracion, ó medio del Eclypse, son diferentes, si no es que suceda el plenilunio en los mismos nodos: La razon es, porque el medio del Eclypse sucede en el punto I, que es el mas proximo a A; y el que dista igualmente del principio C, y del fin G; y el plenilunio sucede en L.

2. De aqui se colige tambien la razon, por qué en la Propos. II. dixé, que para hallar la magnitud del Eclypse Lunar, era mejor usar del arco AI entre los centros de la sombra, y de la Luna al medio del Eclypse, que de la latitud AL.

PROP. XIV. Problema.

Investigar los escrupulos de la incidencia, y replecion: la detencion media; y la diferencia entre el momento del plenilunio, y el de enmedio del Eclypse Lunar. figur. 96.

1. **E**N el Eclypse parcial, ó total, sin detencion, se obrará así: En el triangulo AIC, rectangulo en I, se sabe por la antecedente el arco AI; y el arco AC, suma de los semidiametros AN de la sombra, y NC de la Luna: Luego por Trigonometria se hará el lado CI, que son los escrupulos de la incidencia, a quienes son iguales los de la replecion IG.

2. En el Eclypse total, con detencion, se procederá como se sigue: Vease la fig. 95. donde en el triangulo ALK, rectangulo en L, se sabe por la antecedente el arco AL, y se supone conocido el AK, suma de los semidiametros aparentes: Luego se hará el arco LK, que son los escrupulos de la semiduracion del Eclypse, a quienes son iguales los de LQ.

3. En el triangulo ALN, rectangulo en L, se sabe el arco AL: sabese tambien la hypotenusa AN, que es el exceso del semidiametro de la sombra sobre el semidiametro de la Luna: Luego se harán los escrupulos de la media detencion LN, a quienes son iguales los de LV: Restense, pues, los de LN de los de LK, hallados antes, y el residuo serán los escrupulos de la incidencia NK, iguales a los de la replecion VQ.

4. Finalmente, en el triangulo ALI, rectangulo en I, fig. 96. se sabe el arco AI, (13. y AL, latitud de la Luna: Luego se hará LI, diferencia entre el momento del plenilunio, y el del medio del Eclypse.

PROP. XV. Problema.

Hallar la maxima duracion de vn Eclypse Lunar, y la maxima detencion de la Luna en la sombra, en el Eclypse total.

Para determinar esta maxima duracion, y otra qualquiera en los Eclipses Lunares, es menester presuponer conocido el movimiento horario verdadero de la Luna al Sol, lo qual se halla por las Ephemerides, ò por las Tablas Astronomicas, del modo que alli se explica, y es bien sabido. Esto supuesto, para hallar la maxima duracion del Eclypse Lunar, y detencion maxima en la sombra, se obrará así.

Operacion. Partase la suma de los diametros aparentes de la Luna, y de la sombra, por el movimiento horario verdadero de la Luna al Sol: y el quociente serán las horas, y minutos de la maxima duracion. Partase la diferencia de dichos diametros, por el mismo movimiento horario verdadero, y saldrán en el quociente las horas, y minutos de la maxima detencion en la sombra. Todo lo qual sucede quando la Luna al medio del Eclypse se halla en el nodo. Y advierto, que dicha maxima duracion, sucede quando entramos luminares están en el apogeo: porque aunque la espesura de la sombra terrestre sea mayor en el transito de la Luna perigea; pero tambien es entonces mucho mas veloz el movimiento verdadero de la Luna. Esta maxima duracion, segun el Padre Ricciolio, estando los dos luminares en el apogeo, es 3. hor. 57. min. 6. seg.

PROP. XVI. Problema.

Hallar el tiempo de la duracion de vn Eclypse Lunar: el de la incidencia, detencion, y replecion.

1. **S**í el Eclypse fuere central, partase la suma de los diametros aparentes de la Luna, y de la sombra, por el movimiento horario verdadero del Sol á la

Luna, y el quociente dará las horas, y minutos de toda la duracion del Eclypse. Para hallar el tiempo de la incidencia, partase el diametro aparente, solo de la Luna, por el movimiento horario sobredicho, y en el quociente saldrá el tiempo de la incidencia, á quien es igual el de la replecion.

2. Si el Eclypse no fuere central, aviendo hallado (14.) los escrupulos de la incidencia, y los de la detencion en la sombra, se partirán por el movimiento horario verdadero de la Luna al Sol, y el quociente dará el tiempo correspondiente á las cosas sobredichas. Todo esto se colige de lo dicho en las Proposiciones passadas, y se explicará practicamente en el Libro ultimo, con otras advertencias, para mayor precision.

Hasta aqui hemos usado con la comun de los Astronomos de la orbita Lunar, y verdadera; pero Phelipe de la Hire, usa de otra orbita aparente, para mayor facilidad del calculo, cuya explicacion dexo para el Libro ultimo de este Tratado.

PROP. XVII. Problema.

Describir el Mapa de qualquiera Eclypse de Luna.
figur. 97.

EL Mapa de vn Eclypse, es vna descripcion, en quien como en imagen suya, se expresa la cantidad, duracion, incidencia, replecion, y otras circunstancias, que en él concurren. Hazese en esta forma.

Operacion. Tirese la IFD, que representará la ecliptica, en la qual sea I el Oriente, y D el Occidente: y sea AC perpendicular á la ID; y en A estará el Septentrion, y en C el Mediodia. Tenganse ya sabidos al tiempo del Eclypse los semidiametros aparentes de la Luna, y de la sombra: la latitud verdadera de la Luna al principio, medio, y fin del Eclypse; y si es boreal, ò austral. Y para observar en la descripcion la symmetria, se tendrá vn pitipie dividido en 60. ò mas partes iguales, que representarán minutos, del qual se tomarán las líneas proporcionales para la delineacion.

Hecho esto , con el intervalo FK , igual al agregado de los semidiametros de la Luna , y de la sombra , se describirá del centro F el circulo AICD : y del mismo centro F , con el semidiametro FS de sola la sombra , se describirá el circulo MGS , que representará la sombra de la tierra. Supongamos aora , que la latitud de la Luna en el Plenilunio sea boreal : hágase , pues , la FE igual á dicha latitud , y el punto E será entonces el centro de la Luna : cortese en la misma linea la FH igual á la latitud que tuviere la Luna al principio del Eclypse : tirese de este punto H la HK perpendicular á la FA ; y donde cortare la periferia mayor , que es en el punto K , alli estará la Luna al principio del Eclypse : y hecho centro en K con el semidiametro KS de la Luna , se describirá vn circulo que tocará al de la sombra en S , y representará alli la Luna.

Cortese aora en la FA la FL igual á la latitud de la Luna al fin del Eclypse , y tirando la LM perpendicular á la FA , se tendrá en la periferia mayor el punto M , centro de la Luna al fin del Eclypse. Donde se describirá otra vez la Luna , que tocará en G la periferia de la sombra. Tirese la linea recta KEM por los tres centros , y esta será el camino de la Luna en su orbita , y quedará hecha la descripcion del Eclypse. Si la latitud de la Luna , mientras dura el Eclypse , mudare de especie , se obrará en la misma forma , solo que en virtud de la operacion , la linea KM de la orbita Lunar , cortará á la ID.

P A R T E II.

DE LOS ECLYPSES DEL SOL.

Eclypse del Sol , es la privacion de luz , que padece la tierra , por interponerse la Luna entre ella , y el Sol. Y como esta privacion no exista en el Sol , sino en la tierra , con mas propiedad será Eclypse de

de tierra el que comunmente llamamos Eclypse de Sol.

CAPITULO I.

DE LA CAUSA DEL ECLYPSE SOLAR , Y sus especies.

PROP. XVIII. Theorema.

La causa del Eclypse del Sol , es la interposicion de la Luna entre la tierra , y el Sol.

Consta esto evidentemente , 1. Porque jamás sucede naturalmente Eclypse de Sol , sino en las conjunciones aparentes del Sol con la Luna , que es el vnico tiempo en que la Luna puede colocarse entre nuestra vista , y el Sol. 2. Porque el Eclypse solar no sucede en todas las conjunciones , si solo en aquellas en que la latitud aparente de la Luna , es menor que el agregado de los semidiametros aparentes de la Luna , y del Sol. 3. Porque el Eclypse de Sol , no es total respecto de todas las partes de vn mismo emisferio , si solo respecto de aquellas , de quienes se puede tirar vna linea recta por los centros de entrambos luminaires ; y mientras que el diametro aparente de la Luna , no sea menor que el del Sol ; pero en los demás lugares se descubre parte del Sol , mayor , ò menor , segun fuere la paralaxe de latitud.

4. Se prueba , porque nunca dura el Eclypse de Sol mas tiempo que el preciso que ha menester la Luna para passar el espacio , que ocupa el diametro aparente del Sol , con el movimiento aparente , que llaman de la Luna al Sol : de forma , que los Eclipses son mas breves , quando es mas veloz este movimiento , y mas largos , quando mas tardo. 5. Porque el Eclypse de Sol comienza por la parte occidental , que es por donde le alcanza la Luna con su movimiento mas veloz ázia Levante. 6. Quando la latitud aparente de la Luna es austral , cubre la parte

austral del Sol: y quando boreal, la boreal. 7. En los Eclipses parciales, los confines de lo obscuro, y de lo claro, son porcion de circulo: todo lo qual es evidente señal fer la Luna la que con su interposicion causa el Eclypse del Sol: y se confirma con nueva evidencia, con la cierta prediccion, que los Astronomos hazen de los Eclipses, así en quanto al tiempo, como en quanto al modo, cantidad, y duracion de ellos, suponiendo reconocer por vnica causa, la interposicion sobredicha de la Luna entre la tierra, y el Sol.

PROP. XIX. Theorema.

Explicanse las especies de los Eclipses del Sol. fig. 98. 99. y 100.

LAS especies de los Eclipses solares, son diferentes, como se figuen.

El primero, es *total con detencion*; y sucede quando de tal suerte cubre la Luna todo el Sol, que dura algun tiempo sin descubrirse; y en este caso se dize obscurecerse el Sol mas de 12. digitos; porque aunque tuviéssse mas de 12. se obscureceria todo.

El segundo, es *total sin detencion*; y es quando llega à obscurecerse todo el Sol; pero al instante buelve à empezar à descubrirse.

El tercero, es el *Anular*; y es quando al sumo del Eclypse se dexa ver al rededor del Sol vna orilla luminosa del mismo Sol, à modo de anillo.

Estas tres especies de Eclipses solares, que he referido, suceden quando la Luna carece de toda, ò quasi de toda latitud aparente; ò quando la linea recta que sale de la vista, passa por los centros del Sol, y de la Luna, ò muy cerca de ellos; y el total con detencion, solo sucede quando la Luna está cerca de su perigeo, y el Sol cerca de su apogeo: así fue el que sucedió en España el año 1706. dia 12. de Mayo. El *Anular*, solo sucede quando el Sol está muy cerca del perigeo, y la Luna cerca de su apo-

El quarto, es *Eclypse parcial*; y sucede quando la Luna solo cubre vna parte del Sol.

Advierto, que en el Eclypse anular, la sombra pura, y pyramidal de la Luna, no llega à tocar en la tierra: vease la fig. 98. en la qual, SOG, es el Sol; DE, la Luna; y ABC, la tierra: la sombra pyramidal, y pura de la Luna, es DLE, que no llega con su cuspide L à la tierra: de que se sigue ser el Eclypse anular; porque el habitador puesto en B, descubre la porcion del Sol SK, MG, al rededor de la Luna, comprehendida entre los rayos LM, BG, à la vna parte; y LK, BS, à la otra.

Quando el Eclypse del Sol, es total sin detencion, la sombra pura de la Luna, llega à tocar con su cuspide à la tierra: como en la fig. 99. en la qual, SFG, es el Sol; la tierra, ABC; y la Luna, DE; y los rayos extremos del Sol, que tocan à la Luna, son SDB, GEB; los quales terminan la sombra en el punto B de la tierra: de que se sigue, que al habitador puesto en B, le cubre la Luna todo el Sol; pero al instante empezará à descubrirse, por causa del movimiento de la Luna.

Finalmente, quando el Eclypse solar, es total, y con detencion, la sombra de la Luna passaria mas allá de la superficie de la tierra, si los rayos solares pudiéssse passar à formarla; y en este caso, la sombra que haze la Luna en la superficie de la tierra, es circular, por ser seccion paralela à la basa de la sombra pyramidal, y conica: como en la fig. 100. en la qual, la Luna DE, por estar muy cerca de la tierra ABCP, alarga su sombra mas allá de la superficie de la tierra, en la qual, es BC la parte obscurecida, y donde se ve el Eclypse total con detencion: esto es tan claro, que basta mirar las figuras sobredichas para entenderlo con perfeccion.

CAPITULO II.

DE LA SOMBRA DE LA LUNA.

DE la sombra que la Luna arroja àzia la tierra, al tiempo de los Eclipses del Sol, depende en gran parte el conocimiento de la cantidad, duracion, y diversidad de dichos Eclipses; por lo que conviene determinar acerca de ella lo contenido en las proposiciones siguientes; pero antes es menester distinguir en los Eclipses de Sol tres especies de sombra, como en la Prop. 5. se distinguieron en los de la Luna: es à saber, *sombra pura*, y *total*: *sombra impura*; y *penumbra*: La sombra pura, y total en el presente caso, es la privacion de toda la luz del Sol, así directa, como refracta, causada en la region sublunar, por la interposicion de la Luna: *Sombra impura*, es la privacion, no de toda la luz del Sol, si solamente de alguna parte de ella, causada en aquellas partes de la region sublunar, à quienes solo encubre la Luna alguna parte del Sol, dexando descubierta, y libre la otra: *Penumbra*, es la privacion de todos los rayos directos del Sol; pero no de los refractos, como expliquè en el lugar citado: de esta penumbra no ay que hazer caso en los Eclipses solares, por carecer la Luna de Atmosphera, à lo menos sensible, que pueda doblar los rayos solares por refraccion: En adelante llamaremos *Penumbra* à la sombra impura, que proviene de cubrirse solamente alguna parte del Sol.

PROP. XX. Problema.

Determinar quanto sea el semiangulo de la sombra conica Lunar, que forman los rayos irrefractos del Sol.
figur. 101.

SEA EMF el Sol, y ABCD la Luna, cuyos centros están en la recta KG; y sea AGC la sombra conica de

de la Luna comprendida entre los rayos EG, FG, que tocan al Sol en E, y en F, y à la Luna en A, y C: con que (16. 3. Euc.) hazen angulos rectos con los semidiametros EK del Sol, y AH de la Luna: tirese la HL paralela à la GAE: con que los angulos en L, son rectos, como tambien LHA: y LE será igual à AH, semidiametro de la Luna: y (29. 1. Euc.) el angulo LHK será igual al angulo EGK: y el triangulo LHK, rectangulo en L, será semejante al triangulo EGK. Esto supuesto, se hallará el angulo LHK, ò EGK, como se sigue.

Operacion. La distancia GH, que con poca diferencia, es la que ayde la tierra à la Luna, y la suponemos conocida, restese de la distancia GK de la tierra al Sol, que tambien se supone conocida, y entrambas se hallarán en las Tablas, segun corresponden à cada grado de la Anomalia: con esto se tendrá conocida la KH, distancia de los Luminares en el Novilunio. Restese tambien el semidiametro verdadero de la Luna AH, ò EL, del semidiametro verdadero EK del Sol, y se sabrà LK. Dados, pues, en el triangulo LHK, rectangulo en L, la hypothenusa KH, y el lado LK, se sabrà el angulo LHK, ò su igual EGK, que duplicado, es el angulo EGF de la sombra que se pide. Segun el P. Ricciolio, es como se sigue.

Angulo de la sombra conica con los Novilunios.

Sol Apog. y Luna Perig.	Sol Perig. y Luna Apog.
30. min. 36. seg.	33. min. 18. seg.

Aqui se ve claramente, que el angulo sobredicho AGH, es igual al angulo IHB; y por consiguiente, todo el AGC, al duplo de IHB, que es la porcion Lunar, que à mas del emisferio, es alumbrada del Sol.

(S)(E)(X)(C)(S)

PROP. XXI. Problema.

Hallar la longitud, ò exe de la sombra conica Lunar en los Novilunios. fig. 101.

EN el triangulo AGH rectangulo en A, se supone conocido por la antecedente el angulo AGH: y (29.3.) el semidiámetro verdadero AH de la Luna: Luego se sabrá por Trigonometria la hypotenusa HG, que es el exe de la sombra. Segun el P. Ricciolio, es como se sigue.

Exe de la sombra conica Lunar.

Sol Apog. y Luna Perig.

Sol Perig. y Luna Apog.

Semid.terr. 60. 40. mi.

Semid.terr. 52. 35. mi.

PROP. XXII. Problema.

Averiguar si vn Eclypse central del Sol, es anular; ò total con detencion, ò sin ella.

Operacion. Busquense en las Tablas de los semidiámetros aparentes de los Luminares, los que corresponden à las distancias de los Luminares del centro de la tierra, menos vn semidiámetro, para tener las distancias contadas desde la superficie: y si fueren iguales los semidiámetros del Sol, y Luna, el Eclypse central será total, pero sin detencion; y la cuspide de la sombra llegará à tocar precisamente en la superficie de la tierra. Pero si el semidiámetro aparente de la Luna fuere menor que el del Sol, el Eclypse será anular, respecto de aquellos, para quienes fuere central; y la sombra no llegará à la superficie de la tierra. Ultimamente, si el semidiámetro aparente de la Luna fuere mayor que el del Sol, el Eclypse será total con detencion, y la sombra pasará mas allá del centro de la tierra. Consta de lo dicho.

CAPITULO III.

DE LO QUE SE DEBE ATENDER EN LAS paralaxes de los luminares, en quanto à los Eclypses del Sol.

LA determinacion de los Eclypses Solares, depende mucho de la noticia de las paralaxes de entrambos luminares, como luego veremos. Pero como ya se aya tratado de ellas en diferentes partes, bastará añadir ahora solamente, lo que por conducir al intento presente, se reservò para este lugar.

PROP. XXIII. Theorema.

Adviertense algunas propiedades de las paralaxes.

EN el lib. 1. de este Tratado, desde la propos. 45. dize, que de la paralaxe de altura, ò vertical, nacen otras paralaxes, como son, la de longitud; la de latitud; la de ascension recta; y declinacion: todas las quales quedan allí explicadas; pero en orden à ellas, importa advertir lo siguiente.

1. En el vertical, que passa por el grado nonagesimo de la ecliptica, no ay paralaxe de longitud; pero la ay de latitud, y altura, que en este caso coinciden, y son vna misma: y asimismo en el Meridiano no ay paralaxe de ascension recta; pero la ay de declinacion, que en este caso coincide, y es vna misma con la paralaxe de altura. Todo lo qual queda demostrado en el lugar citado.

2. Quando algun Astro esta mas oriental, que el vertical, que passa por el grado nonagesimo de la ecliptica, su paralaxe de longitud se ha de añadir à la longitud verdadera, para tener la aparente, por numerante la longitud de Poniente à Levante: y al contrario, si el Astro estuviere occidental, respecto del vertical, que pasa

sa por el grado nonagesimo : su paralaxe de longitud , se ha de restar de la longitud verdadera , para tener la aparente.

3. Para los que habitamos en el emisferio boreal , la paralaxe de latitud , se ha de restar de la latitud verdadera boreal , y añadir à la austral , para tener la latitud aparente ; y al contrario para los que habitan en el emisferio austral. De aqui se sigue , que en el emisferio boreal , quando la paralaxe de latitud es igual à la latitud boreal verdadera del Astro , carece de latitud aparente , y quitada la paralaxe , se constituye el Astro en la ecliptica , donde parecerà estàr , mirado desde la superficie de la tierra ; y si la paralaxe fuere mayor que dicha latitud boreal verdadera , le passará à la otra parte de la ecliptica , y tendrá latitud aparente austral , tanta quanto es el exceso de la paralaxe sobre la latitud verdadera ; y al contrario de esto sucederá en el emisferio austral.

4. Si vn Astro se halla en el emisferio oriental , respecto del Meridiano , la paralaxe de ascension recta , será additiva , y en el emisferio occidental subtractiva : esto es , en aquel se ha de añadir à la ascension recta verdadera , para tener la aparente ; y en el occidental , se ha de restar : la razon es , porque de consentimiento de todos los Astronomos , la ascension recta se cuenta de Poniente à Levante por la equinoccial : como la longitud por la ecliptica.

5. La paralaxe de declinacion aumenta la declinacion austral verdadera , y disminuye la boreal ; y así , para que se tenga la aparente , se ha de añadir la paralaxe à la declinacion verdadera austral , y se ha de restar de la boreal. Omíto la demonstracion de estas propiedades , por evitar la prolixidad ; y porque solo con mirar atentamente vn Globo celeste , se verá con toda claridad su certeza.

PROP. XXIV. Problema.

Dado el tiempo aparente del Novilunio verdadero , y el lugar de los luminares en el Zodiaco , hallar el punto culminante de la ecliptica , el ascendente , el grado nonagesimo , y la situacion de los luminares , respecto de este grado.

Aunque esta proposicion , y las siguientes , no sean menester para nuestro methodo de calcular los Eclipses solares ; pero no he querido omitirlas , para que si alguno quisere calcularles , segun otros Autores , obre con mayor fundamento.

Operacion 1. Hallese por las Tablas , ò por los Problemas del primer movil la ascension recta del punto de la ecliptica , en que están los luminares. Conviertase el tiempo dado del Novilunio en partes de equinoccial : añadase esto à la ascension recta hallada , quitados , si fuere menester , 360. grados , y se tendrá la ascension recta del medio Cielo , ò punto culminante de la equinoccial , en cuya correspondencia se hallará en las mismas Tablas de las ascensiones rectas el grado de la ecliptica culminante en el Meridiano.

Operacion 2. A la ascension sobredicha del medio Cielo , añadanse 90. grados , y se tendrá el punto de la equinoccial ascendente , que es la ascension obliqua del oroscopo , ò grado de la ecliptica oroscopante en la esfera obliqua , ò su ascension recta en la esfera recta , de la qual se usará si no passare de 180. grados ; pero si les excediere , se tomará su complemento à 360. y si passare de 360. se le quitarán 360. y se tomará el residuo : Hecho esto , si se trabaja en esfera obliqua , entrese en las Tablas de las ascensiones obliquas , competentes à la altura de polo , y busquese dentro de ellas la ascension obliqua del oroscopo arriba hallada ; y enfrente de ella , à la izquierda , se encontrará el grado , y arriba el signo del grado ascendente de la ecliptica. Si se trabajare para esfera recta , se usará de las Tablas de las ascensiones rectas.

Operacion 3. Del punto de la ecliptica ascendente, restense 90. grados, y se tendrá el grado nonagesimo de la ecliptica; y si este coincidiere con el lugar verdadero de los luminare en la ecliptica, estarian estos en el nonagesimo; pero estando fuera de dicho grado, vease si están apartados de él, según el orden de los signos, ó contra el orden: si es lo primero, estarán en el quadrante Oriental; y si lo postrero, en el Occidental.

Exemplo. Supongamos, que el tiempo aparente del Novilunio sea à las 9. de la mañana, ó à las 21. horas despues del medio dia precedente, y que el lugar de los luminare sea el primer punto de Tauro: busquese su ascension recta, y se hallará ser 0. sign. 27. grad. 54. min. à las dichas 21. horas corresponden 315. grad. de equinoccial, que añadidos à la ascension recta hallada, hazen 342. grad. 54. min. de ascension recta; y esta es la del medio Cielo, à quien corresponden en las Tablas 11. grad. 38. min. de Piscis; y este es el punto culminante de la ecliptica.

Añadiendo aora 90. grados à la ascension del medio Cielo hallada, será la suma 432. grad. 54. min. y quitando 360. grados, quedan 72. grad. 54. min. punto de equinoccial ascendente, ó ascension obliqua del grado de la ecliptica oroscopante: Hallese este grado en las Tablas de las ascensiones obliquas proprias de la altura de polo, por exemplo, de 40. grad. y se hallará ser el punto de la ecliptica oroscopante, 3. grad. 53. min. de Cancro: de este punto ascendente restente 90. grad. y se tendrán 3. grad. 53. minutos de Ariete; y este es el grado nonagesimo de la ecliptica; y siendo el lugar de los luminare el principio de Tauro, se ven estar en el quadrante Oriental, respecto de dicho grado nonagesimo.



PROP. XXV. Problema.

Hallar la altura del grado nonagesimo sobre el orizonte; y por consiguiente, su distancia del Zenith.

fig. 102.

SEa HCR el Orizonte, HVR el Meridiano, en el qual sea V el Zenith, F el Polo del mundo, y B el del Zodiaco, del qual se describe la porcion de ecliptica ENC, en la qual sea N el grado nonagesimo; esto es, NC sea 90. grados: Passe por el vertice V, y por N el circulo BVNA, que juntamente es vertical, y de latitud.

Operacion. Hallese (24.) el punto E culminante de la ecliptica; y el punto C ascendente: y por la Propos. 67. ó 68. del libr. 1. hallese el angulo HEC de la ecliptica con el Meridiano, que se forma en el punto culminante E de la ecliptica: y restando la longitud, ó distancia de Ariete, propria del punto culminante E, de la longitud del ascendente C, se conocerá el arco EC, que es la hypotenusa del triangulo esferico HEC rectangulo en H, à quien es adjacente el angulo HEC de la ecliptica con el Meridiano. Busquese aora en este triangulo el otro angulo HCE adjacente à la dicha basa, y se sabrá su medida, que es el arco AN, altura del grado nonagesimo. Que el arco AN sea la medida del angulo HCE, es claro; porque siendo los angulos N, y A rectos, son los lados CN, CA quadrantes. Restese ultimamente la altura del nonagesimo AN de 90. grados, y será conocida la distancia NV del nonagesimo al Zenith, ó vertical.



PROP. XXVI. Problema.

Dada el grado nonagesimo de la ecliptica, y su distancia del vertice: dada tambien al mismo tiempo la longitud, y latitud de un Astro, hallar su altura sobre el Orizonte, su distancia del vertice; y el angulo que forma el vertical con la ecliptica, o con el circulo de latitud en el centro del Astro, o en el lugar suyo en la ecliptica. fig. 102.

Quatro casos puede tener este Problema, porque, o el Astro está en el mismo grado nonagesimo sin latitud; o está allí con latitud, y solo por razon de la longitud; o se halla fuera del nonagesimo sin latitud, o con ella.

Caso 1. Exista vn Astro en el mismo punto N sin latitud; y como (25.) ya se sepa la altura, y distancia del nonagesimo al vertice, se sabe tambien la del Astro, por ser la misma; y en el triangulo ANC, rectangulo en A, y en N, se sabrá el angulo N del vertical VNA con la ecliptica.

Caso 2. Exista el Astro en el nonagesimo N, por razon de su longitud; pero tenga latitud boreal ND, o austral NG. Añádase la latitud boreal ND, a la altura AN del nonagesimo; y se tendrá la AD, o restese la austral NG, y se tendrá conocida la AG, altura del Astro, y su complemento al vertice. En este caso, no se forma en el Astro angulo del vertical con la ecliptica, por hallarse fuera de ella; ni del vertical con el circulo de altura, por ser en este caso vn mismo circulo.

Caso 3. Hallese el Astro fuera del grado nonagesimo; pero sin latitud, como en I, punto de la ecliptica; Tirese, pues, por I el vertical VIS, y quedará formado el triangulo VNI, rectangulo en N: en el qual es dada (25.) la NV, distancia del nonagesimo al vertice; y el arco NI, (25.) que es la diferencia que ay entre la longitud del nonagesimo, y la del Astro, que se supone conocida: Luego por Trigonometria se sabrá la basa IV,

distancia del Astro al vertice, cuyo complemento a 90. grados, será IS, altura verdadera del Astro: asimismo, se sabrá el angulo NIV del vertical, con la ecliptica.

Caso 4. Si el Astro se hallare fuera del grado nonagesimo, y con latitud, como en K, o en L, estando por razon de su longitud en I, se procederá en esta forma. Tirese por el centro del Astro el vertical VKT, o VLQ, y por el lugar I, el vertical VIS, y asimismo el circulo de latitud BKI, o BIL. Hallese aora en el triangulo NVI, como en el caso tercero, la basa VI, y el angulo NIV. Suponiendo aora que el Astro esté en K, considérese el triangulo IKV, en el qual es dada la latitud boreal IK, y el lado hallado VI, y el angulo VIK, complemento del angulo hallado NIV, al recto NIK de la ecliptica, con el circulo BI de latitud: Luego por Trigonometria se sabrá el lado KV, distancia del Astro al vertice: y por consiguiente, su altura TK, complemento de KV a 90. grados; y el angulo IKV, cuyo complemento a 180. grados, es el angulo VKB. Si la Estrella estuviere en L, se considerará el triangulo LIV, en el qual es dada la latitud austral LI; es tambien conocido el lado hallado IV, y el angulo LIV comprendido de estos lados, que consta del hallado NIV, y del recto LIN: Luego se hallará la basa LV, distancia del Astro al vertice, cuyo complemento al cuadrante, es la altura QL: y asimismo se hallará por Trigonometria el angulo VLI, que se busca.

Algunos Astronomos, no hazen caso de la poca latitud que tiene la Luna en los Novilunios eclipticos, y consideran la Luna en la misma ecliptica, y evitan esta trabajosa operacion. Tambien se puede despreciar la latitud de la Luna, para hallar su paralaxe al tiempo de los Eclipses Solares, como advierten comunmente los Autores; por ser quasi insensible el error que puede resultar de su omission: y asi se obrará con seguridad, usando solamente de la altura del lugar de la Luna en la ecliptica, y del angulo que en esse lugar forma el circulo vertical con la ecliptica.

PROP. XXVII. Problema.

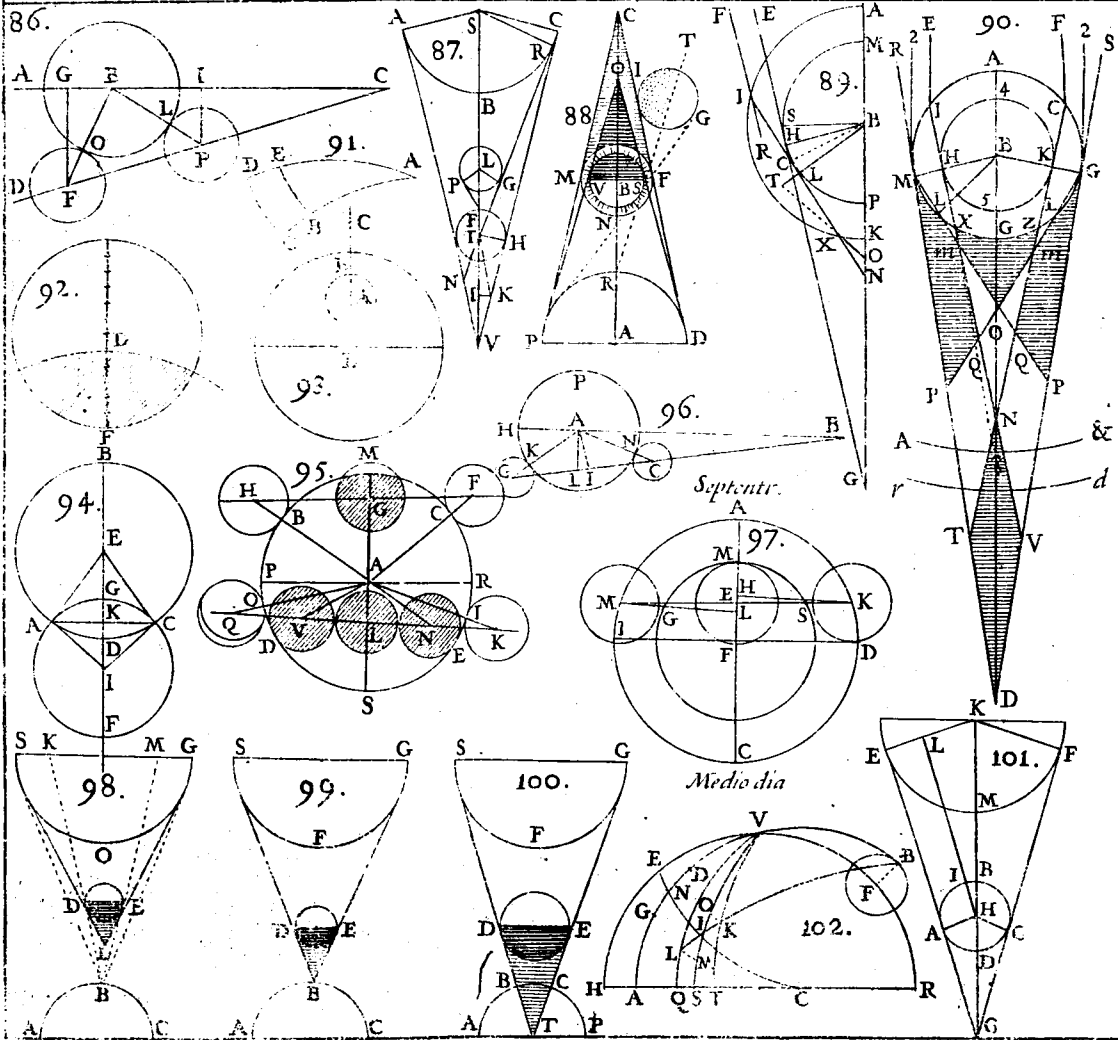
Hallar las paralaxes de longitud , y latitud de los luminares , & de qualquiera Astro , tenga , ò no tenga latitud.

figura 103.

Quando el Astro carece de latitud , por hallarse en la ecliptica , se sabrà su paralaxe de longitud , y latitud , supuesta su paralaxe de altura , y el angulo de su vertical con la ecliptica : y quando tiene latitud , se hallarà lo mismo , dada su paralaxe de altura ; y en el angulo de su vertical con el circulo de su latitud , que en dicho Astro se forma , segun la proposicion antecedente. Y aunque en el Novilunio ecliptico se pueda despreciar , como dixe , la latitud de la Luna ; pero para que se sepan hallar las paralaxes de longitud , y latitud en qualquiera Astro , irè discurriendo por todos los casos , que se pueden ofrecer en este punto.

Caso 1. En la fig. 103. sea HR el Orizonte ; HVR el Meridiano ; V el Zenith ; P el polo del mundo ; y B el de la ecliptica , cuyo arco es EC. Exista , pues , un Astro en G , punto de la ecliptica , sin latitud ; pero por razon de la paralaxe de altura aparezca en I , punto del vertical VA. Tirese el arco de latitud BI al lugar visto , ò en donde aparece el Astro , y su lugar aparente en la ecliptica serà el punto O : y GO serà la paralaxe de longitud : y el arco IO serà la paralaxe de latitud ; y por mejor dezir , su latitud aparente. En el triangulo , pues , GIO rectangulo en O , es dado el lado GI , paralaxe de altura ; y el angulo IGO de la ecliptica con el vertical : (26.) Luego se sabrà el lado IO , paralaxe de latitud ; y GO , de longitud.

Caso 2. Exista el Astro fuera de la ecliptica en D ; pero por la paralaxe de altura aparezca en F : tirense los arcos de latitud BDM por el lugar de la altura verdadera ; y BFN por el lugar de la aparente , y serà M el lugar verdadero del Astro en la ecliptica ; y el aparente serà N : y la latitud verdadera boreal , serà DM ; pero la vista,



ò aparente será FN. En el triangulo , pues , MGD rectangulo en M , es conocido el lado MD , y el angulo MDG : (26.) Luego se sabrà el angulo MGD ; con esto se hallarán tambien los lados GD , y MG. Restese aora de DG la paralaxe de altura DF , y quedará conocida la basa FG en el triangulo pequeño NGF , rectangulo en N , en quien es ya conocido el angulo NGF : busquese , pues , con estos datos el arco NF , que es la latitud vista , ò aparente , y restandola de la verdadera MD , se tendrá la paralaxe de latitud : hallese despues el lado NG , y restandole de MG , el residuo MN será la paralaxe de longitud.

Caso 3. Estè el Astro en F fuera de la ecliptica ; pero por la paralaxe de altura vease en G en la misma ecliptica. En el triangulo NGF rectangulo en N , es conocida la latitud verdadera NF , que toda queda destruida por la paralaxe : con que la paralaxe de latitud , es en este caso igual à la latitud verdadera. Y como en el mismo triangulo sea dado el angulo NGF , se sacará por Trigonometria el arco NG , que es la paralaxe de longitud.

Otros casos ay à mas de estos , que se resolveràn con el mismo estilo ; porque tal vez la latitud , que en la realidad es boreal , por la paralaxe se haze austral , como si la Estrella estuviere en F , y por razon de la paralaxe apareciere en I à la otra parte de la ecliptica ; pero la resolucion de este , y otros casos , será facil para quien huviere entendido la de los sobredichos.

Advierto finalmente , que quando se resuelve qualquiera de estos casos , para la averiguacion de los Eclipses del Sol , no se ha de tomar por fundamento la paralaxe entera de la Luna , si solamente el exceso de ella sobre la paralaxe del Sol , que es lo que llaman algunos : *Paralaxe de la Luna al Sol , ò respecto del Sol.* Porque si entranbos Luminares tuvieran igual paralaxe , descenderian igualmente por razon de ella en el circulo vertical ; y por consiguiente , no avria diferencia del lugar visto del Sol al de la Luna , ni la conjuncion aparente , y vista se

distinguiria de la verdadera. Restarase, pues, la paralaxe del Sol de la de la Luna, y el residuo será la paralaxe que ocasiona la diferencia entre el Eclypse visto, y el verdadero: y de que hemos de usar para determinar los Eclypses, como luego veremos.

CAPITULO IV.

DE LOS TERMINOS, MAGNITUD, DURACION, principio, medio, y fin; y demás momentos de los Eclypses Solares.

PROP. XXVIII. Problema.

Determinar los terminos de los Eclypses Solares.

Los terminos de los Eclypses, vnos son posibles, y otros necesarios. *Terminos posibles*, son aquella distancia de los luminares al nodo; dentro de la qual puede aver Eclypse, y fuera de ella, no le puede aver. *Terminos necesarios*, son aquella distancia de los luminares al nodo, dentro de la qual, necessariamente ha de aver Eclypse en alguna parte de la tierra. El modo de hallarles, es el siguiente.

Operacion. Hagase vna suma de los semidiametros aparentes del Sol, y de la Luna perigeos, que son los mayores; y de la paralaxe horizontal de altura del Sol à la Luna perigeos; y suponiendo ser todo esto la latitud de la Luna, hallese por Trigonometria, ò por las Tablas la distancia de los Luminares al nodo, y esta incluirà los terminos posibles del Eclypse Solar. La razon porque se toma dicha paralaxe Horizontal de altura, es, porque la paralaxe de latitud, no puede ser mayor que dicha paralaxe; si à lo mas igual à ella.

Exemplo. El semidiametro aparente del Sol perigeo, es 15. min. 30. seg. El de la Luna, es 14. min. 45. seg. La paralaxe Horizontal de la Luna al Sol perigeos, es 58. min. 30. seg. La suma de todo, es, 1. grad. 28. min. 45. seg. y p-

demostramos tomar 1. grad. 30. min. à quien corresponde la distancia del nodo 17. grad. Distando, pues, los Luminares del nodo de 17. hasta 18. grad. podrá aver Eclypse en el emisferio boreal, pero no en mayor distancia. De la misma suerte se facarán los terminos eclipticos, posibles para el emisferio Austral.

Para hallar los terminos necesarios, se tomarà la suma de los semidiametros aparentes del Sol, y de la Luna apogeos, que son los menores, sin hazer mencion de la paralaxe; y suponiendo ser esta suma latitud de la Luna, se le buscarà la distancia correspondiente del nodo, como antes, y dentro de esta distancia será necesario el Eclypse, à lo menos en la Zona torrida. La determinacion de estos terminos depende, como hemos visto, de los diametros aparentes de los Luminares, y de su paralaxe, en que ay gran variedad en los Autores; por lo que no es facil determinarles con toda precision. Los que señala el P. Ricciolio, son los siguientes.

Terminos posibles en el emisferio boreal.

Distancia de la Luna al nodo.

Azia el Septentrion,	Azia el Meridiodia,
18. grad. 40. min.	6. grad. 25. min.

Terminos posibles en el emisferio austral.

Distancia de la Luna al nodo.

Azia el Septentrion,	Azia el Meridiodia,
6. grad. 25. min.	18. grad. 40. min.

Terminos necesarios, à lo menos en la Zona torrida, son 5. grad. 40. min.

PROP. XXIX. Problema.

Determinar la magnitud de un Eclypse de Sol. fig. 104.

La magnitud del Eclypse solar, se expresa en digitos, que son 12. partes, en que se supone dividido el diametro aparente del Sol; y quando el Eclypse es to-

tal con detencion, se dice eclypfarse mas de 12. digitos; porque si el diametro tuviera mas de 12. aun les cubriera la Luna. Determinale dicha magnitud como se sigue.

Operacion. Hallense los semidiametros aparentes del Sol, y Luna, y la latitud aparente de la Luna: restese esta de la suma de los semidiametros, y el residuo darà los escrupulos, ò minutos de la deficiencia, ò parte oscurecida del Sol; y para expressarla en digitos, se hará esta regla de tres: Si el semidiametro aparente del Sol, por exemplo, 15. min. dà seis digitos del mismo semidiametro: los minutos, ò escrupulos de la deficiencia, quantos digitos daràn? y los que salieren será la magnitud del Eclypse.

Demonstr. Sea AB el semidiametro del Sol, y EG, ò ED el de la Luna: sea BC igual al semidiametro ED de la Luna: con que AC será la suma de los semidiametros: sea AE la latitud aparente de la Luna: restese de AC, y quedará la EC: pero EC, es igual à la BD; porque siendo por suposicion BC igual al semidiametro ED de la Luna, si à entrambas se añade la comun EB, queda EC igual à BD: Luego con la resta sobredicha, queda la BD, que son los minutos de la deficiencia, ò obscuration, que expressados en digitos por la regla de tres, dan la cantidad del Eclypse.

Otros, para mayor precision, en lugar de la latitud vista, ò aparente, usan del arco llamado *entre los centros*, como dixè en los Eclipses de Luna: como tambien para determinar el medio de la duracion del Eclypse, como se vê en la Proposicion siguiente.

PROP. XXX. Problema.

Determinar la duracion del Eclypse solar, su incidencia, y emerfion. fig. 104.

Supongo lo primero, que si el Eclypse de Sol es parcial, ò total sin detencion, su duracion se divide en dos tiempos; es à saber, de *incidencia*, y *emerfion*. *Incidencia*, es el tiempo que passa desde el principio del Eclyp-

Eclypse, hasta el medio. *Emerfion*, ò *replecion*, es el que passa desde el medio, hasta el fin. Si el Eclypse es total con detencion, se divide su duracion en quatro tiempos, que son *Incidencia*, *Emerfion*, *Detencion primera*, y *Detencion segunda*. *Incidencia*, es el tiempo que passa desde el principio del Eclypse, hasta la total obscuration. *Emerfion*, ò *replecion*, es el que passa desde que empieza el Sol à descubrirse, hasta estarlo del todo. *Detencion 1.* es el tiempo que corre desde el principio de la obscuration total, hasta el medio del Eclypse: y *Detencion 2.* es el que passa desde el medio, hasta el principio de la emerfion. Los tiempos desde la incidencia, hasta el medio del Eclypse, y desde aqui, hasta la replecion, suelen ser desiguales; aunque por lo regular, es poquissima la diferencia. Supongo lo segundo, que el medio del Eclypse solar, no sucede en E, lugar en que el circulo de latitud DE corta à la orbita Lunar IK: porque como esta orbita sea inclinada à la ecliptica con angulo de 5. grad. el circulo de latitud DE, que es perpendicular à la ecliptica, no lo es à la sobredicha orbita: y por consiguiente, no determina el maximo acceso de la Luna al centro A del Sol, si que le determina la recta AH perpendicular à la orbita, como dixè tambien en el Eclypse de la Luna; y se llama *arco entre los centros*. Importará, pues, tener conocida asì la AH, como la EH; hallanse asì.

Por ser el angulo de la orbita con la ecliptica 5. grad. será el angulo HAE 5. grad. y se hará esta analogia: *Como el seno total, al seno segundo del angulo HAE de 5. grad. asì la latitud vista AE, à la AH;* y de esta nos hemos de valer para determinar el medio del Eclypse: y si la Luna entonces no se hallare en el mismo nodo, será dicho medio algo despues del Novilunio aparente, que sucede en E, por aver de correr aun la Luna el segmento EH; el qual se hallará en esta forma: *Como el seno todo, al seno del angulo HAE de 5. grad. asì la latitud vista AE, à EH.* Sabido, pues, el arco EH, y sabido el movimiento horario de la Luna al Sol, se sabrà el tiempo, que se retardará el medio del Eclypse despues del Novilunio. Aora se

diámetro BA. Por ser, pues, AC tangente de la tierra en A, el ángulo ACB, será la paralaxe horizontal de la Luna, como hemos dicho varias veces; pero este mismo ángulo, es el en que se ve el semidiámetro BA de la tierra desde la Luna: Luego este semidiámetro visto desde la Luna, es igual à la paralaxe horizontal de ella: la qual es con poca diferencia 63. min. la maxima en las sizigias, como dixe en el lib. 3. Prop. 24.

PROP. XXXIII. Problema.

Determinar el semidiámetro de la sombra Lunar, que incide en la tierra. fig. 106.

Operacion. El semidiámetro aparente del Sol, al tiempo del Eclipse, restese del semidiámetro aparente de la Luna, y el residuo será el semidiámetro de la sombra Lunar, pura aparente en la tierra, mirada desde la Luna.

Para la demonstración, supongo lo que yá dixe en otra parte, que si los semidiámetros aparentes del Sol, y de la Luna son iguales, no ay en la tierra sombra pura de la Luna, mas que en vn solo punto; porque si el diámetro AB del Sol, y CD de la Luna, se ven con el mismo ángulo AED, ò CED (que es ser iguales los diámetros aparentes) los rayos tangentes, que forman dicho ángulo, concurren en solo el punto E: con que solo en este punto se oculta todo el Sol. Por la misma razon, si el diámetro aparente del Sol fuere mayor que el de la Luna, no avrá en la tierra sombra alguna total, por concurrir en este caso los rayos tangentes antes de llegar à la tierra: solo, pues, puede aver en la tierra sombra total, en caso que el semidiámetro aparente del Sol, sea menor que el de la Luna. Digo, pues, que en este caso el exceso de este sobre aquel, es el semidiámetro de la sombra Lunar en la tierra, vista desde la Luna.

Demonstr. Sea CD el diámetro de la Luna, y OI el del Sol, que se vea desde la tierra, con ángulo menor que CED, con que se ve el diámetro CD: continúense las tan-

tangentes EC, ED, y darán en el lugar del Sol la AB, mayor que la OI: de los puntos O, I, tirense las tangentes OCG, IDF, y será GF en la tierra el diámetro de la sombra pura, y total, que mirada desde la Luna, se ve con los ángulos GCF, FDE; pero estos son iguales à los opuestos ACO, BDI: (15. 1. Euc.) con que desde la Luna se ven los excesos AO, IB del diámetro aparente de la Luna sobre el del Sol: Luego el diámetro de la sombra pura en la tierra, visto desde la Luna, es igual al exceso del diámetro aparente de la Luna al del Sol.

Advierto, que como la distancia de la Luna à la tierra, sea solamente vna de las 1400. partes de la distancia de la tierra al Sol, con el mismo ángulo se verá la AO desde la Luna, que desde la tierra, con diferencia insensible.

PROP. XXXIV. Theorema.

El semidiámetro de sola la penumbra Lunar en la tierra, visto desde la Luna, es igual diámetro aparente del Sol. figura 107.

Explicacion. Sea el Sol AB; la Luna CD: tirense de A las dos tangentes ACE, ADF; y de B las otras dos BCG, y BDE, y será EF el semidiámetro de la penumbra; y asimismo EG, por descubrirse solo parte del Sol desde E hasta E, y desde G hasta el mismo punto E. Digo, que el semidiámetro EF, se ve desde la Luna, con ángulo igual al diámetro aparente del Sol.

Demonstr. El ángulo EDF, es (15. 1. Euc.) igual al opuesto ADB, que es el diámetro aparente del Sol, visto desde la Luna; pero este es sensiblemente el mismo que se ve desde la tierra, por la poca distancia de la Luna, respecto de la del Sol: Luego el semidiámetro de la penumbra Lunar en la superficie de la tierra, visto desde la Luna es igual al diámetro aparente del Sol, visto desde la tierra.

COROLARIO.

Quando la sombra total, es indivisible, como en esta figura, todo el diametro de la penumbra, es igual al diametro aparente duplicado del Sol. Pero quando ay sombra total, el diametro de la penumbra, añade al de la sombra total un diametro del Sol à cada parte: y finalmente, si por ser el diametro aparente del Sol mayor que el de la Luna, no llega à tocar la sombra total en la tierra, se avrà de restar del semidiametro de la penumbra el exccesso del semidiametro del Sol sobre el de la Luna. Todo se infiere de lo demonstrado.

PROP. XXXV. Theorema.

El diametro de toda la sombra Lunar, que incide en la tierra, es sensiblemente igual al diametro del Sol, y de la Luna juntos. fig. 108.

Por toda la sombra Lunar, entiendo la que proviene de todo el Sol: y por consiguiente incluye tanto la sombra pura, como la penumbra. Digo, pues, que su diametro es igual al agregado del diametro del Sol, y de la Luna sensiblemente. Sea S el Sol, L la Luna, cuya sombra incide en la tierra. Digo, que el diametro AB de toda la sombra, es igual al diametro del Sol, y de la Luna, juntos sensiblemente.

Para la demonstracion supongo, que por la gran distancia del Sol à la tierra, y la poca, que en comparacion de ella ay de la tierra à la Luna, las lineas SH, SV, que salen del centro S. del Sol, y tocan la Luna, son sensiblemente paralelas: Luego HV, es sensiblemente igual al diametro MN de la Luna; pero el diametro AB, à mas de HV, incluye la VB, que subtende al angulo VMB, ò à su igual (15. de Euc.) OMS, semidiametro aparente del Sol; y à la otra parte incluye la HA, que subtende al angulo ANH, ò su igual RNS, igual al otro semidiametro aparente del Sol: Luego todo el diametro AB de la som-

sombra incluye vn diametro de la Luna, y dos semidiametros del Sol, ò vn diametro suyo.

Coligese tambien esto de lo dicho en la proposicion antecedente; porque como consta de su Corolario, quando la sombra pura es indivisible, el diametro de la penumbra, que entonces lo es de toda la sombra, es igual à dos diametros del Sol; pero entonces el diametro aparente de la Luna, es igual al del Sol: (33.) Luego el diametro de toda la sombra, es igual à vn diametro de la Luna, y otro del Sol. Quando ay sombra total, y pura; incluye toda la sombra dos diametros del Sol; y à mas de ellos, la sombra pura, como consta de dicho Corolario; pero esta sombra pura es (33.) igual al exccesso del diametro de la Luna al del Sol: Luego tambien en este caso consta toda la sombra de vn diametro de la Luna, y otro del Sol. Lo mismo se convence quando ay Eclýpse anular, en que falta en la tierra sombra pura Lunar, porque entonces al diametro de la penumbra le falta para igualar con dos diametros del Sol, lo que le falta al diametro aparente Lunar para ser igual con el del Sol: Luego tambien es en este caso igual à vn diametro de la Luna, y otro del Sol.

PROP. XXXVI. Theorema.

La latitud de la sombra Lunar, vista en la tierra desde la Luna, es igual à la latitud de la Luna. fig. 109.

Explicacion. Por latitud de la sombra Lunar, entiendo la distancia del centro de dicha sombra, de aquel punto de la tierra, que corresponde perpendicularmente al Sol, y es el polo del emisferio iluminado: Sea, pues, el punto B el que perpendicularmente corresponde al Sol A: sea la Luna C, que al tiempo del Novilunio verdadero se vea distar del Sol, ò de la Eclýptica quanto es el angulo ABC; y por consiguiente, será entonces este angulo su latitud verdadera: Digo, que el centro de la som-

sombra, ò penumbra Lunar, se verá desde la Luna dista del punto B, quanto es el angulo ABC.

Demonstr. Tirese del centro del Sol por el de la Luna una recta, que por la gran distancia del Sol será paralela à la AB, y supongamos sea ACD: Luego los angulos alternos ABC, DCB, serán iguales; pero DCB, es el que mide la distancia vista del centro de la sombra al punto B: Luego esta distancia, ò latitud vista desde la Luna, es igual à la latitud de la misma Luna. Quantos grados de circulo maximo terrestre aya en el arco BD, se verá en la propof. 41.

PROP. XXXVII. Problema.

• *Determinar los terminos posibles, y necesarios del Eclypse de la tierra.*

LOS terminos posibles del Eclypse terrestre, son aquellos, dentro de los quales es posible Eclypse en alguna parte de la tierra; y los necesarios, son aquellos, dentro de los quales necesariamente ha de aver Eclypse en alguna parte de la tierra. Donde se ve la diferencia de estos, à los que señalamos en la Prop. 28. que solo eran para algun lugar del emisferio boreal, ò austral. El modo de hallarles, es el siguiente.

Operacion. El maximo semidiametro aparente de la tierra; esto es, el que se ve desde la Luna perigea, que (32.) es igual a la maxima paralaxe horizontal de la Luna, y es 63. min. 55. seg. sumese con el semidiametro de la penumbra maxima de la Luna, que (34.) es igual al diametro aparente del Sol, y viene a ser 33. min. 30. seg. y será la suma 1. grad. 37. min. 25. seg. Hecho esto, si la latitud de la Luna, que (36.) es igual à la latitud del centro de la penumbra, fuere menor que la suma sobredicha, avrà Eclypse; y como à esta latitud corresponda la distancia del nodo quasi de 19. grad. (28.) Luego en distando la Luna del nodo 19. grad. sera caso de averiguar si avrà Eclypse, por ser posible en esse termino de fuere, que si la latitud de la Luna se hallare ser me-
nos

nor que la suma sobredicha, sucederá Eclypse en alguna parte; y si igual, ò mayor, en ninguna. Es, pues, la distancia de 19. grad. de la Luna al nodo, la que presine los Eclypses posibles de tierra; y en mayor distancia, no son posibles.

Para hallar los terminos necesarios, el semidiametro aparente minimo de la tierra, que es el visto de la Luna apogea; esto es, la minima paralaxe horizontal de la Luna, que es 53. min. 30. seg. sumese con la minima penumbra, que es igual al minimo diametro aparente del Sol, y es 29. min. 27. seg. y será la suma 1. grad. 22. min. 57. seg. à quien corresponde en las Tablas la distancia del nodo de 16. grad. Luego si al tiempo del Novilunio dista la Luna del nodo solos 16. grad. necesariamente avrà Eclypse en alguna parte de la tierra.

De aqui se colige la siguiente regla, para hallar si avrà Eclypse en alguna parte de la tierra: *Hallese al tiempo del Novilunio la paralaxe horizontal de la Luna, y el diametro aparente del Sol, y sumense entrambas cosas. Si esta suma fuere mayor que la latitud de la Luna, avrà necesariamente Eclypse terrestre; si la latitud de la Luna fuere igual, ò mayor que dicha suma, no le avrà; pero si la latitud fuere menor que la paralaxe horizontal de la Luna, avrà en alguna parte de la tierra Eclypse total, ò anular.*

PROP. XXXVIII. Problema.

Determinar la magnitud del Eclypse de tierra.

EL Eclypse de tierra, jamás puede ser total; esto es, jamás puede la sombra de la Luna obscurecer todo el emisferio terrestre, por ser el semidiametro de la tierra, mayor que el de la penumbra Lunar, como consta de lo dicho; y esta fue vna de las circunstancias que hizieron milagroso el Eclypse de Sol, que sucedió en la muerte de nuestro Redentor, que su sombra ocupò toda la tierra. Para hallar, pues, la magnitud del Eclypse terrestre, la latitud del centro de la penumbra Lunar, ò latitud de la Luna, si igual (36.) se restará de la suma del

semidiametro aparente de la tierra ; esto es, de la paralaxe horizontal de la Luna, (32.) con el semidiametro de la penumbra Lunar , ò diametro aparente del Sol, (34.) y el residuo seràn los minutos deficientes, ò obscuros en el emisferio terrestre.

Si se quisieren expresar con digitos , se supondrà tener 24. el diametro de la tierra , por quanto visto desde la Luna , pareciera duplo del diametro de la Luna visto desde la tierra ; y se dira por regla de tres : Como los minutos que comprehende todo el diametro aparente de la tierra , con 24. así los minutos deficientes en la tierra , con los digitos del Eclypse. Todas estas operaciones se explicarán con sus exemplos en la Astronomia practica.

PROP. XXXIX. Problema.

Determinar el principio , el fin , y toda la duracion del Eclypse terrestre. fig. 110.

LA duracion del Eclypse terrestre , es todo aquel tiempo , que si desde la Luna mirassemos la tierra, veriamos en ella la sombra de la Luna. Sea , pues , AKE el emisferio terrestre visto desde la Luna , cuyo centro es C , por el qual passa la AB , que es el vestigio de la egyptica en la tierra : sea B el nodo , y BH el camino de la sombra Lunar ; en la qual exista dicha sombra primero en D , tangente à la tierra en I : exista despues en G , y suponiendo estar enteramente en la tierra , toquela en F ; y à lo ultimo , aviendo ya salido de la tierra , exista en H , tocandola en O. Tirense las rectas CID , CGF , CLH. Tirense del centro C el arco CP , perpendicular à la BH ; el qual se hallará por la regla de la Prop. 30. y sin error sensible se podrá suponer igual à la latitud de la Luna , ò de su igual la de la sombra, (35.) como haze el P. Dechaies. Esto supuelto,

Operacion. En el triangulo CPD rectangulo en P , es conocido el arco CP , y la hypothenusa CD , suma de los semidiametros CI de la tierra , y ID de la penumbra:

Lac 2

Luego se sabrà el arco PD , que seràn los minutos de grado corridos en la semiduracion del Eclypse , à quienes son iguales los de PH. Tambien en el triangulo CPG , rectangulo en P , conocido el lado CP , y la hypothenusa CG , que se sabe restando el semidiametro de la penumbra GF del semidiametro de la tierra CF : con esto se sabrà PG , que son los minutos de la semidetencion de toda la penumbra sobre la tierra , que duplicados , dãn los de toda la detencion. Estos minutos , que son de grados , se convertiràn en tiempo , segun el movimiento horario de la Luna al Sol , hallando por las Tablas el tiempo que corresponde al movimiento por aquellos minutos de grado ; y se tendrá el tiempo de la incidencia , el de la emerfion , y la duracion del Eclypse. Segun el P. Ricciolio , la duracion maxima , y minima , así de la penumbra , como de la sombra total sobre la tierra , es la siguiente.

Duracion del Eclypse de tierra.

Maxima, estando los Luminares Perigeos. | Min. estando los Lumin. Apog.

<i>Durac. de la Penumbra Lunar sobre la tierra.</i>	5. H. 52. m.	4. H. 30. m.
<i>Durac. de la sombra pura sobre la tierra.</i>	1. H. 52. m.	1. H. 45. m.

PROP. XL. Theorema.

La penumbra de la Luna ; solo passa por la mitad del emisferio terrestre. fig. 111.

SI estuviessimos en la Luna , y desde alli mirassemos la tierra al tiempo que padece Eclypse , singularmente si no distinguiessimos , ni aun por mayor las Provincias , nos pareceria que la sombra , ò penumbra Lunar corria todo el emisferio terrestre , porque la veriamos entrar

Cc 2

por

por la parte Occidental, y salir por la Oriental de dicho emisferio. Esto sin duda seria así, si estando fixo el Sol, no se moviese la Luna con otro movimiento mas que el proprio de Poniente à Levante; pero como así el Sol, como la Luna, se muevan al contrario de Levante à Poniente, se sigue, no descubriese siempre desde la Luna vn mismo emisferio de la tierra, si que sucesivamente en 24. horas se vãn descubriendo todos, mudandose de Levante à Poniente, passando al mismo tiempo la sombra de Poniente à Levante; de que se sigue, no correr esta todo el emisferio.

Que lo que corre la sombra, sea con poca diferencia la mitad del emisferio, se demuestra facilmente; para lo qual se ha de advertir, que así como el movimiento de la Luna se compone de dos, vno proprio de Poniente à Levante, y otro comun de Levante à Poniente: así el movimiento de su sombra en la tierra se compone de dos, vno de Poniente à Levante, y otro de Levante à Poniente.

Sea, pues, en la fig. III. ATV la tierra, y L la Luna, cuya sombra incide en la tierra. Es constante, que moviendose la Luna de Poniente P à Levante A, mientras passa la sombra de V à T, por exemplo, vn minuto, cuya medida es el angulo L, formado en la Luna, corre en la tierra el arco VT, cuya medida es el angulo TCV, formado en el centro C de la tierra; pero por ser TL 60. semidiametros de la tierra, es 60. vezes mayor que TC: Luego el angulo TCV, ò su medida el arco VT, es tambien 60. vezes mayor, que el angulo L de vn minuto, ò su medida el arco FE: Luego el arco TV, es 60. min. ò vn grado: Luego à vn minuto del movimiento proprio de la Luna, corresponde en la tierra el movimiento de la sombra vn grado de la misma tierra. Esto supuesto,

En correr la Luna con su movimiento proprio vn minuto, consume dos minutos de tiempo: Luego la sombra de la Luna, camina esse mismo minuto tambien en dos minutos de tiempo; pero à esse minuto correspon-

ponde en la tierra vn grado de circulo maximo terrestre, como hemos visto: Luego la sombra corre de Poniente à Levante con su movimiento proprio, vn grado de la tierra en dos minutos de tiempo; pero con el movimiento comun de Levante à Poniente corre la Luna, y por consiguiente, su sombra, 30. minut. en dos minutos de tiempo: Luego corre la mitad de vn grado: Luego con este movimiento corre la sombra la mitad de lo que correria con solo el movimiento proprio de Poniente à Levante, pero con solo este movimiento correria todo el emisferio en las 6. horas, que es lo mas que puede durar el Eclypse de tierra: (39.) Luego con el movimiento compuesto de ~~ambos~~ corre la mitad del emisferio; y aunque desde la Luna pareceria correr todo vn emisferio, por no distinguirse desde ella los emisferios terrestres como suponemos; pero en la realidad, el emisferio, en cuyo limite oriental fenece el Eclypse, es diferente de aquel, en cuyo limite occidental empezó; y está mas cercano à este cerca de vn quadrante, por aver caminado los luminare en las 6. horas de la duracion del Eclypse, vna quarta de circulo àzia aquel punto de Levante, donde el Eclypse de tierra tuvo su principio.

COROLARIO.

DE aqui se colige, que los habitadores de la tierra mas occidentales, vãn primero el Eclypse del Sol, que los mas orientales: en lo que parece tuvo alguna equivocacion el P. Dechales, lib.4. Astron. Prop.66. Corol.2. La razon es, porque siendo, como hemos visto, doblado mayor el movimiento de la sombra de Poniente à Levante, que el que la misma lleva de Levante à Poniente, se sigue, moverse absolutamente de Poniente à Levante; y por consiguiente, primero ocupa à los habitadores occidentales, que à los orientales: Luego aquellos descubren primero el Eclypse.

PROP. XLI. Problema.

Hallar la longitud, y latitud geographica del polo, ò centro del emisferio, alumbrado del Sol en qualquiera tiempo dado.

Operacion. El tiempo que ay desde la hora dada, hasta el medio dia, conviértase en grados, y minutos; y esto será la diferencia del Meridiano en que se halla entonces el Sol, y el Meridiano de la region del operante. Hallese tambien la declinacion de aquel grado de eclýptica, que entonces ocupa el Sol, y esta misma será la latitud geographica boreal, ò austral del punto que corresponde perpendicularmente al Sol, que contada desde la equinoccial en el Meridiano, en que se halla el Sol, dará el centro, ò polo del emisferio iluminado con su longitud, y latitud; y si dicho punto se pone en el Zenith de vn globo geographico, el Orizonte material señalará el limite de la iluminacion.

PROP. XLII. Problema.

Determinar aquel punto de la tierra, en quien cae el centro de la penumbra Lunar; y por consiguiente, en quien sucede el Eclýpse central del Sol, y de la tierra.

Operacion. 1. Hallese (41.) la longitud, y latitud geographica de aquel punto de tierra, á quien perpendicularmente corresponderá el Sol al tiempo del Novilunio verdadero; y como el Sol siempre corra por la eclýptica, es cierto, que aquel punto será el correspondiente al que posserá entonces en ella el Sol. Hallese la ascension recta de este punto. 2. Hallese tambien la distancia de el centro de la penumbra Lunar, de la eclýptica, que (35.) es igual á la latitud de la Luna, si se mide segun el angulo en que se ve desde la Luna la sobredicha distancia, ò en que desde la tierra se observa la latitud de la Luna; pero aora es preciso saber quantos gra-

grados incluya del circulo maximo de la tierra, lo que se conseguirá en esta forma: Supongamos, que la latitud de la Luna sea 25. min. y por consiguiente, que la distancia del centro de la penumbra á la eclýptica, se ve desde la Luna con angulo de 25. min. así como el semidiametro de la tierra, se ve con angulo de 63. min. y digase por regla de tres: Como 63. min. al seno total, así 25. min. al seno del angulo de 24. grados, y esta será la distancia del centro de la penumbra Lunar á la eclýptica. Con esto se tiene ya la longitud, y latitud de dicho centro.

3. Notese el sobredicho punto en vn globo celeste, y poniendole debaxo del Meridiano, se verá allí su ascension recta, y declinacion: esto es, se verá la diferencia de su ascension recta, de la que compete al punto de la eclýptica, que ocupa el Sol: supongamos, pues, que esta diferencia sea 15. grados al Levante: tomó, pues, en vn globo geographico, vn meridiano apartado del proprio de aquella region, 15. grados ázia Levante, y numerando en el desde la equinoccial tantos grados como ay en la declinacion hallada, se tendrá el centro de la penumbra al tiempo del Novilunio verdadero; y esse será el lugar en que sucederá el Eclýpse central del Sol. La ascension recta, y declinacion del punto sobredicho, dada su longitud, y latitud, se pueden hallar por Trigonometria, como se dixo en los Problemas del primer movil.

PROP. XLIII. Problema.

Hallar quantos grados ocupa la penumbra Lunar en la tierra. figura. 112.

Operacion. De AB, latitud de la penumbra, tomada en minutos, segun la prop. 35. que es igual á la latitud de la Luna, como allí dixe, restese el semidiametro BC de la penumbra, y el residuo será AC; añadale á la misma latitud AB el semidiametro mismo, y se tendrá la AD. Hecho esto, se harán dos reglas de tres: La primera: Como AE, semidiametro de la tierra, visto desde la

Luna, que es 63. min. al seno total, assi AC, al seno de un cierto arco que se reservará. Hagase aora la segunda regla de tres, diciendo: Como AE, al seno total, assi AD, al seno de un otro arco. Restese el primero de este segundo, y el residuo serán los grados de la tierra, que ocupa el diametro CD de la penumbra Lunar.

PROP. XLIV. Problema.

Hallar el lugar de la tierra, que ha de ser el primero, y el ultimo a quien toque el centro de la penumbra Lunar.

fig. 113.

Este Problema se puede resolver por Trigonometrias pero con mayor facilidad en vn globo geographico, en la forma siguiente.

Operacion. Supongase conocida la latitud de la Luna en minutos correspondientes al semidiametro terrestre, mirado desde la Luna, segun lo dicho en la prop. 36. Conviertase dicha latitud en grados de circulo maximo de la tierra, diciendo: Como 63. paralaxe orizonta de la Luna, al seno total, assi la latitud de la Luna, al seno del arco que corta el centro de su penumbra en la tierra. Hecho esto, el punto de ecliptica, en que se halla el Sol al tiempo del Novilunio, pongase en el Zenith del globo geographico, y sea el punto B, y será CFA el Orizonte, y la ecliptica sea BC. Del punto C, en que la ecliptica corta al Orizonte, cuentense hasta F tantos grados, como se hallaron corresponden en la tierra a la latitud de la Luna. Hallese por las reglas ordinarias la declinacion del punto F: y la diferencia de su Meridiano, al que passa por el punto B. Sabido, pues, a que punto de la tierra corresponde el punto B, en que se halla el Sol al tiempo del Novilunio, si se cuenta azia Levante la diferencia hallada de Meridianos, se tendrá el Meridiano del punto F, centro de la penumbra: y contando en el su declinacion hallada, se hará el punto que le corresponde en la tierra a dicho centro al principio del Eclypse: y de la misma suerte se hará el que le corresponde a lo ultimo.

PROP.

PROP. XLV. Problema.

Determinar en el globo terrestre, las regiones que han de ver el Eclypse, assi central, como parcial.

Operacion. Hallense (42.) en el globo geographico tres puntos principales, que ha de ocupar el centro de la penumbra: esto es, el primero, el medio en que existe al tiempo del Novilunio verdadero, y el ultimo: tirese por estos tres puntos vna linea, y todas las regiones por donde passare, verán el Eclypse central del Sol: y si esta sombra tuviere alguna crasficie, todas las regiones que ocupare, tendrán Eclypse total.

Tomese vn semidiametro y medio de la penumbra, y pongase desde el primer punto en que se ha de hallar su centro, azia Levante, y este será el lugar de la tierra, que verá el principio del Eclypse, y no mas, porque luego se le ocultará el Sol: y haziendo lo mismo en el ultimo punto en que se ha de hallar el centro de la sombra, colocando dicha distancia azia el Poniente, se tendrá la tierra, que solo puede ver su fin al salir el Sol. Tome se tambien el semidiametro de la penumbra, y passese desde la linea sobredicha, que passa por los tres centros, a vno, y otro lado de ella: y se tendrán señaladas todas las regiones, que verán el Eclypse de Sol; y la cantidad suya, segun se hallaren mas, o menos inmersas en la penumbra: con que se podrán determinar los digitos por la propof. 29.

COROLARIO. fig. 114.

De lo dicho en las proposiciones antecedentes, se colige, que el primero de todos, que puede ver el Eclypse de Sol, necessariamente le ha de ver al salir del Sol: y el ultimo que le puede ver, forzosamente le ha de ver al ponerse. Supongamos, que exista el Sol en A, con que el emisferio terrestre alumbrado, es BDC. El primero, pues, que puede ver el principio del Eclypse del Sol, es el que estuviere en el punto C, en el qual la penumbra Lunar toca al emisferio alumbrado, porque en ningun otro punto de la tierra se puede ver el Eclyp-

Eclipse, por no tocar en otro la dicha penumbra; pero dicho punto *C*, por ser del linde de la iluminacion, dista un quadrante del punto *D*, centro, ò polo de dicha iluminacion: Luego el Sol, que corresponde al punto *D*, dista un quadrante del punto *C*, ò de su Zenith *E*: Luego el Sol està en el Orizonte oriental, respecto del punto *C*, ò del primer habitador de la tierra, que puede ver el Eclipse. De la misma suerte se probarà aver de existir necessariamente en el Orizonte occidental, respecto del ultimo habitador de la tierra, que puede ver su Eclipse. Otras cosas omito tocantes à este punto, por no ser de mucha utilidad.

PROP. XLVI. Problema.

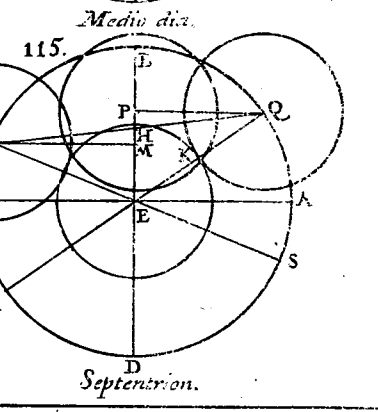
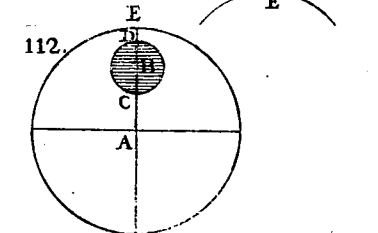
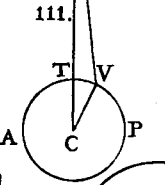
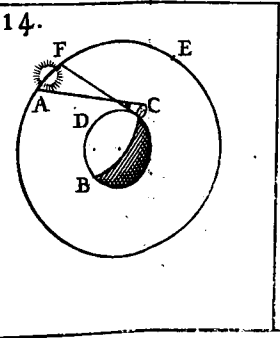
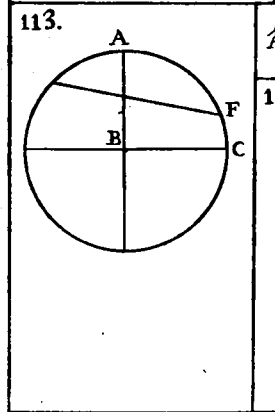
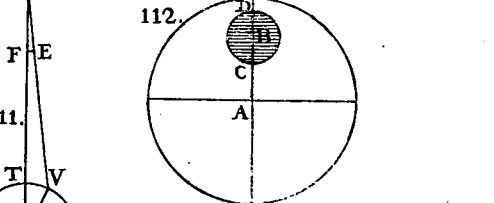
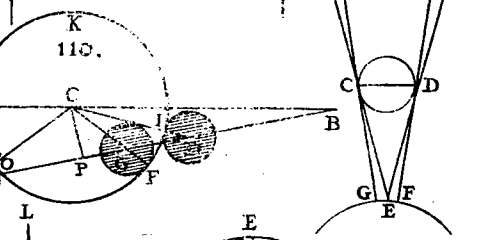
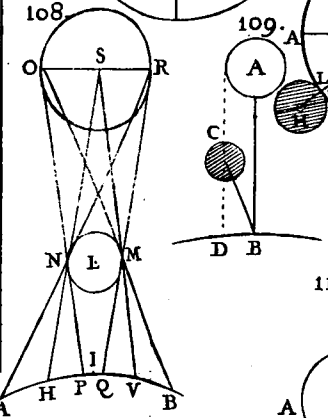
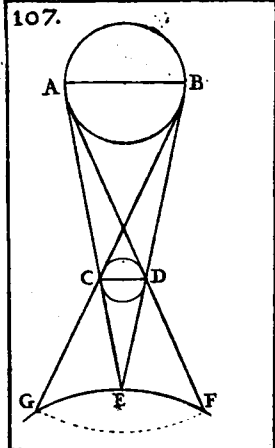
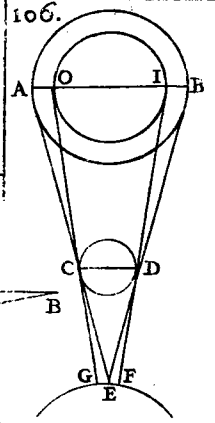
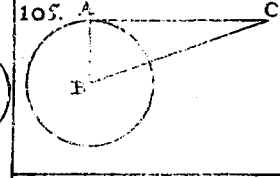
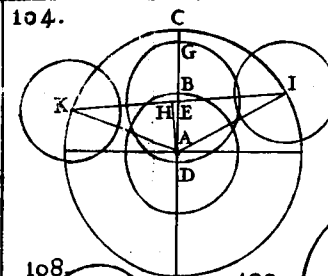
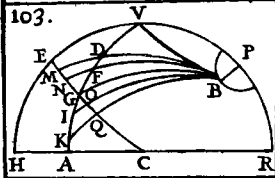
Describir el Mapa de qualquiera Eclipse de Sol.

figura 115.

EL modo antiguo, y regular de expressar en vn Mapa qualquiera Eclipse de Sol, es el siguiente.

Operacion. Del centro *E*, con el intervalo *EB*, igual à la suma de los semidiametros aparentes de los luminaires, que se suponen conocidos, describase, el circulo *BADC*, cuyo diametro *CA* representará la ecliptica, y *BD* vn arco de circulo de latitud perpendicular à ella. Desde el centro mismo *E*, con el intervalo *EK*, igual al semidiametro aparente del Sol, describase vn circulo, que representará al mismo Sol. Tengase tambien sabida la latitud que tendrá la Luna al principio del Eclipse, y colóquese desde *E* à *P*, supuesto que sea meridional; y saquese de *P* vna perpendicular à la *BD*, que çortará la periferia del circulo mayor en *Q*: y este será el punto en que se hallará el centro de la Luna al principio del Eclipse: hagase, pues, desde el centro *Q*, con la distancia *KQ*, igual al semidiametro aparente de la Luna, vn circulo, que representará la Luna.

Asimismo, se tendrá sabida la latitud vista de la Luna al fin del Eclipse, que se colocará de *E* à *M*, por suponerse tambien meridional. Tirese la *MG* perpendicular à la *BD*, y dará en el circulo mayor el punto *G*, donde



donde estará al fin del Eclypse el centro de la Luna, de donde se describirá otro circulo igual al primero, que allí la represente: Hecho esto, juntense los centros G, y Q de la Luna, con la recta GQ, y esta representará el camino de la Luna, que cortará en H al circulo de latitud, ó arco entre los centros; y así, hecho centro en H, se describirá otra vez la Luna con vn circulo igual à los primeros. Finalmente se tirarán las rectas QER, GES, que designen en R, y S, los lugares del Orizonte, opuestos à aquellos en quienes cae la sombra; y con esto queda hecho el Mapa, pero con sus imperfecciones; porque como la paralaxe de latitud de la Luna suela variarse mucho mientras dura el Eclypse, la linea que representa el camino de la Luna, no puede ser recta, si muy flexuosa, irregular, y curva; pero como esta mayor precision lleve mas trabajo, que utilidad, con razon se omite.

CAPITULO VI.

DEL MODO DE OBSERVAR LOS ECLYPSES, así de Sol, como de Luna.

LA observacion de los Eclypses, es vno de los principales medios con que la Astronomia ha establecido sus Theoremas, y el que siempre será el mas apreciable para conseguir la mas exacta averiguacion de los phenomenos celestos: Su execucion requiere sumo cuidado: el modo será el que explico en las proposiciones siguientes.

PROP. XLVII. Problema.

Observar vn Eclypse de Sol con sus principales circunstancias.

Operacion. Dispongase vn telescopio como de seis pies de longitud, que conste de dos lentes, ó entrambas convexas, ó vna convexa, y otra concava. Pre-
ven-

vengase tambien vna Tabla bien llana, y muy blanca, en la qual se describirá vn circulo de competente magnitud, con sus dos diametros perpendiculares entre sí: dividase vn semidiametro en seis partes iguales; y tirando por las divisiones otros circulos concentricos al primero, quedará dicho diametro dividido con ellos en 12. partes iguales. Esta Tabla se pondrá firme, y perpendicular al exe del telescopio, y enfrente de la lente ocular, pero de modo, que se pueda acercar, y apartar de ella segun conviniere.

Este instrumento así dispuesto, se colocará en vn quarto obscuro, donde entre la luz directa del Sol por vn agujero; y aplicando allí el telescopio, de forma, que reciba los rayos del Sol por el vidrio objetivo, y les remita por el ocular, venga à parar la radiacion en la Tabla sobredicha, donde se representará la imagen entera de el Sol, cuidando mucho no aya cosa alguna que lo impida. Vayase entonces apartando la Tabla, hasta que la imagen del Sol venga perfectamente à ajustarse al circulo mayor; y en aviendolo conseguido, refrimase la Tabla, de suerte, que no se pueda mover; bolviendose, como es preciso, el telescopio continuamente, para que vaya siguiendo al Sol.

Con esto se verá quando empieza el Eclypse, y como vá entrando la sombra, y amentandose por puntos; y al mismo tiempo se irá notando el lugar por donde entra; y segun fuere tocando la periferia de lo obscuro en los circulos concentricos, se verán allí los digitos obscurecidos en qualquiera tiempo de la incidencia, por ser cada vna de aquellas distancias vn digito: Así mismo se observará el medio del Eclypse, y los digitos de la obscuracion, como tambien la de la recuperacion de la luz, y fin del Eclypse; y señalando con vn alfiler muy delgado tres puntos en la periferia obscura, se sabrá despues por la regla ordinaria toda ella entera, y quedará conocido su diametro, que será el de la Luna, y juntamente el del Sol, que es el del circulo mayor de la Tabla; y con el cotejo de entrambos diametros, se sabrá su proporcion.

PROP.

PROP. XLVIII. Problema.

Observar un Eclypse de Luna.

El Eclypse de Luna, y sus circunstancias, se puede observar como el del Sol, segun dixen en la proposicion passada; pero por ser tan debil la luz de la Luna, jamás podrá expressarse tan fixamente su imagen en la Tabla, que con ella se puedan hazer exactas las operaciones, que hizimos en la del Sol; y por consiguiente, será la obscuracion muy incierta. El modo mas seguro, será tener prevenida vna delineacion puntual de la Luna, que llaman *Selenographia*, como la que trae el P. Ricciolio, y otros Autores; y tener juntamente bien conocidas sus maculas principales, y sabidos sus nombres.

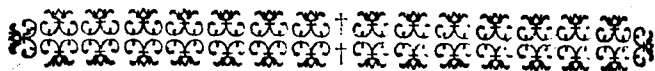
Prevenido esto, se observará la Luna, mirándola con vn telescopio de dos vidros convexos, largo como de 12. pies, con que se notará el principio, medio, y fin del Eclypse: advirtiendose así en su incidencia, como en su medio, y emerision, las maculas Lunares, por quienes passa la periferia de la sombra; notando cada vez tres de ellas, y distándolas à vn amanuense para que las vaya escribiendo; y señalando despues aquellos tres puntos en la *Selenographia*, se tirará por ellos vn arco de circulo, con lo qual se sabrán los digitos de la obscuridad en qualquiera tiempo de los sobredichos.

PROP. XLIX. Problema.

Observar el tiempo en que sucede el Eclypse, y sus intervalos.

Ajustese con el Cielo vn Relox de pendula, que expresse hasta los segundos, en la forma dicha en el Lib. 1. Prop. 65. y con este medio se observará el tiempo en que empieza el Eclypse, solo con que se sepan por el Relox los segundos de tiempo que huvieren pasado desde el punto en que pasó el Sol por el Meridiano, ò al-

alguna Estrella fixa , cuya ascension recta sea bien sabida, y averiguada hasta dicho principio : asimismo darà el Re-
lox el tiempo que passare desde el principio , hasta el me-
dio del Eclypse ; y de aqui , hasta el fin ; ù desde el princi-
pio, hasta la total obicuracion ; y desde esta, hasta el prin-
cipio de la recuperacion de la luz, y hasta el fin del Eclyp-
se : todo lo qual , es facil , solo es menester poner mucho
cuidado en los Eclipses Lunares , en no tomar la penum-
bra, y sombra espurea, por la total, y verdadera al princi-
pio , y fin del Eclypse , como ya en otra parte queda ad-
vertido.



LIBRO V.

DE LAS ESTRELLAS FIXAS.

Despues de aver tratado de los movimientos , y phe-
nomenos de los luminares , subimos à la especula-
cion de la Estrellas fixas , para que recibiendo de ellas
nueva luz , podamos registrar mejor los varios movimien-
tos de los Planetas menores. Llamanse *Estrellas fixas*, no
porque carezcan de movimiento, si por conservar siempre
entre si, y con la ecliptica vnas mismas distancias. La ma-
yor parte de los Problemas , que se pueden ofrecer en las
fixas, quedan ya resueltos en el Lib. 1. de este Tratado;
por lo que no serà menester repetir lo que alli se dixo.



CAPITULO I.

DE LA NATURALEZA , Y PROPIEDADES de las Estrellas Fixas.

PROP. I. Theorema.

Explicase la naturaleza , y lux de las Estrellas Fixas.

Digo lo primero , que las Estrellas fixas , son vnos
globos formados de vna innumerable multitud de
corpúsculos subtilísimos, que se mueven en si mis-
mos con vn movimiento tremulo, y acceleradísimos. Consta
ta de lo que segun nuestra hypothesi, de la composicion de
las cosas corporeas , dixe en el lib. 1. Prop. 1. de este Trá-
tado.

Digo lo segundo , que son las fixas globos totales ; esto
es, que todas sus partes tienen exigencia , propension , ò
peso àzia su proprio centro , puesto en medio de cada vna,
de la misma manera que en la tierra , y que en el Sol , y la
Luna, como consta de lo dicho en los Libros antecedentes.

Digo lo tercero , que las Estrellas fixas tienen luz pro-
pria , como el Sol , por constar ellas , como queda dicho,
de la misma materia que este Planeta. De este sentir son
muchos Autores , assi Astronomos , como Philosophos:
Macrobio in Somno Scipionis, cap. 19. Keplero, en la Thesi
25. y en la Optica ; Jordano Bruno , en el lib. de Infinito;
Galileo, en sus Dialogos ; Cartesio , part. 3. de los Princí-
pios Philosophicos ; Aguilonio, lib. 5. de la Opt. Prop. 8 r.
Cardano de Subtil. cap. 3. Antonio Maria de Rheita , pag.
177. Juan Bautista Ricciolio, lib. 6. Almag. cap. 2. num. 4.
y otros.

Pruebase 1. Porque la distancia del Sol à las fixas,
es tan grande , que visto desde ellas , no pareceria mucho
mayor que nos parecen à nosotros las fixas : Luego en
tanta distancia , no es capáz de darles aquella tan viva , y
bri-

brillante luz, como vemos, y admiramos en las fixas. 2. Porque si las fixas no resplandecieran con propria luz, si con la agena recibida del Sol, no seria su luz tan brillante, y viva, ni tan intensa, como se experimenta: porque ella es tal, que no siendo el diametro aparente de las fixas, por lo regular, mayor que el de los Satelites de Jupiter, ellas se descubren sin antejo de larga vista, y estos no; pero de esto no se puede dár otra razon, que por resplandecer los Satelites con la luz agena, y las fixas con propria. Luego la luz que tienen es de si mismas.

PROP. II. Theorema.

Dase la razon, por qué centellean las Estrellas Fixas.

ES tan manifesta la cintilacion en las Estrellas fixas, que ella sola basta para distinguir las de los Planetas, que solo centellean quando están cerca del horizonte. Los Autores han discurrido variamente en este punto: Muchos Peripatéticos con Aristoteles, lib. 2. de Cælo, atribuyen el centellear de las fixas à falacia de nuestra vista. Vitelio, Scheiner, Juan Bautista Benedicto, Blancano, y Bettino, citados por el Padre Ricciolio, lib. 6. Almag. cap. 2. num. 6. y asimismo el Padre Dechales, lib. 5. Astron. Prop. 3. lo atribuyen al movimiento de la Athmosphera, ù de los innumerables corpusculos, que andan como fluctuando por el ayre. Jordano Bruno, lib. 4. de Max. & immenso, cap. 8. y otros, juzgan ser la causa de la cintilacion un concitadísimo movimiento vortiginoso, que tienen las Estrellas fixas con el qual, ya se descubren vnas partes mas luminosas, y otras, que lo son menos. Otros acumulan diferentes causas de las referidas, como son Tycho, Keplero, Maffio, Escaligero, y otros, à quienes cita, y sigue el P. Ricciolio en el lugar citado, num. 7.

Para explicar mi sentir, digo, que el centellear de las Estrellas fixas, proviene del movimiento circular, y quasi vortiginoso, con que se mueven al rededor de su proprio centro: concurriendo tambien à lo mismo el movi-

miento vibratorio de los corpusculos que las componen. Que tengan el sobredicho movimiento vortiginoso, lo persuade el ser compuestas de la misma materia que el Sol; (1.) y teniendo este aquel movimiento vortiginoso, como lo manifiestan sus maculas, y faculas, como dixe en el lib. 2. no ay razon para que no se conceda tambien à las Estrellas fixas. Que este movimiento, à mas del vibratorio de las particulas, cause la cintilacion, se prueba, porque en fuerza suya aparecen diferentes partes de las Estrellas, vnas mas luzientes, y otras menos en alternacion succesiva: Luego en tanta distancia, han de parecer las Estrellas con aquellas brevísimas intercencias de luz. Baste esto para vn sentir probable, en cosas, que por tan distantes, gozan la exempcion de nuestras observaciones.

De aqui se colige la razon, por qué centellean los Planetas cerca del horizonte, y no en mayor altura; pero las fixas, en qualquiera altura, pero mas cerca del horizonte. La causa es, porque la fluctuacion de la Athmosphera, es tambien causa de la cintilacion: con que las fixas cerca del horizonte, tienen dos causas para ella, y los Planetas vna, que cessando en mayor altura sobre el horizonte, cessa en los Planetas toda cintilacion sensible; pero no en las fixas, por quedar en ellas otra causa, que es el movimiento vibratorio, y vortiginoso arriba dicho.

PROP. III. Theorema.

Señalase la razon de la diversidad de colores, que se observan en las Estrellas fixas.

EN las Estrellas fixas, como atestigua la experiencia, se ven diferentes colores: porque vnas son muy brillantes, como el Can mayor, y la Lira; otras algo obscuras; otras nebulosas, como las que están cerca del cingulo del Orion; otras ay de color bermejo, como es el corazon del Escorpion, Aldebaran, ò ojo de Toro, el Arcturo, Capella, la del ombro del Orion, y otras: pide se, pues, la causa de esta diversidad.

Respondo provenir, de que la materia de que se componen, no es tan pura, y homogenea en vnas Estrellas, como en otras: aquellas que solamente constan de las particulas sutiles, cuyo movimiento vibratorio dixe en la Optica causar la luz, son mas resplandecientes, y su resplandor es mas claro, y hermoso; pero otras que tienen mezclada otra materia menos apra para el movimiento sobredicho, son mas obscuras, por causar entre las luminosas algunas sombras pequeñas, que si llegan à formar aquella proporcion, y mixtura, que requiere el calor bermejo, ò azul, &c. hazen parezca de esse color la luz de las Estrellas. De lo que tenemos claros exemplos en la llama del Aguardiente encendido; y en las que se levantan de los metales en el crisol, que la mixtura de agenas particulas, con las de la llama, es causa, sea esta ya azul, ya bermeja, ya cenicienta, ò de otro color. La causa de que algunas Estrellas se ven nebulosas, y como metidas dentro de vna niebla, es, el ser vn agtegado de muchas, y muy menudas Estrellas, que en tanta distancia las confunde la vista; sino es que las mire con vn Telescopio, que entonces las descubren con distincion. Lo mismo dixe en el Trat. 22. ser la Galaxia, ò Via-Lactea.

CAPITULO II.

DEL MOVIMIENTO DE LAS ESTRELLAS Fixas.

DOs son los movimientos que se observan en las Estrellas fixas: El primero, es comun à todos los Astros, con el qual se mueven en 24. horas de Levante à Poniente, sobre los polos del mundo, ò de la equinoccial. El segundo, es de Poniente à Levante, sobre los polos de la ecliptica, con el qual se van apartando de la seccion vernal de la ecliptica con la equinoccial. Del primero, no ay cosa especial que advertir; pero

pero del segundo, conviene saber lo contenido en las proposiciones siguientes.

PROP. IV. Theorema.

Demuestrase el movimiento de las fixas de Poniente à Levante sobre los polos de la Ecliptica.

ES tan lento el movimiento de las fixas de Poniente à Levante, que no fue advertido de los primeros Astronomos, hasta que cotejando las observaciones de los mas antiguos, con las de los mas modernos, vinieron en su conocimiento, y fue como se sigue.

Timochares en el año 296. antes del Nacimiento de Christo, observò la Estrella, llamada *Espica Virginis*, en 22. grad. del signo de Virgo. Hyparcho, 128. años antes de Christo, la observò en 24. grad. de Virgo. Tycho Brahe, mil y setecientos años despues de Hyparcho, la observò en 18. grad. de Libra: Luego en 1868. años, se moviò la *Espica Virginis* 26. grad. de Poniente à Levante, ò segun el orden de los signos. Omito otras muchas observaciones semejantes, de las cuales se refieren algunas en la proposicion siguiente. Que este movimiento sea segun la ecliptica, ò sobre sus polos, se ha conocido con evidencia, por averse observado mudar las Estrellas fixas la declinacion, ò distancia de la equinoccial, conservando siempre vna misma latitud, ò distancia de la ecliptica.

PROP. V. Theorema.

Determinase quanto sea el movimiento annuo de las fixas segun longitud, y quanta su circulacion, ò periodo.

EN la determinacion de este movimiento, ha auido variedad entre los Astronomos: Hyparcho, y Ptolomeo juzgaron, que las fixas en 100. años andaban vn grado, con poca diferencia; y por consiguiente, para dar vna buelta al Cielo, gastaban 36000. años. A Ptolomeo

figuieron Alfragano, y Proclo: coligieron esta cantidad de movimiento, cotejando sus observaciones con las de Timochares.

Albategnio, à quien siguiò el Rey Don Alfonso, Augustino Riccio, Reinholdo, y otros, fue de sentir caminaban las fixas vn grado en 66. años; y toda la periodo en 23760. años, moviendole cada año 55. segundos.

Tycho Brahe afirmó caminar las fixas cada año 51. segundo, lo que coligió cotejando sus observaciones con las de Copernico; porque Copernico observò en el año 1515. la Espica Virginis en 17. grad. 3. min. 30. seg. de Libra; y Tycho el año 1585. la hallò en 18. grad. 3. min. de Libra: Luego en 70. años caminò vn grado, menos 30. seg. Tambien Hyparcho, 128. años antes de Christo, observò al regulo, ò corazon del Leon en 29. grad. 50. min. de Cancer. Tycho le observò en el año 1585. en el grado 24. 5. min. de Leon: Luego en 70. años, y dos tercios, caminò dicha Estrella vn grado, como se puede sacar por cuenta.

Por esta variedad de observaciones, juzgaron muchos Astronomos, y entre ellos el Padre Clavio, Copernico, Longomontano, y otros, que el movimiento de las fixas, no era igual, si desigual, y anomalo; siendo assi, que la variedad sobredicha, se debe atribuir mas à la poca exaccion de las observaciones de Timochares, y otros antiguos, que à la inconstancia del movimiento de las Estrellas. Vease lo que en este punto dixe al fin del Libro 2.

De los sobredichos Astronomos, quien mas se acercò à la verdad, fue Tycho Brahe; pero el Padre Ricciolio en el Lib. 6. del Almagesto, cap. 16. fundado en diligentes obervaciones, afirma ser el movimiento annuo de las fixas 50. segundos: con que gastan 72. años en correr vn grado; y en todos los, 360. de vn circulo, 25920. años. Las principales observaciones en que se funda, son las siguientes.

Timochares, 296. años antes de Christo, observò la

Espica Virginis en 22. grad. 20. min. de Virgo. El mismo, 12. años despues, la hallò en 22. grad. 30. min. Luego si en 12. años camina 10. min. en 72. caminarà 60. min. que es vn grado. Pero este intervalo es muy corto; y assi, se necesita de observaciones mas distantes.

El Padre Ricciolio, al fin del año 1644. observò la Espica Virginis en 18. grad. 54. min. 20. seg. de Libra: Luego en 1940. años, que passaron de la primera observacion de Timochares, hasta la sobredicha, caminò 26. grad. 34. min. 20. seg. que partidos por el sobredicho numero de años, sale el movimiento annuo 49. seg. 26. terc. De la segunda obervacion de Timochares, à la misma de Ricciolio, passaron 1928. años, en que corriò la Estrella 26. grad. 24. min. 20. seg. de que se infiere su movimiento annuo 49. seg. 18. terc. Pero porque como ya notò Ptolomeo, son muy sospechosas las observaciones de Timochares, se valiò de otra el Padre Ricciolio; como se sigue.

Hyparcho, en el año 128. antes de Christo, observò el Regulo en 29. grad. 50. min. de Cancro, à que se han de añadir 30. min. por la refraccion que omitiò Hyparcho: con que el Regulo estaba entonces en 0. grad. 20. min. de Leon. El Padre Ricciolio año 1644. completo, le hallò en 24. grad. 55. min. 20. seg. de Leon: Luego en 1772. años, caminò 24. grad. 35. min. 20. seg. esto es, 88520. seg. que partidos por 1772. años, viene el movimiento annuo muy poco menos de 50. seg.

Albategnio, el año 879. despues de Christo, observò al Regulo en 14. grad. de Leon: y añadidos 30. min. por la refraccion que omitiò, se hallaba en 14. grados, y 30. min. Ricciolio observò la misma Estrella el año completo 1644. en 24. grad. 55. min. 20. seg. de Leon: con que en 766. años caminò 10. grad. 25. min. 20. seg. esto es, 37520. seg. que partidos por 766. dan el movimiento annuo cerca de 49. seg. Asimismo, si se coteja la observacion de Hyparcho con la de Albategnio, en intervalo de 1006. años, se hallará aver caminado el Regulo 14. grad. 10. min. esto es, cada año 50. seg. 42. terc.

Otras observaciones semejantes à estas , se pueden ver en el Padre Ricciolio.

De todas se colige , que el movimiento annuo de las Estrellas fixas , ò es 50. segundos , como quiere el Padre Ricciolio , ò 51. segundos , como siente Tycho. Felipe de la Hire en sus Tablas , pone el movimiento annuo 50. seg. 45. terc. y en 100. años , andan 1. grad. 24. min. 35. seg. y toda la circulacion , ò periodo , la hazen en 25537. años , con poca diferencia.

PROP. VI. Theorema.

Determinase la cantidad del año Sydereo.

EL año Sydereo , como dixe en el lib. 2. prop. 33. es el tiempo que gasta el Sol , desde que está en vn mismo Meridiano con vna Estrella fixa , hasta bolver à estár con ella en vn mismo Meridiano , ò circulo de longitud. El año Sydereo , como consta del lugar citado , es algo mayor que el año Tropico , ò Equinoccial : porque si las fixas no tuviesen movimiento annuo , es constante no avria diferencia alguna , entre el año Tropico , y el Sydereo , porque al mismo tiempo en que el Sol apartandose de vna Estrella fixa , concluiria toda la ecliptica , bolveria al Meridiano , juntamente con la misma Estrella ; pero porque en el espacio de vn año se mueven las fixas àzia Levante 50. seg. 45. terc. es preciso , que despues de aver concluido el Sol toda la ecliptica , le falten à correr 50. seg. 45. terc. para alcanzar la Estrella sobredicha. De que se infiere , que el año Sydereo excederá al año Tropico , en aquel tiempo que ha menester el Sol para correr con su movimiento proprio aquellos 50. seg. 45. terc. Y como para correrles aya menester el Sol 20. min. 34. seg. 11. terc. se sigue , que el año Sydereo , excede al Tropico en essa cantidad. Siendo , pues , el año Tropico 365. dias , 5. hor. 48. min. 48. seg. 40. terc. luego si se añaden los 20. min. 34. seg. 11. terc. ferá la cantidad del año Sydereo , 365. dias , 6. hor. 9. min. 22. seg. 51. terc. que es casi la misma que se determinò en el lib. 2. prop. 68.

CAPITULO III.

DE LA LONGITUD , LATITUD , ASCENSION recta , y declinacion de las Estrellas Fixas.

Longitud de vna Estrella , es su distancia del primer punto de Ariete , segun el orden de los signos : numerase en la ecliptica , y se determina en ella con vn circulo de latitud , que passa por los polos de la ecliptica , y por la Estrella. *Latitud de la Estrella* , es su distancia de la ecliptica , la qual se cuenta en el circulo de latitud sobredicho. *Declinacion de vna Estrella* , es su distancia de la equinoccial , que se numera en vn circulo maximo , que passa por los polos de la equinoccial , y por la Estrella , que por esso se llama *circulo de declinacion*. *Ascension recta de vna Estrella* , es el arco de equinoccial que ay desde el primer punto de Ariete , hasta aquel que sale con la Estrella en la esfera recta. Y como el meridiano , y qualquiera circulo horario , sea vn horizonte de la esfera recta , se determina , y conoce por el la ascension recta. Consta todo esto del lib. 1. de este Tratado , en el qual se resolvieron diferentes Problemas tocantes à las fixas ; y assi , bastará poner aqui los siguientes.

PROP. VII. Problema.

Observar la ascension recta de vna Estrella , por su distancia de vno de los Planetas superiores.

EL mejor modo de observar la ascension recta de vna Estrella , es por la enumeracion del tiempo , el qual queda explicado en el lib. 1. Prop. 65. A mas de este , ay otros modos , que omito por su poca precision ; solo añado el siguiente , que averigua la ascension recta , por la distancia observada de la Estrella à vno de los Planetas superiores , y es como en este exemplo.

El Padre Ricciolio en la noche precedente al dia 15. de Agosto observò la ascension recta de la Estrella luciente de Ariete , y de la Aldebaran por Jupiter , quando estava à un quasi estacionario , para que su movimiento proprio fuesse entonces insensible. La serie de operaciones que hizo , y se han de hazer en semejantes observaciones , es la siguiente.

	G.	M.	S.
1. Altura de Jupiter , observada en el Meridiano	53.	50.	30.
2. De ella se infiere la declinacion boreal de Jupiter	8.	20.	0.
3. Latitud austral verdadera de Jupiter , en que concuerdan todas las Tablas	1.	28.	0.
4. De aqui se saca el lugar verdadero de Jupiter en Aries	24.	34.	0.
5. Y por consiguiente , la ascension recta de Jupiter	23.	43.	28.
6. Distancia tomada de Aldebaran à Jupiter	39.	53.	0.
7. Declinacion boreal de Aldebaran observada	15.	44.	25.
8. Distancia de la lucida de Ariete à Jupiter	13.	43.	0.
9. Declinacion boreal , observada de la lucida de Ariete	21.	45.	36.
10. De estas cosas se saca la diferencia ascensional entre Jupiter occidental , y la lucida de Ariete	3.	5.	32.
11. Diferencia ascensional de Jupiter occidental , y Aldebaran	40.	10.	10.
12. Luego la ascension recta de la lucida de Aries	26.	49.	08.
13. Y la ascension recta de Aldebaran	63.	53.	38.
14. Al fin del año 1644. ascension recta de la lucida	26.	50.	8.
15. Al fin del año 1644. ascension recta de Aldebaran	63.	54.	47.

El

El modo de observar las declinaciones de las fixas , queda explicado en el lib. 1. Prop. 58.

PROP. VIII. Problema.

Conocida la ascension recta de una Estrella fixa , hallar las de todas las demàs. Fig. 116.

LA resolucion de este Problema , consiste en hallar las diferencias de las ascensiones rectas , porque añadidas , ò restadas estas diferencias de la ascension recta conocida , se saben todas. Estas diferencias de ascensiones rectas , se pueden saber de diferentes modos.

Modo 1. Midase con vn Relox de pendula el tiempo que intercede entre el transito por el Meridiano de vna Estrella fixa , cuya ascension recta esté bien sabida , y el transito de otra ; y se tendrá con esto la diferencia de sus ascensiones rectas en la forma dicha , lib. 1. Prop. 65. Esta diferencia añadase à la ascension de la Estrella conocida , si esta fuere mas occidental , ò restese si fuere mas oriental , y la suma , ò resta , será la ascension recta que se desea.

Modo 2. Tengase conocida la declinacion de entrambas Estrellas por la Prop. 58. lib. 1. ò por otro camino : observese por dos observadores à vn mismo tiempo la altura de las dos Estrellas , y con esto se hará la diferencia de sus ascensiones rectas , como se sigue. Exista la vna Estrella en C , y la otra en B , y como se suponga conocida la declinacion de la Estrella C , es conocida su complemento , que es el arco AC , distancia de la Estrella al polo. Tambien por ser conocida su altura EC , se sabe su complemento CD ; y como sea tambien conocido el arco DA , complemento de la altura de polo , son conocidos los tres lados del triangulo ADC : Luego por Trigonometria se hará el angulo DAC. Asimismo en el triangulo BAD , son por la misma razon conocidos sus tres lados , con que se hará el angulo BAD. Restese el angulo CAD de BAD , y restará el angulo CAB , diferencia de las ascensiones rectas : con que sabida

bida la vna, se sabe la otra, como en el Modo 1.

COROLARIO.

S Abida la ascension recta de las Estrellas, ò su distancia en la equinoccial desde el primer punto de Arie, y sabida su declinacion, se pueden colocar las Estrellas en sus propios lugares, assi en los globos celestes, como en los Planisferios, y descriuir juntamente las figuras de las constelaciones. Pero es menester advertir, que por el movimiento tardo de las Estrellas, segun longitud, sobre los polos de la ecliptica, al passo que se varia la longitud, se varian tambien sus ascensiones rectas, y declinaciones; pero su latitud, ò distancia de la ecliptica, es siempre la misma.

PROP. IX. Problema.

Dada la ascension recta, y declinacion de vna Estrella, y la obliquidad de la ecliptica, hallar su longitud, y latitud.
figur. 117.

S Ea ABCD el coluro de los solsticios; en el qual sea B el polo boreal, y D el austral de la equinoccial A&C. Sea en el mismo coluro el punto G, polo de la ecliptica E&F, y será BG distancia de los polos de la equinoccial, y ecliptica; esto es, 23. grad. 30. min. Esto supuesto,

Si la ascension recta, conocida de la Estrella, es 90. grad. su longitud será el principio de Cancro; y el mismo coluro será circulo de su declinacion, y de su latitud. En este caso si la Estrella estuviere en A sin declinacion alguna; su latitud austral, será EA, igual à la obliquidad de la ecliptica. Si estuviere en E con la declinacion AE, igual à la obliquidad de la ecliptica, carecerà de latitud. Si estuviere en I con la declinacion boreal AI, menor que la obliquidad de la ecliptica, se restará la declinacion conocida AI, de la obliquidad de la ecliptica, y el residuo EI, será su latitud austral. Si la Estrella estuviere en K con la declinacion boreal AK, mayor que la obliquidad de la ecliptica, se restará esta de la

la declinacion AK de la Estrella, y el residuo EK, será su latitud boreal. Finalmente, si estuviere en O con la declinacion austral AO, se añadirà esta à la obliquidad de la ecliptica, y la suma será la latitud austral EO.

Estos mismos casos pueden suceder quando la ascension recta fuere 270 grad. porque entonces estará la Estrella en el principio de Capricornio. Otros muchos casos pueden suceder, diferentes de los sobredichos, cuya resolucion se colegirá de la que se dà à los dos siguientes.

Hallese vna Estrella en V, sin declinacion alguna: tirese por ella de vno de los polos de la ecliptica, como de H, el arco de latitud HVX, y quedara formado el triangulo VX& rectangulo en X: en el qual se sabe el angulo &, que es la obliquidad de la ecliptica; y la hypothenua V&, que es la ascension recta dada: Luego se sabrà la longitud &X, y la latitud VX.

Supongamos se halle la Estrella en P, cuya ascension recta sea L&, determinada por el arco de declinacion BPL tirado por la Estrella: con que será tambien conocido el arco LA, complemento de la ascension recta al cuadrante, y asimismo su medida el angulo ABL: y restándole à este de 180. grad. se tendrá conocido el angulo PBG. Tirese por la Estrella P el arco de latitud GPQ, y en el triangulo PBG será conocido el angulo B: el lado BG, distancia de los polos 23. grad. 30. min. y BP complemento de la declinacion boreal PL: Luego se sabrà la basa PG, que es el complemento de la latitud boreal PQ. Asimismo se sabrà el angulo BGP, à quien mide el arco de la ecliptica EQ, cuyo complemento al cuadrante, será Q&, longitud que se pide.

Si el lado opuesto al angulo B, fuere 90. grad. como lo es el arco GR, la Estrella no tendria latitud, y su longitud seria el arco R&, complemento del arco conocido RE, ò del angulo RGB su medida. Finalmente, si dicho arco opuesto al angulo B fuere mayor que 90. grad. como lo es GS, la Estrella estaria en S; y el exceso sobre 90. grad. que es el arco ST, seria su latitud austral;

tral ; y su longitud el arco T& , complemento de TE , como conocido por su medida el angulo SGB. Todos estos casos son posibles en los demas quadrantes.

PROP. X. Problema.

Dada la distancia de vna Estrella à otras dos , cuya longitud , y latitud sean conocidas ; y asimismo , su distancia mutua , hallar la longitud , y latitud de dicha

Estrella. fig. 118.

Este Problema es de mucha utilidad , por servir tambien para los Planetas , con que solo se observe la distancia del Planeta à dos Estrellas , cuya longitud , latitud , y distancia mutua sean conocidas. Sea , pues , B el polo boreal ; y A el austral de la ecliptica , cuyo arco es EC : y sean tres semicirculos de latitud los arcos BEA , BHA , y BCA. Esto supuesto , resolverè los casos siguientes , de que se podrá inferir facilmente la resolucion de otros que se pueden ofrecer.

Caso 1. Exista vna Estrella en D , cuya distancia DG de la Estrella G , sea observada ; y tambien la distancia DF de la Estrella F : y entradas Estrellas G , y F tengan latitud boreal conocida : con que será conocida la latitud HG , y su complemento GB ; y la latitud FC , y su complemento FB ; y juntamente la distancia GF : y por la diferencia de las longitudes de las Estrellas G , y F , se sabe el arco HC , ò su medida el angulo HBC : Luego en el triangulo DGF , dados los tres lados , que son las tres distancias sobredichas , se hallará el angulo DGF. Y en el triangulo BGF , como sea dada la distancia FG , y FB , complemento de la latitud , y el angulo GBF , ò HBC , se hallará el angulo BGF. Juntese este con el hallado DGF , y la suma restese de 360. grad. y el residuo será el angulo DGB. Con que en el triangulo DGB , es conocido el angulo DGB , y la distancia DG , y el complemento de latitud GB : Luego se sabrà la basa DB , que es el complemento de latitud de la Estrella D : asimismo se sabrà el angulo GBD , diferencia de longitud , que se

se añadirà à la longitud de la Estrella G , si esta es mas occidental ; ò se restará , si fuere mas oriental ; y la suma , ò residuo , será la longitud de la Estrella D.

Caso 2. Sea F la Estrella , cuya longitud , y latitud se busca ; y las otras dos Estrellas sean D , y G. En el triangulo DGF , se saben las tres distancias : Luego se sabrà , como antes , el angulo DGF ; y en el triangulo DBG , como sea conocida la distancia DG , y el complemento DB de la latitud , y el angulo DBG , diferencia de longitud de D , y G , se sabrà el angulo DGB. Sumese este con el angulo DGF , y restese la suma de 360. grad. y será conocido el angulo BGF. Conocido , pues , este angulo en el triangulo BGF , y tambien el complemento de latitud GB , y la distancia GF , se hallará la basa BF , complemento de la latitud de la Estrella F ; y el angulo GBF , medida del arco HC , que añadido , ò quitado , como antes , à la longitud de la Estrella G , será conocida la longitud de la Estrella F.

Caso 3. Exista la Estrella por quien se trabaja en G , y las otras dos en D , y F. Primeramente en el triangulo DGF , dadas las tres distancias , se conocerà el angulo DFG. Despues en el triangulo DBF , dados los tres lados ; esto es , la distancia DF , y DB , y FB , complementos de las latitudes , ò tambien dado el angulo DBF , diferencia de sus longitudes , se hallará el angulo DFB. Restese de este el angulo hallado DFG , y el residuo será el angulo GFB ; con el qual , en el triangulo GFB , y con la distancia GF , y con el complemento BF de latitud , se hallará el lado BG , complemento de la latitud de la Estrella G ; y tambien el angulo GBF , medida del arco HC , diferencia de longitud , que restada de la longitud de la Estrella F , dará la de la Estrella G.

Caso 4. Exista la Estrella por quien se trabaja en D , y las otras Estrellas conocidas , existan ; la vna en G , àzia el Norte ; y la otra en K , àzia el austro. En el triangulo DGK , conocidos los tres lados , que son las tres distancias , se sabrà el angulo DGK. Despues en el triangulo GKB , conocida la distancia GK , y el lado BK , que es el

agregado de la latitud CK, y el cuadrante BC; y sabido tambien el angulo GBK, ò HBC, diferencia de las longitudes de las Estrellas G, y K, se sabrà el angulo BGK: sumese este con el DGK, y restese la suma de 360. grados, y se sabrà el angulo DGB: con el qual, en el triangulo DGB, y con la distancia DG, y el complemento BG de latitud, se hallará la basa BD, complemento de la latitud de la Estrella D; y el angulo DBG, diferencia de longitud, que restada de la longitud de la Estrella G, dà la de la Estrella D.

Caso 5. Exista la misma Estrella en G, y la vna de las conocidas estè en D al Septentrion, y la otra en K al austro. En el triangulo DAK, conocido el angulo A, diferencia de las longitudes conocidas, y la distancia DK, y el complemento AK de latitud, hallese el angulo KDA. Despues en el triangulo DGK, conocidas las tres distancias, se hallará el angulo GDK: sumese con ADK, y la suma restese de 180. grados, y quedará sabido el angulo BDG: con el qual, en el triangulo DGB, y con la distancia DG, y el complemento DB de latitud, se hallará la basa BG, complemento de latitud de la Estrella G, y el angulo DBG; medida de la diferencia de longitud, que sumada con la de la Estrella D, se tiene la longitud de la Estrella G.

Caso 6. Exista la Estrella en D, y las otras dos tengan vna misma longitud, pero la latitud de la vna sea austral en K, y la de la otra boreal en F: En el triangulo DFK, se saben las tres distancias DF, DK, y la FK, distancia, ò agregado de las latitudes de las Estrellas F, y K: con que se hallará el angulo DFK, que restado de 180. dà el angulo DFB en el triangulo DFB, en quien es conocida la distancia DF, y el complemento BF de latitud: Luego se hallará la basa DB, complemento de latitud de la Estrella D; y el angulo DBF, diferencia de longitud: que añadida à la de las Estrellas F, y K, si es mas oriental; ò restada, si mas occidental, se tiene la longitud de la Estrella D. En esta forma se pueden resolver otros casos.

Esto

Estos Problemas bastan para la construccion de las Tablas, en que se contienen las longitudes, y latitudes de las fixas, para un cierto, y determinado tiempo, por variarse las longitudes, aunque no las latitudes. Con todo añado los Problemas siguientes por ser faciles, y en sus casos de mucha utilidad.

PROP. XI. Problema.

Dada la longitud, y latitud de vna Estrella fixa, hallar su ascension recta, y declinacion.

Queda resuelto en el lib. 1. Prop. 87. y 88. de este Tratado.

PROP. XII. Problema.

Dada la longitud, y declinacion de vna Estrella, y la distancia de los polos, hallar su latitud, y la ascension recta.
figur. 117.

Exista vna Estrella en P, y el complemento de su conocida declinacion sea BP: la distancia de los polos de la equinoccial, y ecliptica, es BG: y porque se sabe la longitud de la Estrella, se sabe tambien su distancia EQ del principio de Cancro, por ser en este caso la longitud no mayor de 180. grad. porque si fuesse mayor, se atenderia al principio de Capricornio: con que tambien es conocido el angulo PGB: Luego con estos tres datos, en el triangulo PBG se hallará la basa PG, complemento de la latitud de la Estrella, y el angulo PBG, medida del arco de equinoccial LC. Quitese de este arco el cuadrante C&, y el residuo L& será la ascension recta de la Estrella, supuesto que estè en el primer quadrante: porque estando en el segundo, se restaria L& de 180. y el residuo seria la ascension recta. El triangulo de que vsariamos en el segundo quadrante, es BGZ, estando la Estrella en Z.

PROP.

PROP. XIII. Problema.

Dada la ascension recta, y longitud de una Estrella, y la distancia de los polos, hallar su declinacion, y latitud.

figur. 117.

EN la misma figura exista la Estrella en P: con que en el triangulo BPG, dada la distancia BG de los polos, y por la ascension recta el angulo PBG, y por la longitud el angulo BGP, segun la distancia de los puntos equinociales, ò solsticiales: luego se hallará BP, complemento de la declinacion, y GP complemento de la latitud, que restados de 90. grad. se sabrá la declinacion, y latitud: y así en los demás casos.

PROP. XIV. Problema.

Dada la ascension recta, y latitud de una Estrella, y la distancia de los polos, hallar su longitud, y declinacion.

figur. 117.

EN la misma figura, exista la Estrella en P. Y en el triangulo PBG, dado el lado BG, distancia de los polos; y GP, complemento de la latitud: y conocido por la ascension recta el angulo PBG, por la distancia tomada en la equinoccial de los puntos solsticiales, ò equinociales, se sabrá BP, complemento de la declinacion: y el angulo PGB, argumento de la longitud; y así en los demás casos.

PROP. XV. Problema.

Dada la latitud, declinacion de la Estrella, distancia de los polos, y sabido el quadrante à quien pertenece la Estrella, hallar su longitud, y ascension recta.

figur. 117.

Supuesto que exista la Estrella en P, en el triangulo PGB se sabe la distancia de los polos BG, el complemento de latitud GP, y el complemento de declinacion

cion BP: Luego se sabrá el angulo en B, polo del mundo, que es el argumento de la ascension recta; y tambien el angulo en G, polo de la ecliptica, que es el argumento de longitud; y así en los demás casos.

PROP. XVI. Problema.

Hazer las Tablas del movimiento de las Fixas; de su ascension recta, declinacion, y latitud; y el modo de usar de ellas.

POR el movimiento lento con que las Fixas se mueven de Poniente à Levante, es preciso se vaya mudando continuamente su longitud segun la ecliptica; y por consiguiente tambien su ascension recta, segun la equinoccial, y su declinacion: solo su latitud, ò distancia de la ecliptica es invariable, como consta de lo dicho. De aqui se sigue, que la longitud, ascension recta, y declinacion que se pone en las Tablas, es solo precisa para aquel tiempo à que se fabrican; pero para hallar estas cosas con precision en otro qualquiera tiempo, se dà tambien su remedio, como luego dire.

1. Se determina, y prefige el lugar de las Fixas à vna Epòcha determinada, viàdo para ello de legitimas, y diferentes observaciones; y así, en la Tabla 1. se hallan los lugares, ò longitud de algunas Fixas para el año 1700. completo; y en la Tabla 2. se contiene la latitud de las mismas, que como tengo dicho, es invariable:

2. La cantidad del movimiento annuo de las Fixas, determinada por las reglas dadas, se señala en los años completos, y extensos, como se ve en la Tabla 3. y asimismo el competente à los meses.

3. Por la longitud, y latitud de las Estrellas fixas, se infiere por las reglas dadas, su ascension recta, y declinacion para el mismo tiempo, para el qual se determinò su longitud en la Tabla 1. y son las contenidas en la Tabla 4. y 5. donde se hallan tambien las diferencias, así de las ascensiones rectas, como de las declinaciones

competentes à 10. años , que sirven para lo que luego diremos.

El uso de las Tablas es el siguiente. Para tener la longitud de vna Estrella en vn tiempo dado, se tomará de la Tabla 1. la longitud que alli se le señala para el año 1700. completo: Luego de la Tabla 3. se tomará el movimiento correspondiente à los años completos, que han corrido despues del de 1700. y asimismo el de los meses; y la suma de todo, será el lugar, ò longitud de la Estrella para el tiempo que se pide. Si el tiempo dado precediere al de 1700. se restará de la longitud de este el movimiento correspondiente à los años precedentes al de 1700. inclusive; y el residuo será el lugar de la Estrella, que se desea.

Exemplo. Quiere se saber el lugar que tendrá el Regulo segun su longitud en el año 1715. à primeros de Julio. Si gase la regla, y se hallará lo siguiente.

Longitud del Regulo.	G.	M.	S.
Año 1700.	25.	42.	20. de Leon.
Años. 14.		11.	50.
Junio compl.			25.
<hr/>			
Lugar del Regulo.	25.	54.	35.

Para hallar la ascension recta de vna Estrella para vn tiempo dado despues del año 1700. se tomara la diferencia de 10. años, que en la Tabla 4. se señala en correspondencia de dicha Estrella, y se hará vna regla de tres, diciendo: Si 10. años dan la diferencia sobredicha, que daran los años corridos, y completos despues del año 1700. y el quarto termino que saliere, se añadirá à la ascension recta, que à la Estrella se le señala en la Tabla; y con esto se tendrá la ascension recta de la Estrella.

Exemplo. Pide se la ascension recta de la Luciente de la Lyra para el año 1714. completo. La diferencia de 10. años, que le señala la Tabla, es 5. min. 0. seg. Digo, pues:

pues: Si 10. años dan 5. min. luego 14. dan 7. min. que añadidos à la ascension recta que le compete en la Tabla à la dicha Estrella, que es 276. grad. 43. min. 20. seg. dan la ascension recta, que tendrá al tiempo dado 276. grad. 50. min. 20. seg.

Si el tiempo dado fuere antes del año 1700. se obrará de la misma manera; pero la diferencia hallada por la regla de tres, se avrá de restar de la ascension recta de la Tabla.

Exemplo. Quiere se hallar la ascension recta, que tenia la Luciente de la Lyra el año 1694. al principio del año. Desdese tiempo, hasta el año 1700. inclusive, van 7. años. Digo, pues: Si 10. dan 5. luego 7. dan 3. min. 30. seg. que restados de la ascension recta, que en la Tabla se le da à la Estrella, queda la que tenia al tiempo dado, que es 276. grad. 39. min. 50. seg.

Si en el tiempo dado, à mas de los años completos, huviese meses, se reduciria todo el tiempo à meses, y se haria la misma regla de tres.

Con esta misma regla se halla tambien la declinacion de las fixas para qualquiera tiempo dado, viendo para la regla de tres de la diferencia de declinacion que la Tabla 5. expressare: añadiendo, ò restado de la declinacion que la Tabla señala à la Estrella, lo que resultare de la regla de tres, segun lo mandare la dicha Tabla 5. solo se ha de advertir, que si el tiempo dado fuere antes del año 1700. se ha de observar en la suma, ò resta, lo contrario à lo que dice la Tabla.

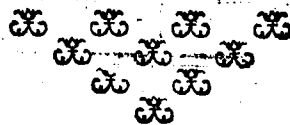


TABLA I.

De la longitud de las principales Fixas de nuestro emisferio, para el año 1700. completo.

Nombres de las Fixas.	Longitud.			Signos.	Mag.
	G.	M.	S.		
Primera de Aries.	29	1	0	Aries	4
Luciente de Aries.	3	28	40	Taurus	3
Aldebaran.	5	36	20	Gemi.	1
Rigel, pie del Orion.	12	38	15	Gemi.	1
Auriga Capella.	17	40	52	Gemi.	1
Polar.	24	23	31	Gemi.	2
Ombro figuient. del Orion.	24	34	2	Gemi.	1
Can mayor.	9	7	33	Cancer	1
Can menor.	21	41	18	Cancer	2
Regulo, Cor Leonis.	25	42	20	Leon.	1
Cola del Leon.	17	28	0	Virgo	1
Espiga de la Virgen.	19	39	40	Libra	1
Arcturo.	20	0	20	Libra	1
Antares, Cor Scorp.	5	35	18	Sagit.	1
Lyra.	11	9	42	Capri.	1
Luciente de la Aguila.	2	34	25	Capri.	2
Fomabant.	29	37	50	Aqua.	1

TABLA II.

De la latitud de las principales Fixas de nuestro emisferio.

Nombres de las Fixas.	Latitud.			Mag.
	G.	M.	S.	
Primera de Aries.	7	9	17 b	4
Luciente de Aries.	9	57	40 b	3
Aldebaran.	5	29	34 a	1
Rigel, pie del Orion.	31	10	0 a	1
Auriga Capella.	22	52	43 b	1
Polar.	66	3	20 b	2
Ombro figuient. del Orion.	16	4	26 a	1
Can mayor.	39	32	35 a	1
Can menor.	15	57	34 a	2
Regulo, Cor Leonis.	0	27	6 b	1
Cola del Leon.	12	17	38 b	1
Espiga de la Virgen.	2	2	1 a	1
Arcturo.	30	57	27 b	1
Antares, Cor Scorp.	4	31	45 a	1
Lyra.	61	45	50 b	1
Luciente de la Aguila.	29	24	42 b	2
Fomabant.	21	5	23 a	1

TABLA III.

Del movimiento de las Estrellas fixas.

En los años extensos.				En los meses completos.	
Años.	Movimiento.			Meses.	S.
	G.	M.	S.		
1	0	51		Enero.	5
2	1	41		Febrero.	9
3	2	32		Marzo.	13
4	3	23		Abril.	17
5	4	14		Mayo.	21
6	5	4		Junio.	25
7	5	55		Julio.	30
8	6	46		Agosto.	34
9	7	37		Septiembre.	38
10	8	27		Octubre.	43
11	9	18		Noviembre.	47
12	10	9		Diciembre.	51
13	11	0			
14	11	50			
15	12	41			
16	13	32			
17	14	23			
18	15	13			
19	16	4			
20	16	55			

En los años extensos.			
Años.	Movimiento.		
	G.	M.	S.
40		33	50
60		50	45
80	1	7	40
100	1	24	35
200	2	49	10
300	4	13	45
400	5	38	20
500	7	2	55
1000	14	5	50

TABLA IV.

De la ascension recta de las Fixas mas principales que se descubren en nuestro Emisferio, para el año 1700. completo.

Nombres de las Fixas.	Ascension recta.			Dif. de 10. añ.		M.
	G.	M.	S.	M.	S.	
1. de Aries en el cuerno.	24	18	15	8	18	4
2. de Aries.	24	32	50	8	12	3
Luciente de Aries.	27	35	48	8	30	3
Mandibula de la Vallena.	41	39	28	7	30	2
Cola de la Vallena.	7	7	39	7	42	2
Aldebaran, ojo del Toro.	64	41	49	8	39	1
Cuerno bor. del Toro.	76	51	30	6	42	2

Nombres de las Fixas.	Ascension recta.			Dif. de 10.añ.		Ma.
	G.	M.	S.	M.	S.	
Capela de Auriga.	73	36	6	8	24	1
Rigel, pie luc. del Orion.	75	2	28	7	33	1
Ombro occid. del Orion.	77	15	37	7	54	2
1. del baltheo del Orion.	79	10	51	7	42	2
Media.	80	15	49	7	53	2
Ultima del baltheo.	81	24	59	7	36	2
Ombro orient. del Orion.	84	44	14	8	12	1
Pie siguiente del Orion.	83	23	22	7	10	3
Can mayor.	97	59	13	6	42	1
Su pie anterior.	92	22	44	6	40	2
Entre sus pies.	101	41	38	5	58	3
En su espalda.	104	0	38	6	10	3
Can menor.	110	54	2	8	0	2.
Pie luc. de Geminis.	95	6	39	8	48	2
Cabeza bor. de Geminis.	108	52	44	10	24	2
Cabeza austr. de Geminis.	111	45	11	9	39	2
Corazon de la Hydra.	138	13	41	7	30	2
Regulo, corazon del Leon.	148	5	52	8	15	1
Luc. en sus crines.	150	51	19	8	33	2
Luc. en sus lomos.	164	32	48	8	42	2
Cola del Leon.	173	26	44	7	54	1
Ala de la Virgen.	191	49	4	7	42	3
Espiga de la Virgen.	197	21	57	7	59	1
Ult. en la col. de la Urf.ma.	203	55	31	6	12	2
Luciente en su costado.	160	44	6	9	42	2
Ala del Cuervo.	180	6	58	7	45	3
Arcturo.	210	30	53	7	6	1
Lucient. en la Corona.	230	31	32	6	30	2
Balanza austr. de Libra.	218	35	42	8	18	2
Balanza boreal de Libra.	225	14	44	8	12	2
Luciente en la Serpiente.	232	23	10	7	30	2

Nom-

Nombres de las Fixas.	Ascension recta.			Dif. de 10.añ.		Ma.
	G.	M.	S.	M.	S.	
Corazon del Escorp. Antares.	242	47	1	9	12	1
En la frente bor. de Escorp.	237	1	46	8	24	2
En la frente austr. de Esc.	235	41	8	9	0	3
Aguijon del Escor. luc.	258	20	48	10	13	3
Cabeza de Hercules.	255	18	39	6	47	3
Cabeza de Ophiuco.	260	16	26	7	6	2
Ombro bor. de Ophiuco.	262	10	28	7	18	3
Rodilla prec. de Ophiuco.	245	11	2	8	18	3
Rodilla siguien. de Ophiuco.	253	14	10	5	3	3
Luc. de la Lyra.	276	43	20	5	0	1
Austr. en el arco de Sagit.	271	5	11	10	4	3
Siguien. en el ombro Sagit.	279	10	37	9	29	3
Luc. de la Aguila.	254	2	41	7	42	2
Cola del Cisne.	307	49	13	5	6	2
Cuerno inf. de Capric.	301	3	1	8	42	3
Siguien. en la cola de Capr.	322	37	19	8	30	3
Ombro prec. de Aquario.	318	57	2	8	6	3
Ombro siguien. de Aquar.	327	35	57	8	0	3
Pierna de Aquario.	339	40	25	8	6	3
Fomabant de Aquario.	340	14	8	8	30	1
Boca del Pegaso.	322	22	20	7	48	3
Pierna del Pegaso.	342	19	17	7	12	2
Ala 1. del Pegaso.	342	27	37	7	31	2
Ala 2. del Pegaso.	359	27	31	7	36	2
Cabeza de Andromeda.	258	14	31	7	42	2
Estrella Peiar.	8	54	39	19	0	2

T A-

T A B L A V.

De la declinacion de las Fixas mas principales de nuestro Emij:
ferio para el año 1700. completo.

Nombres de las Fixas.	Declinacion.			Dif. de 10. añ.	
	G.	M.	S.	M.	S.
1. de Aries en el cuerno.	17	49	13 b	3	6 ad.
2. de Aries.	19	20	1 b	3	6 ad.
Luciente de Aries.	22	2	1 b	3	0 ad.
Mandibula de la Vallena.	2	53	15 b	2	30 ad.
Cola de la Vallena.	19	38	4 a	3	24 sub.
Aidebrán, ojo del Toro.	15	52	18 b	1	30 ad.
Cuerno bor. del Toro.	28	19	11 b	0	48 ad.
Capeta de Auriga.	45	39	56 b	1	0 ad.
Rigel, pie luc. del Orion.	8	34	49 a	0	58 sub.
Ombro occid. del Orion.	6	2	44 b	0	48 ad.
1. del balteco del Orion.	0	33	35 a	0	42 sub.
Media.	1	25	44 a	0	36 sub.
Ultima del balteco.	2	8	14 a	0	30 sub.
Ombro orient. del Orion.	7	18	48 b	0	24 ad.
Pie siguiente del Orion.	9	48	31 a	0	23 sub.
Can mayor.	16	20	2 a	0	24 ad.
Su pie anterior.	17	50	41 a	0	8 ad.
Entre sus pies.	28	35	49 a	0	43 ad.
En su espalda.	25	57	4 a	0	52 ad.
Can menor.	5	57	49 b	1	12 sub.
Pie luc. de Geminis.	16	36	56 b	0	12 sub.
Cabeza bor. de Geminis.	32	30	44 b	1	6 sub.
Cabeza austr. de Geminis.	28	43	19 b	1	12 sub.
Corazon de la Hydra.	7	23	10 a	2	30 ad.
Regulo, corazon del Leon.	13	24	42 b	2	51 sub.
Luc. en sus crines.	21	20	38 b	2	54 sub.
Luc. en sus tomos.	22	9	38 b	3	24 sub.

Nom-

Nombres de las Fixas.	Declinacion.			Dif. de 10. añ.	
	G.	M.	S.	M.	S.
Cola del Leon.	16	14	44 b	3	24 sub.
Ala de la Virgen.	12	34	1 b	3	18 sub.
Espiga de la Virgen.	9	35	15 a	3	15 ad.
Ult. en la col. de la Urf. ma.	50	47	29 b	3	6 sub.
Luciente en su costado.	57	56	41 b	3	12 sub.
Ala del Cuervo.	15	53	11 a	3	21 ad.
Arcturo.	20	46	0 b	2	57 sub.
Lucient. en la Corona.	27	45	24 b	2	6 sub.
Balanza austr. de Libra.	14	46	20 a	2	44 ad.
Balanza bor. de Libra.	8	15	12 a	2	24 ad.
Luciente en la Serpiente.	7	23	29 b	2	6 sub.
Corazon de Escorp. Antares.	25	43	59 a	1	36 ad.
Bor. en la frente de Escorp.	18	57	31 a	1	57 ad.
Austr. en la frente de Escorp.	21	44	30 a	2	0 ad.
Aguijon del Escor. luc.	36	51	26 a	0	47 ad.
Cabeza de Hercules.	14	46	8 b	0	48 sub.
Cabeza de Ophiuco.	12	48	39 b	0	42 sub.
Ombro bor. de Ophiuco.	4	43	38 b	0	30 sub.
Rodilla prec. de Ophiuco.	9	55	28 a	1	30 ad.
Rodilla siguiente de Ophiuco.	15	19	0 a	1	0 ad.
Luc. de la Lyra.	38	32	31 b	0	24 ad.
Austr. en el arco de Sagit.	34	29	50 a	0	4 sub.
Signien. en el ombro Sagit.	26	37	53 a	0	25 sub.
Luc. de la Aguila.	8	6	31 b	1	18 ad.
Cola del Cisne.	44	15	13 b	2	3 ad.
Cuerno inf. de Capric.	15	42	2 a	1	42 sub.
Signien. en la cola de Capr.	17	27	58 a	2	42 sub.
Ombro prec de Aquario.	6	51	41 a	2	36 sub.
Ombro siguiente de Aquar.	1	45	16 a	2	54 sub.
Pierna de Aquario.	17	24	22 a	3	10 sub.
Fomabant de Aquario.	31	11	59 a	3	6 sub.

Nom-

Nombres de las Fixas.	Declinacion.	Dif. de 10. añ.
	G. M. S.	M. S.
Boca del Pegaso.	8 31 23 b	2 36 ad.
Pierna del Pegaso.	26 28 37 b	3 12 ad.
Ala 1. del Pegaso.	13 36 14 b	3 12 ad.
Ala ult. del Pegaso.	13 31 48 b	3 24 ad.
Cabeza de Andromeda.	27 27 3 b	3 24 ad.
Estrella Polar.	87 42 6 b	3 24 ad.

PROP. XVII. Problema.

Colocar las Estrellas fixas en el globo celeste.

EL modo de colocar las Estrellas fixas en el globo celeste, es bien facil. Delineamos, pues, en el los circulos maximos ordinarios, como son la equinoccial, ecliptica, tropicos, y circulos polares, se describirán tambien los de latitud, tirandoles por los polos de la ecliptica, y por cada 10. grados, ò cada 5. grados de dicha ecliptica: Hecho esto, se podrán colocar las fixas, ò por las ascensiones rectas, y declinaciones, ò por sus longitudes, y latitudes: Si se quisieren colocar por sus ascensiones, y declinaciones, se contará la ascension recta de la Estrella en la equinoccial desde el principio de Ariete àzia Levante; y tirando por aquel punto en que termina la ascension, vn circulo de declinacion, que passa por los polos de la equinoccial, se numerará en este la declinacion de la Estrella, àzia Septentrion, si fuere boreal; ò àzia Mediodia, si fuere austral; y en aquel punto donde terminare la declinacion, se colocará la Estrella.

Si nos quisieremos valer de la longitud, y latitud, que será lo mejor, se numerará en la ecliptica desde el

principio de Ariete, àzia Levante, la longitud propria de la Estrella; y tirando vn circulo de latitud por el punto terminante de la longitud, y por los polos de la ecliptica, se contará en este la latitud de la Estrella, àzia Septentrion, ò Mediodia, segun fuere la especie de la latitud, y se tendrá alli el punto, ò lugar de la Estrella.

Colocadas en esta forma las Estrellas de vna constelacion, se dibujará su figura, encerrandola dentro de ella, de fuerte, que cada Estrella corresponda al lugar proprio de la figura: como las que pertenecen à la cabeza, à la cabeza; las que al pie, al pie, &c y en esta forma se perfeccionará el Globo celeste. Esto lleva mas trabajo, que discultrad.

CAPITULO IV.

DE LA ASCENSION OBLIQUA, ORTO, Y
ocaso de las Estrellas Fixas.

LAS especies del orto, y ocaso de las fixas, quedan lamentablemente explicadas en el Lib. r. de este Tratado; y así, bastará ahora resolver algunos Problemas en orden à este punto: como tambien los pertenecientes à las ascensiones, y descensiones obliquas, de que dependen.

PROP. XVIII. Problema.

Hallar las Estrellas fixas, que jamás se ocultan, y las que nunca salen en vn emisferio dado.

REgla 1. Si la declinacion boreal de la Estrella fuere mayor, que el complemento de la altura de Polo, jamás se ocultará dicha Estrella en aquel Horizonte; y si la declinacion austral de vna Estrella fuere mayor, que el complemento dicho de la altura de Polo, jamás se descubrirá en el tal Horizonte; pero si la declinacion de la Estrella fuere menor, que el dicho complemento, saldrá,

dra, y se ocultará cada dia en el Horizonte: Lo mismo se ha de entender proporcionalmente, respecto del polo austral en los Horizontes, que le descubren; pero se debe advertir, que como las declinaciones de las fixas sean variables, alguna vez sucederá, que la Estrella que jamás se ocultaba en un horizonte, llegue à ocultarse; y al contrario.

PROP. XIX. Problema.

Hallar el grado de ecliptica culminante con la Estrella.

Operacion. Hallese la ascension recta de la Estrella dada, ò por las Tablas, ò por los Problemas antecedentes: veáse qué grado de ecliptica tiene aquella misma ascension recta, lo que se conseguirá por las Tablas de las ascensiones rectas, y este será el culminante con la Estrella: y buscando en las Tablas Solares el tiempo en que el Sol estará en aquel grado de la ecliptica, se tendrá el tiempo en que la Estrella culmina juntamente con el Sol.

PROP. XX. Problema.

Dada la altura de polo, y la declinacion de la Estrella, hallar su diferencia ascensional.
figur. 119.

Diferencia ascensional, es el arco de equinoccial, comprehendido entre el horizonte obliquo, y el circulo de declinacion de la Estrella: Sea, pues, el Meridiano APQ. y en él sea P el polo boreal del Mundo; y sea el Horizonte HMR, y la equinoccial AMQ. Exita la Estrella en el punto B del Horizonte ortivo; y su declinacion austral sea BI: con que la diferencia ascensional será el arco MI, que se hallara en esta forma.

Operacion. En el triangulo esferico BMI, rectangulo en I, se sabe la declinacion BI; y el angulo BMI, altura de la equinoccial: con que por Trigonometria se sabrá el arco MI, diferencia ascensional. De esta misma fuer-

te se saca la diferencia descensional en la parte occidental del horizonte.

PROP. XXI. Problema.

Conocida la diferencia ascensional de una Estrella; y su ascension recta, hallar su ascension, ò descension obliqua.

Operacion. La diferencia ascensional de la Estrella, refrese de su ascension recta, si la declinacion de la Estrella fuere boreal; y añádase, si fuere austral, y se tendrá la ascension obliqua. Y al contrario en la descension.

PROP. XXII. Problema.

Dada la declinacion de una Estrella, y la altura de Polo, hallar la amplitud ortiva de dicha Estrella.

Amplitud ortiva, es el arco del horizonte entre la Estrella, y la equinoccial al tiempo que sale la Estrella; y así, en la fig. 119. es el arco MD. En el triangulo, pues, BIM, ò MDL, rectangulo en I, ò en L, se sabe el angulo M; y la declinacion BI austral, ò DI boreal: Luego se sabrá el arco MD.

El modo con que se halla el arco semidiurno, y seminocturno de una Estrella, es el mismo que para los puntos de la ecliptica se explicó en el lib. I. prop. 77.

PROP. XXIII. Problema.

Dada la ascension, ò descension obliqua de una Estrella, la obliquidad de la Ecliptica, y altura de la Equinoccial, hallar el punto de la Ecliptica, con quien sale, ò se pone dicha Estrella. fig. 120.

Sea HVR el Meridiano; HGR, el Horizonte; AGQ, la Equinoccial; y ELCE, la Ecliptica: cuya interseccion con la equinoccial sea K, ò M. En el triangulo, pues,

pues , GKL obliquangulo , dada la ascension obliqua KG de la Estrella , y el angulo K de la obliquidad de la ecliptica , y el angulo KGL , complemento à 180. grad. del angulo AGH , altura de la equinoccial , se hallará por Trigonometria el arco KL de la ecliptica , numerado de la interseccion vernal K : con que se sabrà el punto L de la ecliptica , con quien sale la Estrella. Asimismo en el triangulo PMG , quando la ascension obliqua passa de 270. grad. restandola de 360. quedará conocido el lado GM ; con el qual , y con el angulo M de la obliquidad de la ecliptica , y el angulo PGM , complemento del HGA , altura de la equinoccial à 180. grad. se hallará el arco de ecliptica MP , que restado de 360. grad. dará el arco de ecliptica contado del principio de Aries , en cuyo punto terminante saldrá la Estrella.

PROP. XXIV. Problema.

Hallar la hora en que vna Estrella sale , culmina , y se pone en qualquier dia , y orizonte dado.

Operacion. Para hallar la hora en que sale vna Estrella , se hallará lo primero (80. 1.) la hora en que sale el Sol en el dia propuesto : y asimismo hallese por las Tablas , ò por las Ephemerides el punto de ecliptica en que aquel dia se halla el Sol. Busquese tambien la ascension obliqua del Sol , y de la Estrella ; (21.) y la diferencia entre estas dos ascensiones , convertida en tiempo por la Tabla 7. del primer Movil , manifestará quanto tiempo antes , ò despues que el Sol , sale la Estrella , segun fuere mayor , ò menor la ascension obliqua de la Estrella , que la del Sol.

De esta misma suerte se sabrà el tiempo en que se pone la Estrella : porque la diferencia de su descension obliqua à la del Sol , convertida en tiempo , manifestará quanto tiempo antes , ò despues de puesto el Sol , se pone la Estrella.

Para hallar la hora en que culmina , ò llega al Meridiano , se buscarán las ascensiones rectas del Sol , y de la Est

Estrella ; y la diferencia de entrambas , convertida en tiempo , manifestará quanto antes , ò despues del medio dia llegará la Estrella al Meridiano.

Aqui se ha de advertir , que el orto , ocafo , y culminacion de las fixas , se vâ anticipando cada dia. La razon es clara , porque como las horas dependan del Sol , y este siempre se vaya apartando de las fixas mas , y mas àzia Levante , las Estrellas se vâ quedando mas , y mas àzia Poniente , con que de cada dia llegarán mas presto al Meridiano , que el Sol : de suerte , que si oy , por exemplo , està la Estrella en el Meridiano à la vna del dia : esto es , quando ocupa el Sol el circulo de la vna hora , el Sol en 15. dias , con poca diferencia , alcanzará la Estrella con su movimiento proprio , y llegarán entrambos al Meridiano al punto de medio dia ; y de alli à 15. dias , llegará la Estrella al Meridiano , quando el Sol està cerca de 15. grados mas al Levante ; esto es , en el circulo de las 11. horas ; y assi continuamente : de forma , que si el Sol , y vna fixa estàn juntos en el Meridiano , la fixa con el movimiento comun de Levante à Poniente perficionará vn circulo , y bolverá al Meridiano mas presto que el Sol , porque este buelve alli en 24. horas justas solares ; pero la fixa , en 23. hor. 56. min. 4. seg. 6. terc. De que se sigue , que la aceleracion de las fixas sobre el movimiento medio del Sol , en cada reolucion es 3. min. 55. seg. 54. terc.

PROP. XXV. Problema.

Hallar el dia en que vna Estrella sale , y se pone con orto Cosmico , y Acronyctico.

QUè cosa sea orto , y ocafo Cosmico , Acronycto , y Heliaco , queda explicado en el Lib. 1. Prop. 54. de este Tratado. Hallase el tiempo de estos ortos , y ocafes de las fixas , como se sigue.

1. Hallese (23.) el grado de ecliptica con quien sale la Estrella propuesta : Hallese tambien el dia en que el Sol està en aquel grado ; y este ferá el dia en que

450 *Tratado XXIII. De la Astronomia.*
saldrá cósmicamente , ò junta con el Sol.

2. Hallese el grado de eclýptica con quien se pone la Estrella ; y tambien el dia en que se halla el Sol en el grado diametralmente opuesto al sobredicho : y esse será el dia en que se pondrá la Estrella cósmicamente , ò al salir el Sol.

3. Hallese el grado de eclýptica , con quien sale la Estrella , y el dia en que el Sol ocupa el grado opuesto , y este dia será el en que saldrá la Estrella al ponerse el Sol , que es el orto acronycto.

4. Hallese el grado de eclýptica , con quien se pone la Estrella , y en hallandose el Sol en aquel grado , será el oca- so acronycto de la Estrella : esto es , se pondrá juntamen- te con el Sol.

PROP. XXVI. Problema,

Hallar el dia en que una Estrella sale , ò se pone con orto , ò oca- so heliaco , en qualquier altura de polo.
figura 121.

PRimeramente , se ha de suponer , sabido el arco del lu- cimiento , ò vision de la Estrella , el qual no es otro que el arco del circulo vertical , ò distancia , que es preciso tenga el Sol baxo del Horizonte , para que se pueda descubrir la Estrella , sin que el fulgor de sus rayos impidan su vision. Hallese este arco en el lib. 1. prop. 54.

Esto supuesto , se ha de hallar lo primero el punto de eclýptica , con quien sale , ò se pone la Estrella : asimismo , se hallará el angulo que haze la eclýptica con el Ori- zonte en aquel punto que sale , ò se pone juntamente con la Estrella : hallese en esta forma.

Sea APC el Meridiano ; HFR el Horizonte ; y EFC la eclýptica , cuyo polo es P : exista la Estrella en el punto I del Horizonte , por donde passa el circulo de lati- tud PIM ; en el qual será MI la latitud de la Estrella. En el triangulo , pues , FMI rectangulo en M , es conocida la latitud MI , y el arco FM ; porque siendo conocido el punto F , coorientes con la Estrella , y el punto M , longi- tud

tud de la misma Estrella , la diferencia será el arco MF : con que se sabrá por Trigonometria el angulo MFI de la eclýptica con el horizonte , hecho en el punto F , con quien sale la Estrella.

Tírese aora del Zenith A , el arco de vertical AS hasta el Sol S puesto debaxo del horizonte , y será GS el arco del lucimiento conocido. (54. 1.) Y con esto , en el triangulo FSG , rectangulo en G , sabido el angulo F , y el arco GS , se hallará el arco FS de la eclýptica ; con el qual se determina- rá el tiempo del orto , ò ocafo heliaco de la Estrella : por- que sabido por las Ephemerides , ò por las Tablas , el dia en que llegará el Sol al grado de eclýptica , tan distante del punto coorientes F , quanto es intervalo FS , en esse dia su- cederá el orto , ò ocafo heliaco de la Estrella.

De aqui se sigue , que como el orto cósmico , ò verda- dero de la Estrella con el Sol , suceda antes que el orto he- liaco matutino ; y al contrario , primero suceda el ocafo he- liaco , que el acronycto , y verdadero : sabido el intervalo FS , y el tiempo que ha menester el Sol para correrle , se sa- brá quanto tiempo despues del orto cósmico suceda el he- liaco matutino ; y quanto antes del ocafo acronycto , suce- da el ocafo heliaco.

CAPITULO V.

DE LA DISTANCIA DE LAS ESTRELLAS
Fixas à la tierra ; y de su paralaxe , refraccion ,
numero , y magnitud.

PROP. XXVII. Theorema.

La paralaxe de las Estrellas fixas , es insensible , y su distancia
inescrutable.

DIgo lo primero , que la paralaxe de las fixas , es del todo insensible. La razon es clara , porque si la paralaxe del Sol es tan pequeña , que se re-

puta por quasi insensible, y se desprecia, como dixe en el libr. 2. Siendo incomparablemente mayor la altura de las Estrellas, es preciso que su paralaxe sea del todo insensible: Lo que se confirma, porque la distancia de las fixas, es ciertamente tanta, que no tiene con ella proporcion sensible el semidiametro de la tierra, que es el que subtende la paralaxe: Luego esta necesariamente ha de ser insensible.

Digo lo segundo, que la distancia de las Estrellas fixas, es inescrutable. La razon es, porque no ay modo con que dicha distancia se pueda medir: pues como hemos visto, la paralaxe de las fixas, que es el vnico medio por donde se podia averiguar, es del todo insensible, è inobservable.

Solo podremos discurrir, que estando las Estrellas fixas ciertamente mas altas que Saturno, es preciso sea su distancia de la tierra mucho mayor que 343770. semidiametros de la tierra: porque la distancia del Sol à la tierra, como en otra parte dixe, supuesto, que su paralaxe horizontal sea 6. segundos, es 343770. semidiametros de la tierra; pero la distancia de Saturno à la tierra, es decupla de la del Sol, segun el comun sentir: Luego la distancia de Saturno, es 343770. semidiametros de la tierra. Siendo, pues, mucho mayor la distancia de las fixas, ha de exceder en gran manera el sobredicho numero de semidiametros terrestres.

Esto que hemos dicho, es segun la hypothesi comun, porque segun la de Copernico, que supone moverse la tierra por el orbe annuo, igual al que en la hypothesi comun camina el Sol, ha de ser mucho mayor dicha distancia, y quasi incomprehensible; porque no aumentandose las fixas à la vista, quando las ve de la tierra puesta en el aphelio, respecto de quando las descubre desde el perihelio, aviendo tanta diferencia en estas distancias, quanto es el diametro entero del orbe annuo, es preciso, que todo este diametro carezca de proporcion sensible, y sea como vn punto, respecto de la distancia de las fixas; y siendo este tan grande, como es la dupla distancia de lo que

que ay de la tierra al Sol, es preciso disten las fixas de la tierra vna distancia quasi incomprehensible.

Todo lo dicho se ha de entender aun de las fixas que estàn mas cerca de la tierra: porque lo que parece mas verosimil, es, que vnas distan de ella muchisimo mas que otras: à lo qual se puede atribuir, yà el mostrarle vnas menos claras que otras; yà tambien el parecer vnas mayores, y otras mas pequeñas: como dixo Manilio, hablando de las Nebulosas que ay en la frente del Orion.

Non quod clara minus; sed quod magis alta recedant.

Pero esto no lo podrá saber con certeza nuestra limitada capacidad, mientras vivimos en esta mortal vida.

PROP. XXVIII. Problema.

Determinar la velocidad con que se mueven las fixas de Levante à Poniente.

DE lo dicho se colige, quan incierto ha de ser necesariamente quanto en este punto han discurrido, y pueden discurrir los Autores, por deprender la determinacion de esta velocidad de la magnitud del circulo que corren las Estrellas en el espacio de 24. horas; pero para que se haga algun concepto de tan veloz movimiento, sacaremos la cuenta, aunque corta, segun lo que hemos dicho.

La distancia de las fixas à la tierra, es mas de 343770. semidiametros terrestres: Sea, pues, solamente 30. semidiametros mas: con que será 343800. semidiametros terrestres; y este será el semidiametro del circulo maximo que corren las fixas en 24. horas: con que todo el diametro será 687600. semidiametros terrestres, cuya circunferencia es 2159064. y esto es lo que corren en 24. horas las que estàn en la equinoccial. Partase esto por 24. y el quociente 89961. semidiametros será lo que corren dichas Estrellas en vna hora. Partase esto por 60. y se hallará correr en vn minuto 1499. semidiametros, y 7. vigesimas. Partase esto otra vez por 60. y se hallara corren en vn segundo; esto es,

en el tiempo que passa de vna à otra pulsacion de la arteria en vn hombre sano , muy cerca de 25. semidiametros de la tierra , que son mas de 25000. leguas Españolas: donde se vè , que si con esta velocidad se moviesen por cerca de la tierra , la rodarian quatro vezes en el poco tiempo sobredicho.

PROP. XXIX. Problema.

Determinar los diametros de las Estrellas fixas , y la magnitud de sus cuerpos.

EL diametro aparente de las fixas , es muy dificultoso de determinar. Varios modos intentaron los Astrónomos , que se pueden ver en el Padre Ricciolio , y Dechales : algunos son semejantes al que usan para hallar los diametros de los luminares ; pero todos muy expuestos à error , por lo que les omito , remitiendo al Lector à los Autores citados.

De aqui se colige , quan dificilmente se determinan los diametros verdaderos de las fixas , pues pende su determinacion de dos principios tan inciertos , como son , la distancia de la tierra , y el diametro aparente , pero para que se vea el modo de la operacion , determinaremos el diametro verdadero , y magnitud del Can mayor , ò Syrio , supuesta su distancia de la tierra , arriba dicha , 343800. y su diametro aparente , que segun Riccio lio , es 18. seg.

Operacion. Segun la Tabla de los senos , supuesto que el radio sea 100000. el seno de vn minuto , es 29. Luego siendo el radio del Firmamento 343800. semidiametros de la tierra , el seno de vn minuto , será 99. y vn quebrado que se omite. Siendo , pues , el diametro aparente del Can Syrio 18. segundos : digase por regla de proporcion : Como vn minuto ; esto es , como 60. seg. con 99. semidiametros terrestres , assi 18. seg. con 30. semidiametros terrestres , con poca diferencia : contiene , pues , el diametro verdadero del Syrio 30. semidiametros de la tierra , ò 30000. leguas Españolas. Para hallar aora co-
da

da la solidèz , ò cuerpo de esta Estrella , disponganse en la la razon de 1. à 30. los quatro proporcionales continuos 1. 30. 900. 27000. y será la solidèz , ò magnitud del Can Syrio , con la de la tierra , como 27000. con 1. esto es , será 27000. vezes mayor que la tierra. Fundase esto en la Prop. 18. del Lib. 12. de Eucl.

PROP. XXX. Problema.

Determinanse las refracciones de las Estrellas fixas.

EL modo de observar las refracciones de las fixas , es el mismo con que se observan las del Sol , que se explicò en el Lib. 2. y assi , no ay para què repetirlo. Las refracciones de las Estrellas en diferentes alturas sobre el horizonte , se hallan en la Tabla 6. despues de este Tratado: en la qual se ha de buscar la altura dada de la Estrella sobre el horizonte en la 1. ò en la 3. columna ; y en su correspondencia , en la del lado se hallará la refraccion que le compete , la qual se ha de restar siempre de la altura observada , para tener la verdadera.

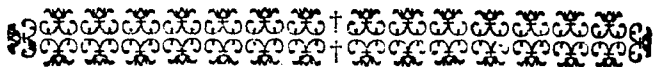
PROP. XXXI. Theorema.

Las Estrellas fixas , son innumerables.

DE dos maneras se puede considerar el numero de las Estrellas fixas ; ò el que ay en la realidad , è incluye todas las existentes ; ò el que puede observar nuestra vista , sin valerse de telescopios. En quanto al numero verdadero de las Estrellas , digo , ser inescrutabile , y que nadie de los mortales le puede saber con certeza sin revelacion divina ; porque à mas de ser quasi incomprehensible el numero de las Estrellas , no se pueden descubrir de la tierra , sino algunas , que aunque muchas , son poquissimas en comparacion de tanta multitud , cuyo conocimiento queda para el Criador , que las diò el ser , como se dize en el Psalmo 146. *Qui numerat multitudinem stellarum , & omnibus eis nomina vocat.*

En quanto al numero de las visibiles sin anteojos de
Ff 4 lar.

larga vista, ay varios pareceres: Tycho Brahe, y otros cuentan mil y veinte y dos: Keplero, 1392. sin las australes; y así otros Astronomos. Dividense en 62. constelaciones, de las quales las 50. fueron ya conocidas por los Antiguos; las otras doze las han descubierto los Modernos en el emisferio austral. De estas constelaciones tratan diferentes Autores, singularmente Juan Bayero en su Uranometria, donde con gran claridad expresa las imagenes de todos los Asterismos.



LIBRO VI.

DE LOS TRES SUPERIORES Planetas Saturno, Jupiter, y Marte.

AViendo ya tratado de los dos Planetas principales, que son el Sol, y la Luna, nos falta agora tratar de los otros cinco: de los quales los tres, que son Saturno, Jupiter, y Marte, están mas altos que el Sol, por lo qual se llaman superiores; y los dos restantes Venus, y Mercurio, están muchas vezes mas cerca de la tierra, que el Sol, por lo que se llaman inferiores. En este Libro trataré de los primeros; y en el siguiente, de los últimos. Los phenomenos de todos, son verdaderamente admirables; pero la variedad de sus irregulares movimientos, es vn intrincado laberinto.

(S)(*) (S)(*) (S)(*) (S)(*)

PAR-

P A R T E I.

DE LA NATURALEZA, PROPIEDADES, y principales phenomenos de los tres Pla- netas superiores.

PROP. I. Theorema.

*Referense las varias apariencias con que se observa el Planeta
Marte. fig. 122.*

Todas las Estrellas, y Planetas, como varias vezes he dicho, son de figura esferica, no igual, y lisa; si áspera, y desigual, como lo es la tierra por la aspereza de los montes: son tambien todas globos totales, y de por sí; esto es, que dentro de sí mismas tienen su centro de gravedad ázia quien forcejan, y se inclinan todas sus partes, como sucede en el globo terrestre. Queda esto probado en el lib. 1.

Las apariencias particulares, que se observan en el cuerpo de la Estrella de Marte con grandes, y exquisitos telescopios, son las siguientes. Francisco Fontana en sus Observaciones, tract. 6. cap. 1. dize, que en el año 1636. vió á Marte con vn telescopio tan grande, como aparece la Luna a la vista; y en medio descubrió vna mancha negra, como se expresa en A, fig. 122. á que creyeron algunos ser vn levantado monte; pero el Autor citado, juzga ser vna concabidad muy profunda. El año 1638. observó el mismo Autor á Marte giboso, como en B, con la macula sobredicha, la qual vió irse estrechando mas de cada dia, al passo que el disco, ó superficie de Marte, se iba minorando á la vista. Estaba en esta ocasion Marte en 19. grad. de Sagitario; y el Sol en los primeros de Virgo, en distancia, como de 109. grad.

En esta misma forma le observó en Roma el Padre Nicolás Zucchi el año 1640. á 23. de Mayo, estando el Sol

Sol en 2. grad. de Geminis, y Marte en 14. grad. de Aquario; pero advirtiò, que en lugar de la macula grande arriba dicha, avia dos mas pequeñas.

De aqui se colige, que la luz de Marte, es participada del Sol, como lo convence el variar su figura, hasta tenerla como en B, quando està entre el aspecto trino, y quadrado con el Sol, como sucede en la Luna.

El color de Marte, es rubicundo, lo que le haze discernir facilmente de los otros Planetas: puede provenir este color de la disposicion de su superficie, que refleja la luz del Sol con la modificacion propria de dicho color, ò de la refraccion de la luz en su Atmosphera, semejante à la que sucede en la de la tierra, quando al ponerse el Sol se buelve el horizonte rubicundo, que solemos tener por señal de vientos.

PROP. II. Theorema.

Explicase la figura, y apariencias del Planeta Jupiter. fig. 123.

EL Planeta Jupiter, mirado con grandes, y buenos telescopios, se vè con vnas faxas, ò zonas algo obscuras; pero con inconstancia, porque à vezes se descubren tres, à vezes dos, y à vezes vna; y estas en algunos tiempos se manifiestan rectas, en otros curvas; yà mas anchas, yà mas angostas, como se representan en la figura 123. De aqui coligen algunos tener Jupiter algun movimiento de libracion en si mismo del austro àzia el Septentrion, à quien atribuyen la variedad de dichas apariencias. Què cosa sean aquellas zonas, es muy incierto, si bien parece lo mas probable ser sombras causadas de vnos como montes eminentes en los valles, y profundidades vezinas, como sucede en la Luna.



PROP.

PROP. III. Theorema.

Explicase el numero, y movimiento de los Satelites, ò Archeros de Jupiter. fig. 124.

LOs Satelites, ò Archeros de Jupiter, son quatro muy pequeñas, pero brillantes Estrellas, ò Planetas que siempre le acompañan, y se mueven al rededor suyo en proprios epicyclos. El primero que les descubriò, fue Galileo Florentino, el año 1610. dia 7. de Enero, à la primera hora de la noche: y por obsequio al Gran Duque de Toscana, Cosme de Medicis, llamó à las sobredichas Estrellas *Mediceas*. Son tan patentes, que qualquiera las puede observar con vn mediano telescopio. El movimiento que tienen, es el siguiente.

1. Se mueven con el mismo movimiento proprio que lleva Jupiter de Poniente à Levante, por vn circulo quasi paralelo à la ecliptica, como consta de las observaciones.

2. A mas de este movimiento, tienen otro al rededor de Jupiter, como centro; de la misma suerte que Venus, y Mercurio se mueven al rededor del Sol; y la Luna al rededor de la tierra. Para hazer concepto de este movimiento, vease la fig. 124. En la qual sea B el centro de la tierra; S el Sol; y Jupiter sea A, cuya sombra à lo opuesto del Sol sea AR. Del centro A de Jupiter, descrivanse los quatro circulos, ò pericyclos, que se ven en la figura, en cuyas periferias estàn los Archeros GIKL, moviendose por ellas en la parte superior GDF de Poniente à Levante, segun el orden de los signos; y en la inferior FuG, de Levante à Poniente.

3. Todos estos circulos estàn en vn mismo plano, el qual tiene alguna inclinacion al plano de la ecliptica; porque en la parte superior, donde se mueven los Archeros de Poniente à Levante, se observan caer à la parte austral, respecto de Jupiter; y en la inferior à la parte boreal, respecto del mismo.

4. Cada vno de estos Archeros, tiene diferente mo-

movimiento que el otro al rededor de Jupiter, como luego veremos, por lo qual se ven à vezes todas àzia arriba, ò àzia baxo, respecto de Jupiter; à vezes vnos arriba, otros àzia baxo; pero siempre quasi en linea recta, por ser siempre el plano de dichos circulos, con poca diferencia, el mismo en que està el rayo visual que les observa.

5. Todos tienen dos vezes conjuncion con Jupiter en cada circulacion; vna, quando estan en el arco inferior de sus pericyclos; y otra, quando en la superior. Tambien quando se hallan cerca del punto G de su maxima digresion de Jupiter, se ven estacionarios: de alli, moviendose por D, van directos segun el orden de los signos, hasta que cerca de la segunda digresion F buelven à parecer estacionarios, desde donde caminando por la periferia inferior FUG se hazen retrogradados.

6. Los Eclipses que padecen, son frequentissimos; porque à mas de ocultarle varias vezes en el mismo resplandor de Jupiter quando estan en su conjuncion inferior, se eclipsan con toda propiedad siempre que pasan por la sombra AR de Jupiter: por esta causa à vezes se ven todos los quatro, à vezes menos, y tal vez ninguno. Los Astronomos con repetidas observaciones, han conocido lo que gasta cada Archero en vna revolucion de su pericyclo: y assimismo el movimiento que en ellos tiene, y su maxima digresion de Jupiter: todo lo qual se contiene en las Tablas siguientes.

Tiempo que gastan los Archeros de Jupiter en sus revoluciones.

Archeros.	Dias.	Hor.	Min.	Seg.
1	1	18	28	30
2	3	13	18	0
3	7	3	56	34
4	16	19	2	15

Movimiento de los Archeros de Jupiter en sus pericyclos.

Archeros.	Diurno.			Horario.		
	G.	M.	S.	G.	M.	S.
1	203	25	0	8	28	0
2	101	17	22	4	11	0
3	50	14	57	2	5	37
4	21	29	4	0	53	43

Digresion maxima de los Archeros de Jupiter, numerada con diametros del mismo Jupiter.

Archeros.	Segun Galileo.	Mario.	Reita.
1	3	3	3
2	5	5	4
3	8	8	6
4	14	13	10

PROP. IV. Problema.

Observar la distancia de la tierra à Jupiter por sus Archeros.
figur. 124.

1. **H**ALLESE el angulo RAD en esta forma. Observese el tiempo en que vn Archero empieza à ocultarse en la luz de Jupiter en r, y assimismo el de su inmediata emerfion de dichos rayos en u, y se farà el tiempo en que corre el arco ru: hagase aora vna regla de tres: Como el tiempo en que haze vna revolucion, à 360. grad. assi el tiempo en que corre el arco ru, à la cantidad de este arco: à este es igual sensiblemente el arco SO, por ser los rayos BO, BS, por la gran distancia, sensiblemente paralelos; y assimismo, se sabe el arco oa, igual tambien por la misma razon al arco SO: Con esto se conocerà todo el arco ruGO, como es patente: Quitefe, pues, de ruGO el arco rS, que sensiblemente es 180. grad. y assimismo quitefe SD, mitad del arco SO; y al residuo añadase OR, mitad de oa, y quedará conocido

cido el arco DR, medida del ángulo RAD, à quien es igual su vertical opuesto BAS.

2. En el triangulo rectilineo ABS, sabido el angulo BAS, y la distancia BS del Sol à la tierra, y el angulo ABS, distancia de Jupiter al Sol en el Zodiaco, se sabrà la AB, distancia de Jupiter à la tierra.

El modo de hallar las distancias de estos Planetas à la tierra, supone el conocimiento de otras cosas; y assi, se dexa para otro lugar.

PROP. V. Theorema.

Figura, y varias apariencias de Saturno. fig. 125.

Varias son las apariencias, con que en diferentes tiempos se descubre este Planeta desde la tierra, mirado con largomiras de competente magnitud. El primero que advirtió estos phenomenos de Saturno, fue Galileo, y despues de èl comunmente todos los Astronomos. Fontana en el año 1630. y el Padre Ricciolio en el 1643. le observaron, como se vè en el num. 1. y yo en diferentes ocasiones le observè de la misma manera con vn Archero à cada lado; esto es, con dos Estrellitas redondas, semejantes en la luz à Saturno.

El Padre Ricciolio en el año 1643. y el Padre Nicolao Zucchio en el 1640. le vieron como en el num. 2. con los dos Satelites, ò Archeros algo prolongados; y en esta forma le he observado varias vezes. Fontana en los años 1633. 1634. y 1636. y Ricciolio en el 1646. le vieron como en el num. 3. con los Archeros medio ocultados, y obscurecidos en el cuerpo de Saturno.

Eugenio en el año 1655. con vn telescopio de 12. pies observò à Saturno con dos como polos, ò brazos de su misma luz, y color, como se vè en el num. 4. y al fin del mismo año le viò yà sin ellos, quedando solo su cuerpo. Esto mismo observè yo con vn antejo tambien de 12. pies geometricos el año 1700. dia 21. de Noviembre: estaba entonces el Sol en el vltimo grado de Escorpion; y Saturno en 7. grad. 55. min. de Piscis: los bra-

brazos eran A, y B, algo separados del cuerpo de Saturno; la longitud de cada vno, era con poca diferencia igual al semidiametro de Saturno: el brazo A, que era el mas occidental, estaba mas claro que B; y desde èl tenia su principio vna zona, ò faxa obscura muy delgada, y no se veia llegar al brazo opuesto B.

El brazo B, estaba sin duda mas obscuro, porque estando à la parte opuesta del Sol, le tocaba la penumbra de Saturno: de esta suerte le observè algunos meses, hasta que se desaparecieron entrambos brazos, quedando solo el cuerpo esferico de Saturno.

El Padre Ricciolio atestigua averle observado en la forma ovada, que se vè en el num. 5. y esta juzgo ser su mas ordinaria apariencia, como se colige de las observaciones siguientes, que hize con el antejo sobredicho.

El año 1706. à 11. de Diciembre, à las 6. despues de medio dia, le observè en dicha forma, estando Saturno en el vltimo grado de Tauro. El mismo año le observè asimismo el dia 17. de Diciembre, estando Saturno en 28. grad. 46. min. de Tauro, retrogrado. El año 1707. à 2. de Marzo, à las 8. horas despues de medio dia, le vi asimismo, estando yà directo en el primer grado de Geminis. Y de la misma suerte le vi el año 1708. en el primer grado de Cancer.

Para averiguar los tiempos de estas mutaciones, se necesita de mas observaciones, y mas continuas. En quanto à la causa, juzgan algunos ser dos Estrellas, ò Archeros, que apartandose lateralmente de Saturno, y bolviendose à juntar con èl, hasta ocultarse del todo à la otra parte de su cuerpo, le hazen parecer yà triforme, yà ovado, yà sin mas apariencia que la redonda de su cuerpo esferico. Otros discurren ser vn anillo, ò argolla que rodea à Saturno, como el Horizonte à los globos geographicos, que bolviendose su plano mas, ò menos azia la tierra, ocasiona dicha variedad de phenomenos. Hasta aora todo es incierto.

PROP. VI. Theorema.

Los Planetas superiores siempre se ven llenos de luz, exceptuando Marte, que puede aparecer giboso. fig. 126.

Demonstr. Exista el Sol en A, la tierra en B, y sea CDEF el Orbe de qualquiera de los Planetas superiores. Esto supuesto, quando el Planeta está en C en conjuncion con el Sol, no ay duda, que todo su emisferio iluminado está àzia la tierra B. Exista ya el Planeta en D: no ay duda, que por formar angulo las lineas AD, BD, el emisferio visto, será diferente del iluminado; y por consiguiente, se ha de descubrir, hablando con todo rigor, algun poco del emisferio obscuro, y mucho mas en E: de suerte, que al passo que se aparta el Planeta de la conjuncion con el Sol, hasta la quadratura, se va aumentando el angulo sobredicho, y se ha de descubrir desde la tierra mayor porcion del emisferio obscuro, hasta que passando de la quadratura, se buelva à disminuir dicho angulo, y se vea mas emisferio iluminado, hasta la oposicion con el Sol.

El angulo, pues, AEB en Marte, es muy sensible, por ser de 41. grados; y así, quando está en E, aparece giboso, como lo está la Luna el dia 11. ò 12. despues de la conjuncion; pero en Jupiter, por su gran distancia de la tierra, el angulo AEB, no es mas que de 11. grados; y así, el defecto del Orbe iluminado, solo llega à ser como el que tiene la Luna vn dia antes del Plenilunio, que es insensible; y aun lo es mucho mas en Saturno, no siendo aquel angulo en este Planeta mas que de 6. grad. y así, es preciso que Jupiter, y Saturno siempre se vean llenos de luz desde la tierra.



PARTE II.

DE LOS MOVIMIENTOS DE LOS TRES superiores Planetas, Saturno, Jupiter, y Marte, y de las hypothesefes con que se explican.

PROP. VII. Theorema.

Referense los movimientos, è irregularidades que se observan en los tres Planetas superiores.

1. **T**ODOS los Planetas tienen dos movimientos, vno comun à todas las Estrellas de Levante à Poniente, sobre los polos del Mundo, en 24. horas; y otro proprio de Poniente à Levante, sobre los polos del Zodiaco, que es el que llamamos *movimiento de longitud*, segun el orden de los signos. Consta con evidencia este movimiento, porque los Planetas se van apartando de las fixas mas, y mas de cada dia àzia Levante; y por consiguiente, cada dia buelven mas tarde al Meridiano mismo. Este movimiento proprio, es menor, ò mas tardo en Saturno, que en Jupiter; y en este, que en Marte: porque lo que se aparta Saturno cada dia de vna Estrella fixa, es menos que lo que se aparta Jupiter; y en este, aun menos que Marte.

2. Este movimiento de longitud en el Sol, tiene vna desigualdad, que en su lugar se explicò con vn excentrico; pero en los demás Planetas, tiene dos desigualdades vna *Suelta*, ò independiente del Sol; y otra *Ligada*, y dependiente del Sol, como dixè tratando de la Luna. Observanse estas desigualdades en estos Planetas, como en la Luna; porque así como en esta, por ser desiguales los meses periodicos entre si, como tambien los synodicos, se concluye tener la Luna tal desigualdad en su

movimiento, que así en las syzigias, como fuera de ellas le haze desigual: así mismo se concluye aver semejante desigualdad en los Planetas menores; porque sus periodos, ó circuciones enteras, así respecto de vn mismo punto del Zodiaco, como respecto de vna misma Estrella fixa, se observan ser desiguales.

Y así como en la Luna, si se equa su movimiento con la equacion sola de esta primera desigualdad, se tiene su lugar verdadero en las syzigias, pero no fuera de ellas, de que se infiere tener la Luna otra desigualdad ligada con el Sol, que solo dura de vna à otra syzigia: así tambien en los Planetas menores, si se iguala su movimiento, con la equacion de esta primera desigualdad, se tiene su lugar verdadero en sus syzigias con el Sol; pero porque fuera de ellas no basta esta equacion, se colige aver otra desigualdad ligada con el Sol, que solo dura de vna à otra syzigia.

3. Por causa de la primera desigualdad, aun sin hazer cuenta de la segunda, ó ligada, proviene, que el movimiento del Planeta dentro los terminos de vna rebolucion periodica, es vna vez velocísimo, y otra vez tardísimo; y como esta desigualdad se halle tambien en las syzigias del Planeta con el Sol, se sigue, ser tambien desiguales los periodos, ó tiempo, así de la conjuncion con el Sol à la oposicion, como de esta à la conjuncion; y los periodos, ó reboluciones synodicas de vna à otra conjuncion con el Sol.

4. Por razon de la segunda desigualdad, tienen los tres Planetas superiores su movimiento veloz, y segun orden, ó directo, cerca de la conjuncion con el Sol, y muy tardo, y aun mas que tardo, cerca de la oposicion, porque entonces van retrogados, ó contra el orden de los signos; y en las medias distancias entre la conjuncion, y oposicion, carecen de este movimiento proprio, y se ven Estacionarios.

5. De aqui se coligen tres distintos estados de estos Planetas, que son, *Direccion, Estacion, y Retrogradacion*: Son *Directos*, quando se mueven, segun el orden de los

fig.

signos, ò de Poniente à Levante. *Retrogados*, quando van contra orden, ò de Levante à Poniente. Y *Estacionarios*, quando se detenen en vn mismo lugar del Zodiaco. Y como estas propiedades no estèn fixas à lugar alguno del Zodiaco, si solo à la conjuncion, y oposicion con el Sol, se sigue pertenecer à la segunda desigualdad ligada, y como queda dicho.

6. Finalmente se observa, que el diametro aparente de estos tres Planetas superiores, se disminuye notablemente en las conjunciones con el Sol, y se aumenta en las oposiciones; claro señal de distar mas de la tierra en las conjunciones, y mas cerca de ella en las oposiciones. Para explicar los phenomenos sobredichos, han discurrido varias hypothesès los Astronomos: las principales de ellas se explican en los capitulos siguientes.

CAPITULO I.

DE LA HYPOTHESES PTOLOMATICA DE Saturno, Jupiter, y Marte.

Ptolomeo, lib. 9. Almag. desde el cap. 5. propone la hypothesi de los tres Planetas superiores, que empezó Hyarco, y perficionò el mismo Ptolomeo; de ella usaron los Astronomos hasta el tiempo de Copernico. Explica la primera desigualdad con vn excentrico, à quien añadió vn equante, por la razon que en el Sol, como se dixo en el lib. 2. La segunda desigualdad, explica con vn epicyclo, en cuya periferia se mueve el Planeta: todo se declara en la Proposicion siguiente.

PROP. VIII. Thorema.

Explicase la hypothesi de Ptolomeo. fig. 127.

SEa A el centro del mundo, y AB el semidiámetro de la egyptica; con el intervalo AB, describase la egyptica BHCPB. Tirese la recta CAB, y será la linea

Gg 2

de

de los auges : hagase centro en el punto D , algo distante del centro A del mundo ; y con el semidiametro DF , describafese el excentrico FKMLF , que se llama *Deferente* , por llevar el epicyclo : en los puntos , pues , F , y M , en que se corta con la linea de los auges , hagase centro , y con el semidiametro FB , describafese el epicyclo BQ , y su igual OV . Tomefe aora la DE , igual à AD ; y desde E , como centro con el semidiametro ER , igual al DF del excentrico , describafese el circulo KOLR , tambien excentrico , el qual se llama *Equante* , por quanto el centro F del epicyclo , llevando segun el orden de los signos por el deferente , se mueve igualmente , no respecto del centro D , si respecto del centro E del equante : esto es , en tiempos iguales , corre iguales arcos , no del deferente , si del equante , como se dixo , respecto del Sol , en el lib. 2. Prop. 58 .

Con este movimiento del centro del epicyclo , se satisfice à la primera desigualdad , llamada *Suelta* . La segunda , ò *Ligada* , se salva con el movimiento del Planeta en la periferia del epicyclo , en la qual , de tal fuerte se mueve el Planeta , que concluye vna buelta entera desde la conjuncion con el Sol , hasta la oposicion ; y otra desde la oposicion , hasta la conjuncion , moviendose en la parte superior del epicyclo , segun el orden de los signos , y en la inferior contra dicho orden : con esto fenecce esta irregularidad segunda en las sizigias , y solo se halla fuera de ellas ; y por exceder el movimiento del Planeta por la periferia del epicyclo , al que lleva el centro del epicyclo , segun orden , por la periferia del deferente , es preciso , que el Planeta se haga retrogrado , quando en la oposicion del Sol se halla en la periferia inferior de su epicyclo . La irregularidad primera , se llama *Anomalia del centro* ; y la segunda , *Anomalia del Orbe* . Todo lo dicho se entenderà mejor con lo que luego diremos : aora explicarè los terminos pertenecientes à esta hypothesi .

Excentricidades , y Apogeos .

1. **E**xcentricos , ay dos en esta hypothesi : esto es , el *Deferente* FKMLF ; y el *Equante* KOLR .
2. *Excentricidad* del deferente , es AD : la del equante , es AE , dupla de la excentricidad AD .
3. *Apogeos* , ò *Auges* , ay tres en esta Theorica . El primero es F , *Apogeo del deferente* , cuya maxima longitud , ò distancia del centro del mundo , es AF : el punto M opuesto es el perigeo ; y su menor longitud , es AM . El segundo , es el *Apogeo medio del epicyclo* , que es el punto B , cuya mayor longitud , ò distancia , es la linea EB ; y el punto O su opuesto , es el perigeo medio ; y su longitud menor , es EO . Es , pues , el apogeo medio del epicyclo aquel punto de su periferia , en quien cae qualquiera recta , tirada del centro del equante por el centro del epicyclo ; como es tambien la Eg , y otras muchas , conforme donde se hallare el centro del epicyclo ; con que este apogeo no es vnico , como lo es el del excentrico . El tercero , es el *Apogeo verdadero del epicyclo* , y es el punto de su periferia ; en quien cae la recta , tirada del centro del mundo por el centro del epicyclo , como AFB , AIn , &c. donde se ve , que B es el apogeo verdadero , y medio del epicyclo ; como O es su perigeo verdadero , y medio : todo lo qual sucede siempre que el centro del epicyclo està en el apogeo , ò en el perigeo del excentrico ; pero en otros lugares es diferente , como se ve en u ; y assi , no es vnico . El punto B de la ecliptica que corresponde al apogeo del excentrico , es el *Lugare de este apogeo* .

Lineas pertenecientes à esta hypothesi .

1. **L**inea de los auges , es la linea que passa por el centro del mundo , y por los centros de los excentricos , y por sus apogeos , y perigeos , continuada hasta la ecliptica , como es BFEDAMC .
2. *Linea del apogeo medio* , es la que sale del centro del

del equante, y passa por el centro del epicyclo hasta su periferia, como EFB, y EIG.

3. *Linea del apogeo verdadero*, es la que sale del centro del mundo, y passa por el centro del epicyclo hasta su periferia, como es la AFB, y AIU.

4. *Linea del movimiento medio del centro del epicyclo en el equante*, es la que sale del centro del equante, y passa por el del epicyclo hasta su periferia, como EFR, y EIS.

5. *Linea del movimiento medio, ò lugar medio del centro del epicyclo en el Zodiaco*, es vna paralela à la linea sobredicha, que sale del centro del mundo, hasta la periferia del Zodiaco, como AZ, que es paralela à la EIS.

6. *Linea del lugar verdadero del centro del epicyclo, ò de su movimiento verdadero, ò longitud verdadera*, es la que sale del centro del mundo, y passa por el centro del epicyclo hasta el Zodiaco, como es AFB, si el centro del epicyclo està en F; y AIT, si està en I.

7. *Linea del lugar verdadero del Planeta*, es la que sale del centro del mundo, y passa por el centro del cuerpo del Planeta hasta el Zodiaco, como es AnX, supuesto que el Planeta està en n, punto de la periferia del epicyclo. Aqui se ve, que siempre que el centro del epicyclo se hallare en el apogeo del excentrico, coinciden en vna misma todas las seis lineas sobredichas; y tambien la septima, si el Planeta estuviere en el apogeo, ò perigeo del epicyclo. Lo mismo es, si el centro de este se hallare en el perigeo del excentrico.

8. *Diametro de los auges del epicyclo*, es la linea tirada del apogeo verdadero del epicyclo al perigeo verdadero por su centro, como BFQ: esta linea no coincide siempre con la linea de los auges, explicada en el num. 1. ni tampoco està siempre en el plano del deferente, si que muchas vezes se inclina haziendo angulo con dicho plano, y con esta misma inclinacion se avrá de considerar entonces el plano del epicyclo, por pedirlo así la latitud del Planeta, como de

9. *Diametro de las medias longitudes del epicyclo*, es la recta tirada por el centro del epicyclo, perpendicular al diametro de sus auges, que està en el mismo plano que este diametro, como bFd. Llámase de las medias longitudes, por estar los puntos b, y d en las medias distancias del apogeo verdadero.

10. *Diametro de las medias longitudes del excentrico*, es la recta tirada por el centro del deferente en su mismo plano, y terminada en su periferia, perpendicular à la linea de los auges, como NDY: Llámase así, porque quando el centro del epicyclo se halla en sus extremidades, dista igualmente del apogeo, y perigeo del excentrico; y allí se haze el transito de la maxima, ò à la maxima equacion del centro.

11. *Linea de la distancia, ò longitud media del centro del epicyclo al centro del mundo*, es la linea Aa, ò Am, existiendo el centro del epicyclo en a, ò en m: estos puntos se determinan con la perpendicular am à la linea de los auges, que divide por medio la excentricidad AD del deferente.

12. *Radio*, es el semidiametro del excentrico, el qual es igual à la media distancia del centro del epicyclo, al centro del mundo, como es DE, DN, y DY. Otros terminos se explicarán en su lugar.

PROP. IX. Theorema.

Explicase en esta hypothesis el movimiento de los apogeos, y su equacion. fig. 128.

EL movimiento del apogeo del excentrico, es igual, y así, no necesita de equacion, y procede segun el orden de los signos desde el principio de Ariele; pero el movimiento del apogeo medio del epicyclo, es irregular, y necesita de equacion: numerase del apogeo verdadero del mismo epicyclo, segun el orden de los signos.

Para hazer concepto de este movimiento, y de su equacion, vease la fig. 128. en la qual, BAG, es la linea

de los auges, donde ay tres centros, A del mundo, D del deferente, y E del equante. Del centro A del mundo, describale el circulo GHBK, y del centro D, el deferente FTLN: y en los quatro puntos cardinales de su periferia, como centros; esto es, en el apogeo F, perigeo L, y medias distancias T, y N, describanse quatro epiciclos: como tambien en los quatro puntos intermedios I: Luego del centro D, describanse dos periferias tangentes a los epiciclos, vna por sus apogeos, y otra por sus perigeos: tirese el diametro de las medias longitudes CTDNC, hasta las periferias de los dos epiciclos; y asimismo del centro D, por los centros de los demas epiciclos, tirense las rectas DIC. Finalmente, por los centros de todos los epiciclos, tirense hasta sus periferias dos lineas, vna del centro del mundo, que sera la del apogeo verdadero del epiciclo, como es AIV, ATV, ANV; y otra del centro del equante, que sera la del apogeo medio del epiciclo, como EIM, ETM, ENM. Advierto, que los seis puntos C, y los G, y P, se llaman puntos del contacto, ò de la concabidad: y para mayor claridad, va notado el apogeo verdadero con la V; y el medio con la M.

Reglas del Apogeo medio.

1. Quando el centro del epiciclo se halla en el apogeo F, ò perigeo L del deferente, concurren en el mismo punto G, ò P el apogeo medio, el verdadero, y el punto del contacto; y todos corresponden al mismo lugar del Zodiaco, en que està el apogeo, ò perigeo del excentrico.

2. Quando el centro del epiciclo està en los puntos T, ò N de las medias longitudes, el punto C del contacto dista igualmente del apogeo medio M, y del verdadero V; y entonces es la mayor distancia que puede aver del apogeo medio al verdadero del epiciclo; y por consiguiente, alli necessita de la maxima equation al apogeo medio, para reducirle al verdadero.

3. En el primer quadrante FT del excentrico, el apogeo medio se aparta mas del punto del contacto, segun el orden de los signos, que el punto del contacto se aparta del apogeo verdadero. En el segundo quadrante TL, se acerca mas al punto del contacto, caminando contra orden, hasta que concurre con el en L. En el tercer quadrante LN, el mismo apogeo medio M, se aparta del punto del contacto C, tambien contra el orden de los signos. Y en el quarto NF, se acerca otra vez al punto del contacto, caminando segun orden, hasta concurrir con el en F.

4. De aqui se colige, que el apogeo medio en la parte superior NFT del excentrico, se mueve por la periferia del epiciclo, segun el orden de los signos; y en la inferior TLN, contra orden. Aqui se ve claramente, que el movimiento del Planeta por el epiciclo, aunque es igual, respecto del apogeo medio, por apartarse de el en iguales tiempos por arcos iguales, se haze absolutamente irregular, por la irregularidad de dicho apogeo medio; de suerte, que va mas veloz en la parte superior del excentrico, que en la inferior, porque alli corre juntamente àzia vna misma parte con el centro del epiciclo, y aqui contraviene à su movimiento.

Equacion del Apogeo medio, y sus reglas.

LA Equacion del apogeo medio, se llama Equacion del centro en el epiciclo, y es el arco del epiciclo comprehendido entre el apogeo medio, y verdadero, como MCV; con la addicion, ò subtraction de este arco, se reduce el apogeo medio al verdadero. La inmediata medida de este arco, es el angulo que forman en el centro del epiciclo dos lineas que de alli salen, la vna al apogeo medio, y la otra al verdadero, como es el angulo MIV, ò MTV, ò MNV; à este angulo, es igual su vertical opuesto, formado de las dos lineas que salen del epiciclo, la vna al centro del equante, y la otra al del mundo, como son AIE, ATE, ANE.

Las reglas de esta equacion, son las siguientes:
 1. Quando el centro del epiciclo está en el apogeo E, ò perigeo L del excentrico, no se necesita de equacion alguna.
 2. Quando el centro sobredicho está en los puntos T, y N de las longitudes medias, es la maxima equacion.
 3. Quando el mismo centro se halla en el primer semicirculo FTL del excentrico, contado segun el orden de los signos, se ha de restar esta equacion del apogeo medio, para reducirle al verdadero, y al contrario, se ha de sumar en el segundo semicirculo LNF.

PROP. X. Theorema.

Explicase en esta bypothefi el movimiento del centro del epiciclo, à la anomalía del excentrico, y su equacion. fig. 127.

EL movimiento del centro del epiciclo por la periferia del deferente, segun el orden de los signos, tiene varios nombres, y respectos, que se explican en las definiciones siguientes. Vease la fig. 127.

DEFINICIONES.

1. **A** *Nomalía media del excentrico*, es el movimiento medio del centro del epiciclo, contado desde el apogeo del excentrico, segun orden. Si se considera en el equante, es el arco que ay desde el apogeo del equante, hasta la línea del movimiento medio del centro del epiciclo, como es R&. Si dicho movimiento se considera en el Zodiaco, es el arco del Zodiaco, comprehendido desde la línea de los auges, segun orden, hasta la línea del movimiento medio en el Zodiaco: esto es, hasta la línea que del centro del mundo va al Zodiaco, paralela à la que sale del centro del equante, y passa por el centro del epiciclo: como es el arco BZ, entre las líneas AB, y AZ, paralela à EIS.

2. *Anomalía verdadera del excentrico*, es el movimiento verdadero del centro del epiciclo, computado segun orden desde el apogeo del excentrico; ò tambien el

el arco del Zodiaco, computado segun orden, desde la línea de los auges, hasta la línea del movimiento verdadero de dicho centro, qual es el arco BT entre la línea AB, y la AIT.

3. *Longitud media del centro del epiciclo, ò del excentrico, ò longitud media del Planeta*, que todo es vno, es el movimiento medio del centro del epiciclo, contado segun orden, del equinoccio vernal; ò tambien el arco del Zodiaco, contado, segun orden, desde el principio de Aries, hasta la línea del movimiento medio, como es el arco PBZ, supuesto que Z sea el lugar medio del centro del epiciclo.

4. *Longitud verdadera del centro del epiciclo, ò longitud del centro coequada*, es el movimiento verdadero del centro del epiciclo, contado, segun orden, desde el principio de Aries, hasta la línea del lugar verdadero de dicho centro: ò tambien es el arco del Zodiaco, numerado desde el principio de Aries, segun orden, hasta la línea del movimiento verdadero del centro del epiciclo, como es el arco PBT: y el punto T es el lugar verdadero del centro del epiciclo baxo el Zodiaco.

De aqui se colige, que la longitud media PBZ del centro del epiciclo, ò del Planeta, es el agregado de la longitud del apogeo del excentrico PB, y de la Anomalía media del excentrico BZ. De que se infiere, que si de la longitud media PZ del excentrico se quita la longitud, ò movimiento PB del apogeo del excentrico, el residuo será el arco BZ, Anomalía media del excentrico, y al contrario. Tambien si del arco PBT, longitud verdadera, ò coequada del centro, se quita el arco PB longitud del Apogeo; el residuo BT será la Anomalía verdadera del centro, y al contrario.

5. *Equacion del centro*, referida à la longitud del centro del epiciclo, es la diferencia entre su longitud media, y verdadera; ò el arco del Zodiaco contenido entre el lugar medio, y verdadero de dicho centro, como es el arco TZ, cuya medida es el angulo TAZ hecho en el centro A del mundo con las líneas AZ, y AT del lugar me-

medio, y verdadero; ò tambien el angulo AIE, igual al sobredicho, por las paralelas AZ, ES. Si se comparà dicha equacion del centro à su Anomalia, es la diferencia entre la Anomalia verdadera, y media del centro del epiciclo.

Reglas de la equacion del centro del epiciclo.

1. **E**N el primer semicirculo de la Anomalia del centro, la equacion es subtractiva; y en el segundo, additiva: esto es, en el primero se ha de restar de la Anomalia media, ò lugar medio del centro, para tener la Anomalia, ò lugar verdadero; y en el segundo semicirculo, se ha de añadir; y todo al contrario, si la Anomalia, ò lugar verdadero del centro se huviesse de convertir en medio.

2. Quando el centro del epiciclo està en el apogeo F del excentrico, ò en su perigeo M, no ay equacion del centro; pero fuera de estos lugares la ay, y va aumentando hasta el punto N de la longit. media, donde es la maxima: luego se disminuye hasta M, donde es ninguna; y de aqui buelve à crecer hasta Y, donde es segunda vez la maxima equacion; y de alli se huelve à decrecer hasta F, donde totalmente se desvanece.

3. En los puntos del excentrico diametralmente opuestos, las equaciones son iguales: como tambien en los que distan igualmente del apogeo. El movimiento del centro del epiciclo, es tardísimo cerca del apogeo, y velocísimo cerca del perigeo, como facilmente se puede probar, y se colige de lo dicho.

PROP. XI. Theorema.

Explicase en esta hypothesis el movimiento del Planeta en el epiciclo; ò la Anomalia del Orbe, y sus equaciones.

figura 127.

1. **A**nomalia media del Orbe, ò argumento medio, es el movimiento medio del Planeta por la periferia

feria del epiciclo, segun el orden de los signos, numerado desde el apogeo medio del epiciclo; ò es el arco comprehendido desde dicho apogeo medio, hasta el cuerpo del Planeta, segun orden: como es Bb, si el centro del epiciclo està en F, y el Planeta en b: ò el arco gn, si el centro del epiciclo està en I, y el Planeta en n.

2. *Anomalia verdadera del Orbe, ò Argumento verdadero,* es el movimiento verdadero del Planeta en el epiciclo, contado desde el apogeo verdadero, segun orden: ò tambien es el arco de la periferia del epiciclo que ay, segun orden, desde el apogeo verdadero del epiciclo, hasta el Planeta: como Bb, y ugn.

Reglas de la Anomalia del Orbe.

EL Planeta se mueve en la parte superior del epiciclo, segun el orden de los signos; y en la inferior contra dicho orden: y este movimiento, aunque si se cuenta del apogeo verdadero, es irregular; esto es, mas veloz quando el centro del epiciclo està en el semicirculo superior del excentrico; y mas tardo, quando en el inferior, como dixe en la Prop. 9. Regla 4. Pero numerado desde el apogeo medio, es igual, y atemperado al movimiento medio del Sol, con que se va apartando de la conjuncion media con el Planeta: esto es, el movimiento medio del Planeta en su epiciclo, es tanto, quanto es lo que se aparta el Sol, segun su movimiento medio, de la conjuncion media con el Planeta. De aqui se infieren las reglas siguientes.

1. En todas las conjunciones medias del Planeta con el Sol, se halla el Planeta en el apogeo verdadero de su epiciclo; y en todas las oposiciones medias, en el perigeo.

2. Tanto tiempo gasta el Planeta en vna revolucion entera por su epiciclo, quanto passa de vna à otra conjuncion media de dicho Planeta con el Sol, ò de vna à otra oposicion media. La conjuncion media del Planeta

neta con el Sol, sucede quando la linea del movimiento medio del Sol, passa por el centro del epicyclo.

3. El movimiento medio del centro del epicyclo en el excentrico, y el movimiento medio del Planeta en el epicyclo, ambos juntos son iguales al movimiento medio del Sol.

4. Si el movimiento medio del Planeta, ò media longitud del centro del epicyclo, se resta del movimiento medio del Sol hecho en el mismo tiempo, el residuo es el movimiento medio del Planeta en el epicyclo, ò Anomalia media del Orbe: Y al contrario, si del movimiento medio del Sol se resta el movimiento medio del Planeta en el epicyclo, el residuo será el movimiento del Planeta, segun longitud. Tambien, si al movimiento medio del Planeta, segun longitud, se añade su movimiento medio en el epicyclo, la suma será justamente el movimiento medio del Sol. Asimismo, para tener en el epicyclo la distancia del Planeta al Apogeo verdadero, se restará el lugar verdadero del centro del epicyclo, del lugar medio del Sol.

5. La linea tirada del centro del epicyclo al Planeta, en todas las conjunciones, y oposiciones medias con el Sol, coincide con la linea del movimiento medio del Sol; pero fuera de las conjunciones, y oposiciones, se es paralela.

Reglas de la equacion del Orbe, ò del movimiento del Planeta en el epicyclo.

Equacion del Orbe, que tambien se llama del movimiento del Planeta en el epicyclo, y del argumento; es la diferencia entre el lugar verdadero del Planeta en el Zodiaco, y el lugar verdadero del centro del epicyclo: ò tambien es el arco del Zodiaco comprehendido entre el verdadero lugar del Planeta, y el verdadero lugar del centro del epicyclo, qual es el arco XT , cuya medida es el angulo TAX , formado en el centro del mundo con las rectas que alli concurren, saliendo la una del

del centro del Planeta; y la otra, del centro del epicyclo: Las reglas de esta equacion, son las siguientes.

1. Quando el centro del epicyclo se halla en el apogeo F del excentrico, y el Planeta en el apogeo medio B , ò en el perigeo medio Q del epicyclo, está tambien en el verdadero; y assi, no necesita de equacion, ni del centro, ni del Orbe; y lo mismo se dize quando el centro del epicyclo está en M , perigeo del excentrico; y el Planeta, en el apogeo V , ò en el perigeo O , que entonces es juntamente medio, y verdadero.

2. Quando el centro del epicyclo se halla en el apogeo F , ò en el perigeo M del excentrico; pero el Planeta está fuera del apogeo medio del epicyclo, como en b , ò en d , no se necesita de la equacion del centro, si solo de la equacion del Orbe.

3. Quando el centro del epicyclo se halla fuera del apogeo, y perigeo del excentrico, y el Planeta fuera del apogeo, y perigeo verdadero del epicyclo, se necesita de entrambas equaciones, del centro, y del Orbe: como si dicho centro estuviere en I , y el Planeta en g , ò en m .

4. La maxima equacion del Orbe, sucede quando el centro del epicyclo se halla en M , perigeo del excentrico; y el Planeta, en el punto en que la recta que sale del centro del mundo, toca al epicyclo, como despues verèmos.

5. La equacion del Orbe en el primer semicirculo de la anomalia del Orbe, ò del epicyclo, se ha de añadir al lugar verdadero del centro; y en el segundo semicirculo, se ha de restar, para tener el lugar verdadero del Planeta en el Zodiaco: como si el Planeta está en n , añadiendo el arco XT , al arco PBT , se tiene el arco PBX , longitud verdadera del Planeta desde el principio de Ariete.

Magnitud de las lineas, segun la hypothesis de Ptolomeo, figur. 127.

Radio DF del Deferente		100000.
Excentricidad AD del Deferente en	Saturno	5694.
	Jupiter	4583. y med.
	Marte	10000.
	ò	10850.
Excentricidad AE del Equante en	Saturno	11388.
	Jupiter	9167.
	Marte	20000.
	ò	21700.
Semidiametro FB del Epicyclo en	Saturno	10833.
	Jupiter	19166.
	Marte	65833.
Distancia maxima AB del centro de la tierra de	Saturno	116527.
	Jupiter	123749.
	Marte	175833.
	ò	176683.
Distancia minima AO del centro de la tierra de	Saturno	83473.
	Jupiter	76251.
	Marte	24167.
	ò	23317.
Distancia media en	Todos	100000.

Segun estas dimensiones, y distancias, se haze el calculo geometrico, con que se halla la cantidad de las equaciones, angulos, y demàs cosas proprias de esta hypothesis Ptolomayca: el modo de hazerle, es facil en qualquiera hypothesis, y se explicará mas adelante.

PROP.

PROP. XII. Theorema.

Explicase la concordancia de esta hypothesis con las observaciones, y tambien sus defectos.

1. Quando el Planeta corre la parte superior del epicyclo, se mueve àzia Levante, ò segun orden; y como el movimiento del centro del epicyclo por el equante, sea àzia la misma parte, concurren entonces en el Planeta entrambos movimientos àzia Levante: Luego entonces irá velòz; pero el Planeta està en la parte superior del epicyclo, quando està cerca de la conjuncion con el Sol: Luego cerca de esta conjuncion se ha de mover mas velòz; y esto es lo que se observa.

2. Quando el Planeta corre la parte inferior del epicyclo, se mueve con su proprio movimiento contra el orden de los signos, ò àzia Poniente; siendo así, que el centro del epicyclo se mueve àzia Levante: Luego el movimiento del Planeta en la periferia del epicyclo, es contrario al del centro, y por consiguiente le retarda; y siendo, como es en estos Planetas, el movimiento por la periferia del epicyclo mayor que el del centro, es preciso prevalezca, y que se mueva el Planeta àzia Poniente, ò contra orden; y por consiguiente vaya retrogrado, quando el Planeta se mueve por el arco inferior del epicyclo; pero esto sucede cerca de la oposicion con el Sol: Luego cerca de esta oposicion ha de ir retrogrado, como se observa.

3. De la inconstancia que tiene el apogeo medio, como dixe en la Prop. 9. resulta, que el movimiento del Planeta en el epicyclo, no es siempre el mismo; porque el dicho apogeo, de quien depènde, à vezes le adelanta, y à vezes le retarda: asimismo tambien es desigual el movimiento del centro en el excentrico; y como la retrogradacion del Planeta se nivela por el exceso del movimiento del Planeta al del centro, y la progresion directa provenga del concurso de entrambos movimien-

Tom.VII.

Hh

tos,

tos, se sigue, que la retrogradacion, ha de ser menor que la progresion directa, y esto es lo que se observa.

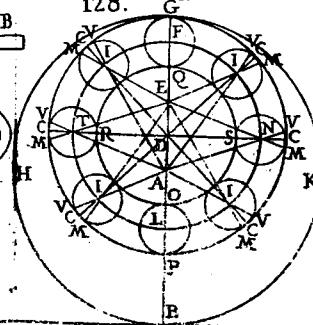
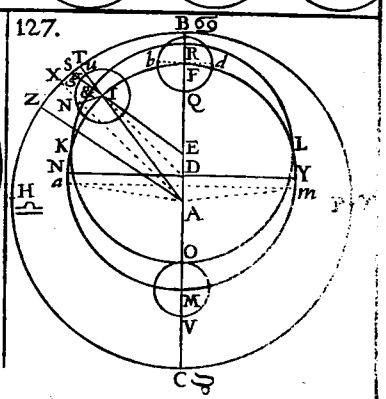
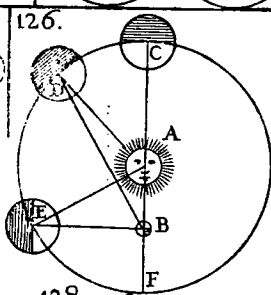
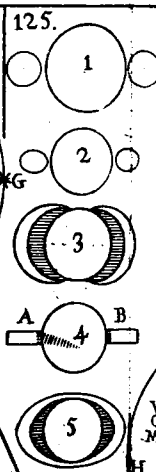
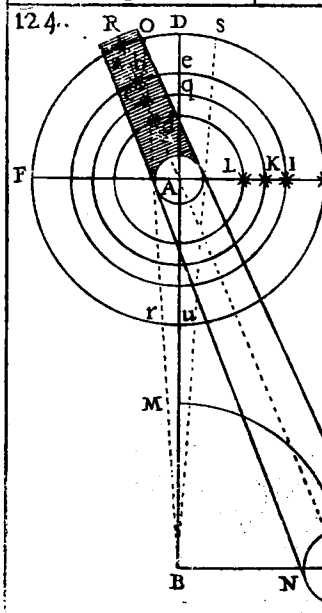
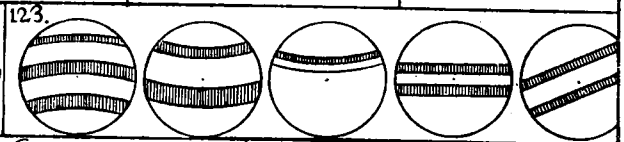
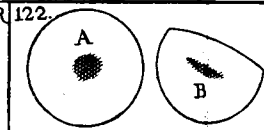
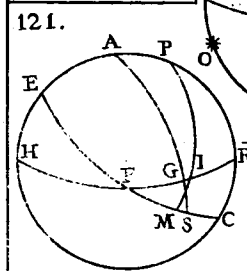
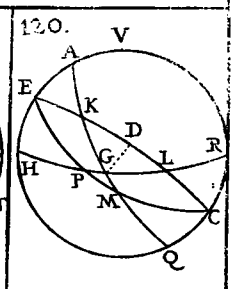
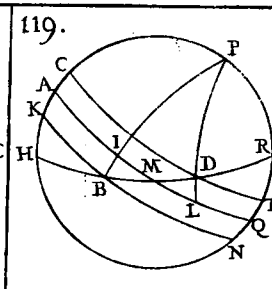
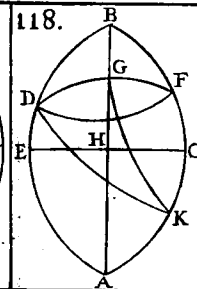
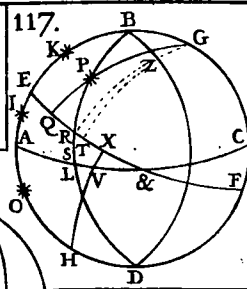
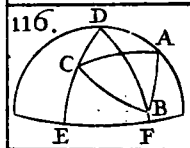
4. Quando el movimiento contra el orden de los siglos en el Planeta, es igual al movimiento del centro, se haze estacionarios, como tambien se observa.

5. Las distancias del Planeta à la tierra, se varian, assi por el excentrico, como por el epicyclo: por razon de este, està el Planeta mas remoto de la tierra en las conjunciones con el Sol, y mas cercano en las oposiciones: por razon del excentrico, està mas remoto en su apogeo, y mas cercano en su perigeo: de que se sigue, que si concurren entrambos apogeos del excentrico, y epicyclo, que es quando la conjuncion con el Sol sucede en el apogeo del excentrico, tendrà el Planeta la maxima distancia; y la minima, quando concurren entrambos perigeos, que es quando sucede la oposicion del Planeta con el Sol en el perigeo del excentrico. De la variacion de estas distancias, se varian los diametros aparentes, de forma, que son mayores quando están opuestos los Planetas al Sol, como atestiguan las observaciones: asimismo se coligen de esta hypothesis otros phenomenos que se observan.

Los defectos que notan en esta hypothesis muchos Astronomos, son, 1. Que el movimiento del centro del epicyclo, le haze phisica, y realmente desigual; pues solo tiene igualdad, respecto de vn circulo fingido, que es el equante: lo que los Astronomos han juzgado siempre por inconveniente, como en semejante caso diximos en el Sol.

2. Esta hypothesis cuenta la segunda desigualdad de la conjuncion, y oposicion media del Planeta con el Sol; y para hallar la anomalia del Orbe, se vale del movimiento medio del Sol; siendo mejor, y mas conforme à lo observado valerse del movimiento verdadero, y numerar la sobredicha anomalia de la conjuncion, y oposicion verdaderas, donde se desvanece, y es ninguna.

3. Aun con todo lo dicho, las prostaphereses en Mar-



Marte no corresponden à lo observado , por no aumentarse, aun con la biseccion de la excentricidad, lo bastante cerca del apogeo , ni minorarse cerca del perigeo.

4. No se dà en esta hypothesi razon alguna de aquella dependencia que se observa en el movimiento de estos Planetas , del movimiento que tiene el Sol.

CAPITULO II.

DE LA HYPOTHESES DE COPERNICO , EN *Saturno , Júpiter , y Marte.*

Copernico , en el lib. 5. cap. 4. propone tres hypotheses, para explicar los phenomenos, y movimientos de estos Planetas superiores : en las quales declara la primera irregularidad , que Ptolomeo atribuye al excentrico, sin admitir desigualdad alguna physica en el movimiento del Planeta : y la segunda , que Ptolomeo atribuye al epiciclo , dize, no ser otra cosa que la paralaxe del orbe annuo de la tierra ; por el qual , passando la tierra de vn lugar à otro , descubre al Planeta , ya directo , ya estacionario , ya retrogrado , &c. Todo lo qual explica con suma facilidad, y sin tanta confusion de lineas , como ha menester la hypothesi Ptolomayca.

En esta explicacion de la segunda desigualdad, convienen las tres hypotheses , solo se diferencian en el modo de explicar la primera : porque la vna se vale para ello de vn excentrico , y vn epiciclo : la segunda, de solos dos excentricos sin epiciclo : y la tercera , de solos dos epiciclos sin ningun excentrico. Y supuesto que todas son equipolentes, bastará explicar la primera. Solo advierto , que la excentricidad se numera , segun Copernico , del centro del orbe annuo , que es el centro del Universo ; no del Sol , à quien pone distante de dicho centro , quanto en la hypothesi comun el centro del excentrico solar dista del centro del Universo.

PROP. XIII. Theorema.

Explicase la hypothesis de Copernico. fig. 129.

Sea A el centro del orbe annuo de la tierra, que es el circulo BCDE, por el qual se mueve la tierra por BCD, &c. àzia Levante: sea MAG la linea de los auges, en la qual tomese AF de seis partes de aquellas ocho que dà Ptolomeo à toda la excentricidad. Del punto F, como centro, describale el excentrico GHI del Planeta: y del punto G, describale el epicyclo, cuyo radio GK sea dos partes de aquellas seis que tiene la AF. El centro G del epicyclo se mueve, segun el orden de los signos, por el deferente GHI: y el Planeta al mismo tiempo se mueve por el epicyclo en su periferia inferior contra orden de K à S; y en la superior, segun orden. Estos dos movimientos, son entre si tan atemperados, que mientras el centro G corre el quadrante GH, el Planeta que estava en K, corre el quadrante KS: con que en llegando al centro G a H, se halla el Planeta en L; y en llegando el centro à I, el Planeta està en M: y asi en lo restante.

Esto supuesto, se explica en esta hypothesis todo lo perteneciente à la primera desigualdad, ò Anomalia del centro, de la misma suerte que en la Ptolomayca, lo que se demuestra assi. Sea AO la excentricidad total de Ptolomeo 8. partes: y como AF sea 6. se sigue ser FO dos: y como AN sea 4. partes; esto es, la mitad de la excentricidad AO, se sigue ser FN dos partes: Luego GK, IM, FN son iguales, aunque en la figura no se expresa perfectamente: y añadiendo la comun FK, seràn NK, y FG iguales: y al mismo lo seràn NM, FI: Luego si del centro N se describe vn circulo por K, passará por M: y este será lo mismo que el excentrico de Ptolomeo, descrito de la excentricidad bissecta como centro, en el qual se mueve el Planeta desigualmente en tiempos iguales, con vn movimiento mixto de dos iguales; vno del Planeta por el epicyclo; y otro del centro

del

del epicyclo por el circulo GHI; el qual haze las vezes del equante de Ptolomeo, y en el se cuenta tambien la Anomalia del centro: solo advierto, que el camino KLM, por donde và el Planeta, se desvia algun tanto de perfecto circulo, por causa de salirse algo de su periferia el punto L.

En esta hypothesis la Prostapheresi maxima del centro, es tambien como en la de Ptolomeo, la que subtende toda la excentricidad AO de ocho partes: porque quando el Planeta està en L, la Prostapheresi, respecto del punto A, es el angulo ALO, que tiene por subtenida la recta AO de 8. partes.

Lo perteneciente à la segunda irregularidad, ò Anomalia del orbe, se explica en la forma siguiente. Supongamos que el Planeta està en K, y la tierra en B, cerca de la oposicion: mientras que la tierra se mueve, segun orden, àzia C, parecerà retroceder el Planeta de K àzia S; porque aunque se mueva en si realmente de K àzia L; pero como el movimiento annuo de la tierra sea mayor que el de estos Planetas superiores, es preciso, que en esta hypothesis parezca moverse el Planeta de K àzia S. Y porque cerca de C, la tierra, respecto del Planeta K, no muda sensiblemente de sitio: antes que llegue la tierra à C, el Planeta parecerà estacionario en K: baxando yà la tierra de C à D, parecerà moverse el Planeta directo, segun el orden de los signos: y en el punto D, cerca de la conjuncion con el Sol, tendrá dos movimientos, segun orden; el vno, real, y proprio; y el otro, optico, ò aparente, con el qual la tierra moviendose àzia E, haze parecer que el Planeta camine mas, y mas, segun el orden de los signos, hasta que ayenado la tierra llegado à E, buelva otra vez à hazer se yea retroceder el Planeta contra orden; y en llegando à ser esta translacion contra orden, igual al movimiento del Planeta, segun orden, buelva à hazer se otra vez estacionario. Todo lo qual sucede en qualquiera lugar del Zodiaco que se halle el Planeta, aunque con alguna variedad, por la varia mixtura del movimiento proprio del Planeta, con esta translacion optica.

Hh 3

De

De aqui se colige la razon , por que la direccion es mayor que la retrogradacion : y es , porque en la direccion concurren juntamente àzia vna misma parte los dos movimientos , verdadero , y aparente ; pero en la retrogradacion , solo concurre el aparente , contradiciendole aun , y minorandole el real , y proprio.

De aqui se infiere tambien , por que el Planeta , al tiempo de la oposicion con el Sol , està mas cerca de la tierra , y en las conjunciones mas lexos : y es , porque en las oposiciones la tierra existe en B , mas cerca del Planeta que existe en su epicyclo SKP ; pero en la conjuncion del Planeta con el Sol , està la tierra en D , parte que dista mas del sobredicho Planeta , quanto es el diametro BD del Orbe annuo. Tambien se ve clarissimamente , por que el Planeta en oposicion con el Sol , anda siempre retrogrado , y en la conjuncion directo. Hallense tambien , segun esta hypothesis , con suma facilidad las equaciones , como en su lugar verèmos.

Magnitud de las distancias segun Copernico.

LA magnitud de las lineas , ò distancias que se figue , se expresa en aquellas partes , de que se supone constar el radio del Orbe annuo , que son 100000. y vãn determinadas para el tiempo en que concurren en vna linea , la de los auges del Planeta , y la de los auges del Sol : y su puesta la distancia del Sol maxima de las posibles. Tambien porque se advirtió variedad en las excentricidades de Marte , por effo se señalan duplicadas sus magnitudes ; y señalamos la mayor con la M mayuscula , y la menor con la m pequeña.

Excentricidad total AF	Saturno	78360.
	Jupiter	35560.
	Marte M.	22780.
	m.	22160.

Semi-

Semidiametro GK del Epicyclo	Saturno	26130.
	Jupiter	11850.
	Marte M. m.	7590. 7480.
Radio FG del Orbe del Planeta	Saturno	920960.
	Jupiter	521150.
	Marte	151820.
Radio del Orbe annuo	Saturno	100000.
	Jupiter	100000.
	Marte	100000.
Distancia AK maxima del centro del Mundo	Saturno	973220.
	Jupiter	544860.
	Marte M.	166430.
	m.	165720.
Distancia AM minima del centro del Mundo	Saturno	868700.
	Jupiter	497440.
	Marte M.	137220.
	m.	137900.
Distancia KD maxima del centro de la tierra	Saturno	1073220.
	Jupiter	644860.
	Marte M.	267000.
	m.	266500.
Distancia MD minima del centro de la tierra	Saturno	768700.
	Jupiter	397440.
	Marte M.	36640.
	m.	37140.

PROP. XIV. Theorema.

Hazese juicio de esta hypothesis.

LA segunda desigualdad de estos Planetas, se explica con tanta facilidad, y sencillez en esta hypothesis, que no parece poderse mejorar; pero el calculo de la primera desigualdad, es algo mas intrincado, que en la Ptolomayca; y tiene tambien el defecto, que para distinguir la segunda irregularidad de la primera, y hallar la anomalia de conmutacion, ò del Orbe, se vale del movimiento medio del Sol, y no del verdadero: lo que segun Ricciolio, contradicen las observaciones.

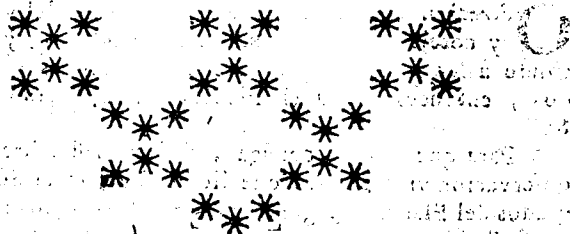
—Esto no obstante, quedando precisamente en los terminos de hypothesis, es digna de grande aprecio. Tycho Brahe, en vista de ella, discurrió la suya ingeniosamente, observando para explicar la primera irregularidad la misma forma que Copernico, y tambien para la segunda; solo que supone trocados los lugares del Sol, y de la tierra, colocando à esta inmovil en el centro del mundo, y al Sol moyible por el Orbe annuo; y se ve claramente, que el triangulo AEK, siempre es el mismo, assi estando el Planeta en K, el Sol en A, y la tierra en E, como dize Copernico; como estando el Planeta en K, el Sol en E, y la tierra en A: de que se colige, no aver razon alguna que convenza el movimiento de la tierra, supuesto que igualmente se pueden explicar los phenomenos en vna, y otra suposicion. Omito aqui la hypothesis Tychonica; porque siendo equipolente à la de Copernico, no juzgo ser preciso su explicacion, como ni la de otras que han discurrido varios Autores, y se podran ver en el Padre Ricciolio.



PARTE III.

DEL MODO DE INVESTIGAR LOS movimientos de los tres Planetas superiores, para distribuirles en las Tablas.

LA determinacion del movimiento de estos Planetas, causò siempre gran dificultad à los Astronomos antiguos; porque hallandose implicado con las dos, irregularidades, arriba referidas, menos al tiempo de las syzigias, en que cessa la segunda, es preciso observar varias vezes el lugar de los Planetas al tiempo de su conjuncion, ò oposicion con el Sol, para que cotejando vnas observaciones con otras, se llegue à conocer el movimiento. Los Astronomos tuvieron por inobservable el tiempo de la conjuncion, por estorvarlo la cercania del Sol; y asi recurrieron à las observaciones del momento de la oposicion, que tambien llevan su dificultad, por no aver Eclipses que le manifesten, como en la Luna; pero à los Astronomos Parisienses, les es mas facil observar el tiempo de la conjuncion, pues tienen en su observatorio modo para descubrir los Planetas en el Meridiano à poquissima distancia del Sol. El modo, pues, de llegar à la determinacion del movimiento de estos Planetas, y de sus irregularidades, se explica en los Capítulos siguientes.



CAPITULO I.

DEL MODO DE INVESTIGAR EL MOVIMIENTO MEDIO, y la primera desigualdad en los tres Planetas superiores.

EL movimiento de estos Planetas, se averigua, como he dicho, por las observaciones del lugar que tienen en el Cielo, al momento de la oposición, ò conjunción media con el Sol; y como las syzigias observadas, no sean las medias, si las verdaderas, es preciso convertirlas en medias: para lo qual se necessita de las prosthaphereses; y estas presuponen la noticia de la excentricidad, y apogeo; y como esto ultimo no se pueda conseguir, si totalmente se ignora el movimiento medio, es preciso hallar en primer lugar este movimiento, deduciendole de las oposiciones, ò conjunciones verdaderas, que aunque menos preciso, es sin duda bastante para averiguar la excentricidad, y apogeo: con cuya noticia, se dà despues segunda mano al movimiento medio, con que se consigue su mayor precision; y este será el orden que aqui observaremos.

PROP. XV. Problema.

Hallar el momento de la oposición, y conjunción verdadera del Planeta con el Sol.

Operacion. Observese la ascension recta del Planeta, y cotejese con la ascension recta del Sol; y en llegando à ser la diferencia de estas ascensiones 180. grados, entonces estará el Planeta en oposición con el Sol.

Para que esto se configa, será menester hazer esta observacion vn dia antes que llegue à distar el Sol 180. grados del Planeta, segun el orden de los signos: continuense despues los dias consecutivos, hasta que se vea
aver

aver yà passado la oposición del Sol: hecho esto, hágase el cotejo de las ascensiones de cada dia, y vease quanto se adelanta en cada vno de ellos la ascension recta del Sol mas que la del Planeta; y con esto por regla de tres, se conocerá el momento de la oposición verdadera del Planeta con el Sol.

La ascension recta del Planeta, se observará por vna Estrella fixa conocida, como se explicó en el lib. 1. prop. 65. en el Corolario. Esto mismo se conseguirá observando la ascension recta del Planeta, poco antes de su conjunción con el Sol, y dias consecutivos, que aviendo oportunidad para ello, será mucho mejor.

PROP. XVI. Problema.

Determinar, aunque no con toda precision, el movimiento medio de Saturno, Jupiter, y Marte.

Operacion. Escojanse dos conjunciones, ò dos oposiciones verdaderas del Planeta con el Sol: y en primer lugar, dos poco distantes, para inferir de alguna manera la cantidad de vna revolucion del Planeta, bastante para asegurarse del numero de revoluciones comprendidas en qualquiera tiempo dado: despues se escogerá otra oposición, ò conjunción, distante mucho tiempo de la primera. Hallese el lugar del Sol al tiempo de entrambas oposiciones, ò conjunciones, y con esto se sabrá el lugar del Planeta: porque si fueren conjunciones, aquel mismo hallado será el del Planeta; y si oposiciones, el opuesto. De aqui, y del tiempo corrido de vna à otra conjunción, ò oposición, se sabrá el numero de las revoluciones enteras, que en aquel intervalo hizo el Planeta, y tambien los grados, y minutos, que à mas de ellas ha corrido: y por regla de tres se sabrá el tiempo, horas, y minutos que consume en hazer vna revolucion con su movimiento medio. De que se inferirá todo lo demás. Veanse las practicas siguientes.

Movimiento medio de Saturno.

L Ongomontano en Copenhaga, Metropoli de Dinamarca, observò à Saturno en oposicion con el Sol el año 1582. segun el estilo antiguo, à 21. de Agosto, hora 2. despues de media noche, en 7. grad. 26. minutos de Piscis. La siguiente oposicion sucedió el año 1583. segun el mismo estilo, en 3. de Septiembre, hora 1. despues de media noche, en 19. grad. 50. min. de Piscis. El tiempo intermedio, fue 377. dias, 23. hor. lo que en este medio tiempo anduvo Saturno, ò la diferencia de los lugares observados, fue 12. grad. 24. minutos. Hagase, pues, vna regla de tres, diziendo: Si 12. grad. 24. min. esto es, 744. min. piden 377. dias, 23. hor. esto es, 9071. horas: luego vna revolucion entera 360. grad. esto es, 21600. min. piden 263365. horas, que son 10973. dias, y 13. horas, que son 30. años Egypcios, y 23. dias. Y repitiendo otras semejantes observaciones, es mas proximo à la verdad, que vna revolucion de Saturno consta de 10742. dias. Esta cantidad de vna revolucion no puede ser exacta, por las razones dichas; pero es suficiente para que sepamos de cierto el numero de revoluciones contenidas en vn gran numero de años; y no puede servir para otro efecto.

Protiguiendo, pues, nuestra operacion, Ptolomeo observò à Saturno opuesto al Sol, en Alexandria año 136. dia 9. de Julio al medio dia, en 14. grad. 14. min. de Capricornio. Tycho Brahe, le observò opuesto al Sol en Vraniburgo à 21. de Agosto, à las 2. hor. despues de medio dia, en 7. grad. 26. min. de Piscis: reducida la hora à Alexandria, eran aqui las 3. hor. 35. min. Los años intermedios, son 1446. que reducidos à dias, son 528194. dias, 3. hor. 35. min. Partanse estos dias por los que incluye vna revolucion, que son 10742. y se hallarán 49. revoluciones, y 1836. dias. De 14. grad. de Capricornio, en que se hallaba Saturno al tiempo de la primera oposicion, hasta 7. grad. 26. min. de Piscis, donde se halla-

ba en la segunda, vàn 53. grad. 12. min. Con que Saturno corrió en el tiempo sobredicho 49. Zodiacos, y 53. grad. 12. min. esto es, 17993. grad. 12. min. hagase, pues, esta regla de tres: Si 17993. grad. dan 528194. dias: luego 360. grad. daràn 10747. dias, y 4. horas, que son 29. años Egypcios, 162. dias, y 4. horas. Esta revolucion se corregirá despues, porque como se verá, excede en 6. horas.

Movimiento medio de Jupiter.

DE la misma manera se procede para investigar el movimiento medio de Jupiter. De oposiciones poco distantes, se colige hazer vna revolucion en 11. años, y 312. dias. Esto supuesto, se coligen oposiciones muy distantes. Ptolomeo observò su oposicion el año 133. à 18. de Mayo, vna hora antes de media noche, en 23. grad. 11. min. de Escorpion. El año 1583. se observò tambien opuesto al Sol, à 6. de Septiembre, à las 20. hor. 10. min. en 23. grad. 33. min. de Piscis: el tiempo intermedio, son 1450. años; esto es, 529612. dias. Y à mas de esto, los que vàn de 18. de Mayo hasta 6. de Septiembre, que son 111. dias. que con los sobredichos hazen 529723. dias, y 9. horas: en el qual tiempo hizo Jupiter 122. revoluciones, y vn tercio. Las 122. revoluciones reducidas à grad. son 43920. grados: à mas de esto, de 23. grad. 11. min. de Escorpion, hasta 23. grad. 33. min. de Piscis, vàn 120. grad. 23. min. que añadidos al numero sobredicho, hazen 44040. grad. Hagase agora la regla de tres: Si 44040. grad. dan 529723. dias: luego 360. grad. de vna revolucion, dan 4330. dias, 3. hor. 51. min. Esto es, 11. años Egypcios, 315. dias, 3. hor. 51. min. Que despues se corregirá.

Movimiento medio de Marte.

DE algunas oposiciones de Marte con el Sol poco distante, se halla contar vna entera revolucion suya de 687. dias, y 6. horas: esto es, vn año Egypcio,

322. dias, y 6. hor. Esto supuesto, Ptolomeo observò la oposicion de Marte con el Sol el año del Señor 135. à 25. de Febrero, à las 9. de la tarde, en 28. grad. 50. min. de Leon. Otra oposicion se observò el año 1582. à 28. de Diciembre, à las 4. de la tarde, en 16. grad. 54. min. de Cancer. De la vna à la otra, pasaron 1447. años, 385. dias, y 19. horas: esto es, 528821. dias, 19. hor. partido este numero por la revolucion hallada, que es 687. dias, se hallan 769. revoluciones, y cinco sextos: y porque en la primera observacion estaba Marte en 28. grad. 50. min. de Leon; y en la segunda, en 16. grad. 54. min. de Cancer: se sigue, que faltan 41. grad. 56. min. para que las revoluciones sean 770. esto es, 277200. grad. con que son 277158. grad. 4. min. Luego si estos dan 528821. dias: 360. grad. que son vna revolucion, daràn 686. dias, 21. hor. 15. min. esto es, vn año Egyptio, 321. dias, 21. hor. 14. min. cantidad de vna revolucion proxima à la verdadera, como despues verèmos.

PROP. XVII. Problema.

Hallar la excentricidad, y el apogeo de los tres Planetas superiores. fig. 130.

Los Astronomos han intentado varios modos para hallar la excentricidad, y el apogeo de estos Planetas; y li bien se consideran, todos tienen algunos defectos. Explicarè el siguiente, que aunque en parte procede por atencion, juzgo ser el mas seguro: es de Keplero, y se vale de quatro oposiciones del Planeta con el Sol, como se sigue.

Hagase centro en B, y describase el excentrico HEDG, en el qual sea HI la linea de los auges, que se supondrà inmovible por algunos años, de fuerte, que el lugar del apogeo en el Zodiaco sea el mismo sensiblemente. Sea A en dicha linea el centro de la tierra; y los quatro lugares del Planeta en sus quatro oposiciones verdaderas con el Sol, sean F, G, D, E: y por consiguiente se verá desde la tierra sin la segunda desigualdad por las

las lineas AF, AG, AD, AE: vnanse dichos lugares tirando las lineas FG, GD, DE, EF.

Esto supuesto, son ciertamente conocidas dos cosas, que son los angulos formados en A; es à saber, FAG, GAD, DAE, EAF, que son las diferencias de los lugares observados del Planeta en el Zodiaco; y los angulos en C, FCG, GCD, DCE, ECF: los quales se conocen por la diferencia del movimiento medio, correspondiente al tiempo corrido de vna à otra observacion; pero se ignoran quatro cosas: 1. El lugar del apogeo H, ò situacion de la linea HI. 2. El movimiento medio; y por consiguiente, la anomalia. 3. La excentricidad entera AC. 4. Si el centro B del excentrico se halla en la misma linea que los centros A, y C; ò si està en igual distancia de ellos, ò en desigual; pero para llevar adelante la operacion, bastarà suponer el movimiento medio, aunque imperfectamente señalado por otros Astronomos, que no distarà mucho de la verdad, segun lo arriba dicho; y asimismo, se podrà suponer el lugar del apogeo H, señalado por otros, aunque no con toda perfeccion; y sea por exemplo, el de Marte al fin de Leon, cerca del año 1600. donde se imaginará sin movimiento sensible: con esto, por su distancia de los lugares observados del Planeta, se sabrán los angulos anomalisticos, FCH, GCH, ò GCI, DCI, ECI; y finalmente, supongase ser la AC 10000. partes.

Con esta, como falsa oposicion, se averiguarà aora, si el lugar del apogeo, y los angulos que de èl dependen, permiten que los quatro puntos, F, G, D, E, estèn en vn mismo circulo; y que su centro cayga en la CA; y quanta aya de ser para esto la distancia AC, y quanta la AB: para lo qual se obrarà en la forma siguiente.

1. En el triangulo, por exemplo, CFA, es dada la AC 10000. y el angulo FAC, por la distancia del Planeta F observado del lugar supuesto H del apogeo; y FCH, restando el lugar supuesto H del apogeo, de la longitud media del Planeta, competente en las Tablas, al tiempo que fue observado en F: Luego se sabrà el lado,

do, ò distancia AF: de esta misma fuerte, en los otros triángulos CGA, CDA, CEA, que todos tienen el mismo lado AC, se hallarán los lados AG, AD, AE.

2. En los triángulos FAG, GAD, DAE, EAF, se saben, como queda dicho, los lados; y los ángulos comprendidos, son también conocidos, por la diferencia de los lugares verdaderos observados: con que se hallarán en cada uno los ángulos sobre la base: los cuales se juntarán con sus ángulos vecinos, y se tendrán los quatro ángulos EFG, FGD, GDE, DEF; y si todos juntos hacen quatro rectos, y cada dos opuestos, son iguales à dos rectos, los quatro puntos F, G, D, E, que terminan el cuadrilátero FGDE, estarán en la circunferencia, (22. 3. Euc.) y lo que se ha tomado como supuesto, se asegurará ser verdadero; pero faltando lo sobredicho, avrá falsedad en lo supuesto; pero será incierto si la falsedad está en el movimiento medio, ò en el lugar del apogeo.

3. Conservefe, pues, el movimiento medio, arriba supuesto, y adelántese mas, ò retirese el lugar del apogeo; y por consiguiente, aumentense, ò disminuyanfe los ángulos hechos en A, con las líneas del lugar visto del Planeta, con la de los auges; y repítanfe las operaciones del numer. 1. y 2. hasta que los quatro ángulos del cuadrángulo FGDE sensiblemente sean tanto como quatro rectos; y cada dos opuestos, tanto como dos rectos, y entonces se tendrán los quatro lugares del Planeta en la misma periferia del círculo, que es lo primero que se busca.

4. Para explorar si el punto B está en medio de la línea AC, sumense los ángulos GAD, DAE, conocidos ya por la diferencia de los tres lugares observados del Planeta G, D, E, y se hará el ángulo EAG; y en el triángulo EAG, serán conocidos los lados por la operación del numer. 1. sola, ò reiterada, con que se hallará la base GE. También porque en el triángulo EFG, es conocido el ángulo F, (num. 2. y 3.) y este ha de ser la mitad del ángulo EBG, formado en el centro, en el triángulo

ángulo Isocelos EBG, será conocida la base EG, y el ángulo opuesto: luego se harán los ángulos sobre la base, que son BEG, BGE.

5. En el triángulo EBG, dados, ò hallados la base EG, y los ángulos sobre ella, hállese el radio del círculo, que es el lado EB, en aquellas partes en que se supone dividida la AB: y porque ya se han hallado los ángulos BGE, y AGE, y los lados BG, y AG, si se quita el ángulo menor del mayor, esto es, en este caso AGE de BGE, el residuo será AGB. En el triángulo, pues, AGB, son dados los lados AG, BG, y el ángulo comprendido AGB, con que se hallará el ángulo BAG, que si discrepa del ángulo BAG, que se supuso antes, será señal que el punto B no cae, como era menester, en la línea AC.

6. Se avrá, pues, de mudar el lugar medio, que antes no se avia mudado, y el lugar del apogeo, y reiterar las operaciones precedentes, hasta que los quatro puntos de los lugares observados caygan en la misma periferia del círculo, ò que los ángulos de los puntos opuestos sean tanto como dos rectos; y proseguir las operaciones hasta hallar, que BAD sea tanto quanto se supuso ser CAD, ò HAD: y conseguido esto, se tomará el radio BD, suponiendo ser 100000. Y en el triángulo BAD, conocidos ya los ángulos, se hallará la excentricidad AB, que viene à ser del referente; y la excentricidad AC, que es del equante, en la forma Ptolomayca: y se concluirá, que el lugar del apogeo, y el movimiento medio últimamente supuesto, están ajustados à la verdad.

En esta forma concluyó Keplero de quatro oposiciones de Marte con el Sol, que toda la AC es 18564. AB 11332. y BC 7232. Otros modos se hallarán en el Padre Ricciolio, el qual halló el lugar del apogeo de los tres Planetas superiores, ser en el año 1644. el siguiente.

Saturno en 27.gr.13.min.20.seg.de Sagit.
 Apogeo de Jupiter en 8.gr.36.min. 0.seg.de Libra.
 Marte en 29.gr.50.min. 2.seg.de Leon.

Hallado el apogeo, y la excentricidad, facilmente se sabe la anomalia, y asimismo la prosthapherefe, cuyo fundamento es la excentricidad: el modo general de hallarlas todas, explicaremos luego.

PROP. XVIII. Problema.

Determinar con mayor precision el movimiento medio de los Planetas Saturno, Jupiter, y Marte.

A Veriguado ya lo dicho en la Proposicion passada, se dà la vltima mano al movimiento medio, y con ella su mayor exaccion, en esta forma.

1. Supongamos, que con el artificio explicado se ha conseguido el saber el lugar medio del Planeta en vna de aquellas quatro oposiciones, y el año, dia, y hora en que sucedió dicha oposicion.

2. Examinense en la misma forma otras quatro oposiciones modernas; y hallada la excentricidad, apogeo, y prosthapherefe, que entonces le compete al Planeta, determinense el lugar medio que tiene en vna de dichas oposiciones.

3. Cotejese el tiempo de la oposicion antigua con el de la moderna; y saquese el que hà corrido de vna à otra en dias, horas, y minutos: Partase este numero por la cantidad de vna rebolucion, hallada en la Prop. 16. bastante, como alli se dixo, para este efecto, y el quociente darà el numero de las reboluciones enteras, que ha hecho el Planeta en el medio tiempo de aquellas dos oposiciones; y asimismo cotejando el lugar medio del Planeta al tiempo de la oposicion primera, con el que tiene en la segunda, se sabrà quantos grados, y minutos ha corrido à mas de las reboluciones enteras.

4. Multipliquese el numero de las reboluciones enteras

teras por 360. y añadase al producto lo que à mas de ellas corrió el Planeta, y la suma será su movimiento medio, correspondiente à todo aquel tiempo, y luego se hará la siguiente regla de tres: Si tantos grados ha corrido en todo aquel tiempo; en quanto tiempo correrà con el mismo movimiento medio 360. grad. y se tendrá el tiempo que gasta en vna rebolucion.

Rebolucion entera en años Egepcios.

	Años.	D.	H.	Mi.	Se.	Ter.
Saturno	29	161	22	28	3	22
Jupiter	11	325	15	2	10	30
Marte	1	321	22	19	49	48

De la rebolucion entera se sacará el movimiento annuo, diciendo: Si en tantos años, dias, y horas, corre el Planeta 360. grad. en 365. dias quanto correrà? y lo que saliere será el movimiento annuo medio. Y partiendo este movimiento annuo por 365. dias, se tendrá el movimiento diurno, y se harán las Tablas como en el Sol, y en la Luna.

Si del movimiento medio annuo se quisiere sacar el tiempo de vna rebolucion entera, se diria: Como el movimiento annuo à 365. así 360. grad. al quarto termino, que será la rebolucion que se busca.

Los movimientos annuos, y djurnos siguientes, son los que trae en sus Tablas Phelipe de la Hire, que se diferencian muy poco de los que trae el Padre Ricciolio en su Astronomia Reformada.

Movimiento medio.

	Sig.	G.	M.	S.	
Saturno	Annuo	0	12	13	29
	Diurno	0	0	2	0
Jupiter	Annuo	1	0	20	32
	Diurno	0	0	4	59
Marte	Annuo	6	11	17	8
	Diurno	0	0	31	26

El modo de constituir la Epocha de estos movimientos medios, es el mismo que en los Luminares.

PROP. XIX. Problema.

Determinar el movimiento del apogeo de los tres Planetas superiores.

1. Escójase el lugar del apogeo, observado por los Antiguos, como por exemplo, el observado por Ptolomeo al tiempo de vna oposición del Planeta con el Sol; y al mismo tiempo, hagase elección de otro observado por los Modernos al tiempo de otra oposición. 2. Cuente-se el tiempo corrido de vna à otra observación: restese tambien el vn lugar del apogeo de el otro lugar; y el residuo será lo que ha andado el apogeo en el sobredicho tiempo intermedio; y por regla de tres se sacará el movimiento annuo, y diurno del apogeo, como antes se fació el movimiento medio del Planeta; y finalmente, hallado lo sobredicho, se prefigirá la Epocha, y se dispondrán las Tablas con semejante artificio al que diximos en el Sol, y Luna.

Exemplo. Ptolomeo en el año completo 136. de Christo, halló el apogeo de Saturno en 23. grad. de Escorpion. El Padre Ricciolio en el año completo 1644. halló el mismo apogeo en 27. grad. 13. min. 30. seg. de Sagitario. Restando el primer lugar del segundo, se halla aver andado el apogeo de vna à otra observación 34. grad. 13. min. 30. seg. El numero de los años intermedios, es 1508. años Julianos: reduzcanse estos à dias, y los grados, y minutos sobredichos à segundos, y haga-se vna regla de tres, diciendo: Si tantos dias dan tantos segundos, 365. dias, que es vn año, quantos darán? y lo que saliere será el movimiento annuo del apogeo: partase este por 365. y se tendrá su movimiento diurno. Segun la Hire, el movimiento annuo del apogeo, ò aphelio en Saturno, es 1. min. 22. seg. En Jupiter, 1. min. 34. seg. Y en Marte, 1. min. 7. seg.

De aqui se sacará facilmente el tiempo que gasta el apo-

apogeo en vna rebo-lucion entera, con vna regla de tres, diciendo: Si 82. seg. les corre el apogeo de Saturno en vn año, 1296000. seg. que ay en todo el circulo, en quanto tiempo les correrá? y este será el de vna rebo-lucion entera.

PROP. XX. Problema.

Hallar las prosthaphereses del centro, y distribuir las Tablas. figur. 131.

HALLADA la excentricidad por la Propos. 17. se hallará facilmente la prosthapheresi competente à cada grado de anomalia, en esta forma: En el triangulo AEB, se sabe el lado BE, que es el radio del excentrico, y la excentricidad AB; y el angulo ABE, que es el complemento de la anomalia CBE à 180. grados: Luego por Trigonometria, dados los dos lados, y el angulo comprehendido, se sacará el angulo AEB, que es la prosthapheresi que se busca. Esta operacion se hará en todos los grados del primer semicirculo de la anomalia, y se tendrán las prosthaphereses que les corresponden, y estas mismas serán las del segundo semicirculo; solo que en el primero son subtractivas, y en el segundo additivas, como se nota en las Tablas, cuyo orden es como el de las del Sol, y de la Luna.

CAPITULO II.

DEL MODO DE AVERIGUAR LA SEGUNDA desigualdad, ò anomalia del Orbe, y sus equaciones en los tres Planetas superiores.

ESTA segunda irregularidad, ò anomalia, que Ptolomeo, y otros llaman *del Orbe*, y Copernico *Commutacion*, ò *paralaxe de el Orbe annuo*, consta

evidentemente, si se observa el lugar del Planeta fuera de la conjuncion, y oposicion con el Sol; porque alli se verá, que aunque se corrija el movimiento del Planeta con la primera equacion, no se hallará corresponder al lugar verdadero, observado del Planeta; pues solo, como dixé, dà esse lugar verdadero la primera equacion al tiempo de las syzigias, por cessar en ellas la segunda irregularidad. En el modo de hallar las prostaphereses del Orbe, y disponerlas en las Tablas, ha auido variedad en los Autores antiguos, y modernos: el que han observado estos, es sin duda el mejor, y es como se sigue.

PROP. XXI. Problema.

Hallar las prostaphereses del Orbe. fig. 132.

TODO el artificio para hallar las prostaphereses de el Orbe, consiste unicamente en la resolucion del triangulo rectilineo obliquangulo SRT, cuyos tres angulos estan: vno en el Sol S, y se llama *Angulo en el Sol*; otro en la tierra T, y se llama *Angulo en la tierra*; y otro en el Planeta R, y se llama *Angulo en el Planeta*: en este triangulo se suponen conocidos el lado ST, distancia del Sol à la tierra, y el lado SR del Sol al Planeta; y asimismo, se sabe facilmente el angulo S, formado en el Sol, en la forma que luego diré: Luego por Trigonometria, dados los dos lados, y el angulo intermedio, se sabrà el angulo SRT, formado en el Planeta, que es la prostapheresis de el Orbe que se busca.

Para hallar el angulo RST, formado en el Sol, se procederà en esta forma: Al lugar verdadero de el Sol MRX, añadanse seis signos, si distare del principio de Aries menos que el semicirculo, como en este exemplo; y si mas, restense seis signos, y se tendrá el lugar N de la tierra visto desde el Sol. De este lugar de la tierra restese el lugar excentrico del Planeta, que es el visto desde el Sol, ò al contrario; esto es, restese el menor del mayor, de tal manera, que si el mayor excediere al menor en mas de seis signos, se añadan al menor doze signos,

nos, para que el menor se haga mayor, y el residuo será el angulo hecho en el Sol. Como en este exemplo: Porque el lugar de la tierra es MXN, que excede al lugar MR, excentrico del Planeta, en mas de seis signos, añadidos à dicho lugar del Planeta 12. signos, y hecha la resta, se tendrá el angulo NSR, ò TSR formado en el Sol, que es el que se busca.

PROP. XXII. Problema.

Disposicion de la Tabla general de las Prostaphereses del Orbe.

LA Tabla general de las prostaphereses del Orbe, ha sido vna maravillosa invencion, porque sirve generalmente para la Luna, y los cinco Planetas menores; y aunque yo en la Practica Astronomica he de seguir otro estilo, he querido hazer brevemente mencion de ella, para que quien quisiere valerse de su uso, siguiendo el estilo de otros Autores, tenga entendido su artificio: el qual consiste, en que en la frente de la Tabla se ponen las maximas equaciones del Orbe, desde el grado 5. hasta 48. para que comprehenda las de todos los Planetas: en los lados se colocan los grados de la verdadera anomalia del Orbe; y en las areas comunes, las prostaphereses del Orbe competentes, así à la anomalia del Orbe, como à su maxima prostapheresis, que es diferente en cada Planeta. Con que hallando en los lados de la Tabla la anomalia del Orbe, y en la frente la maxima prostapheresis, la area comun dará la prostapheresis que se pretende.



PARTE IV.

DE LAS PROPIEDADES DE LOS TRES
Planetas superiores Saturno, Jupiter,
y Marte.

A Los movimientos de estos Planetas acompañan diferentes propiedades; de las quales, vnas les competen segun su latitud; y otras, segun su longitud junta con la latitud: y vnas, y otras explicaremos con la brevedad posible.

CAPITULO I.

DE LAS PROPIEDADES DE ESTOS
Planetas, segun su latitud.

Las propiedades que competen à estos Planetas, segun su latitud, son la inclinacion de su orbita al plano de la ecliptica, el lugar de los nodos, y su movimiento, cuya explicacion se reduce à las siguientes Proposiciones.

PROP. XXIII. Theorema.

Referense los phenomenos, que en este punto se observan en los tres Planetas superiores.

1. **T**odos los Planetas, exceptuando el Sol, tienen su latitud, por razon de la qual se apartan de la ecliptica, ya àzia el Septentrion, ya àzia el austro, como consta de irrefragables observaciones: de que se sigue, que las orbitas en que se mueven, son inclinadas al plano de la ecliptica, y le cortan; aunque hasta aora las hemos considerado en su mismo plano, por no aver

sido

sido menester àun hazer mención de su inclinacion: los puntos extremos de la comun seccion del plano de la orbita con la ecliptica, se llaman *Nodos*; y los distantes de ellos 90. grados, se llaman *Limites*.

2. Los tres Planetas superiores, se detienen mas en la latitud boreal, que en la austral, por causa de hallarse en la parte boreal de su orbita el apogeo; y en la austral el perigeo.

3. La latitud, assi boreal, como austral, tiene otra variedad por razon del epiciclo; porque en vna revolucion del centro del epiciclo, es dos vezes maxima la latitud, y dos vezes ninguna: es maxima, quando dicho centro està en los limites; y es ninguna, ò se desvanece, quando està en los nodos.

4. A mas de esta, aun se observa otra variedad en estas latitudes; porque *cæteris paribus*, quando están los Planetas cerca de la oposicion con el Sol, son mayores; y cerca de la conjuncion, menores. De que se sigue, que las maximas latitudes, son aquellas australes, que suceden estando el centro del epiciclo en el segmento inferior del excéntrico, y el Planeta en el perigeo del epiciclo, y oposicion con el Sol: la razon es, porque estando el centro del epiciclo en el limite austral, se halla cerca del perigeo del excéntrico; y por consiguiente, se halla el Planeta mas cerca de la tierra: de que se sigue, que su latitud, ò distancia de la ecliptica, ha de parecer mayor, por verse desde la tierra con mayor angulo, que en el limite boreal, que està cerca del apogeo.

5. Comparando el lugar de los limites, que observaron los Antiguos, con los observados por los Modernos, consta evidentemente, que no permanecen dichos puntos en vnos mismos lugares de la ecliptica, si que se mueven, segun el orden de los signos, con vn movimiento lento, intensiblemente diferente de el de las fixas; al contrario de la Luna, cuyos nodos se mueven contra el orden de los signos.

PROP.

PROP. XXIV. Theorema.

Explicase en hypothefi la latitud de los tres Planetas superiores.

Varias hypothefes han discurrido los Astronomos, para explicar la latitud de Saturno, Júpiter, y Marte, que se pueden ver en el Padre Ricciolio, Dechales, y otros; bastará proponer aqui vna de ellas, que será la de Longomontano, ò Danica, por ser la que con mayor facilidad declara este punto verdaderamente dificultoso; y esto con la excelencia de ser igualmente aplicable à la hypothefi del movimiento de la tierra, y à la de su estabilidad.

Hypothefi Danica, aplicada al movimiento de la tierra.
figur. 133.

EN esta hypothefi, no se supone mas que la inclinacion del excentrico con la ecliptica: y essa constante, y sin variacion alguna; porque todos los demás accidentes se explican con el movimiento del Planeta por dicho excentrico, y con el de la tierra por el Orbe annuo.

Sea E el centro del Orbe annuo FGH, y tirense dos rectas; la vna, que es AEB, en el plano de la ecliptica, y del Orbe annuo; y la otra CED, en el plano del excentrico del Planeta, cortandose entrambas en el centro E. El limite boreal de la latitud, sea C; y la maxima latitud boreal, sea la que mide el angulo CFA, quando se halla la tierra en F; y el Planeta opuesto acronicamente con el Sol: y essa misma latitud maxima boreal, sea la que mide el angulo CGA, quando estando el Planeta de conjuncion con el Sol, se halla la tierra en G. Y assimismo, sea D el limite austral; y la maxima latitud austral, sea la que mide el angulo BGD, quando se halla la tierra en G, y el Planeta opuesto al Sol, ò la que mide el angulo BFD, estando la tierra en F, y el Planeta junto con el Sol.

De aqui se colige claramente, 1. Que la misma latitud boreal CA, vista desde la tierra puesta en F, ha de parecer mayor, que vista desde la tierra puesta en G; porque desde F, se ve con el angulo CFA, que es su medida; y desde G, con el angulo CGA; pero el angulo externo CFA, es mayor que CGA su interno, y opuesto: (3 2. 1. Euc.) Luego la latitud CA, se ve con mayor angulo desde F, que desde G: Luego aparecerá mayor. Assimismo, la latitud austral BD, aparecerá mayor à la tierra puesta en G, que à la misma puesta en F, por la misma razon.

2. De aqui se sigue, que quando el Planeta està en oposicion del Sol, *ceteris paribus*, es mayor la latitud; porque entonces, estando, como se supone, el Sol siempre en E, el Planeta està en C, y la tierra en F; ò el Planeta en D, y la tierra en G: en los quales casos se mide la latitud con el angulo CFA, BGD; y quando està el Planeta de conjuncion con el Sol, se halla el Planeta en C, y la tierra en G; ò el Planeta en D, y la tierra en F; y la medida de la latitud es el angulo CGA, ò BFD; pero como hemos visto, estos angulos que miden la latitud, son mayores en el primer caso, que en el segundo: Luego, *ceteris paribus*, es mayor la latitud en las oposiciones, que en las conjunciones.

3. Tambien se sigue, que puesta la tierra en G, la maxima latitud austral BGD, ha de parecer mayor, que la maxima boreal AFC, parece à la tierra puesta en F; porque el Planeta puesto en D à la parte austral, se halla en el perigeo del excentrico, que como queda dicho, cae en aquella parte: Luego alli el Planeta està mas cerca de la tierra G, que en C, respecto de la tierra F, por estàr aqui el apogeo. Luego el angulo BGD, con que se ve desde la tierra la maxima latitud en la parte austral, será mayor que el angulo CFA, con que la observa en la parte boreal. En los nodos, como no aya inclinacion alguna, son iguales ay tampoco latitud.

Hypothesis Danica, aplicada à la estabilidad de la tierras

ESTA misma hypothesis, se aplica à la estabilidad de la tierra, suponiendo dos cosas: La primera, que el excentrico del Planeta estè constantemente inclinado à la ecliptica, de forma, que la seccion comun de entrambos planos pàsse por el centro del Mundo: La segunda, que el plano del epicyclo se conserve siempre paralelo à la ecliptica en qualquiera punto que se halle su centro, para que la comun seccion del excentrico, y del epicyclo sea siempre paralela à la comun seccion del excentrico con la ecliptica; porque siendo paralelos, segun esta hypothesis, los planos del epicyclo, y de la ecliptica, el plano del excentrico que les corta, es preciso haga las secciones paralelas. (16. 11. Euc.)

De aqui se sigue, que el epicyclo siempre conservará una misma inclinacion al excentrico; porque siendo paralelo à la ecliptica, su angulo de inclinacion con el excentrico, será igual al angulo de inclinacion, que la ecliptica tiene con el mismo excentrico; pero este angulo se supone inmutable: Luego tambien lo será el del epicyclo con el excentrico.

Con esto se dà satisfaccion à los Phenomenos. 1. Hallandose el centro del excentrico en los nodos, por suponerse el epicyclo paralelo à la ecliptica, coincide con ella; y así, en qualquiera punto del epicyclo en que se halle el Planeta, carecerà de latitud, por hallarse en la ecliptica. 2. Por estàr el apogeo del excentrico àzia el limite boreal, el Planeta se detendrá mas tiempo en la latitud boreal, que en la austral. 3. Por estàr el centro del epicyclo mas cercano à la tierra, quando se halla en el perigeo del excentrico, que cae à la parte austral, que no en el apogeo, que se halla en la boreal, se sigue, que la maxima latitud austral, que sucede estando el Planeta en el perigeo del epicyclo, ha de ser mayor que la maxima boreal, que sucede tambien estando el Planeta en el perigeo del epicyclo; y así en los demás Phenomenos.

Segun

Segun el Padre Ricciolio, las medidas pertenecientes à la latitud, son los siguientes: las de Phelipe de la Hire, son algo diferentes, como se verá en las Tablas.

	Inclinacion à la Ecliptica.			Movi. del Nodo.	
	G.	M.	S.	Min.	Seg.
Saturno	2	31	0	0	50
Jupiter	1	25	0	0	15
Marte	1	50	30	0	40

	Latitud maxima.							
	En el Apog. del Epic.		Austral.		En el Perig. del Epic.		Austral.	
	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
Saturno	2	18	2	14	2	48	2	53
Jupiter	1	12	1	10	1	44	1	47
Marte	1	9	1	4	4	32	7	9

PROP. XXV. Problema.

Observar el lugar de los nodos, determinar su movimiento, y distribuirle en las Tablas.

Operacion. Observese con buenos instrumentos la latitud del Planeta, en aquellos dias en que se presume poco mas, ò menos, que carecerà brevemente de latitud: continuese esta observacion por algunos dias consecutivos; y de los aumentos, ò disminuciones de la latitud, se colegirá el tiempo en que estubo el Planeta en la ecliptica, y por consiguiente en el nodo: cuidefe de corregir las observaciones por razon de la paralaxe, y de la refraccion, si se necesitare de ello.

Exemplo. Refiere Keplero, que el año 1595. en 28. de Octubre à las 12. horas, fue observada la latitud austral de Marte 4. min. 30. seg. Tycho observò el mismo año

año en 30. de Noviembre à las 12. horas la latitud de Marte, y hallò ser boreal 19. min. 45. seg. De vna à otra observacion passaron seis dias jstos, en los quales se mudò la latitud por 24. min. y por consiguiente 4. min. cada dia: Luego los 4. min. 30. seg. que en la primera observacion faltaban para acabarse de desvanecer la latitud, se desvanecieron en 1. dia, y 4. horas, que añadidas al tiempo de la primera observacion, se halla aver llegado Marte al nodo el dia 30. de Octubre à las 4. horas de la mañana. En este tiempo, pues, se hallaba Marte, segun las Tablas de Keplero, en 16. grad. 45. min. 24. seg. de Tauro: y por consiguiente, en esse lugar se hallaba entonces el nodo boreal. De esta, y otras observaciones, cotejadas entre si, estableció Keplero el lugar del nodo sobredicho en 16. grad. 44. min. 32. seg. de Tauro; y segun la Hire, se hallaba al fin de esse año en 16. grad. 23. min. 51. seg. de Tauro.

De aqui se colegirà facilmente el movimiento anpno de los nodos, segun el orden de los signos, cotejando los lugares en que les hallò Ptolomeo, con los que se han hallado por observaciones modernas, vsando de las reglas de tres, que en otras partes hemos dicho, para semejantes determinaciones. Con esto se formarán las Tablas, y se establecerán las Epochas, como en los movimientos medios.

PROP. XXVI. Problema.

Observar la maxima latitud de estos Planetas.

Operacion. Observese la latitud de los Planetas continuamente en aquellos dias, en que poco mas, ò menos se haze juicio llegarán à los limites de su maxima latitud, y cotejando los aumentos de vnos dias con los decrementos de otros, se ratificará, como en los nodos, el tiempo en que sucede la maxima latitud.

(S)(P)(X)(G)(S)

PROP.

PROP. XXVII. Problema.

Dada la maxima latitud del Planeta, determinar la inclinacion de su orbita, ò excentrico à la egyptica.
figur. 133.

Este Problema se puede resolver de varios modos: el siguiente, es segun Longomontano, y en seguida de lo dicho en la Prop. 24. Sea el angulo AFC el que mide la maxima latitud boreal, supuesto, que la tierra se halle en F: ò tambien sea el angulo BGD el que mide la maxima latitud austral, que como dixe, es mayor que la boreal, hallandose la tierra en G. Sea tambien conocido el radio del Orbe annuo, ò media distancia del Sol à la tierra, que es el lado BG: y asimismo la distancia del Planeta al centro de su excentrico, que es el lado DE; ò la DG, distancia del Planeta à la tierra, hallandose el Planeta en D, situacion acronychia: esto supuesto, en el triangulo EGD, dado el lado EG, y el lado DE, ò DG, y el angulo intermedio EGD, que es el complemento de BGD, maxima latitud austral à 180. grados, se hallará el angulo GED, que es la inclinacion del plano CED al plano de la egyptica AEB.

PROP. XXVIII. Problema.

Dada la inclinacion de la orbita à la egyptica, hallar geometricamente la latitud de vn Planeta superior en qualquiera tiempo dado.

fig. 134.

LA resolucion siguiente de este Problema, es segun la forma Copernicana, que me ha parecido menos dificil que otras. Sea A el centro del Orbe annuo FE, &c. y supongamos exista la tierra en F, cerca de la situacion acronychia E, desde donde descubre al Planeta C. Sea BC vna porcion de su excentrico, y BD vna porcion de la egyptica; y la inclinacion de dicho excentrico à ella, sea el angulo CBD. Tirese la CD perpendicular

cu-

cular à la eclýptica ; y desde la tierra F, tirense las rectas FC, FD : y asimismo las rectas AC, AD. Tengase tambien conocida la distancia CB del Planeta al nodo mas cercano. Esto supuesto,

En el triangulo esferico CBD, rectangulo en D, conocido el lado BC, y el angulo B, se sabrà el arco, ò lado CD. El seno de este arco CD, reduzcase à las mismas partes, de que consta la distancia CA dada del Planeta al Sol, ò al centro del Orbe annuo, en esta forma : En el triangulo ACD, rectangulo en D, dado el lado CA, y el angulo DAC, cuya medida es el arco hallado CD, se sabrà el lado CD, que es el seno de dicho arco, en las partes de la AC; y asimismo se hallará el otro lado AD. Aora se passará al triangulo DAF, en el qual se sabe el lado AD; y el AF, semidiametro del Orbe annuo, en las mismas partes que AD. Es tambien conocido el angulo DAF, que es el complemento à 180. grad. de la anomalia del Orbe annuo; ò la distancia de la tierra F al lugar D del Planeta en la eclýptica : Luego por Trigonometria se sabrà el lado DF. Finalmente se irá al triangulo CDF, rectangulo en D, en quien se saben los lados CD, y DF : Luego se sabrà el angulo CFD, que es el que mide la latitud del Planeta C, vista desde la tierra F, segun lo dicho en la Prop. 24.

PROP. XXIX. Problema.

Reducir el lugar que tiene el Planeta en su orbita, à la eclýptica, y al contrario. fig. 135.

Para mayor claridad, presupongo la explicacion de los terminos siguientes.

1. *Lugar del Planeta en la eclýptica*, es aquel punto de ella en que la còrta vn circulo de latitud, que passado por la Estrella, es perpendicular à la misma eclýptica.

2. *Inclinacion del Planeta à la eclýptica*, es el angulo que en el centro de la eclýptica forman dos lineas rectas, la vna tirada desde dicho centro en el plano de la

orbita del Planeta hasta el Planeta, y la otra en el plano de la eclýptica, hasta el lugar del Planeta en ella.

3. *Arco de la inclinacion*, es el arco del circulo de latitud, comprehendido entre el lugar del Planeta en su orbita, y el lugar que le corresponde en la eclýptica; el qual arco se imagina en el Cielo de las fixas.

4. *Argumento de la inclinacion*, es el arco de la orbita del Planeta debaxo de las fixas, comprehendido entre el nodo boreal, y el lugar del Planeta en su orbita, numerado segun el orden de los signos.

5. *Reduccion del Planeta à la eclýptica*, es aquel pequeño arco, en que se diferencia el argumento de inclinacion del arco de eclýptica, numerado desde el nodo boreal, hasta el lugar del Planeta en la eclýptica. El modo, pues, de hallar esta reduccion, es el siguiente.

En el triangulo DAC, sea AD el quadrante de la eclýptica, y AC el quadrante de la orbita Planetaria : con que si el Planeta se hallare en C, limite de la maxima latitud; no necesitarà de reduccion, por ser el arco AC igual à AD, entrambos quadrantes; como ni tampoco si estuviere en el nodo A.

Supongamos, pues, se halle el Planeta en B, por el qual passe el arco de latitud BE, perpendicular à la eclýptica. En el triangulo esferico AEB, rectangulo en E, se supone conocido el angulo A, medida de la maxima inclinacion de la orbita à la eclýptica : se supone tambien sabido el argumento de la inclinacion, que es el arco AB : Luego se hallará el arco AE, cuya diferencia del arco AB, es la reduccion del Planeta à la eclýptica.

De la misma manera se hallará la reduccion del Planeta de la eclýptica à la orbita; porque en el mismo triangulo AEB, dado el angulo A de la maxima inclinacion, y el lado AE, distancia del lugar del Planeta en la eclýptica al nodo proximo, se sabrà el lado AB, distancia del Planeta en su orbita al nodo, cuya diferencia del arco AE, es la reduccion que se desea.

La reduccion del Planeta de su orbita à la eclýptica.

ca, se resta del argumento de la inclinacion quando el Planeta camina de los nodos àzia los limites, y se suma quando va de los limites àzia los nodos; y la suma, ò resta, añadida al lugar del nodo precedente, dà el lugar del Planeta en la ecliptica: ò tambien si el Planeta camina à los limites, restese la reduccion inmediatamente del lugar del Planeta en su orbita; ò si camina à los nodos, sumese con dicho lugar, y se tendrá el lugar del Planeta en la ecliptica. Al contrario quando se quisiere reducir el Planeta de la ecliptica à su orbita. Todo se nota en las Tablas de la Reduccion.

PROP. XXX. Problema.

Dada la distancia del Planeta al centro de la ecliptica, hallar el intervalo, ò distancia, que llaman acortada.

Para hallar la latitud del Planeta, como vimos en la Prop. 28. del punto de la periferia de la orbita, en que se halla el Planeta, se tira vna recta perpendicular al plano de la ecliptica: y como el plano de la orbita sea inclinado al de la ecliptica, es preciso que el punto de la ecliptica, en quien cae dicha perpendicular, estè mas cerca del centro del mundo, donde se forma el angulo de la inclinacion, que no el punto de la orbita en que està el Planeta, y de quien sale dicha perpendicular. Esta distancia, pues, que ay del centro del mundo, al punto del plano ecliptico en quien cae la perpendicular, llama Keplero, y con el la comun de los Astronomos, *distancia acortada del Planeta*, por ser algo mas corta que la distancia del Planeta al mismo centro: y à la diferencia de vna à otra distancia, llaman *curtacion, ò acortamiento*. Hallase la distancia acortada con esta analogia: *Como el seno total, à la distancia del Planeta del centro de la ecliptica: assi el seno segundo de la inclinacion, à la distancia acortada.*

Sirve esta distancia acortada para corregir la equacion del Orbe, que se suele investigar por la distancia del

del Planeta al Sol, ò al centro del Mundo; porque como aquel acortamiento, siempre disminuye la distancia, es tambien causa de que se aya de disminuir algo la equacion del Orbe: de fuerte, que si fuere additiva, se añadirà menos; y si subtractiva, se quitarà menos al movimiento del Planeta primo equado. El modo de su uso, se explicará en la Astronomia practica.

CAPITULO II.

DE LAS PROPIEDADES DE ESTOS Planetas, segun su longitud, y latitud juntas.

LAS propiedades de que aora hemos de tratar, son comunes à los cinco Planetas menores, y son la *Direccion, Retrogradacion, Estacion, Aspectos*, y otras disposiciones suyas, assi respecto del Sol, como respecto de las partes principales del mundo; pero antes de entrar en ellas, explicarè los siguientes terminos, porque aunque no sea muy preciso el conocimiento de algunos de ellos, conendrá saberles, por hallarse frequentemente en muchos Autores.

1. Un Planeta se llama *Veloz, ò aumentado en su curso*, quando su movimiento diurno aparente, segun orden, es mas veloz, que el movimiento medio. Llamase *Tardo, ò minorado en su curso*, quando el movimiento diurno aparente sobredicho, es menor que el movimiento diurno medio. Y quando entramos movimiento medio, y verdadero son iguales, se llama *Mediocre en su curso*.

2. Llamase vn Planeta, *aumentado en numero*, quando entrambas equaciones del centro, y del Orbe, ò por lo menos la mayor de ellas, es additiva, lo que puede suceder en estos Planetas, tanto, que vayan directos, como retrogrados. *Disminuido en numero*, se llama quando entrambas equaciones, ò la mayor de ellas es subtractiva.

3. *Directos*, se llaman los Planetas, quando con su movimiento verdadero caminan segun el orden de los signos: *Retrogrados*, quando van contra el sobredicho orden. Y *Estacionarios*, quando su lugar verdadero, es sensiblemente el mismo, de suerte, que ni se ven proseguir segun orden, ni retroceder contra orden.

4. *La Estacion primera*, sucede en el primer semicirculo de la anomalía, contado, segun el orden de los signos, quando el Planeta de directo quiere pasar à retrogrado. *La segunda Estacion*, acontece en el segundo semicirculo de la anomalía, quando el Planeta de retrogrado quiere pasar à directo.

5. *Arco de la Direccion*, es el que camina el Planeta mientras va directo; ò es el arco que ay desde la primera estacion por el apogeo, hasta la segunda. *Arco de la Retrogradacion*, es el que camina el Planeta mientras va retrogrado; ò es el que ay desde la primera estacion por el perigeo, hasta la segunda.

Theorica de la Direccion, Estacion, y Retrogradacion de los cinco Planetas menores.

Estos Phenomenos tan notorios en los cinco Planetas menores, se explican igualmente en la hypothesi de Ptolomeo, y en la de Copernico. Ptolomeo les atribuye al movimiento del centro del epicyclo por el excentrico, y del Planeta por el epicyclo, con vna cierta proporcion de dichos movimientos, con las magnitudes del excentrico, y del epicyclo. Copernico lo reduce todo, especialmente en los tres superiores, al movimiento de la tierra por el orbe annuo, atendiendo tambien à la proporcion de dicho movimiento con el del Planeta, y à la que tiene el radio del orbe annuo con la distancia del Planeta. Explicaré primero este punto, segun la hypothesi de Ptolomeo; y despues brevemente, segun la de Copernico, donde claramente se verá otra vez la equipolencia de entrambas. Pero es menester presuponer los Lemmas siguientes.

LEM-

LEMMA, I.

Si de un lado de un triangulo se corta un segmento, que no sea menor que el lado contermino, mayor será la razon del segmento cortado, al residuo, que la del angulo adjacente, al angulo opuesto al lado vezino. fig. 136.

Explicacion. Sea el triangulo DAB, cuyo lado AB está cortado en I, de tal suerte, que el segmento BI no es menor que el lado contermino BD: Digo, que mayor razon tiene BI à IA, que el angulo DAB al angulo DBA.

Preparacion. Supongamos, que BI sea igual à BD; y de el punto B tirese la BG, paralela à la linea dividente DI, y prolonguese hasta que corte en E al lado AD prolongado: asimismo del punto D, tirese la DG, paralela à la AB, y será BGD paralelogramo; y por consiguiente, los lados BI, GD, serán iguales, como tambien DI, y BG: Luego si desde D, con la distancia DG, se describe un arco de circulo, pasará por el punto B; porque como DG sea igual à BI, y esta se suponga igual à BD, serán DG, DB iguales.

Demonstr. La misma razon ay del angulo EDG al angulo GDB, que del arco CG al arco GB; pero como el arco CG al arco GB, así es (33. 6. Euc.) el sector CDG al sector GDB: Luego la misma razon ay del angulo EDG, al angulo GDB, que del sector CDG al sector GDB; pero la razon del triangulo EDG, al triangulo GDB, es mayor que la del sector GDG, al sector GDB, por ser el triangulo EDG mayor que el sector CDG, y el triangulo GDB menor que el sector GDB; y como se ha el triangulo EDG, al triangulo GDB, así es (1. 6. Euc.) EG à GB; y como EG à GB, así es ED à DA, (4. 6. Euc.) por ser paralelas GD, BA; y por la misma razon, como ED à DA, así es GD, ò BI à IA: Luego mayor razon tiene BI à IA, que el angulo EDG, al angulo GDB; pero por las paralelas GD, BA, el angulo

KK 3

gulo

gulo BAD, es igual al ángulo EDG; y por las mismas paralelas el ángulo GDB, es igual al alterno DBA: Luego mayor es la razón del lado BI à IA, que la del ángulo BAD, al ángulo DBA.

En esta misma forma se demonstraría la propuesta, caso que BI fuese mayor que BD, tirando las líneas como antes.

LEMMA I I.

Si de un punto puesto fuera del circulo, se tiran dos secantes, la una por el centro, y la otra por el otro punto, mayor razón tendrá la semicuerda de la primera con su exterior segmento, que la semicuerda de la segunda con su exterior segmento. figur. 137.

Explicacion. Del punto A se tira la AD por el centro C; y tambien la AE por distinto punto: dividase la cuerda GE por medio en F: Digo, que mayor razón ay de CB à BA, que de FG à GA.

Demonstr. La línea GE, es menor (15. 3. Euc.) que el diametro BD: Luego su mitad FG, es menor que el semidiametro CB: Luego (8. 5. Euc.) menor razón tiene FG à AB, que CB à la misma AB; pero AB, es menor que AG: (8. 3. Euc.) Luego menor razón ay de FG à GA, que de la misma FG à la AB: Luego mucho menor será la razón de FG à GA, que de BC à AB.

LEMMA I I I.

Dada una razón menor que la del semidiametro à un exterior segmento dado, tirar una secante, cuya semicuerda tenga con su exterior segmento una razón igual à la razón propuesta. fig. 138.

Explicacion. Sea dada la razón de A à B, menor que la de CD à DE. Pídesse, que del punto E se tire una secante, que la mitad de su cuerda tenga con el segmento exterior la misma razón que A à B.

Operacion. Cortese CE en F, de tal suerte, que CF à FE

FE, sea como A à B, y será CF menor que CD. Partase FE por medio, para hazer sobre ella un semicirculo FGE, el qual cortará al circulo DGH en G: tirese por este punto la secante EGH. Digo, que IG, mitad de la cuerda GH, se ha con GE, como A à B. Descrivase sobre CE el semicirculo CIE, que cortará à la secante EH en el punto I; y tirense las rectas CI, FG.

Demonstr. Por ser CIE, FGE semicirculos, los ángulos CIE, FGE son rectos: (31. 3. Euc.) Luego (2. 3. Euc.) la cuerda HG queda dividida por medio en I, y IG, es la mitad de dicha cuerda; y las IG, FG (28. 1. Euc.) son paralelas: Luego (2. 6. Euc.) será IG à GE, como CF à FE; pero CF à FE, es por construcción, como A à B: Luego IG à GE, es como A à B.

PROP. XXXI. Theorema.

Si la razón del semidiametro del epiciclo à la distancia del perigeo del mismo epiciclo al centro de la tierra, no fuere mayor que la razón que ay de la velocidad del centro del epiciclo, à la velocidad del Planeta en su periferia, el Planeta jamás podrá ser visto retrogrado.

figura 139.

Explicacion. Sea E el centro de la tierra, y ED la distancia del centro del epiciclo al centro de la tierra: sea C el perigeo del epiciclo; y EG su distancia al centro de la tierra. Digo, que si la proporción de DC à CE no es mayor que la proporción que tiene la velocidad del centro D, con la velocidad del Planeta en la periferia del epiciclo, no podrá el Planeta verse jamás retrogrado. Tirense las tangentes EL, LK; y las secantes EGB, EMH, igualmente distantes del perigeo C: y tirense del centro del epiciclo las rectas DG, DM.

Demonstr. Si pudiesse verse retrogrado, sería cerca del perigeo C, donde el movimiento del Planeta por LCK disminuye el movimiento del centro D àzia L. Pruebase, pues, que aun aqui, segun lo propuesto, no puede

puede aparecer retrogrado. Sea el arco GC quan pequeño se quiera: y porque la basa DE del triangulo DGE, está dividida en dos partes EC, CD, y la vna de ellas DC, no es menor que el lado contermino DG, si igual à el, será mayor la razón de DC à CE, que la del angulo GED, al angulo EDG; (Lemma 1.) y por consiguiente, será menor la razón del angulo GED al angulo EDG, que de la línea DC à CE; pero la razón de DC à CE, se supuso no ser mayor que la razón de la velocidad del centro D, à la velocidad del Planeta G en el epicyclo: Luego mucho menor será la proporción del angulo DEG al angulo EDG, que la proporción de la velocidad del centro D à la del Planeta G: pero el angulo GDC, es el que determina la velocidad del Planeta en el epicyclo: Luego el angulo que determina la velocidad del epicyclo, es mayor que el angulo CEG: sea, pues, este angulo DEL, con que será mayor que DEG, esto supuesto, si el centro D del epicyclo no se moviese, mientras el Planeta correia el arco GC, que subtende al visual GEC, apareceria ir retrogrado de G à C; pero porque en el mismo tiempo el centro D, moviéndose de D à L, describe el arco DL, que subtende al angulo mayor visual DEL, aparecerá moverse el Planeta directamente àzia Levante, con vn movimiento igual al exceso, en que el angulo DEL excede al DEG: Luego segun lo supuesto, no puede verse retrogrado.

PROP. XXXII. Theorema.

Si la razón del semidiametro del epicyclo à la distancia del perigeo al centro de la tierra fuere mayor, que la razón de la velocidad del centro del epicyclo, à la velocidad del Planeta en su periferia, el Planeta aparecerá retrogrado. fig. 240.

Explicación. La velocidad del centro D del epicyclo, à la del Planeta por su periferia, sea como X à Z; y la razón de DC à CE, sea mayor que la de X à Z: Digo, que el Planeta en alguna parte de su epicyclo apa-

aparecerá retrogrado, y en otras directo. Por ser la razón de DC à CE, mayor que la de X à Z, se podrá (Lemma 3.) tirar alguna secante como EGC, tal, que la misma razón aya de PG à GE, que de X à Z: tirese, pues, esta secante, y otra EMH, semejante à la primera. Digo lo primero, que el Planeta aparecerá ir directo por todo el arco MHABG.

Demonstr. Que por el arco HAB vaya directo el Planeta, es notorio, por coadyubar allí, y promover el movimiento del Planeta en el epicyclo al movimiento del centro. Tome se, pues, otro punto Q, quan vezino se quiera al punto G, de quien se pueda dudar si irá en el retrogrado el Planeta, y tirense las líneas BQ, EQ, DQ.

En el triangulo EBQ, se ha tomado la BG mayor que el lado adjacente BQ: Luego (Lemma 2.) mayor razón tendrá BG à GE, que el angulo BEQ al angulo QBG: Dupliquense entrambos angulos, y por el QBE duplicado substituyase el angulo QDG, que por formarse en el centro, es duplo del QBG, formado en la periferia: (Euc. 1. Euc.) Luego mayor razón tendrá BG à GE, que el angulo QEG duplicado, al angulo QDG: Luego tomando la mitad de los antecedentes, mayor razón tendrá PG à GE, que el angulo QEG al angulo QDG; pero PG à GE, es por suposición como X à Z; ò como la velocidad del centro del epicyclo, à la velocidad del Planeta en su periferia: Luego X à Z tiene mayor razón, que el angulo QEG al angulo QDG: Luego el angulo con que se ve desde E moverse el centro del epicyclo, es mayor que el angulo QEG; sea, pues, GEL: Luego mientras el Planeta en su epicyclo anda el arco QG, el centro del epicyclo se verá moverse por el arco PL, que subtende al angulo GEL: Luego el Planeta se verá moverse absolutamente directo, y segun el orden de los signos.

Digo lo segundo, que en el arco GM aparecerá el Planeta retrogrado. Señalese el punto V quan vezino se quiera al punto G, y tirense las rectas BV, DV, EV.

Demonstr. En el triangulo EBV, se ha tomado la EG ma-

mayor que el lado vezino EV : Luego (Lemma 2.) mayor razon ay de EG à GB, que del angulo GBV al angulo GEV: y convirtiendo, mayor razon ay de GB à EG, que del angulo GEV al angulo GBV. Dupliquense dichos angulos, y por el GBV duplicado, tomese el angulo GDV, hecho en el centro: Luego menor será la razon de BG à GE, que del angulo GEV duplicado, al angulo GDV: y tomando la mitad de los antecedentes, menor razon tendrá PG à GE, que el angulo GEV al angulo GDV; pero X à Z, es como PG à GE: Luego menor razon tendrá la velocidad del centro del epiciclo en el Zodiaco, à la velocidad del Planeta en el epiciclo, que el angulo GEV al angulo GDV: Luego el Planeta mayor arco describe contra el orden de los signos, que el centro del epiciclo, segun orden: Luego alli se verá retrogrado.

COROLARIOS.

1. **C**omo queda demostrado, el Planeta va directo por todo el arco MAG; y retrogrado, por todo GM: Luego G es el punto de la primera estacion; y M, el de la segunda. Cada una de estas estaciones, en rigor, no es mas que un punto; pero por la gran distancia de los Planetas à la tierra, y no es cerca de dichos puntos sensiblemente la diferencia del movimiento por algunos dias; y assi, en todos ellos se dize ser estacionario el Planeta.

2. Quanto mayor fuere la razon del radio DC del epiciclo, à la distancia CE del perigeo al centro de la tierra, que la razon de la velocidad del centro del epiciclo por el Zodiaco, à la velocidad del Planeta en el epiciclo, estarán los puntos de las estaciones mas cercanos al perigeo C; y por consiguiente, el arco de la retrogradacion será menor.

PROP. XXXIII. Theorema.

Los Planetas menores aparecen estacionarios, y retrogrados; pero no el Sol, ni la Luna.

1. **D**E lo dicho se colige la razon, por que los Planetas menores se ven algunas vezes estacionarios,

rios, y retrogrados; y es, porque si se examina el movimiento horario verdadero del centro del epiciclo; y el del Planeta, en la periferia del epiciclo; y por consiguiente, se averigua la proporcion del vno al otro; y asimismo la proporcion del radio del epiciclo à la distancia de su perigeo al centro de la tierra: se hallará, que en los cinco Planetas menores, es siempre mayor razon la del radio del epiciclo à la distancia del perigeo al centro de la tierra, que la razon de la velocidad del centro del epiciclo en el Zodiaco, à la velocidad del Planeta en el mismo epiciclo: Luego (32.) los dichos Planetas aparecerán estacionarios, y retrogrados.

El modo de hallar la proporcion de los movimientos del centro del epiciclo, y del Planeta en su periferia, es el siguiente: Hallese en la forma que se dirá en la Astronomia practica, el lugar verdadero, ò equado del centro del epiciclo al principio de una hora, y asimismo al fin de ella, y la diferencia de entrambos, será el movimiento horario del centro por el Zodiaco: Hallese tambien para los Planetas superiores el movimiento horario del Sol; restese de este movimiento el del centro del epiciclo ya hallado, y el residuo será el movimiento del Planeta en el epiciclo, que como dize en la Prop. 11. es igual à lo que se aparta el Sol del centro del epiciclo: hallados, pues, entrambos movimientos, está sabida su proporcion.

El modo de hallar la que tiene el radio del epiciclo à la distancia de su perigeo à la tierra, es este: Hallese, segun la hypothesi, el radio del epiciclo, y al mismo tiempo la distancia de su centro al de la tierra: restese de esta distancia el radio hallado del epiciclo, y el residuo será la distancia del perigeo al centro de la tierra; y por consiguiente, se sabrá su proporcion.

2. La razon por que el Sol jamás puede verse estacionario, ni retrogrado, es, porque si se mueve por el excentrico, segun la primera hypothesi de Ptolomeo, no tiene mas que vn movimiento por su periferia al rededor de la tierra, segun el orden de los signos: Luego siem-

siempre será su movimiento directo: Si se mueve por epicyclo, cuyo centro se mueva por circulo concentrico, como en la segunda hypothesi, se hallará, que el radio del epicyclo, que como en su lugar dixé, es igual à la excentricidad de la primera hypothesi, es 3460. que restado del radio del concentrico 100000. queda la distancia del perigeo al centro de la tierra 96540. Es, pues, el radio del epicyclo à la distancia del perigeo, como 3460. à 96540. y como en dicha hypothesi, el movimiento del Sol en el epicyclo, sea casi igual al del centro de dicho epicyclo por el concentrico, se sigue, (31.) que el Sol no puede verse estacionario, ni retrogrado.

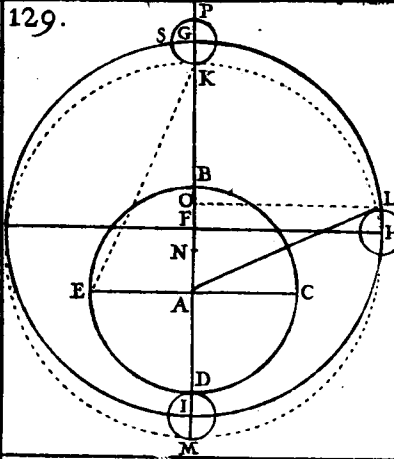
Esto mismo sucede en la Luna, porque el radio de su epicyclo es 8745. partes; y la distancia de su perigeo al centro de la tierra, es 91255. pero el movimiento del centro, que es el medio de la Luna, es mayor que el de la Luna por el epicyclo: Luego menor razon tiene el radio del epicyclo à la distancia del perigeo, que el movimiento del centro del epicyclo en el deferente, al movimiento de la Luna en el epicyclo: Luego (32.) es incapáz de verse estacionaria, ni retrograda.

PROP. XXXIV. Problema.

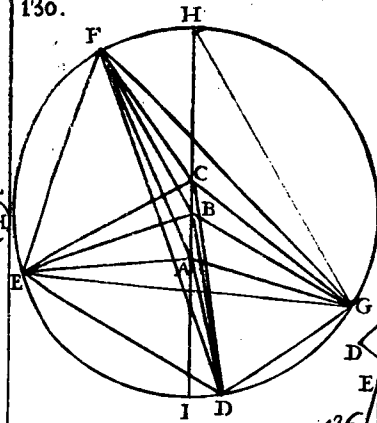
Determinar los puntos de las estaciones, y los arcos de la Direccion, y Retrogradacion. fig. 241.

Operacion. Hallese el radio BE del epicyclo, y la distancia EA de su perigeo al centro de la tierra, con que será conocida toda la BA: hallese la razon que tiene la velocidad del epicyclo, à la velocidad del Planeta en el epicyclo, y sea como FG à GH. Sumense estas cantidades, y hagase: Como la suma FH, à GH; así AB, à AD. Dividase AD por medio en I, y desde I, como centro, hagase el semicirculo DCA, que corta al epicyclo en C. Tirese las rectas BC, IC, y resuélvase el triangulo BCI, en quien es conocido el lado IC, mitad de la AD; y el lado BC, radio del epicyclo; y el lado

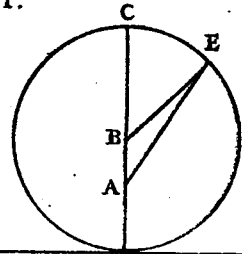
129.



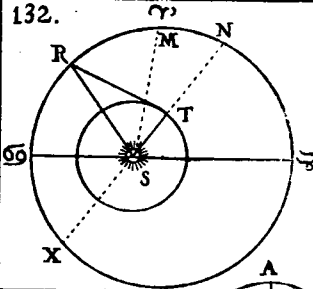
130.



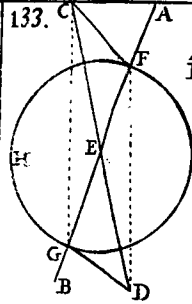
131.



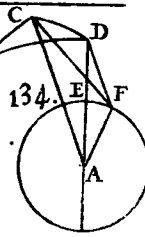
132.



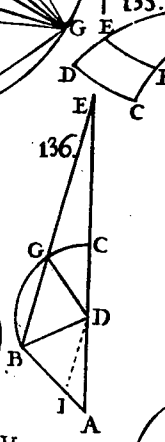
133.



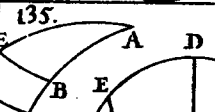
134.



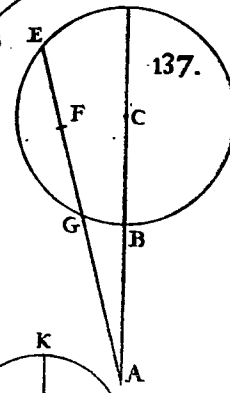
136.



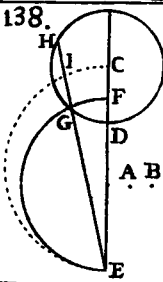
135.



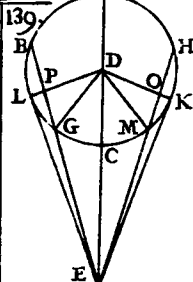
137.



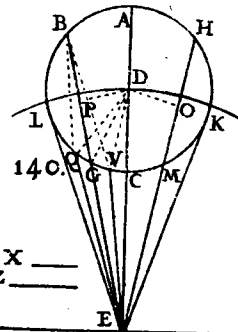
138.



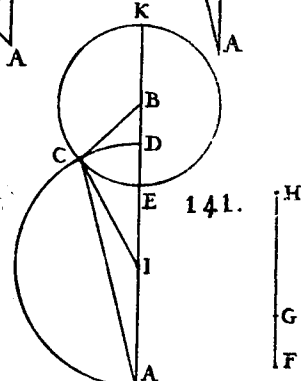
139.



140.



141.



X —
Z —

H
G
F

do IB compuesto de ID, y del residuo DB : Luego por Trigonometria se sabrà el angulo CBE ; y por configuiente el arco CE, distancia del punto de la primera estacion C al perigeo E : y restando el arco CE de 180. ò del semicirculo KCE, se tendrá el arco KC, distancia del punto C de dicha estacion al apogeo K. Dupliquefe el arco KC, y se tendrá todo el arco de la direccion : restese este arco de 360. ò dupliquefe el arco CE, y se tendrá el de la retrogradacion, y el punto de la segunda estacion. Consta de lo dicho.

Advierto, que los puntos de las estaciones, y por configuiente los arcos de la direccion, y retrocesion, se mudan frequentemente, por variarse continuamente la razon de la velocidad del centro del epicyclo, à la del Planeta en su periferia, de quien dependen.

PROP. XXXV. Theorema.

Explicanse en la hypothesis de Copernico la Direccion, Estacion, y Retrogradacion de los Planetas menores.
figura 142.

Sea O el Sol, ò el centro del mundo : sea BGM el orbe annuo ; y bgm el orbe de algun Planeta superior, como por exemplo, de Jupiter. Sea SVY vn arco del Zodiaco en la esfera de las fixas. Tirese la OGV, y será la linea de la oposicion : porque puesta la tierra en G, y Jupiter en g, parecerà estàr opuesto al Sol, por estàr la tierra G entre el Sol O, y Jupiter g. Cortense à vna, y otra parte del punto G en el Orbe annuo algunos arcos iguales, como son los notados en B, C, D, &c. Señalense en el Orbe de Jupiter otros tantos arcos iguales entre si, como son b, c, d, &c. y suponganse tener con los B, C, D, &c. la proporcion que tiene el movimiento de Jupiter por su Orbe, con el de la tierra por el Orbe annuo, que, como queda dicho, mientras la tierra corre todo el Orbe annuo, Jupiter camina la duodecima parte de su Orbe.

Puesta, pues, la tierra en B, y Jupiter en b, tirese la
linea

línea BbP, y desde la tierra se verá Jupiter en el punto P del Zodiaco. Pásse ya la tierra à C, y Jupiter à c; y tirando la CcQ, se verá en Q: con que se avrà visto caminar desde P à Q. Pásse la tierra à D, y Jupiter à d, y la línea visual DdR, hará se vea aver corrido directamente de Q à R, segun el orden de los signos. Passando la tierra à E, y Jupiter à e, se verá en S por la línea EeS, quasi paralela con la precedente DdR, y tan poco distante de ella, que parecerá averse detenido Jupiter en vn mismo lugar RS sin movimiento sensible, con que parecerá averse hecho de directo estacionario.

Prosga la tierra, y pongase en F, y Jupiter en f, con que se verá por la línea FfT en el punto T del Zodiaco, y parecerá aver retrocedido todo el arco ST. Llegue ya la tierra al punto G de la verdadera oposicion de Jupiter g con el Sol O, y se verá Jupiter por la línea OGGV en el punto V, aviendo retrocedido mas aprisa todo el arco TV. Pásse la tierra à H, y Jupiter à h, y por la visual HhX se verá en X, aviendo proleguido su retrogradacion por el arco VX; la qual continuará, hasta que llegando la tierra à I, y à K, y Jupiter à i, y à K, se verá otra vez estacionario entre los puntos insensiblemente distantes X, Y. Passando despues la tierra à L, y Jupiter à l, se verá por la visual LiZ en Z, aviendo buuelto à caminar directo de N à Z, lo que continuará en la misma forma: y en llegando la tierra à a, y Jupiter à g, será, respecto de la tierra, g la conjuncion del Sol O con Jupiter g en medio de la direccion; y así en lo restante. Con esto se vé claramente en esta hypothesis la razon, por que en las oposiciones con el Sol, se vé retrogrado el Planeta, y en las conjunciones directo.

El modo de determinar los arcos de direccion, estacion, y retrogradacion en esta hypothesis, es, con poca diferencia, el mismo que en las proposiciones antecedentes queda explicado, segun la de Ptolomeo; y así, no ay para que repetirlo.

De lo dicho se colige claramente, con quanta facilidad se explican estos phenomenos en la hypothesis de Copernico, que dá quietud al Sol, y movimiento, à la tierra; mas no por esto se

se ha de afirmar suceder así realmente en el mundo: pues lo que de aqui se concluye, es su posibilidad, mas no su actualidad, como con mas extension explicarè en el Tratado de la Geographia.

PROP. XXXVI. Theorema.

Explicanse algunas pasiones de los Planetas, comparados con el Sol.

1. **L** Os Planetas se llaman Orientales, y Matutinos, quando salen por la mañana antes que el Sol; y Occidentales, ò Vespertinos, quando se ponen despues de puesto el Sol. Los tres Planetas superiores, como tambien las fixas, por ser mas tardos que el Sol, de occidentales, ò vespertinos, comienzan à hazerse orientales, ò matutinos al punto de su conjuncion con el Sol; y lo son hasta la oposicion suya con el Sol; desde el qual de orientales buelven à hazerse occidentales hasta la conjuncion. Pero Venus, y Mercurio se hazen orientales, ò matutinos al tiempo de la conjuncion perigea con el Sol, y lo son hasta la conjuncion apogea, en la qual se hazen occidentales, ò vespertinos hasta la perigea.

2. *Aumentados de lux* se llaman los Planetas, si son mas velozes que el Sol, quando se apartan de este Planeta; y si son mas tardos, quando el Sol se aparta de ellos, de fuerte, que se puedan descubrir libres ya del resplandor de sus rayos. *Disminuidos de lux* se llaman, quando se acercan al Sol, ò el Sol à ellos.

3. *Combustos* se llaman, quando están tan cerca del Sol, que su resplandor no permite les descubra nuestra vista; aunque los Astrologos solo les llaman combustos, quando distan del Sol menos que la mitad del Orbe de su luz, cuya cantidad se determinò en el lib. 1. Prop. 54. Dize se hallarse en el corazon del Sol; quando distan de su centro menos que la suma de los semidiámetros del Sol, y del Planeta, la qual suma no passa de 17. min. Las demás propiedades de este genero, quedan explicadas en el lib. 1.

CAPITULO III.

DE LAS DEMAS PROPIEDADES DE LOS
tres Planetas superiores.

PROP. XXXVII. Theorema.

Explicanse las conjunciones maximas, y magnas de los Planetas superiores.

A Las conjunciones de los Planetas superiores atribuyen los Astrologos grandes, y notables efectos en lo sublunar: de lo qual trataremos en otra parte. Dividenlas en *Maximas*, y *Magnas*. Meñhala, Arabe, en el lib. de Coniunct. citado por el Padre Ricciolio, llama *Conjuncion maxima* à la de los tres Planetas Saturno, Jupiter, y Marte, quando todos tres en vn mismo dia, con poca diferencia, se vienèn à juntar en vn mismo lugar del Zodiaco. Quando la conjuncion es solo de Saturno, y Jupiter, la llama *Mayor*. Quando de Saturno, y Marte, *Mediocre*. Y quando de Jupiter, y Marte, la llama *Conjuncion magna*.

Pero la comun de los Astrologos con Albumasar, dize, que la *Conjuncion maxima*, sucede quando Saturno, y Jupiter se juntan en signo de la triplicidad ignea, despues de aver salido de la triplicidad aquea, singularmente quando suceden despues de aver pasado 800. ò cerca de 900. años: y à estas atribuyen las grandes mutaciones de las cosas sublunares. *Conjunciones magnas* llaman à todas las demás de Saturno, y Jupiter, que suceden mas frequentemente, porque vnas suceden de 20. en 20. años; otras de 200. en 200. transitando del principio de vna triplicidad al principio de otra: como de Ariete à Capricornio; ò de este à Libra; y de Libra à Cancro. Otras cosas omito, por ser de menor momento.

PROP.

PROP. XXXVIII. Theorema.

Explicase la proporcion que tiene la distancia de los tres Planetas superiores à la tierra, con la distancia del Sol à la misma tierra.

Supongo, que la distancia de los Planetas à la tierra, no es siempre la misma, como en varias partes queda dicho, y consta de evidētissimas observaciones; y assi, suelen distinguirse tres las mas principales, que son, *Maxima*, *Media*, y *Minima*. Comparando, pues, las distancias medias de estos Planetas, con la distancia del Sol, digo, guardar las proporciones siguientes.

1. La distancia media de Saturno à la tierra, es decupla de la distancia del Sol, con poca diferencia: Pruebase, por què la distancia media de Saturno à la tierra, es igual al radio del excentrico de Saturno; pero este es decuplo de la distancia del Sol à la tierra: Luego tambien lo es la distancia media de Saturno: Pruebase la menor. El radio del excentrico, es decuplo del radio del epicyclo, por quanto la equacion del Orbe, ò epicyclica llega à ser 5. grados, 45. minutos, cuyo seno es la dezima parte del seno total, ò radio del excentrico; pero la distancia del Sol à la tierra, es igual al radio del epicyclo: Luego es la dezima parte del radio del excentrico, ò media distancia de Saturno à la tierra. Que el radio del epicyclo sea igual à la distancia del Sol à la tierra, es claro; porque en la hypothesis de Copernico, el radio del Orbe annuo, es equipolente al radio del epicyclo de Ptolomeo: esto es, haze las mismas retrogradaciones, estaciones, &c. lo que no podia ser, no siendo entrambos radios iguales. Es, pues, el radio del Orbe annuo igual al del epicyclo; pero el radio del Orbe annuo, es igual à la distancia del Sol à la tierra: Luego tambien lo es el radio del epicyclo; y siendo este la dezima parte del radio del excentrico de Saturno, ò de su distancia media à la tierra, se sigue, ser la distancia del Sol vna dezima parte de la distancia de

Tom. VII.

LI

2. La

2. La media distancia de Jupiter à la tierra, es poco mas de quintupla de la distancia del Sol à la misma tierra: La razon es, porque el Orbe annuo en la hypothesi de Copernico, equivale al epicyclo; pero el radio del epicyclo, al radio del excentrico, es como 19. à 100. por llegar à ser la prosthapheresis del Orbe, 11. grad. cuyo seno 19080. con 100000. radio del excentrico, ò distancia de Jupiter à la tierra, es como 19. à 100. Luego la distancia media de Jupiter à la tierra, cotejada con la del Sol, es como 100. à 19. esto es, poco mas de quintupla.

3. La media distancia de Marte à la tierra, comparada con la distancia del Sol à la misma tierra, es como 100. à 65. porque el radio de su epicyclo llega à subtender prosthapheresis de 41. grad. cuyo seno es 65605. siendo el seno total, ò radio del excentrico 100000. Luego el radio del Orbe annuo, equivalente al del epicyclo, à la distancia de Marte, es como 65. à 100. Lo tocante à Venus, y Mercurio, se verá en el Libro siguiente.

PROP. XXXIX. Problema.

Reducir las distancias de los Planetas à semidiametros de la tierra.

SAbida la distancia del Sol à la tierra en numeros proporcionales, y en semidiametros de la tierra, segun se dixo en el Lib. 2. y sabidas en qualquiera hypothesi las distancias de los Planetas en numeros proporcionales, se sabrán facilmente por regla de tres las mismas distancias en semidiametros de la tierra, diciendo: Si tantas partes proporcionales de la distancia del Sol, dan en ella tantos semidiametros terrestre; tantas partes proporcionales en las distancias de los Planetas, quantos semidiametros terrestres darán en ellas? Segun el P. Ricciolio, son las siguientes.

Distancias de los Planetas à la tierra en semidiametros terrestres.

	Maxima.	Minima.	Diferencias.
Saturno.	90155	57743	32412
Jupiter.	47552	26441	21111
Marte.	21005	2373	13632
Venus.	12919	1917	11002
Mercurio.	10868	3932	6936
Sol.	7580	7074	506

PROP. XL. Problema.

Hallar las paralaxes de los cinco Planetas menores.

EL modo con que se investigaron las paralaxes del Sol, y de la Luna, no es seguro en estos Planetas; el mejor es el siguiente.

Operacion. Hagase esta analogia: Como la distancia del Planeta al centro de la tierra en semidiametros terrestres, al radio: assi un semidiametro de la tierra, al seno del angulo que mide la paralaxe orizontal. Hallada esta en la maxima, media, y minima distancia, se podrán inquirir las demás, por ser la paralaxe orizontal el fundamento de todas, como en otras partes hemos dicho. Las siguientes, son segun el Padre Ricciolio; en las cuales se ve poderse despreciar la paralaxe de los Planetas superiores, aun con mas razon que la del Sol, por ser quasi insensibles.

Paralaxes orizontales.

	En la dist. max.			En la dist. min.		
	M.	Seg.	Ter.	M.	Seg.	Ter.
Saturno.	0	2	20	0	3	30
Jupiter.	0	4	20	0	7	45
Marte.	0	10	0	1	26	0
Venus.	0	16	0	1	48	0
Mercurio.	0	19	0	0	50	0

PROP. XLI. Problema.

Hallar los diámetros aparentes, y verdaderos de los cinco Planetas menores.

LA observacion de los diámetros aparentes de estos Planetas, lleva casi la misma incertidumbre que en las fixas: puedense observar con el Modo 1. y 2. que el diámetro aparente del Sol, segun la Prop. 19. lib. 2.

Hallado el diámetro aparente, se sacará el verdadero, supuestas las distancias de la tierra, con la siguiente analogia: Como el radio, à la distancia dada: assi el seno del semidiámetro aparente, al semidiámetro verdadero del Planeta. Si hecha esta operacion en la maxima, y minima distancia, y en el semidiámetro aparente correspondiente à cada vna, se hallare vna misma cantidad del semidiámetro verdadero, será evidente señal de averse observado bien los semidiámetros aparentes. Estos, segun el Padre Ricciolio, son como se siguen.

	Dist. Min. M. Seg. Ter.	Media. M. Seg. Ter.	Maxima. M. Seg. Ter.
Saturno.	0 34 30	0 26 40	0 22 0
Jupiter.	1 8 46	0 49 46	0 38 18
Marte.	1 32 0	0 22 0	0 10 6
Venus.	4 8 0	1 4 12	0 33 30
Mercurio.	6 25 12	0 13 48	0 9 26

PROP. XLII. Problema.

Dado el verdadero diámetro de los Planetas, hallar su magnitud; y quantas vezes sean mayores que la tierra.

LA magnitud del Planeta se hallará en esta forma. 1. Hagale: Como 100. con 314. assi el diámetro verdadero del Planeta, al quarto termino; y este será la circunferencia del círculo maximo de su cuerpo. 2. Multiplique

tiplique se la mitad de esta circunferencia por el semidiámetro, y se tendrá la area del círculo maximo. 3. Quadruplicase esta area, y se tendrá la superficie del Planeta. 4. Multiplique se el tercio de esta superficie por el semidiámetro, y se tendrá la solidéz del Planeta. Consta de la Geometria.

Para hallar aora quantas vezes sea vn Planeta mayor que la tierra, ò quantas vezes incluya su solidéz, se obrará assi. Cubiquense los diámetros del Planeta, y de la tierra, y vease quantas vezes aquel incluye à este: y tantas vezes el Planeta incluirá la tierra. De este mismo modo se hallará quantas vezes incluya vna Estrella à otra. Las proporciones siguientes, son segun el Padre Dechales.

El diámetro de Saturno incluye al de la tierra 9. vezes, y 3. quintos. Saturno contiene à la tierra 884. vezes, poco mas: y à la Luna 49005. El Sol contiene à Saturno, ò es tanto como el 43. vezes. El diámetro de Jupiter, es 8. vezes, y 4. quintos, tanto como el de la tierra. Jupiter contiene à la tierra 685. vezes: y à la Luna 37675. pero el Sol contiene à Jupiter 56. vezes. El diámetro de Marte, es 52. centesimas del de la tierra. Marte, es menor que la tierra; y esta le contiene 7. vezes, y 2. veinte y vn avos, con poca diferencia: y Marte contiene à la Luna 7. vezes, y 7. dezimos: y el Sol à Marte 275714. vezes; pero en este Planeta andan varios los Astronomos. El diámetro de Venus, contiene vn diámetro de la tierra, y 15. centesimas. Venus, es vna vez y media tanto como la tierra: incluye à la Luna 82. vezes; y el Sol à Venus 25733. El diámetro de Mercurio, es la quarta parte de el de la tierra. La tierra contiene à Mercurio 64. vezes; y la Luna à Mercurio, cinco vezes; y el Sol 9881600. vezes.

PROP. XLIV. Problema.

Determinase quan grandes parecian los Planetas, las fixas, y la tierra, mirados de otra parte que de la tierra. fig. 143.

SI subimos con la consideracion à los Astros, y nos imaginamos, yà en vno, yà en otro de aquellos globos

bos celestes, descubriremos este vistoso theatro de la naturaleza; pero con muy diferentes circunstancias de las que observamos desde la tierra, siendo preciso, que los lugares tan distintos sean tambien las magnitudes aparentes de los Astros muy diversas. Dadas, pues, ó supuestas las distancias, y diametros verdaderos de las Estrellas, lo determina la Astronomia, en la forma siguiente.

1. Para determinar quan grande parecerà la tierra, mirada desde qualquiera de los Planetas, ò desde las fixas, duplique se la paralaxe horizontal de aquella Estrella, desde la qual suponemos mirarse la tierra, y este duplo serà su diametro aparente, con que se descubre desde la dicha Estrella: porque, como en otra parte dixè, no ay duda, que la tierra BAD, vista desde la Estrella C, se verà con el angulo BCD, duplo del angulo BCA, paralaxe horizontal de la Estrella C.

2. Para determinar quan grande pareceria vna Estrella mirada desde qualquiera otra, distante de ella en qualquiera distancia dada, se obrarà en esta forma. Tomese esta distancia, y supongamos sea CA; tomese tambien el semidiametro verdadero de la Estrella, y sea AB: con que en el triangulo ABC, rectangulo en B, dada la hypotenusa CA, y el lado AB, se sabrà el angulo BCA, que duplicado, dà el angulo BCD, que mide el diametro aparente de la Estrella vista desde C.

3. De esta misma manera se sacarà quan grande pareceria el Orbe annuo del Sol, segun la hypothesis comun, ò de la tierra, segun Copernico, si se mirasse desde Saturno, ò desde las fixas, &c. y asimismo el Orbe de qualquiera Planeta: porque dado su semidiametro; esto es, la media distancia del Planeta à la tierra, que supongo sea AB: y dada la distancia de dicho Orbe à las fixas, ò à Saturno, de donde se mira, que supongo sea AC; se conocerà, como antes, el angulo BCA, cuyo duplo BCD es la medida del diametro aparente del sobredicho Orbe, visto desde C, punto puesto en Saturno, ò en las fixas.

Con

Con estas reglas hallò el P. Ricciolio los diametros aparentes que se figuen. El diametro aparente de la tierra, visto desde las fixas en la minima distancia, es 4. seg. 14. terc. y en la maxima, solos 2. seg. Si se mira desde Saturno, es en la minima distancia 7. seg. y en la maxima 4. seg. 40. tercer. Si se mira desde Jupiter, en la minima distancia, es 16. seg. y en la maxima 9. seg. Desde Marte, en la minima distancia, es 2. min. 52. seg. y en la maxima 0. min. 20. seg. Desde el Sol, en la minima distancia, es 0. min: 58. seg. y en la maxima 0. min. 56. seg. Si desde Venus, en la minima distancia, es 3. min. 36. seg. y en la maxima 0. min. 32. seg. Si desde Mercurio, en la minima distancia, 1. min. 40. seg. y en la maxima 0. min. 38. seg. y si se mira desde la Luna, en la minima distancia, es 2. grad. 14. min. y en la maxima, 1. grad. 57. min.

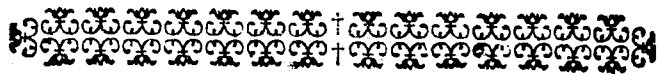
El diametro aparente del Sol, visto desde las fixas, es 2. min. 20. seg. desde Saturno, 3. min. 30. seg. desde Jupiter, 7. min. 0. seg. desde Marte, 24. min. 46. seg. desde Venus, 50. min. 18. seg. desde Mercurio, 2. grad. 8. min. y desde la Luna, 33. min. 20. seg.

Jupiter, visto desde los satelites, segun lo que Galileo les pone distantes de Jupiter, parece como se sigue: desde el primero se ve con diametro de 42. grad. 34. min. desde el segundo, 22. grad. 50. min. desde el tercero, 14. grad. 6. min. y desde el quarto, 8. grad. 4. min.

Si Jupiter se mirasse de vna distancia igual à la que vemos el Sol, pareceria su diametro 8. min. 15. seg. Si de distancia igual à la sobredicha, mirassemos à Saturno solo, seria su diametro 9. min. 5. seg. pero con sus Archeros, 9. min. 30. seg. Si con esta distancia viessemos al Can mayor, seria 12. min. 0. seg. y la minima de las fixas, 3. min. 50. seg. El Can mayor visto desde Saturno; se veria con diametro de 12. min. 18. seg. y la minima de las fixas, con diametro de 2. min. 50. seg.

El Orbe annuo de la tierra, visto desde las fixas, supuesta la distancia que le dan los Copernicanos, apareceria con diametro de 17. seg. segun Keplero, y de 6. min. segun Herigonio. El Orbe de Saturno, pareceria, segun

Keplero, de 4. min. 18. seg. y segun Herigonio, de 9. grad. 30. min. de que se sigue, que desde las fixas, y aun tambien desde Saturno, parecerian Jupiter, y Marte satelites, ò archeros del Sol, como à nosotros nos lo parecen ser Venus, y Mercurio. Otras muchas apariencias se pueden inferir en la forma dicha, semejantes à las referidas.



LIBRO VII.

DE LOS DOS PLANETAS inferiores, Venus, y Mercurio.

PARTE I.

DE LA NATURALEZA, Y PHENOMENOS de estos dos Planetas : de sus movimientos, y de las hypothesas con que se explican.

CAPITULO I.

DE LA NATURALEZA, Y PRINCIPALES phenomenos de Venus, y Mercurio.

ANTES de entrar en la especulacion de los movimientos de estos Planetas, conviene presuponer la noticia de algunas apariencias suyas, que serviràn sin duda de mucha luz, para descubrir las sendas por donde executan sus continuas revoluciones, con otras maravillosas propiedades.

PROP.

PROP. I. Theorema.

Explicanse algunas apariencias, que se observan en los Planetas Venus, y Mercurio. fig. 144.

Mirados estos Planetas sin antejo de larga vista, parecen, como las demás Estrellas, redondos, y con aquel ordinario capilicio de luz, que en todas aparece; pero si se miran con vn telescopio de mediana magnitud, se ven libres de aquel capilicio, y con semejantes aspectos, ò phases à las que en diferentes dias se observan en la Luna. Consta, pues, de innumerables observaciones, hechas por diligentísimos Astrónomos, suceder estas diferentes apariencias con el orden siguiente.

Asi Venus, como Mercurio, despues de su matutina emersion de los rayos del Sol, luego que empiezan à descubrirse por la mañana libres de aquel gran resplandor que les tenia ocultos, se ven falcatos, ò à manera de vna hoz, como en I. Despues, cerca yà de la maxima digression matutina del Sol, aparecen dicotomos, ò dimidiados, como en G: Luego, cerca de la inmersion matutina, quando caminando àzia el Sol, llegan à quererse ocultar entre sus rayos, se manifiestan casi llenos de luz, aunque algo gibosos, como en E: de que se sigue, que se verian desde la tierra T en C totalmente llenos de luz, à no estorvarlo el gran resplandor del Sol S: lo qual sucede cerca de la conjuncion apogea de estos Planetas con el Sol. Empezando despues à librarse de aquel gran fulgor del Sol en la emersion vespertina, se descubren à ponerse el Sol otra vez quasi plenos como en D; y en llegando à la maxima digression vespertina, se ven otras vez dimidiados, como en F; y luego segunda vez falcatos, cerca de la estacion, como en H, quando otra vez se ven por la tarde acercarse à la inmersion vespertina en las luzes del Sol; y finalmente, en llegando à K, en la conjuncion perigea, se verian totalmente obscuros, si lo permitiese el Sol: como algunas vezes se han observado

vado en el mismo disco Solar como vnas manchas obscuras.

De aqui se colige claramente, que estos Planetas son de figura esferica, supuesto que se ven redondos, y que en la parte que mira al Sol, tienen luz, y sombra en la opuesta: lo que tambien manifiesta ser cuerpos opacos. Coligese tambien, que resplandecen con la luz que reciben del Sol; y asimismo se juzga no ser tersos como los espejos, si desiguales, con varias quiebras como de montes, y valles: como de los Planetas superiores se dixo en el Libro precedente; y asimismo lo que se contiene en las Proposiciones siguientes.

PROP. II. Theorema.

Venus, y Mercurio, à vezes estàn mas altos que el Sol, y à vezes mas baxos.

TODO Planeta que llega à verse lleno de luz, y no se aparta del Sol tanto como vn semicirculo, està entonces sobre el Sol; pero Venus, y Mercurio, algunas vezes se ven llenos de luz, (1.) y no se apartan del Sol tanto como el semicirculo; porque Venus solo llega à apartarse 49. grad. y Mercurio 27. Luego algunas vezes estàn superiores al Sol: La mayor se prueba, porque para que vn Astro se vea desde la tierra lleno de luz, recibiendo la del Sol, es preciso que el emisferio visto, y el alumbrado, concurren, y sean vno mismo: lo que no puede ser sino, ò estando la tierra entre el Astro, y el Sol, que es quando dista del Sol todo el semicirculo; ò estando el Sol entre la tierra, y el Astro; y por consiguiente, mas alto que el Sol: sucediendo, pues, esto en Venus, y Mercurio, es constante estar algunas vezes superiores al Sol.

Que otras vezes estèn mas baxos que el Sol, es tambien evidente; porque es imposible que vn Planeta aparezca falcato, y como vna hoz, sino es estando mas baxo que el Sol: para que de esta suerte, la mayor parte del emisferio, visto desde la tierra, sea el obscuro, y solo se des-

descubra vna pequeña parte del superior, que es el alumbrado, por estar àzia el Sol; pero Venus, y Mercurio aparecen algunas vezes en forma de hoz: Luego algunas vezes estàn inferiores al Sol.

De aqui se colige, que Venus, y Mercurio andan al rededor del Sol, en la forma que se explicò en la proposicion antecedente; y en esto consiste la variedad de sus phases, ò apariencias.

CAPITULO II.

DE LOS MOVIMIENTOS DE VENUS,
y Mercurio: y del modo con que se explican en la
hypothesis de Copernico.

PROP. III. Theorema.

Explicase la variedad de movimientos, y Anomalias que tienen Venus, y Mercurio.

AMas del movimiento comun con que todos los Astros se mueven en 24. horas de Levante à Poniente, tienen Venus, y Mercurio su proprio movimiento de Poniente à Levante por el Zodiaco, como los demàs Planetas: y se observa de la misma manera que en estos, segun queda dicho en los Libros antecedentes.

En este movimiento se hallan tambien dos anomalias, ò irregularidades; la vna, *Suelta, ò absoluta*; y la otra, *Ligada, ò respectiva*: llamase la primera, *Absoluta, ò suelta*, por ser independiente del Sol; y la segunda, *Ligada, ò respectiva*, por ser dependiente de este Planeta. Esta irregularidad respectiva en los demàs Planetas, solo tiene su duracion desde la conjuncion hasta su oposicion con el Sol, y otra vez, desde la oposicion à la conjuncion, cesando totalmente en estas syzigias; pero en Venus, y Mercurio ay esta diferencia, que como jamàs puedan hallarse en oposicion del Sol, por la razon dicha en las pro-

proposiciones antecedentes, si que en lugar de esso, tengan con el Sol dos conjunciones, vna apogea, y otra perigea; la seguda irregularidad, dura precisamente de la conjuncion apogea à la perigea, donde fenece: y de esta buelve otra vez à empezar, hasta concluirse en la conjuncion apogea.

Para explicar, pues, estas anomalias, han discurrido varias hypotheses los Astronomos, que seria gran prolixidad el referirlas todas. Explicaré solamente vna, y será la de Copernico, por ser muy apta para hazer concepto de dichas anomalias, y movimientos, y ser afsimismo equipolente à otras hypotheses; pues con solo colocar el Sol movible, como lo es, en el lugar donde Copernico pone la tierra, y à esta inmovil, donde supone al Sol, se ajustan las mismas apariencias. Omito aun con mas razon la de Ptolomeo por antiquada, y casi del todo inutil; pero se le puede perdonar este defecto, por aver carecido la antigua Astronomia de los telescopios, con cuya invencion ha sido mucho mas feliz la moderna, por los muchos phenomenos que por este medio ha llegado à descubrir en los Cielos.

PROP. IV. Theorema.

Explicase la hypothesi del Planeta Venus, segun Copernico, figura 145.

LA hypothesi de Copernico, supone el Sol inmovil en el centro del mundo, à cuyo contorno se mueve la tierra por el Orbe annuo àzia Levante: y Venus al rededor del Sol àzia la misma parte por vn circulo excentrico al Sol; pero comprehendido dentro del sobredicho Orbe annuo, gasta Venus en cada rebolucion por dicho circulo ocho meses y medio, con poca diferencia. Este excentrico, por cuya periferia se mueve el Planeta, va continuamente variando su excentricidad, por moverse su centro por la periferia de vn pequeño circulo, con el qual movimiento se constituye ya mas cerca, ya mas apartado del Sol.

Esto

Esto supuesto, con solo el movimiento annuo de la tierra, y el del excentrico, se explican todas las apariencias de este Planeta: porque el movimiento del centro del excentrico por la periferia del circulo, va ligado, y conexo à las syzigias del Planeta con el Sol: con que se explica la segunda anomalia, que es la ligada, ò respectiva, que tambien suelen llamar *del Orbe*; pero la primera, ò absoluta, que llaman *del centro*, es vnicamente causada por el movimiento annuo de la tierra: donde se ve la razon, por que, segun los Antiguos, el movimiento medio, ò del centro, es vno mismo en los tres Planetas Sol, Venus, y Mercurio. Todo esto se entenderà mejor explicandolo en la figura.

Sea E el Sol, ò el centro del mundo, desde el qual, como centro, descrivase el Orbe annuo de la tierra RLQ. Sea RQ la linea de los auges, y en ella sea EM la minima excentricidad del excentrico, numerada desde el Sol; y la maxima sea EN, dupla de EM, cuya diferencia será MN, que se dividirá por medio en A, centro del pequeño circulo MN, por cuya periferia es llevado el centro del excentrico, segun orden; pero de tal suerte, que siempre que la tierra se hallare en el apogeo Q de Venus, ò en el perigeo R: esto es, siempre que se hallare en la linea de los auges, el centro del excentrico se halle en la minima excentricidad: esto es, en M; pero quando la tierra se hallare en la media distancia, esto es, distare 90. grad. del apogeo, ò del perigeo de Venus, como en L, entonces el centro del excentrico exista en la maxima excentricidad, que es en N: de lo qual se sigue, que mientras la tierra corre vna vez el Orbe annuo, el centro del excentrico dà dos bueltas enteras por la periferia del pequeño circulo MN.

Segun esta hypothesi, la maxima *prospaheresi* del centro sucede en el grado 90. de la anomalia del centro, ò del excentrico; pero computada en el Orbe annuo desde la linea de los auges: como supuesta la tierra en L, será la anomalia del excentrico el arco RL, ò el angulo REL; y la maxima equacion del centro, será el angulo ELN,

ELN, por ser su fundamento la maxima excentricidad EN.

Las *maximas prosthaphereses del Orbe*, à quien Copernico llama de las *paralaxes del Orbe annuo*, suceden quando la recta tirada del centro de la tierra al Planeta Venus, toca al excentrico, ò Orbe de Venus; y por consiguiente, es perpendicular à su semidiámetro. Y así, la maxima equacion del Orbe, que sucede en el apogeo Q del excentrico, es por exemplo el angulo MQX, y sucede puesta la tierra en Q, y Venus en X; porque en esta positura la recta QX toca al Orbe HXG, y es perpendicular al radio MX, y así à la otra parte; pero la maxima prosthapheresis del Orbe, hecha en el perigeo, à quien llaman *Maxima de las maximas*, es MRY, donde RY toca al sobredicho Orbe del Planeta.

PROP. V. Problema.

Calculo geometrico en esta hypothesis. fig. 146.

Sea ABD la linea de los auges; y en ella sea B el Sol, ò el centro del Orbe annuo cerca del Sol. Sea CFL el circulo pequeño de la excentricidad de Venus. Supongamos aora, que exista la tierra en E, cuya distancia del apogeo A de Venus, segun su movimiento medio, sea el arco AE: el qual, se halla restando el lugar del apogeo de Venus, del lugar medio del Sol; y con esto se sabrà el angulo ABE, medida del arco AE, ò anomalia media de Venus. Cuéntese aora en el circulo CFL, desde la linea AD de los auges, el arco CF, que sea duplo del arco AE, y el punto F será el en que se halla el centro del Orbe excentrico de Venus: describáse, pues, desde alli dicho Orbe, y sea MING, cuya excentricidad será BF.

Tírense aora desde la tierra E tres lineas, que son EB, al centro del Orbe annuo; EK, al centro del circulo; y EF, al centro del Orbe de Venus: por el qual centro, y por el centro B, tírense la recta PBFQ, y asimismo por F, tírense la recta IH paralela à la BE del medio mo-

vi.

viimiento de la tierra, y de Venus, y será H el apogeo medio, y I el perigeo del Orbe excentrico, pero G será el apogeo verdadero: finalmente, supongamos se halle Venus en N, de donde se tirarán las rectas NE, y NF al centro del excentrico; y si se supusiera estar Venus en M, se tirarían las rectas ME, MF. Esto supuesto,

1. En el triangulo BEK, es dado el lado BE, radio del Orbe annuo, que termina el lugar medio de la tierra vista desde el Sol B, cuyo lugar opuesto en el Zodiaco, es el lugar medio del Sol, visto desde la tierra. Tambien es dado el lado BK, distancia del centro del circulo al Sol; y asimismo se sabe el angulo KBE, comprendido de los sobredichos lados, por ser el complemento del angulo ABE, al semicirculo ya conocido por la anomalia del excentrico: Luego se sabrà el angulo BEK, y el lado KE; y por consiguiente, tambien el angulo BKE.

2. En el triangulo KEF, ya se sabe el lado KE, y el lado FK, radio del circulo, que es la quarta parte de toda la excentricidad BL; y el angulo FKE, comprendido de estos lados, se sabe tambien facilmente restando el angulo BKE, hallado de la anomalia duplicada, que es el angulo FKB: Luego con estos tres datos, se hallará el lado FE, y el angulo KEF: Sumese este con el angulo BEK, y se tendrá el angulo BEF, que es la prosthapheresis de toda la excentricidad BF: la qual se restará del medio movimiento de la tierra: esto es, del lugar opuesto, al lugar medio del Sol en el primer semicirculo AEQ de la anomalia; y se sumará en el segundo, para tener el lugar coequado del centro F, que es el visto desde la tierra E, por la linea EFG.

3. Supongamos ya, que Venus exista en N. En el triangulo FEN, se ha hallado ya el lado FE; y se supone sabido el radio FN del Orbe excentrico de Venus, y se hallará en la Tabla puesta mas adelante. Tambien el angulo NFE es conocido por la anomalia del Orbe, que en este exemplo, es el arco HMIN, contado segun orden desde H, apogeo del Orbe: quitandole, pues, en este ca-

so

fo el semicirculo HMI, el residuo será el arco NI, ò el angulo NFI; y añadiendole à este el angulo IFE, que por las paralelas HI, BE, es igual al angulo BEF, prostapheresi hallada del centro: con que se tendrá conocido todo el angulo NFE: Luego por Trigonometria se hallará el lado EN, distancia de Venus à la tierra; y el angulo FEN, formado en la tierra, que es la prostapheresi del Orbe, ù de la paralaxe del Orbe annuo. Esta se ha de restar en este caso del lugar del centro coequado, por estår en el segundo semicirculo de la anomalia del Orbe, para tener el lugar verdadero de la tierra, visto desde Venus por la linea NE, cuyo lugar diametralmente opuesto en el Zodiaco, es el lugar verdadero de Venus, visto desde la tierra.

Supongamos otra vez, que Venus exista en M: con que se avrà de resolver el triangulo MEF, en quien es dado el radio FM, y el lado yà hallado FE; y el angulo MFE, se conocerà facilmente en esta forma: La anomalia del Orbe, es el arco HM, ò el angulo HFM, cuyo complemento al semicirculo, es el angulo MFI; y quitando de este el IFE, igual al angulo BEF, prostapheresi del centro por las paralelas HI, BE, se sabrà el residuo MFE; y con estos datos se hallará la ME, distancia del Planeta à la tierra, y el angulo FEM. Quitese de este el angulo BEF, y quedará BEM, que es la prostapheresi del Orbe, que por estår en el primer semicirculo de la anomalia del Orbe, se añadirà al lugar coequado del centro, y se tendrá el lugar verdadero de la tierra, visto desde Venus por la linea ME, cuyo opuesto en el Zodiaco será el lugar verdadero de Venus, visto desde la tierra E.

PROP. VI. Theorema.

*Explicase la hypothesis de Mercurio, segun Copernico:
fig. 147. y 148.*

POR ser diferentes algunos phenomenos de Mercurio, de los que diximos hallarse en el Planeta Venus,

nus, es preciso, que tambien sea en parte diferente la hypothesis que les ha de explicar: vna de las principales cosas en que discrepan estos Planetas, es, que quando la tierra, segun Copernico, llega à la linea de los auges, tiene Venus la excentricidad minima, y Mercurio la maxima; y à mas de esto, la minima de Venus, es la mitad de la maxima, como dixe en la Propos. 4. pero la excentricidad minima de Mercurio, es menos que la mitad de su maxima: por esta, y otras causas, fue preciso variar la hypothesis, y añadirle vn epicyclo; cuya explicacion es la siguiente.

Sea en la fig. 147. G el centro del Orbe magno, ò annuo, cuyo diametro AB sea la linea de los auges de Mercurio: en la qual, tomese GF, y dividase en quatro partes quasi iguales, ò segun las dimensiones, que despues daremos de estas quatro partes, denle las tres à GI, y la quarta sea IF, semidiametro del pequeño circulo FE, que se llama *Circulo de la anomalia de la excentricidad*. Quando el centro del Orbe excentrico de Mercurio se halla en E, tiene la excentricidad minima; y quando en F, la maxima, respecto del Sol, ò centro del Orbe annuo G. Hecho, pues, centro en F, descrivase el excentrico CH de Mercurio; y haziendo centro en C, descrivase el epicyclo LK, segun cuyo diametro ha de suponerse tener Mercurio vn movimiento de libracion, en la forma que despues dire.

Supongase empezar las revoluciones, estando el Planeta en K, perihelio del epicyclo; y el centro del excentrico en F, aphelio del circulo; y muevase el Planeta desde K, subiendo àzia L; y al mismo tiempo el centro del excentrico muevase en el circulo FE, segun el orden de los signos, pero con doblado movimiento del, que lleva la tierra por su Orbe annuo. De esto, pues, se sigue, que siempre que se hallare la tierra en A, ò en B, el centro del Orbe de Mercurio se hallará en F, en la maxima excentricidad; y siempre que la tierra con su medio movimiento aya corrido vn quadrante de su Orbe annuo, el centro del Orbe de Mercurio se hallará en E, punto

de la minima excentricidad, aviendo corrido el semicirculo FE; de lo qual se pueden colegir las demás situaciones; y para mayor inteligencia de este laberinto, lo explicarè con mas claridad en la figur. 148. que es de Mellino.

Sea BCD el Orbe annuo de la tierra, cuyo centro es A, y la linea de los auges BAD: en la qual, toda la excentricidad del Orbe excentrico de Mercurio sea AF, y la EF sea su quarta parte, con poca diferencia; y esta serà el radio del circulo. Quando, pues, la tierra se halla en el apogeo B de Mercurio, ò en su perigeo D, el centro del Orbe està en F; y este Orbe de Mercurio, es HI; y Mercurio se halla entonces en el perigeo K, ò L del epicyclo: con que entonces su camino es KML; el qual, como se ve, es el menos ancho de todos, por està la periferia M, menos distante de DE; pero puesta la tierra en C, media elongacion de los auges, ò distante del apogeo, y perigeo de Mercurio, 90. grad. està el centro del Orbe de Mercurio en G, y la equacion del centro serà el angulo ACG, y el excentrico sera NO, y entonces se hallarà Mercurio en lo mas alto de su epicyclo; esto es, en P, ò en Q; y el camino de su movimiento es PRQ, el mas ancho àzia los lados que todos los demás.

A mas de esto, hallandose la tierra en B, apogeo de Mercurio, las prosthaphereses del Orbe, ò paralaxes de Mercurio, son las minimas que pueden ser, ya por la poca dilatacion del Orbe de Mercurio, que es à lo mas FM, ya por la maxima distancia de la tierra puesta en B: de forma, que la mayor de las prosthaphereses en esta situacion, no excede al angulo FBM; pero hallandose la tierra en el perigeo D, aunque la dilatacion del Orbe de Mercurio sea tan poca, como es FM; pero por la mayor cercania de la tierra puesta en D, aparece mayor que parecia mirada desde B; y asì, es mayor la paralaxe. Quando la tierra està en la media distancia, como en C, aunque el Orbe alli es mas dilatado; pero por la gran distancia de Mercurio à la tierra, viene à compensarse lo

vno con lo otro, y no parece mayor la prosthapheresi; pero puesta la tierra en S, cerca de la tercera parte del circulo, contada desde el perigeo B; es donde aparece mayor el Orbe, y donde suceden las mayores prosthaphereses, pidiendolo asì la conuinacion de las distancias con la magnitud: todo lo qual se verà resultar del mismo calculo.

PROP. VII. Problema.

Calculo geometrico en esta hypotesi.

EL calculo geometrico, en quanto à inquirir las equaciones del centro, es el mismo que el que diximos en la Prop. 5. en la hypotesi de Venus, y asì mismo el de hallar las prosthaphereses del Orbe: solo se añade, que para estas se necessita saber la cantidad del semidiametro del Orbe excentrico de Mercurio en aquellas partes, en que se supone dividido el radio del Orbe annuo; y como aquel semidiametro del excentrico se varie segun la libration de Mercurio, subiendo, y baxando por el diametro del epicyclo, se sigue necessitar dicho semidiametro de alguna equacion: para la qual se han de suponer conocidas tres cosas: es à saber, el semidiametro minimo del Orbe excentrico; el semidiametro del epicyclo en la misma especie de partes; y la anomalia del excentrico.

Sabido esto, se duplicarà la anomalia del excentrico, y se buscarà su seno segundo; y si dicha anomalia duplicada excediere al quadrante, se tomarà el seno segundo de su complemento al semicirculo; y si excediese al semicirculo, el seno segundo del exceso; y si excediese tres quadrantes, el seno segundo de su complemento al circulo: Luego se harà vna regla de tres, diciendo: Como el seno total, al radio del epicyclo: asì el seno segundo sobredicho, al quarto; y esta serà la apendice que se ha de añadir al semidiametro del epicyclo, si la anomalia pertenece al primero, ò quarto quadrante; y se restarà de dicho semidiametro, si la anomalia pertenece

ciere al tercero, ó quarto quadrante; y añadiendo la suma, ó resta sobredichas al radio minimo del excentrico, se tendrá el que se necesita para hallar las prosthaphereses del Orbe. En lo demas se procede como en el lugar citado.

En las siguientes medidas, para las de Venus, vease la fig. 145. y para las de Mercurio, la fig. 148.

Medidas pertenecientes à la hypothesis copernicana de Venus, y Mercurio, en partes de que el radio del Orbe annuo tiene 100000.

Excentricid. total del centro del Orbe excent. al centro del Orbe annuo.	EN	Venus	3500
	AF	Mercurio	9480
Excentricidad minima del centro del excentr. al centro del Orbe annuo.	EM	Venus	1750
	AG	Mercurio	5240
Semid. del circulo pequeño.	MA	Venus	875
	GE	Mercurio	2121
Semidiam. del Epicyc.	DH	Mercurio	1900
Semidiam. del Orbe del Planeta.	MX	Venus	71939
		Mercurio	37630
	GR	Mercurio	39530
	FL	Mercurio	35730
Semidiam. del Orbe annuo.	EL	Venus	100000
	AC	Mercurio	100000

Dif.

Distanc. maxima del centro de la tierra.	HQ	Venus	173680
	BK	Mercurio	145210
Distanc. minima del centro de la tierra.	GQ	Venus	26320
	BL	Mercurio	54790
Excentricid. del centro del circulo al Sol.		Venus	1262
		Mercurio	10270
Distanc. del Sol maxima, ò Aphelia.		Venus	74232
		Mercurio	48114. y med.
Distanc. del Sol minima, ò Perihelia.		Venus	69628
		Mercurio	23345. y med.

Quien gustare de la variedad de hypothesis, las podrá ver en el P. Ricciolio, tom. 1. de su Almagesto.

PARTE II.

DEL MODO DE INVESTIGAR LOS movimientos, y anomalias de Venus, y Mercurio; y de la construcción de sus Tablas.

Como consta de lo dicho, dos son los principales movimientos, que se han de considerar en estos Planetas; y como ellos sean en lo aparente irregulares, son tambien dos las irregularidades, ò anomalias.

El primero, es el movimiento del excentrico, con el qual en la hypothesis de la tierra estable, el centro del epicyclo de estos Planetas se mueve por la circunferencia de dicho excentrico deferente; y este es igual al mo-

vimiento medio del Sol, y se numera de la misma raiz, y principio; pero en la hypothesi que supone moverse la tierra, es el mismo movimiento annuo de la tierra por su Orbe, que supone por dicho excentrico. Si este movimiento con las prosthaphereses, se reduce de medio à verdadero, y aparente, es irregular, y anomalo, como dixè: y restando el movimiento del apogeo de dichos Planetas, del movimiento verdadero del Sol, ù de la tierra, el residuo sera propriamente la anomalía que llaman *del centro*, ù *del excentrico*; porque es verdaderamente irregular, por la irregularidad del movimiento verdadero del Sol, ù de la tierra; y aun independiente de la irregularidad del apogeo, caso que la tenga: la prosthapheresi con que se iguala, se llama *Prosthapheresi del centro*.

El segundo movimiento, es aquel con que es llevado el Planeta por la circunferencia del epicyclo, en la hypothesi de la tierra estable, ò por la periferia del Orbe excentrico, que en la de Copernico supone por el epicyclo; y porque este movimiento, como dixè, es irregular, ò anomalo, se llama *Anomalía del Orbe*; y la prosthapheresi, con que se iguala, se llama *Equacion del Orbe*; y el agregado de este movimiento, y del medio movimiento del Sol, ù de la tierra, haze el movimiento medio, segun longitud de estos Planetas, como despues veremos. El modo de investigar todo esto, se explica en los capitulos siguientes.

CAPITULO I.

DEL MODO DE INVESTIGAR LA PRIMERA irregularidad, ò Anomalía del centro en Venus, y Mercurio.

Para mayor inteligencia de lo que hemos de tratar, se ha de suponer, que esta primera irregularidad, llamada *del centro*, se toma, como dixè, en el Orbe

be annuo de la tierra, segun Copernico; ò en vn excentrico igual al del Sol, ò al tobredicho Orbe annuo en la hypothesi comun, por el qual se mueve el centro del epicyclo con movimiento igual al movimiento medio del Sol; no pudiendo averduda en que lo mismo pareceria moverse dicho punto, ò centro, suponiendole fixo cerca del Sol, y moviendose à su rededor la tierra por el Orbe annuo, que pareceria, si estando la tierra inmovil, el Sol, y dicho centro se moviesen por el Orbe annuo. Es, pues, constante, que el movimiento de dicho centro en Venus, y Mercurio, es igual al movimiento medio del Sol, en vna, y otra hypothesi: en la comun, por suponerse igual; y en la de Copernico, por ser el mismo movimiento de la tierra por el Orbe annuo, que es igual al movimiento medio del Sol: y asimismo, es vna misma linea la del movimiento medio del Sol, que del movimiento medio de dicho centro; pero no por esto es verdadero dezir, que el lugar verdadero del centro, es el mismo lugar verdadero del Sol, por ser los apogeos diferentes; y por consiguiente las prosthaphereses, de cuya suma, ò resta, resulta el movimiento, ò lugar verdadero del centro.

De aqui se colige, que la derminacion de esta primera irregularidad pende de la noticia del lugar del apogeo de estos Planetas; para cuya investigacion eran apaisimas las observaciones hechas al tiempo de las conjunciones, ó oposiciones de los Planetas con el Sol; porque entonces, como consta de lo dicho, cessa del todo la segunda irregularidad, quedando sola la primera que se busca. Hallaron en esto suma dificultad los Astronomos antiguos: porque en las conjunciones, metidos los Planetas en los rayos de tan gran Luminar, se les hazian invisibles. Por esta causa en los tres superiores, Saturno, Jupiter, y Marte, recurrieron à las oposiciones de ellos con el Sol, que aunque con trabajo, eran mas observables que las conjunciones; pero en Venus, y Mercurio aun carecian de esse recurso, por no poderse hallar jamás opuestos al Sol, como en su lugar queda dicho:

cho: y así se vieron precisados à recurrir à las máximas digresiones, ò separaciones de estos Planetas al Sol, para averiguar por ellas el lugar del apogeo.

Pero en nuestros tiempos ennoblecidos yà con nuevas invenciones, no necesitamos de esse recurso, pues en el Observatorio Parisiense, se observan dichos Planetas en el Meridiano à poquíssima distancia del Sol: observaciones, sin duda, mas seguras para lograr los deseados intentos. Esto no obstante, no quiero omitir el modo de observar las máximas digresiones de estos Planetas al Sol, que es el siguiente.

PROP. VIII. Problema.

Observar las máximas digresiones de los Planetas Venus, y Mercurio del lugar medio del Sol.

Para no fatigarse en muchas observaciones, procurese saber, poco mas, ò menos, el tiempo de la máxima digresion: lo que, segun Keplero, se puede conseguir por qualquiera de estos dos indicios: el primero, quando el movimiento verdadero de estos Planetas, segun las Ephemerides, se hallare ser igual al movimiento verdadero del Sol; el segundo, si con el anteojo de larga vista se vieren dichotomos, ò dimidiados: porque en qualquiera de estos casos estarán cerca de la máxima digresion. Esto supuesto, se observará la máxima digresion como se sigue.

Operacion. Algunos dias antes, y despues de los indicios referidos, observese el lugar del Planeta en el Zodiaco; y juntamente calculese para entonces el lugar medio del Sol. Estas observaciones se continuaràn mientras se conozca crecer las digresiones, ò distancias del Planeta al lugar medio del Sol: y comparando la vltima de las crecientes con la primera de las decrecientes, se tendrá el tiempo, y cantidad de la máxima digresion.



PROP.

PROP. IX. Problema.

Investigar el lugar del apogeo de Venus, y Mercurio.

Operacion. Observense, ò escojanse de las observadas por los Antiguos, dos máximas digresiones, que sean entre sí iguales; vna matutina; y otra vespertina; contandolas, ò del lugar medio del Sol, segun los Antiguos, ò del verdadero, como quieren algunos Modernos, que se supone conocido. Dividase por medio el intervalo comprehendido entre dichos dos lugares del Sol, y esse será el lugar de la linea de los auges. Observense asimismo otras dos máximas digresiones del mismo Planeta; pero desiguales à las primeras; y si estas segundas, cada vna de por sí, fuesen menores que las primeras, en aquel arco del Zodiaco, donde entonces se hallare el Sol, estará el apogeo; y si fueren mayores, allí estará el perigeo.

Estas observaciones son muy expuestas à error, singularmente si de vna à otra digresion huviere passado mucho tiempo; pero repitiendolas muchas vezes, y cotéjando las vnas con las otras, se asegurará mas el lugar del apogeo. Pero será mucho mas seguro, sin duda, valerse de las conjunciones de dichos Planetas en lugar de sus máximas digresiones, supuesto se pueden estos observar poco antes, y poco despues de su conjuncion con el Sol, como antes dixé, donde se hallan libres de la segunda irregularidad.

PROP. X. Problema.

Hallar el movimiento del apogeo del excentrico.

Operacion. Escojanse dos lugares observados del apogeo; vno antiguo; y otro moderno; y el numero de grados comprehendido entre dichos dos lugares resuélvase en segundos; y partase por el numero de los años que huvieren passado de vna à otra observacion, y el quociente será el movimiento annuo del apogeo. De aqui

aquí se colegirá tambien el movimiento diurno, como se hizo en el Sol, y demás Planetas; por lo que no me detengo mas en ello.

PROP. XI. Problema.

Investigar la excentricidad de Venus, y Mercurio al Sol; y el semidiametro de su Orbe. fig. 149.

EN la hypothesi que supone inmovil al Sol, y à la tierra movible por el Orbe annuo, se ha de investigar la excentricidad de estos Planetas, respecto del Sol, y el semidiametro del Orbe excentrico, equivalente al epicyclo de Ptolomeo; porque en el Orbe annuo es el que equivale al excentrico Ptolomayco. Hallase, pues, lo propuesto como se sigue.

Operacion. Sea AB el diametro del Orbe annuo, y juntamente la linea de los auges, no de la tierra, si de qualquiera de los sobredichos Planetas. Sea C el centro del Orbe annuo; y D sea el centro del Orbe de Venus, ò Mercurio. Supongamos aora, que se halle la tierra en A, en virtud de su movimiento medio, punto correspondiente al apogeo de Venus, ò Mercurio, con que, segun lo dicho en la prop. 4. y 6. estará el centro D en la distancia maxima de la tierra. Supongamos tambien, que al mismo tiempo se aya observado el Planeta en E en la maxima digresion del lugar medio del Sol, ò de la tierra.

Hallese ya la tierra en B correspondiente al perigeo del Planeta, y que entonces se observe este en F, en la maxima digresion del lugar medio del Sol, ò de la tierra. Tirent las tangentes AE, y BF; y los radios ED, FD; y los triangulos AED, BFD serán rectangulos en E, y F. (16.3. Euc.) Conocidos, pues, por la digresion los angulos A, y B, serán conocidos tambien los ADE, BDF; y por consiguiente, se sabrán por Trigonometria las secantes AD, y BD de dichos angulos en la misma especie de partes, de que supone contar el radio ED, ò FD: y sumando entrambas secantes se sabrá toda la AB,

Y

y por consiguiente, su mitad AC, que es el radio del Orbe annuo. Restese este de la secante AD, y se tendrá conocido el residuo CD. Supongase, pues, sea AC, por exemplo, 100000. partes, ò el numero de semidiametros de la tierra, competentes à su media distancia del Sol, y hagase vna regla de tres, diciendo: Como CA en las partes abstractas en que arriba se hallò, con 100000. ò con los semidiametros terrestres: así el seno total DE 100000. al quarto termino; y se conocerà DE semidiametro del Orbe en las partes de que el semidiametro del Orbe annuo, ò media distancia del Sol à la tierra, es 100000. ò en semidiametros terrestres. Asimismo digase: Como CA à 100000. ò à sus semidiametros terrestres: así DC conocida en la primera especie de partes, al quarto termino; y este será la excentricidad CD del Orbe, respecto del punto C, centro del movimiento annuo de la tierra, conocida en las partes, ò semidiametros terrestres sobredichos.

Hallada la excentricidad sobredicha, respecto del centro annuo, se hallará facilmente la excentricidad del mismo Orbe respecto del Sol; porque sabida dicha excentricidad CD, y la excentricidad del Sol à la tierra, ò de la tierra al Sol, y el angulo comprehendido de entrambas excentricidades, que se conoce por la diferencia de los lugares del apogeo del Sol, y del apogeo de estos Planetas, ò de su complemento al semicirculo; se hallará por Trigonometria el lado opuesto à este angulo, que será la excentricidad que se busca del centro del Orbe de Venus, ò Mercurio al Sol. En esta forma se han hallado las excentricidades, y radios de los Orbes puestos en la Tabla, Prop. 7. Sabidas las excentricidades, se hallan las prosthaphereses del centro con la regla que se dixo en la Prop. 5. como todo lo demás perteneciente à esta anomalia del centro.

(s)(-)(*) (s)

CA-

CAPITULO II.

**DEL MODO DE INVESTIGAR LA SEGUNDA
irregularidad, ò anomalia del Orbe en Venus,
y Mercurio.**

PROP. XII. Problema.

Hallar el movimiento medio de la anomalia del Orbe en las Planetas Venus, y Mercurio.

Este movimiento, es el que lleva el Planeta por la periferia del Orbe excentrico, segun la hypotesis de Copernico, que equivale al epicyclo Ptolomayco: es irregular en lo aparente, por observarse por esta causa el Planeta, yà veloz, yà mas tardo, yà directo, yà retrogrado; pero en si es igual, respecto del centro de dicho Orbe excentrico. Pídefe, pues, se determine quanto sea este movimiento. El orden con que se procede en su determinacion, es como en otros Planetas, procurando primero algun conocimiento suyo, quanto baste, para que despues con otras observaciones, y operaciones, se de la vltima mano; y es como se sigue.

Operacion 1. Obiervense dos maximas digresiones del Planeta al Sol inmediatas, y de vna misma especie: esto es, entrambas matutinas, ò entrambas vespertinas; y el tiempo contenido de vna à otra, serà el que gasta el Planeta en vna entera revolucion del Orbe excentrico. Este conocimiento, es muy imperfecto, yà por ser moralmente imposible el saberse el tiempo fixo en que sucede vna maxima digresion, por lo mucho que se detiene en ella sensiblemente el Planeta; yà tambien por estàr el Orbe en la vna observacion mas cerca de la tierra, que en la otra; y por consiguiente, el punto de la maxima digresion ser diferente: porque como esta suceda en el punto del contacto, en que la linea que sale del centro de la tierra toca al sobredicho Orbe, es preciso,

ciso, que estando este mas cerca de la tierra en vna digresion que en la otra, sea diferente el sobredicho punto del contacto. Esto no obstante, repitiendo muchas de estas observaciones, y cotejando vnas con otras, aunque se hallen desiguales los tiempos de las revoluciones, se podrá tomar vn medio; y sera el suficiente para asegurarle, que en vn numero dado de años, no puede aver mas que tantas revoluciones completas: como en 8. años, no puede aver de Venus mas que cinco; y en 46. años, no puede aver de Mercurio mas que 145.

2. Para hallar aora esto con mas precision, escójase dos digresiones muchos siglos distantes entre si, que sean de vna misma cantidad, y especie, y que ayan sucedido en vn mismo lugar de la anomalia del excentrico, y estando el Sol en vn mismo grado de su anomalia: Hallese aora quantas revoluciones enteras, de las halladas en el num. 1. se incluyan en este numero de años, y lo que sobrare, ò faltare, se repartirà por regla de tres entre todas, por ser cierto por esta observacion aver de venir justas, y sin sobra las revoluciones en dicho intervalo; y con esto quedará la cantidad de cada vna de ellas reducida à mayor exaccion. Mas porque parece dificil hallar dos digresiones, en quienes concurren todas las circunstancias arriba dichas, se obrará como se sigue.

3. Elijanse dos observaciones exactissimas del lugar verdadero del Planeta, singularmente en la maxima digresion del Sol, muy distantes entre si, y que ayan sucedido cerca del apogeo, y perigeo del excentrico. Luego se examinarà, segun la forma, y dimensiones de qualquiera hypotesis, como por exemplo en la de Copernico, segun las reglas de la Prop. 5. y se hallará el angulo de la prosthapheresis del Orbe, y el arco de distancia del Planeta al apogeo medio del Orbe, y esto en vna, y otra observacion; y el sobredicho arco, serà la anomalia del Orbe que se busca.

4. Hallado lo sobredicho, se partirà el numero de las revoluciones enteras con su residuo, si le huviere, por

por el numero de dias , y horas que ay entre la observacion antigua , y la moderna , usando de la regla de tres , y con esto se sabrà quanto sea el movimiento medio , ò igual del Planeta por el Orbe excentrico , segun Copernico , ò por el epicyclo , segun Ptolomeo, correspondiente à qualquiera tiempo dado ; y al contrario , quanto tiempo aya menester el Planeta para andar qualquiera arco dado de dicho Orbe excentrico , segun dicho movimiento medio.

El Padre Dechales tiene por mejores para el intento las observaciones del lugar verdadero del Planeta , bechas fuera de las maximas digresiones , por la dificultad arriba dicha de saberse el punto fixo en que suceden. Todo lo dicho se entenderà mas facilmente con las practicas siguientes.

PROP. XIII. Problema.

Investigase por las reglas dadas el movimiento de la anomalía del Orbe del Planeta Venus.

THeon observò vna maxima digresion matutina de Venus el año 127. de Christo, en 11. de Octubre, hor. 16. 20. min. despues de medio dia. El mismo observò otra maxima digresion tambien matutina , è inmediata à la sobredicha el año 129. à 19. de Mayo , à las 17. horas. De vna à otra observacion passaron 584. dias, o. hor. 40. min. Con que en este tiempo se hizo vna revolucion de la anomalía del Orbe. Esta observacion es poco exacta, y así, passemos à otras mas distantes.

Ptolomeo el año 140. observò otra maxima digresion matutina de Venus à 29. de Julio , hor. 15. 30. min. De la primera de Theon à esta , passaron 4675. dias: partiendo este numero por los 584. que antes se hallaron , se encuentran 8. revoluciones enteras. Partanle, pues, por 8. los mismos 4675. dias , y se hallará constar cada revolucion de 584. dias, y 9. horas.

Tycho observò vna digresion maxima matutina el año 1585. en 24. de Septiembre, à las 17. hor. 15. min. El P. Ricciolio observò otra el año 1646. à 7. de Julio , à las 15. hor.

hor. 20. min. de vna à otra passaron 22200. dias , 22. hor. 5. min. que partiendoles por 584. se hallan 38. revoluciones ; y partiendo otra vez 22200. por 38. se hallan venir à cada revolucion 584. dias, 7. hor. donde se ve yà , con poca diferencia, la cantidad de vna revolucion.

PROP. XIV. Problema.

Investigase lo mismo en el Planeta Mercurio.

Gassendo observò vna maxima digresion de Mercurio el año 1634. à 3. de Octubre, à las 18. hor. El mismo observò otra el año 1635. à 24. de Enero à las 18. hor. 30. min. ambas de vna misma especie , è inmediatas : de vna à otra passaron 113. dias ; conocimiento bastante para cotejar otras mas distantes.

Theon observò vna maxima digresion vespertina de Mercurio el año 130. à 4. de Julio, à las 6. hor. 40. min. Ptolomeo observò otra de la misma especie el año 132. à 2. de Febrero à las 4. hor. 40. min. Passaron de la vna à la otra 578. dias, que partidos por los 113. antes hallados, dan en dicho intervalo de tiempo cinco revoluciones, y tres dias: partanle 578. por 5. y se hallarán para cada revolucion 113. dias, 12. hor. 24. min.

El mismo Ptolomeo observò vna digresion maxima matutina el año 135. à 4. de Junio , à las 17. hor. y otra el año 139. à 7. de Julio, hor. 15. De vna à otra passaron 1494. dias , que partidos por 113. y medio , dan 13. revoluciones ; y partiendo 1494. por 13. se hallan aver en cada revolucion casi 115. dias. El mismo observò otra el año 138. en 31. de Mayo , à las 6. horas. Entre la primera del año 130. y esta, passaron 2888. dias , que partidos por 115. dan 25. revoluciones , y sobran 13. dias ; y partiendo los mismos 2888. por 25. se hallan venir à vna revolucion 115. dias y medio. Tycho observò vna maxima digresion de Mercurio el año 1593. à 21. de Mayo , à las 9. hor. 30. min. El Padre Ricciolio observò otra semejante digresion el año 1643. en 12. de Marzo , à las 6. hor. 30. min. Passaron de vna à otra 18193. dias, que

que partidos por 115. y medio, se halla dár 157. revoluciones. Partiendo, pues, 18193. por 157. y medio, salen para cada vna 115. dias, 20. horas, 56. min. Esta misma cantidad se infiere de otras observaciones, con poca diferencia, que se pueden ver en el Padre Dechales, y Ricciolio; pero basta lo dicho para que se vea el modo de proceder en la averiguacion de esta anomalia; pero se há de advertir; que las revoluciones enteras, halladas en esta forma, son las que haze el Planeta por su Orbe excentrico, ò epicyclo, juntamente con el movimiento medio del Sol; porque no ay duda, que mas presto se veria concluir el Planeta la periferia de su excentrico, ò epicyclo, desde que partiendo del apogeo medio del Orbe, buelve otra vez à él, si el Sol, ò la tierra no tuviessen movimiento, que moviendose estos: porque hablando en la hypothesis de Copernico, quanto el angulo ABE, fig. 146. va creciendo por el movimiento de la tierra E, tanto la linea IH del apogeo medio, que siempre guarda el paralelismo con la EB, va moviendose, segun orden, y mudandose el apogeo medio H, segun el mismo orden de los signos: Luego desde que en la primera observacion estuvo Venus, ò Mercurio en el apogeo medio H, hasta que en la segunda se ve bolver à él, passa mas tiempo, que passaria si la linea IH no se huviera mudado, segun el movimiento medio del Sol. El tiempo, pues, que dichos Planetas gastan en vna revolucion entera de su Orbe, es el siguiente.

	Dias.	Hor.	Min.
Venus.	583.	22.	10.
Mercurio.	115.	21.	3.

PROP. XV. Problema.

Examinar, segun la hypothesis, y perficionar el movimiento de la anomalia del Orbe. fig. 146.

NO ay otro medio para conseguir mas precision en esta materia, que la repeticion de las observaciones.

nes; y juntamente examinar, y corregir por ellas las lineas de la hypothesis: para lo qual se hará su calculo geometrico, ajustandole al movimiento de la anomalia del Orbe hallado por las observaciones, como dixe en la prop. 12. num. 3. y enmendando lo que pareciere no estar del todo conforme. Bastará explicar esta operation en vno de los Planetas, y segun la hypothesis de Copernico; lo que servirá tambien de exemplo para entender mejor su calculo geometrico explicado en la prop. 5. de que se podrá colegir el modo de executar lo mismo en otra qualquiera hypothesis.

Supongamos se ayan observado dos digresiones maximas de Venus del lugar medio del Sol; vna matutina, y otra vespertina; quando la tierra con su medio movimiento, distaba 45. grad. del apogeo del excentrico de Venus: y que la digresion matutina fuese de 47. grados, 20. min. y la vespertina de 45. grad. 40. min. Esto supuesto,

En la linea AD de los auges de Venus, cuyo apogeo es A, y el perigeo D; desde el punto B, que la divide por medio, describafse el Orbe annuo AED: y contando desde A los 45. grados de anomalia del excentrico, segun orden de los signos, hasta E, se colocará allí la tierra: Luego se tirará la recta BE, radio del Orbe annuo, que, segun Copernico, se supone ser 10000. partes. Cortese la BK de 246. por suponerse ser esta la distancia del centro del circulo, que sirve de variar la excentricidad, y de llevar el centro del excentrico, al centro B del Orbe annuo. Hecho centro en K con distancia de 104. partes, describafse el circulo CFL. Y por quanto el centro del Orbe excentrico de Venus se mueve por la periferia de este circulo con duplicado movimiento al de la tierra, y àzia la misma parte, se contarán de C hasta F 90. grad. esto es, doble de los 45. que ay en el arco AE: y desde F, como centro, describafse el Orbe excentrico de Venus INHM, cuyo diametro IH se hará paralelo à la linea BE del movimiento medio de la tierra.

Supongase aora estar la Estrella de Venus en N, punto de la maxima digresion matutina; y en M, punto de la vespertina, à la qual se tirarán desde la tierra E las tangentes EN, y EM; y del centro F del Orbe, los radios FN, FM, que formarán en N, y M, angulos rectos (18. 3. Euc.) con las sobredichas tangentes: con que tirando la EF, los triangulos ENF, EMF, serán rectangulos en N, y M: Luego se tirará la EK de la tierra al centro del circulo; y por los centros B del Orbe annuo, y F del Orbe de Venus, tirese la recta PBFQ, y el semidiametro KF del circulo, y la porcion BF, será entonces la excentricidad del centro del Orbe de Venus. Hecho esto,

El punto G, será el apogeo verdadero del Orbe excentrico de Venus, donde, si alli se hallare, en esta positura tendria la maxima distancia de la tierra; el qual apogeo verdadero, es el punto que señala la recta EFG, tirada del centro de la tierra por el centro de dicho Orbe, hasta el punto opuesto de su periferia; pero el apogeo medio será H, que señala la recta IH, paralela à la BE, linea del medio movimiento del Sol, ù de la tierra, que passa por el centro B, que lo es del movimiento medio del Sol, ù de la tierra; el qual, como dixè, es tambien el movimiento medio del centro del excentrico. Supongamos aora, que por los tiempos de Ptolomeo se hallaba el apogeo A de Venus en 25. grad. de Tauro; y la tierra E, se hallasse, segun lo supuesto, distante de A 45. grad. esto es, en 10. grad. de Cancer: con que desde E, veria al Sol en 10. grad. de Capricornio; y Venus matutina, y distante del Sol, 47. grad. 20. min. contra orden, se veria desde la tierra E, por la linea EN, estar en 12. grad. 50. min. de Escorpion; y puesta en Venus en M vespertina, y distante del Sol, 45. grad. 40. min. segun orden, se veria desde E por EM en 25. grad. 40. min. de Aquario. Esto supuesto, lo passa à examinar los lugares del Planeta, segun el metodo de la Prop. 5. como se sigue.

1. En el triangulo KEB, dado el radio BE, 10000. y BK, 246. y el angulo KBE de 135. grad. complemen-

to à 180. del ABE 45. grad. anomalia del excentrico, se halla KEB de 1. grad. 18. min. y por consiguiente BKE de 43. grad. 52. min. (32. 1. Euc.) y la basa KE 10203. partes.

2. En el triangulo KEF se sabe el lado KE 10203. y el semidiametro FK del circulo 104. y el angulo FKE se sabe quitando el hallado BKE 43. grad. 52. min. de la anomalia duplicada del centro, ò angulo CKF 90. grad. con que FKE, es 46. grad. 8. min. Luego se sabrà el angulo KEF de 0. grad. 25. min. y el lado EF 10133.

3. Sumente los angulos BEK, y KEF, y se tendrá el angulo BEF 1. grad. 33. min. que es la prosthapheresi del centro; que por estar en este exemplo la tierra en el primer semicirculo de la anomalia del excentrico, se resta del lugar medio del Sol, que era 10. grad. de Capricornio; y el residuo, es el lugar excentrico de Venus; esto es, el centro F, visto por la linea EF en 8. grad. 27. min. de Capricornio. Pero Venus M vespertina, se supone observada en 25. grad. 40. min. de Aquario: Luego la diferencia del lugar verdadero de Venus, al lugar del centro, que es la prosthapheresi del Orbe, fue 47. grad. 13. min. que es el angulo MEF. Al contrario, Venus matutina en N, se observò en 12. grad. 50. min. de Escorpion: Luego la diferencia de su lugar verdadero al del centro, fue 55. grad. 37. min. que es el angulo FEN: lo qual se sigue de lo supuesto por exemplo, porque la equacion del Orbe en Venus, nunca puede ser tanta.

4. En el triangulo MEF, yà se ha hallado el angulo MEF 47. grad. 13. min. y como el angulo M sea recto, será el angulo EFM 42. grad. 47. min. y caso que la digresion observada, no fuere la maxima, ò se tuviere de ella toda certeza, se vsaria del lado hallado EF 10133. (num. 2.) con el qual, y con el semidiametro FM, que, segun Copernico, es 7193. partes, y con el angulo MEF, se hallaria el EFM: añadasele à este el angulo EFI, igual al BEF de 1. grad. 33. min. por las paralelas BE, HI, y será todo el angulo IFM 44. grad. 20. min. y este es el valor del arco MI, que residuo del semicirculo

IMH, resta el arco MH, que es la anomalía media del Orbe 45. grad. 40. min. por contarle, según orden, desde el apogeo medio del Orbe. Y si se quiere suponer Venus en N, aviendo hallado como antes el ángulo NFE, se restaría de él el ángulo EFI; y al residuo, esto es, al ángulo IFN, ò al arco IN, se le añadiría el semicírculo HMI, para conocer el arco HMIN de la anomalía media, numerado desde el apogeo medio H, según el orden de los signos. Consta, pues, claramente el modo de investigar el lugar de la anomalía media del Orbe en estos dos Planetas Venus, y Mercurio, con que se podrá dar la última determinación à su movimiento medio, como luego veremos.

PROP. XVI. Problema.

Determinar el movimiento medio annuo, y diurno, &c. de estos Planetas, y distribuirle en las Tablas.

Para evitar confusión, conviene advertir dos movimientos medios: el vno, es el del centro del Orbe excentrico, según Copernico, ò del centro del epiciclo, según Ptolomeo, el qual es igual al movimiento de la tierra, según la primera hypothesis, ò al del Sol, según la segunda. El segundo, es el movimiento medio del Planeta, según longitud; y este, como queda dicho, es el agregado del movimiento de la anomalía del Orbe, ò del Planeta por la periferia del excentrico, ò epiciclo, y del movimiento medio del Sol; y este es el que aora se busca: y para hallarle, se procede como se sigue.

Operacion. Escójanse dos observaciones del Planeta; y su anomalía del Orbe, examinadas en la forma dicha, y que sean entre sí muy distantes. Hallense por la Prop. 13. ò 14. las revoluciones enteras, que ha avido en dicho tiempo; y juntamente el residuo, caso que le aya. Resuélvase en minutos todo el tiempo que ha corrido de vna à otra observacion, y se dispondrá esta regla de tres: Si en todo el dicho tiempo resuelto en minutos, corrió el Pla-

Planeta tantos grados, y minutos, à mas de las revoluciones enteras, quanto correrà en vn año? y se tendrá el movimiento annuo: quanto en vn dia, y se sabrà su movimiento diurno, &c. Hallado esto, se dispondrán las Tablas del movimiento medio, y se determinarán las epochas, como en los demás Planetas. Según Phelipe de la Hire, los movimientos medios de Venus, y Mercurio, son los siguientes.

	Annuo.			
	S.	G.	M.	S.
Venus.	7	14	47	36
Mercurio.	1	23	43	15
	Diurno.			
Venus.	0	1	36	8
Mercurio.	0	4	5	32

PARTE III.

DE LAS PROPIEDADES DE LOS DOS Planetas Venus, y Mercurio.

Las propiedades, ò afecciones de estos Planetas, son casi las mismas, que en los tres superiores, explicadas en el Libro antecedente; y así, bastará aora tratar de las que fueren propias, y especiales de estos Planetas inferiores, que vienen à reducirse à la latitud, y sus apariencias. Que estos Planetas tengan tambien su latitud, con que se desvian de la ecliptica, es claro, y queda dicho en diferentes partes. Para su explicacion, se han valido los Astronomos de diferentes hypotheses, que se pueden ver en Ricciolio, Dechales, y otros: bastará explicar vna, ò otra de ellas, que será lo bastante para que con menos confusión se entiendan los phenomenos de la latitud de estos Planetas:

y aunque aya alguna dificultad en imaginar su disposicion, procurarè proponerla con la claridad pòssible.

PROP. XVII. Theorema.

Explicase la latitud de Venus, y Mercurio, segun la hypothesi de Copernico. fig. 150.

ESta hypothesi explica la latitud de Venus, y Mercurio, con solo suponer, que los Orbes por donde se mueven estos Planetas al rededor del Sol, sean inclinados al plano del Orbe annuo.

Sea, pues, ABCD el Orbe annuo, por donde, segun esta hypothesi, se mueve la tierra segun el orden de los signos, que es el mismo que en la figura tienen las letras ABCD. Este Orbe annuo està en el mismo plano de la ecliptica. Sea EFGH el Orbe excentrico, por donde al rededor del Sol se mueve el Planeta, cuyo plano està inclinado al Orbe annuo; de suerte, que el semicirculo EFG se venga àzia el Septentrion, considerandole entre la vista, y el papel; y el otro semicirculo GHE cayga àzia el aulstro, como à la otra parte del papel: la comun seccion de entrambos planos, es AC, la qual no tiene otro movimiento que el del apogeo del Planeta, que suponemos cae àzia A; y como este sea tan lento, absolutamente le podemos suponer como inmovil. Esto supuesto, explicaremos la latitud de Venus, y sus phenomenos, con lo qual quedaràn explicados los de Mercurio; que solo se diferencia de Venus, en que tiene su plano las inclinaciones àzia las partes opuestas à las sobredichas.

Supongamos, pues, se halle la tierra en C, punto opuesto al auge del deferente, que se ha supuesto en A: es cierto, que desde C se ha de ver el plano del Orbe, en quien se mueve Venus, de tal suerte, que por su inclinacion, la parte F que se desvia àzia el Septentrion, se vea apartada de la ecliptica àzia nuestra mano derecha, y la opuesta H àzia la izquierda; y esto es lo que llaman muchos *Reflexion*.

Pa-

Passando yà la tierra de C por D àzia A, desde la tierra parecerà irse apartando el Orbe de Venus de su apogeo A; y dicho Orbe deferente, se verà tambien inclinado, yà no tanto lateralmente como antes, si mas, y mas àzia nuestra cabeza, por la parte F; y àzia lo opuesto, por la parte H: con que la reflexion arriba dicha, se irà convirtiendo en declinacion, hasta que la tierra se halle en D; pero prosiguiendo àzia A, punto del auge sumo de Venus, se verà ir caminando su Orbe àzia el punto C, auge infimo del Planeta; y lo que antes se veia inclinado al plano de la ecliptica, bolverà à parecer reflexo; y la parte Septentrional F, se verà àzia nuestra izquierda; y la H, àzia la derecha: de fuerte, que en llegando la tierra al punto A del auge, no tendrà el Orbe excentrico declinacion alguna, si solo reflexion; y el Orbe parecerà estàr en el punto opuesto al auge, ò infimo auge.

Baxando despues la tierra de A por B àzia C, se irà otra vez convirtiendo la reflexion en declinacion, como se puede facilmente entender. Esto juzgo ser bastante para hazer algun concepto de estos phenomenos. De aqui se colige, que quando el Planeta se halla en los nodos G, ò E, carece de latitud, como todos los demàs, por carecer alli de reflexion, y declinacion de la ecliptica. La explicacion referida, es segun la mente de Rhetico, discipulo de Copernico, que la propone sin figura alguna que la expresse; y he omitido la del mismo Copernico, que es por su confusion poco menos que ininteligible. Por la misma razon añado la hypothesi de Phelipe Lansbergio, que siendo en lo substancial la misma de Copernico, es mas clara, y perceptible.

PROP. XVIII. Theorema.

Explicase la hypothesi de Lansbergio à cerca de la latitud de Venus, y Mercurio. fig. 151.

SEa A el centro del Orbe annuo HIKL de la tierra, en cuyo plano considerese descripto vn Orbe FCGE, al qual sea inclinado el Orbe de Venus, ò Mercurio

Nn 4

BCDE,

BCDE, cuyos nodos sean E boreal, y C austral, que terminan la seccion comun CAE de entrambos planos, que continuada hasta el Orbe annuo, es IAL: à esta linea sea perpendicular la recta HAK: sea el punto B el limite de la maxima latitud boreal, y D el de la austral. Los angulos de la inclinacion BEF, y DEG, sean inmutables; en Venus, 3. grad. 30 min. y en Mercurio, 6. grad. 16. min. y los nodos, y limites, con vn lentissimo movimiento, caminen segun el orden de los signos.

Supongamos, por exemplo, que el Planeta estè en M, y la tierra en O; ò el Planeta en S, y la tierra en Q; y la latitud centrica del Planeta, vista desde A, serà el arco MN, ò ST; y la latitud verdadera, vista desde la tierra, serà el angulo MON, ò SQT, cuya variacion, è investigacion, pende como en los demás Planetas de la distancia del Planeta à la tierra. El modo de su practica, es el siguiente.

PROP. XIX. Problema.

Hallar, segun esta bypthesis, la latitud de estos Planetas, supuesta la inclinacion de su Orbe à la egyptica.
figur. 151.

EN la misma figura supongamos se halle Venus en S, y la tierra en Q, al tiempo de vna observacion, que hizo Ptolomeo el año 476. de Nabonasar, dia 17. del mes Mefori; al qual tiempo, segun el calculo de Lansbergio, se hallaba lo siguiente.

	G.	M.	S.
Longitud centrica de Venus	195	5	5
Anomalia del Orbe equada	249	11	32
Movim. med. del nodo bor. E	50	55	16
Dist. SQ de Venus à la tierra	9943.	partes, de que el radio del Orbe annuo tiene 10000.	

Esto supuesto, restando el movimiento del nodo boreal, 50. gr. 55. min. de 195. gr. 5. min. longitud centrica de Venus, resta la distancia del Sol al nodo boreal, 144. grad. 10. min.

min. que contados desde L por H, dan el lugar del Sol en R, y el de la tierra en Q: con que es conocido el arco OL 35. grad. 50. min. complemento del arco LOR, à quien es igual el arco EX; y tambien es conocida la anomalia equada del Orbe, 249. grad. 12. min. contada desde el apogeo verdadero V por DS; y quitando de ella vn semicirculo, resta el arco XS de 69. grad. 12. min. y quitando de aqui el EX 35. grad. 50. min. resta ES 33. grad. 22. min. distancia de Venus al nodo boreal, cuyo seno es 5500. Hecho esto,

Busquese el seno de la inclinacion BF del Orbe de Venus, que por la proposicion antecedente, es 3. grad. 30. min. y su seno es 610. y hagase: como el seno total 10000. del quadrante EB, al seno de BF 610. assi el seno del arco ES 5500. al seno quarto, que se tendrà en las partes de que AE es 10000. Suponiendo, pues, segun Lansbergio, que el radio AE estè dividido en 7193. partes, se hará otra regla de tres, diciendo: Si 10000. son 7193. Luego las de ST, que eran 335. seràn 241.

En el triangulo, pues, QST, rectangulo en T, por ser el arco ST perpendicular, conocida la basa QS, distancia de Venus à la tierra, 9943. y el lado ST, 241. se hallará el seno de este arco ST, ò del angulo SQT, que lo será de 1. grad. 33. min. latitud boreal de Venus al tiempo sobredicho. Con esta practica, dada la inclinacion del Orbe al plano de la egyptica, y los demás requisitos que hemos visto, se hallará la latitud del Planeta para qualquiera tiempo dado. Las cantidades pertenecientes à la latitud de Venus, y Mercurio, segun Lansbergio, son las siguientes,

Inclinacion maxima del Orbe.	
Venus.	3. grad. 30. min.
Mercurio.	6. grad. 16. min.

		<i>Latitud maxima.</i>	
		<i>En el apogeo del Orbe.</i>	<i>En el perigeo del Orbe.</i>
<i>Venus.</i>	<i>Boreal</i>	1.gr. 25.m.	8. gr. 54. min.
	<i>Austral</i>	1.gr. 28.m.	8. gr. 36. min.
<i>Mercurio.</i>	<i>Boreal</i>	1.gr. 32.m.	4. gr. 5. min.
	<i>Austral</i>	1.gr. 32.m.	4. gr. 5. min.

		<i>Latitud por razon de la Reflexion.</i>	<i>Siendo la anomalia del Orbe.</i>
<i>Venus.</i>		2.gr. 31.min.	4. sign. 16.gr.
		2.gr. 31.min.	7. sign. 14.gr.
<i>Mercurio.</i>		2.gr. 14.min.	3. sign. 22.gr.
		2.gr. 14.min.	8. sign. 8.gr.

Movimiento diurno de los Nodos.

<i>Venus.</i>	6. terc.	26. quart.	28. quint.	28. sext.
<i>Mercurio.</i>	2. terc.	14. quart.	16. quint.	39. sext.



PROP. XX. Theorema.

Explicase la causa de la estacion, y retrogradacion de Venus, y Mercurio en la hypothesis de Copernico.
figur. 152.

EN el Libro pasado se explicó la causa de observarse los cinco Planetas menores, ya directos, ya estacionarios, ya retrogradados: la qual es comun a todos los cinco en la hypothesis verdadera de la estabilidad de la tierra; pero no en la que mueve la tierra, dando estabilidad al Sol: y aviendo alli demonstrado la razon de dichos phenomenos tambien, segun esta segunda hypothesis, será conveniente demonstrarla aqui, explicando el modo con que suceden, segun la misma en los dos Planetas inferiores Venus, y Mercurio; y es como se sigue.

Sea el Orbe annuo de la tierra BMAL; y el de Venus, ò Mercurio, sea DHK: y supongamos exista la tierra en A, y el Sol en C. Tirese desde A las dos lineas visuales AKL, AHM, tangentes al Orbe del Planeta en K, y H. Y supongase moverse la tierra, y el Planeta, segun el orden de los signos, àzia vna misma parte; pero que el movimiento del Planeta, es mas veloz que el de la tierra. Esto supuesto, es claro, que desde la tierra A, se verá moverse el Planeta por su Orbe, como por vn epicyclo; y que con este movimiento se verá ir directo, ò segun el orden de los signos por todo el arco KDH, en cuyo medio D està el apogeo, y donde sucede la conjuncion apogea; pero en el restante arco HEK parecerà ir retrogrado, y contra el orden de los signos: y asimismo se observará, que el movimiento del Planeta añaade al de la tierra el angulo HAK, en el primer caso; y que le disminuirà en el segundo, quitandole todo lo que comprehende dicho angulo.

De aqui se sigue, que en llegando el movimiento subtractivo del Planeta à ser igual al additivo de la tierra, por quitar aquel, tanto como este añaade, parecerà estacio-

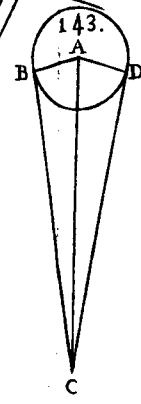
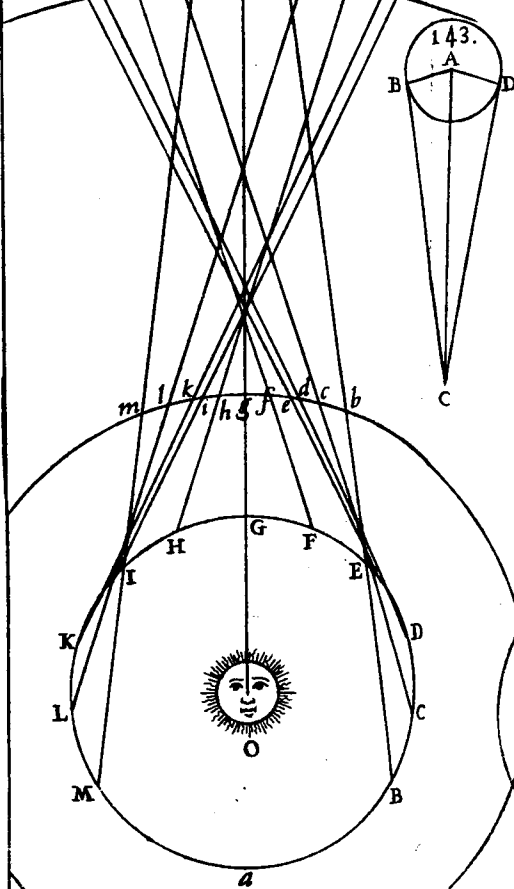
tacionario el Planeta , primero en H , y despues K ; pero en llegando à ser mayor el movimiento *subtractivo* del Planeta , que el *additivo* de la tierra , por prevalecer aquel , aparecerà el Planeta retrogrado : lo que sucede en el arco HEK ; en cuyo medio E , sucede la conjuncion *perigea*.

Todo lo perteneciente à las demàs propiedades de estos Planetas , por ser comun à los tres superiores , queda tratado en el Libro antecedente.

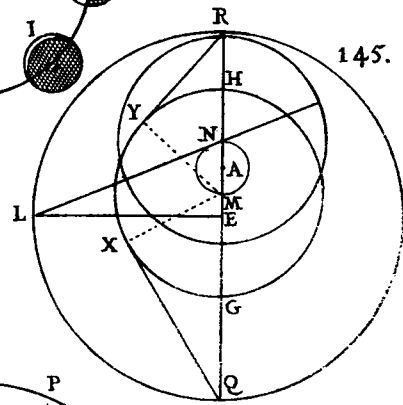
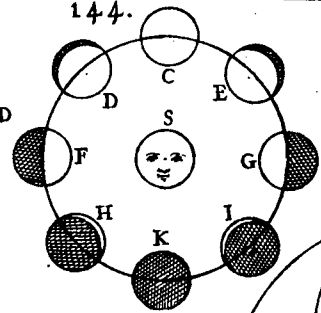
F I N.

IN-

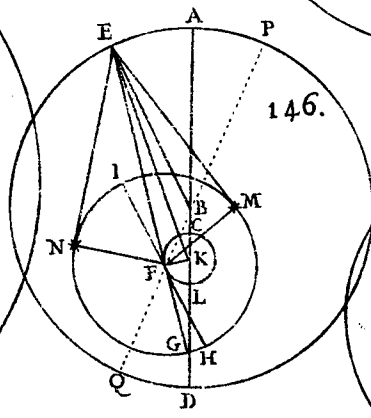
142. S R T Q A V P Z X NY



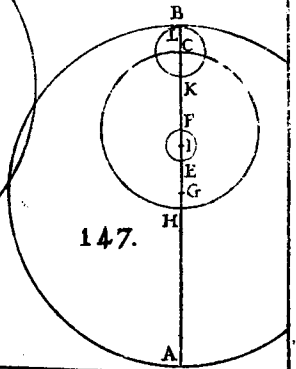
144.



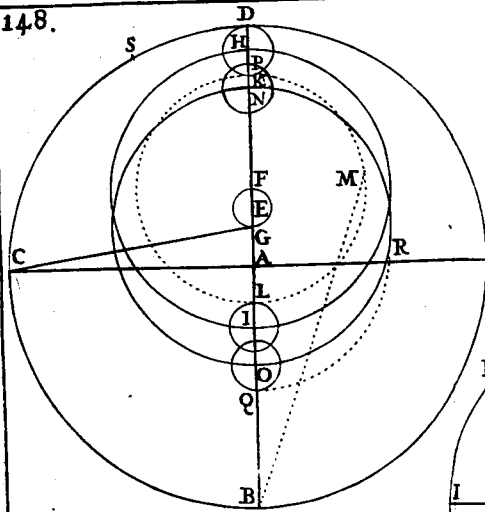
Ti



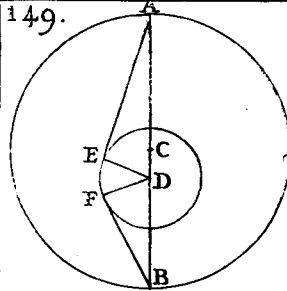
147.



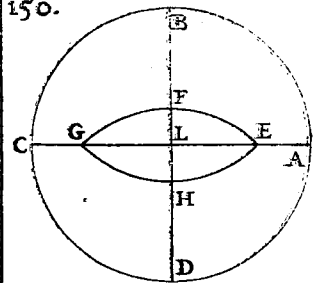
148.



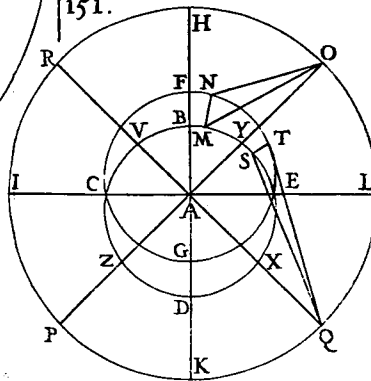
149.



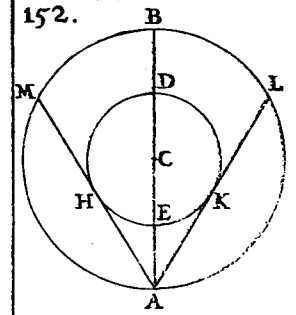
150.



151.



152.



INDICE

DE LOS TRATADOS , LIBROS,
y Capítulos, que en este Tomo Septi-
mo se contienen.

TRATADO XXIII.

De la Astronomía.

LIBRO I. De la esfera del mundo en comun ; ù de los principios generales de la Astronomia , y Cosmographia, pag.3.

Cap. I. De la Region etherea , ò celeste, pag.4.

Cap. II. Del systema del Universo, pag.17.

Cap. III. De los círculos de la esfera celeste, pag.23.

Cap. IV. De la division de la esfera, pag.34.

Cap. V. Del movimiento de los Astros, pag.39.

Cap. VI. De la distancia , y magnitud de los Cielos , y Estrellas, pag.52.

Cap. VII. De las diferentes comparaciones de los Astros, pag.57.

Cap. VIII. De la paralaxe, y refraccion de los Astros, pag.66.

Cap. IX. Del orto , y ocafo de los Astros, pag.75.

Cap. X. De la resolucion de los Problemas del primer movi-
l. pag.86.

LIBRO II. Del Sol, pag.141.

PARTE I. De la naturaleza , y propiedades del Sol ; y del modo de observar , y determinar sus movimientos, y apariencias, pag.142.

Cap. I. De la substancia, y accidentes del Sol, pag.143.

Cap. II. Del modo de observar , y determinar la distancia del Sol sobre la tierra, pag.149.

Cap. III. Del modo de determinar las paralaxes del Sol, pag.
160.

Cap. IV.

Cap. IV. *Del modo con que se determinan las refracciones del Sol, y demás Astros*, pag. 164.

Cap. V. *De la magnitud del Sol*, pag. 167.

Cap. VI. *De los movimientos del Sol, cantidad del año, y formación de las Tablas de su movimiento medio*, pag. 178.

PARTE II. *De la desigualdad del movimiento annuo del Sol; y de las varias hypothesés con que se explica*, pag. 204.

Cap. I. *De las hypothesés con que se explica la desigualdad del movimiento del Sol*, pag. 205.

Cap. II. *Del modo de establecer, y determinar las epochas, ó raíces de los movimientos del Sol, y perfeccionar sus Tablas*, pag. 239.

Cap. III. *En que se resuelven algunas dificultades*, pag. 245.

LIBRO III. *De la Luna*, pag. 262.

Cap. I. *De la naturaleza, y propiedades de la Luna*, pag. 263.

Cap. II. *De la latitud, paralaxe, distancia, y magnitud de la Luna*, pag. 277.

Cap. III. *De los movimientos de la Luna; determinacion de los meses, y años lunares; y formación de las Tablas de los movimientos medios*, pag. 296.

Cap. IV. *De la desigualdad del movimiento de la Luna; y de las varias hypothesés con que se explica*, pag. 332.

LIBRO IV. *De los Eclipses del Sol, y de la Luna*, pag. 351.

PARTE I. *De los Eclipses de la Luna*, pag. 351.

Cap. I. *De la naturaleza, causa, y especies de los Eclipses Lunares*, pag. 351.

Cap. II. *De lo perteneciente à la sombra de la tierra*, pag. 355.

Cap. III. *De los terminos, magnitud, y duracion de los Eclipses Lunares*, pag. 365.

PARTE II. *De los Eclipses del Sol*, pag. 374.

Cap. I. *De la causa del Eclipse Solar, y sus especies*, pag. 375.

Cap. II. *De la sombra de la Luna*, pag. 378.

Cap. III. *De lo que se debe atender en las paralaxes de los Luminares, en quanto à los Eclipses del Sol*, pag. 381.

Cap. IV. *De los terminos, magnitud, duracion, principio, me-*
dio,

dio, y fin; y demás momentos de los Eclipses solares, pag. 390.

Cap. V. *Del Eclipse de la tierra*, pag. 395.

Cap. VI. *Del modo de observar los Eclipses, assi de Sol, como de Luna*, pag. 411.

LIBRO V. *De las Estrellas fixas*, pag. 414.

Cap. I. *De la naturaleza, y propiedades de las Estrellas fixas*, pag. 415.

Cap. II. *Del movimiento de las Estrellas fixas*, pag. 418.

Cap. III. *De la longitud, latitud, ascension recta, y declinacion de las Estrellas fixas*, pag. 423.

Cap. IV. *De la ascension obliqua, orto, y ocase de las Estrellas fixas*, pag. 445.

Cap. V. *De la distancia de las Estrellas fixas à la tierra; y de su paralaxe, numero, y magnitud*, pag. 451.

LIBRO VI. *De los tres superiores Planetas, Saturno, Jupiter, y Marte*, pag. 456.

PARTE I. *De la naturaleza, propiedades, y principales phenomenos de los tres Planetas superiores*, pag. 457.

PARTE II. *De los movimientos de los tres superiores Planetas, Saturno, Jupiter, y Marte; y de las hypothesés con que se explican*, pag. 465.

Cap. I. *De la hypothesi Ptolomayca de Saturno, Jupiter, y Marte*, pag. 467.

Cap. II. *De la hypothesi de Copernico en Saturno, Jupiter, y Marte*, pag. 483.

PARTE III. *Del modo de investigar los movimientos de los tres Planetas superiores, para distribuirles en las Tablas*, pag. 489.

Cap. I. *Del modo de investigar el movimiento medio, y la primera desigualdad en los tres Planetas superiores*, pag. 490.

Cap. II. *Del modo de averiguar la segunda desigualdad, ó anomalía del Orbe, y sus equaciones en los tres Planetas superiores*, pag. 501.

PARTE IV. *De las propiedades de los tres Planetas superiores, Saturno, Jupiter, y Marte*, pag. 504.

Cap. I. *De las propiedades de estos Planetas, segun su latitud*, pag. 504.

Cap. II. *De las propiedades de estos Planetas segun su longitud, y latitud juntas*, pag. 515.

Cap. III.

Cap. III. De las demás propiedades de los tres Planetas superiores, pag. 528.

LIBRO VII. De los dos Planetas inferiores, Venus, y Mercurio, pag. 536.

PARTE I. De la naturaleza, y phenomenos de estos dos Planetas: de sus movimientos, y de las hypothesefes con que se explican, pag. 536.

Cap. I. De la naturaleza, y principales phenomenos de Venus, y Mercurio, pag. 536.

Cap. II. De los movimientos de Venus, y Mercurio; y del modo con que se explican en la hypothesi de Copernico, pag. 539.

PARTE II. Del modo de investigar los movimientos, y anomalias de Venus, y Mercurio; y de la construccion de sus Tablas, pag. 549.

Cap. I. Del modo de investigar la primera irregularidad, ó anomalia del centro en Venus, y Mercurio, pag. 550.

Cap. II. Del modo de investigar la segunda irregularidad, ó anomalia del Orbe en Venus, y Mercurio, pag. 556.

PARTE III. De las propiedades de los dos Planetas; Venus, y Mercurio, pag. 565.