

B-4-311

311

R. 6533
COLECCION

DE

PROBLEMAS Y CUESTIONES

sobre la

FISICA Y LA QUIMICA,

por

DON JUAN DIEZ,

Dr. Phil. Director del Real Gabinete de Física de S. M.
Individuo de la Academia médica de Madrid, de la
Academia de Bon, y de la Sociedad entomológica de
Francia etc.

Con dos láminas.

→→→○○○○←←←



*Pueris dant crustula didandi
Doctores elementa velint ut discere prima.*

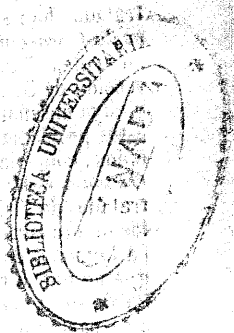
HOR. SAT. 1.

MADRID.—1840.

Imprenta de D. Pedro Sanz y Sanz,
Plaza del Progreso núm. 7.

Bibliography	
Series	B
Volume	4
Table	
Number	311

PROLOGO.



TENEMOS colecciones de problemas sobre la Aritmética, el Algebra, la Geometria. &c.: pero jamas he visto se publiquen espresamente ni sobre la Fisica ni sobre la Química, aunque estas dos ciencias ofrezcan un campo mas lato y variado, capaz de interesar á todos los jóvenes que se dedican al estudio de las ciencias naturales, principalmente desde que se enseñan los elementos de ellas en todas las universidades y en todos los buenos colegios, y que se han hecho en todas las naciones cultas el complemento de una educación esmerada. Sea lo que fuere de esta primera idea, como yo he tenido proporcion, durante mis cursos públicos y particulares de Fisica y de Química en Francia y en España, de reunir muchos materiales de este género para ejercitar á mis discípulos, he creido que este pequeño trabajo puede ser agradable á otros profesores y útil á sus discípulos; y esto es lo que me ha deter-

minado á publicarlo, á pesar de sus imperfecciones, debidas principalmente á los rápidos progresos que han hecho las ciencias naturales en los veinte ó treinta últimos años.

La mayor parte de las cuestiones que forman este tratado, han sido resueltas por los discípulos de la *escuela fisico-química* establecida desde 1816 hasta 1820 en el Real Palacio de Madrid, bajo la proteccion y direccion de S. A. R. el Sermo. Sr. Infante D. Antonio, y cuya enseñanza me fue confiada por S. M. Varios de estos problemas se han sacado de algunos libros conocidos, como las *Recreaciones matemáticas y físicas* de *Ozanam* y *Montucla*, de la *Enciclopedia*, y de varios tratados de Física y de Química; pero la mayor parte los he preparado yo, y han sido esplicados y resueltos (á lo menos en gran parte) por mis discípulos, aunque no puedo responder de la exactitud de todos ellos. Puedo sin duda haberme equivocado alguna vez, y por otra parte no es probable el que este tratado esté mas exento que cualquiera otro de las erratas ó faltas de copia y de impresion. Debo tambien advertir que una gran parte de los problemas sobre la luz no han sido verificados, y que á la época de la primera publicacion de este librito, varios descubrimientos modernos sobre la luz, la electricidad y la Química, eran apenas conocidos en España.

El método utilísimo de proponer á los discípulos las cuestiones ó ejercicios sobre las materias que se han tratado en las lecciones públicas, lo debo á mis antiguos y respetables maestros *Mrs. Lacroix*, *Brongniart* y *Barruel*, del que se servian en sus lecciones establecidas á principio de este siglo en las *escuelas centrales de las cuatro naciones* y de *Plessis* en París. *Mr. Lacroix*, cuyos elementos de matemáticas se hallan entre las manos de todos los estudiantes, acostumbraba proponer al fin de cada leccion algunos problemas sobre la materia de que se acababa de tratar, y estas cues-

tiones copiadas y resueltas en sus casas por los discípulos aplicados, se incluían en una caja cerrada al empezar la lección siguiente, para ser en seguida discutidas y resueltas públicamente sobre el encerado por los discípulos que aquel célebre profesor tenía á bien señalar.

Los señores *Alex. Brongniart* y *Barruel* (1), en sus agradables lecciones de historia natural y de Física, usaron del mismo método, pero solo de tiempo en tiempo y en épocas determinadas, destinando lecciones enteras á varias disertaciones ó composiciones respondiendo por escrito á las cuestiones propuestas: composiciones cuyo mérito decidía comunmente en la distribución de premios al fin de cada curso escolástico. Si mis esfuerzos para ser útil en la carrera de la enseñanza han correspondido alguna vez á mis deseos, lo debo principalmente á la imitación de estos sabios maestros cuya bondad y benéfica conducta para conmigo jamas se borrarán de mi memoria.

El tiempo de los estudios físico-químicos de la citada Real escuela se componía de cuatro años escolásticos, de los cuales dos estaban destinados á la Física, y los otros dos á la Química. Para la enseñanza de esta última ciencia adopté la segunda edición del excelente tratado de química de *Mr. Thénard*, traducido en español é impreso de orden de S. M.: y en cuanto á la Física se tomó por testo la obra de *M. Beudant*, sacando de los tratados de *Hauy*, *Biot*, *Fischer*, &c. y de varios autores de mecánica y de óptica, los pormenores que *Mr. Beudant* solo había podido indicar en su obra (2).

(1) Bien conocido en Francia por sus *tablas sinópticas de Física* (*la Physique réduite en tableaux par E. Barruel.*)

(2) En el año 1830 el tratado de Física de *Beudant* fue traducido al castellano, por *D. Nicolas Arias* discípulo distinguido de la Real escuela físico-química.

El gabinete de Física, el laboratorio de Química y la biblioteca relativa á estos dos ramos del citado Real establecimiento, ofrecian tal vez en 1820 cuanto se podia desear, y cuanto habia en España de mas completo y perfecto en su clase: y si á esto añadimòs los poderosos motivos de emulacion y la especial proteccion que SS. MM. y AA. se dignaban dispensar á los distinguidos alumnos, honrando con su presencia el discurso de apertura y los exámenes de cada curso, nadie se admirará de que muchos de aquellos jóvenes hayan hecho progresos tan brillantes y rápidos en los cuatro años que duró el establecimiento, y que siempre se gloriará con contar en el número de sus discípulos á los Sres. *D. Saturnino Montojo, D. Alejandro Olivan,* el señor *Duque de Veraguas, D. Calderon de la Barca, D. Joaquín Blake, D. Antonio Moreno, Martinez Robles* y otros muchos que tanto se distinguen en las diversas carreras que despues han abrazado.

En esta coleccion se halla un gran número de cuestiones sumamente sencillas y acomodadas á la capacidad de los jóvenes de menos talento. Todos los profesores saben muy bien por esperiencia que en todos los cursos esta clase es siempre la mas numerosa, y que en realidad para ella es para la que los maestros trabajan cuando procuran allanar las dificultades y dar algun interes á los objetos áridos; pues que los discípulos inteligentes y que desean aprender, caminan por decirlo así, casi por sí solos, luego que se les ha mostrado el camino. Pero generalmente se observa que todos los jóvenes que se dedican al estudio de las ciencias exactas se inclinan mas bien á los problemas que no á las teorías, y que gustan menos de las cuestiones abstractas que no de aquellas que pueden ofrecer alguna aplicacion útil ó divertida. La ciencia mas agradable no puede inspirar un verdadero y durable interes antes de concebir su utilidad; y sucede frecuentemente que á juicio ó parecer de los estudiantes tal ramo de conocimientos

da la mayor importancia á cualquiera otro, y les inspira el deseo de instruirse en él. Asi he observado con frecuencia que el deseo de hacer progresos en la Física habia obligado á los estudiantes á aplicarse á las matemáticas; asi como el estudio de la Química, de la historia natural é de la medicina, les habia hecho conocer la necesidad de los conocimientos físicos.

Algunos lectores desearian tal vez hallar las respuestas razonadas unidas á las cuestiones que acompañan á estos problemas, lo que hubiera aumentado considerablemente este tratado, cosa que deseamos evitar. Mas si, como me lisonjeo, este pequeño trabajo puede servir á otros profesores, cuyas ocupaciones ó molestia les impidan el hacerlo por sí, se concibe fácilmente que habiéndolo dispuesto de este modo, hubiera sido quitar al discípulo casi todo el trabajo, privándole de los medios de dar pruebas de sagacidad y aplicacion, puesto que muchas de estas cuestiones son susceptibles de discusiones filosóficas de una opinion ó dictamen variable. Les bastará pues el hallar los resultados de los problemas que exigen algun cálculo á fin de poder verificar y comparar sus propias soluciones. No me he separado de este método sino en cuanto á algunas cuestiones poco conocidas ó de un interes particular, y en este caso he creido complacer á los estudiantes poniendo las soluciones enteras.

En fin ninguna persona juiciosa estrañará que hayamos puesto un gran número de cuestiones sobre la Física; comparado con el de las que pertenecen propiamente á la Química, si reflexiona sobre la diferencia ó desigualdad que hay entre ambas ciencias. Se sabe que varias naciones poseen obras casi completas de Química, mientras que sobre la Física é historia natural no tienen ninguna, pues los libros que se publican bajo este título no son propiamente sino fragmentos de estas ciencias. Muchas cuestiones antiguas de Química se han suprimido por no cambiar del todo la no-

menclatura tan diferente en el día, y debe parecer bastante natural que hayamos dado mayor estension á los ramos fisico-matemáticos, mas á propósito para ejercitar la sagacidad de los jóvenes y menos sujetos á variar con el progreso del tiempo, que los artículos meramente químicos cuya teoria y lenguaje se perfeccionan ó se modifican tan á menudo. Por otra parte, un número considerable de cuestiones sobre la hidrostática, la aerometria y el calórico, pueden pertenecer igualmente al dominio de la Física y de la Química.

Ultimamente, los lectores inteligentes no estrañarán el que en varias partes de esta obrita se hayan citado algunos hechos posteriores á la época en que fue redactada, considerando el largo tiempo trascurrido hasta su publicacion y el deseo constante del autor de conciliar en lo posible los materiales de una obra atrassada con algunos descubrimientos modernos interesantes.



I.

ESTÁTICA.

Se pregunta. ¿Cuál será el valor numérico de la resultante de dos fuerzas opuestas á ángulo recto, suponiendo que la primera se halle representada por el número 42 y la segunda por 47?

Respuesta. La resultante que se busca, espresada en unidades de la misma especie que las fuerzas componentes, será $20\frac{4}{5}$.

2. Dos potencias paralelas, cuya relacion es como 4 á 3, se hallan aplicadas en ambas estremidades de una vara matemática recta é inflexible de 10 pulgadas de largo.

Se quiere determinar la distancia del punto de aplicacion de la resultante á los dos extremos de la vara, y el valor numérico de la fuerza única que seria necesario oponer á dicha resultante para mantener el sistema en equilibrio?

Respuesta. Las dos distancias que se buscan serán $4\frac{2}{7}$ pulgadas y $5\frac{5}{7}$ pulgadas, y la espresion de la fuerza única capaz de equilibrar la resultante será igual á 7.

3. Supongamos una vara recta, inflexible y sin pesantéz AB (figura 1.^o), de 360 pulgadas de largo, en cu-

los extremos y en un punto intermedio D á 40 pulgadas de un cabo, se hallan aplicadas tres fuerzas paralelas P, Q, S, respectivamente iguales á 7 libras, 5 libras y 3 libras.

Se quiere conocer el punto de aplicacion de la resultante general R', es decir, la distancia de esta potencia á los dos extremos de la vara con todas las subdivisiones de esta recta en los diversos casos, asi como el valor numérico de la fuerza única que seria preciso oponer á dicha resultante para mantener el sistema en equilibrio.

Respuesta. Este problema admite tres soluciones segun el modo de empezar el cálculo, asi como va indicado en las figuras 2, 3 y 4, en las cuales R representa la resultante parcial y R' la resultante general. En la primera de dichas figuras se empezó la composicion por las fuerzas P y S, en la segunda por S y Q, y en la última por las fuerzas P y Q.

La expresion de la resultante general, y por consiguiente tambien la de la potencia que se le pudiera oponer, será en todos los casos igual á 15 libras.

4. Se manda explicar el mecanismo con que se suelen ejecutar en los teatros los *vuelos oblicuos*, mediante una combinacion sencilla de cuerdas y garuchas?

5. ¿Por qué razon un hombre que está de pie en la parte anterior de una barquilla; se cae comunmente en el momento que la barquilla abor dando viene á tocar la tierra?

6. Explicar por qué se espone casi siempre á algun daño el que salta del interior de un coche que corre velozmente; y qué diferencia puede ofrecer dicho peligro segun se quiere saltar ya de una puerlecilla lateral ya de la parte anterior ó posterior del coche; y porqué dicho peligro es mayor todavia en los vehiculos de los caminos de hierro?

7. Se pregunta qué es lo que debe suceder natural-

mente á un hombre colocado de pie en la superficie de un cilindro ó de una bola, al tiempo que quiere brincar hácia adelante?

8. Explicar por qué un hombre á caballo galopando y arrojando verticalmente al aire una naranja, pueda volver á recibir esta en la mano algunos pasos mas adelante?

Observacion. La esplicacion de este fenómeno y del siguiente supone, ademas del conocimiento del movimiento compuesto, el del movimiento curvilíneo parabólico, cuya teoria pertenece propiamente á la Dinámica.

9. Se pregunta por qué un marinero que se precipitase de lo alto de una gavia yendo el navio á la vela, caeria al pie del palo y no en el mar, aun cuando en el momento en que llega á abajo se halle ya el navio bastante distante del sitio en que el marinero comenzó á caer?

10. Se quiere determinar la posicion del *centro de gravedad* de la superficie de un triángulo isosceles cuya base fuese igual á 6 pies, y los otros lados 5 pies cada uno?

Respuesta. La distancia del punto que se busca á la base del triángulo propuesto, seria equivalente á $4 \frac{1}{2}$ pies ó 16 pulgadas.

11. Se propone la solucion del mismo problema respecto á un triángulo rectángulo, cuya hipotenusa tiene 5 pulgadas y ambos lados del ángulo recto 3 pulgadas y 4 pulgadas?

Respuesta. La distancia del centro de gravedad al último de los lados indicados será igual á $1 \frac{1}{2}$ pulgadas.

12. Se quiere determinar la distancia del centro de gravedad de un arco circular de 60 grados, desde el centro del círculo cuyo diámetro se supone igual á 20 pulgadas?

Respuesta. La distancia que se busca será equiva-

lente á 9,55 pulgadas, limitando el cálculo á las centésimas,

13. En los tres ángulos de un triángulo equilátero ABC (fig. 5.^o), que suponemos sin pesantez y cuyos lados son de 29 pulgadas cada uno, se hallan tres superficies circulares de unos radios respectivamente iguales á $A=2$, $B=4$, y $C=6$ pulgadas.

Se quiere determinar, sea graficamente sea mediante el cálculo, la posición del centro de gravedad de este sistema de tres círculos, es decir, la distancia de dicho punto G al centro del mayor de los tres círculos C?

Respuesta. La distancia CG que se busca será próximamente igual á 6,57 pulgadas, y las demas líneas esenciales serán $DC=18,4$ y $BD=4$ pulgadas.

14. Se propone determinar, sea graficamente sea por el cálculo, el centro de gravedad de un trapecio (fig. 6.^o), en el cual se conocen ambos lados paralelos, á saber, $AB=26$ líneas y $CD=17$; además el lado $BD=16$ líneas y la diagonal $AD=25$ líneas.

Respuesta. El punto deseado G se hallará próximamente á 7 líneas de distancia de la base del trapecio, en la dirección de la recta que junta el medio de ambos lados paralelos.

15. Propuesto un polígono rectilíneo cualquiera ABCDE (fig. 7.^o), se supone que se divide cada uno de sus lados en dos partes iguales, como en a, b, c, d, e , juntando los puntos de división de los lados contiguos de modo que resulte un nuevo polígono $a'b'c'd'e'$ inscrito al primero. Haciendo en seguida la misma construcción sobre este segundo polígono, y luego sobre el tercero que resulte $a''b''c''d''e''$, y continuando esta operación hasta el infinito, se quiere determinar el punto en que se terminarán últimamente dichas construcciones?

Solucion. Este problema, que seria tal vez impo-

sible resolver por principios puramente geométricos, es susceptible de una solución sencilla á la par que elegante sacada de la teoría del centro de gravedad. Para lo cual será suficiente imaginar en los puntos a, b, c, d, e , etc. pesos iguales cuyo centro de gravedad comun se determinará por los métodos conocidos. Este centro será el punto que se busca.

Se tirará pues en primer lugar la recta ab (fig. 8.^a), que se partirá en dos partes iguales en el punto f ; en seguida se trazará la línea fc , dividiéndola en g de modo que fg sea un tercio; tírese también gd siendo gh su cuarta parte; últimamente se trazará la recta he , y que hi sea su quinta parte. El peso e siendo el último, el punto i resolverá el problema (*).

46. Se mandan describir los tres principales métodos prácticos que pueden servir para determinar mecánicamente el centro de gravedad de cualquier cuerpo sólido, con la modificación aplicable al cuerpo del hombre y de los animales?

17. Explicar por qué un hombre cuyos talones y espalda estuviesen aplicados contra una pared vertical, caería inevitablemente queriendo bajarse hacia adelante con intento de cojer algún objeto en el suelo; y por qué dicho hombre sentado en una silla, no podría levantarse sin inclinar el cuerpo hacia adelante ni los pies atrás?

18. Explicar por qué un mozo de cordel con un fardo en la espalda, se inclina forzosamente hacia adelante, mientras que se inclinaría hacia atrás llevando el fardo en brazos?

19. Se pregunta ¿cuál es la posición mas ventajosa de los pies para la mayor firmeza del cuerpo humano y para la marcha; y por qué conviene para mayor equilibrio del cuerpo que andemos describiendo

(*) Este lindo problema está sacado de las recreaciones matemáticas de Ozanam.

con ambos pies una especie de zigzag, en vez de caminar en línea recta como los bailarines de maroma?

Observación. Las condiciones de la estabilidad del cuerpo humano dieron lugar á un problema curioso de cálculo diferencial, cuya solución se halla en varios tratados de Estática. Todo se reduce á indagar si, variando la posición de ambos pies, la base en cuyo interior debe caer la línea de dirección del cuerpo es susceptible de aumento y de disminución, y cuál debe ser en este caso la posición de los pies para que dicha base tenga la mayor superficie posible. Los resultados de la solución del problema comprueban que en general los principios de mecánica concuerdan con lo que nos enseñan los maestros de baile, es decir, que para la mayor estabilidad ó firmeza del cuerpo humano es ventajoso el dirigir la planta de los pies hácia afuera.

20. Se desea saber por qué las famosas torres de Pisa y Bolonia en Italia tienen estabilidad y no se caen, aunque ambas se hallen inclinadas al horizonte de un modo bastante notable?

21. Indicar mediante qué principio mecánico un hombre que nunca aprendió á bailar en la maroma tirante, puede sin embargo conseguir sostenerse y aun andar fácilmente en dicha cuerda sin riesgo de caer?

Explicación de los efectos del balancin.

22. Explicar por qué se puede equilibrar en la punta de los dedos mas fácilmente una vara larga que una varita corta, y mas fácilmente un palo cargado con un peso en su extremo superior que si dicho peso se hallase en la parte inferior?

23. Explicar mediante qué artificio ó instinto singular un gato se cae muchas veces de una altura considerable, sin hacerse daño notable?

24. Explicar por qué sábia disposición de la naturaleza el germen que se halla á la superficie de la yema en los huevos de las aves, ocupa siempre la parte superior, cualquiera que sea la posición del

buevo; con tal que no se haga girar éste sino al rededor de su eje mayor?

25. Explicar ¿por qué mecanismo ingenioso la *brújula marina* conserva siempre una posición horizontal, cualquiera que sea su inclinación y los vaivenes del barco?

26. Se pregunta cuál debe ser la utilidad del *lastre* en la capacidad inferior de los navios; principalmente durante las agitaciones ó vaivenes causadas por los temporales?

27. Explicar mediante qué mecanismo ingenioso el pequeño autómatá conocido en los gabinetes de Física con el nombre de *volatinero chinésco*, ejecuta espontáneamente sus volteretas á lo largo de una pequeña escalera?

Observación. Las personas que ignoran la construcción del pequeño autómatá divertido de que se trata aquí, y cuyo cuerpo encierra cierta cantidad de azogue capaz de hacer variar continuamente la posición del centro de gravedad de la figura; con dificultad podrán concebir sus raros y compasados movimientos. Su descripción se halla en varios libros; y entre otros en las *Recreaciones de Ozanam*, en el tomo de la Enciclopedia titulado *Amusemens des sciences*, y en el *Manuel du sorcier*.

28. Describir de qué modo ingenioso los maquinistas se han aprovechado de la propiedad fundamental del centro de gravedad, en la construcción de ciertos relojes que se mueven á lo largo de un plano inclinado, así como en la construcción de un aparato ingenioso llamado *Odometro*, que sirve para medir el camino corrido por un carruaje, ó mas bien cuenta el número de vueltas que hace la rueda principal.

29. ¿Cuál puede ser la razón mecánica por la cual los aguadores de Paris llevan sus cubos con agua colgados en los extremos de una especie de arco apoyado en sus espaldas; y por qué dejan comunmente nadar

en la superficie del agua un pequeño disco ó planchita circular de madera?

30. ¿De qué modo se puede construir un cilindro heterogéneo que se mantenga quieto ó en equilibrio en la superficie de un plano inclinado al horizonte, y de modo que aun pueda subir algun tanto á lo largo de dicho plano?

31. Dar la razon por la que un cuerpo sólido homogéneo en forma de doble cono (fig. 9.^a), parece subir como espontáneamente á lo largo de un doble plano inclinado y divergente, por el efecto de su pesantez propia?

Observacion. El análisis de este problema y del anterior, ofrece particularidades notables y curiosas dignas de ejercitar la sagacidad de los fisicos. Asi es que un antiguo geómetra aleman escribió espresamente un pequeño tratado en latin sobre la teoria del movimiento de dicho cono doble.

32. Explicar por qué razon un cubo lleno de agua fijo en un palo horizontal del modo que lo indica la figura 10, puede apoyarse por el cabo libre del palo en la orilla de una mesa sin caer?

Observacion. Para entender bien el modo de ejecutar esta suerte de equilibrio, á la cual se refieren otros varios experimentos análogos, se debe notar que el asa del cubo se halla como ensartada en el palo horizontal CD, y que el cabo de otro palo inclinado DG se halla apoyado contra el fondo interior del cubo, al paso que su otro extremo se apoya en D contra el palo horizontal, para lo cual este se halla provisto de una muesca en que se encaja el palo oblicuo.

33. Explicar mediante los mismos principios, por qué un alambre de hierro encorvado en forma de S (fig. 11), no puede sostenerse por su extremo superior en la punta de los dedos, mientras que permanece en equilibrio sin resbalar hallándose cargado en su extremo inferior con una llave ú otro cuerpo pesado?

Observacion. Este problema de equilibrio pudiera tambien enunciarse bajo esta forma paradójal. Un cuerpo solicitado á caerse en virtud de su propio peso, impedir su caída mediante la adición de otro peso por el mismo lado que aquel iba á resbalar. Parece efectivamente que el nuevo peso se añade por dicho lado, pero en la realidad se añade por el lado opuesto.

34. ¿De qué modo se puede, á favor del mismo principio de equilibrio, sostener en la punta de los dedos un palito sin que se caiga, segun lo espresa la figura 12?

Respuesta. Fijando en uno de los cabos del palito dos cuchillos ú otros cuerpos pesados equivalentes, de modo á formar por ambos lados dos ángulos agudos casi iguales, el sistema se mantendrá en equilibrio; y segun el peso de los cuchillos y su direccion angular, el palitroque tomará una posicion vertical, horizontal ó inclinada.

Observacion. Es conforme al mismo principio el mantenerse en equilibrio aquellas figuritas de volatineros provistas con dos contrapesos, con que los niños suelen divertirse haciéndoles dar vueltas en la punta de sus dedos. Es por el mismo mecanismo, en fin, que tres cuchillos dispuestos como se ve en la figura 13, pueden equilibrarse y dar vueltas en la punta de una aguja.

35. ¿De qué modo sencillo se puede construir con médula de sauco una pequeña figura, sin hacer uso de dos contrapesos como en el problema anterior, de manera que dicha figurita despues de haberse derribado vuelva constantemente á enderezarse espontáneamente?

36. Indicar un método sencillo para poder repartir cómodamente y sin confusion entre 4, 8, 16 ó 32 hombres un peso considerable, sin hacer uso de cuerdas?



37. Dos hombres, Pedro y Juan, llevan juntamente un peso de 180 libras, colgado de una vara inflexible de 12 pies de largo, cuyos extremos descansan en sus hombros, de modo que la distancia del peso al hombro de Pedro sea igual á 5 pies.

Se quiere conocer qué parte de la carga sostendría cada uno de dichos hombres, haciendo abstracción del peso propio de la vara?

Respuesta. Pedro sostendrá un peso equivalente á 105 libras, y Juan 75 libras.

38. Un mozo de cordel con su hijo se proponen llevar juntos una carga de 270 libras, sirviéndose del mismo medio, y habiendo experimentado de antemano que el muchacho no puede llevar por su parte sino un peso de 25 libras.

Se desea conocer el cómo se debe disponer la carga de modo que el jóven pueda ayudar á su padre, prescindiendo en el cálculo del peso propio de la vara.

Respuesta. El punto de aplicación de la carga deberá hallarse á los $\frac{5}{4}$ de la longitud de la vara por el lado del padre. Suponiendo por ejemplo, que la vara tenga 12 pies de longitud como en el problema anterior, la distancia indicada sería equivalente á 4 pie 1 pulgada y $\frac{1}{4}$ líneas.

39. Juan y Pedro llevan del mismo modo, á favor de una vara cilíndrica y homogénea que pesa 14 libras y de 24 pies de largo, tres cargas P, Q, R, respectivamente iguales á 20, 40 y 35 libras. Se sabe que el primer peso P se halla á 5 pies de distancia del hombro de Juan, el segundo Q en medio de la palanca, y el tercero R á 20 pies del hombro del mismo Juan.

Se pregunta el valor del esfuerzo ó de la carga sostenida por cada cual de dichos hombres?

Respuesta. Juan llevará un peso equivalente á $48\frac{2}{3}$ libras, y Pedro $60\frac{1}{3}$ libras.

40. Dos jóvenes quieren divertirse con el juego del columpio, mediante una tabla de madera colocada en

equilibrio sobre el ángulo de una viga. El uno de los muchachos pesa 75 libras y el otro 100 libras.

Se pregunta en qué punto de su longitud será preciso apoyar la tabla, supuesta sin pesantez, para que ambos muchachos se hallen en equilibrio?

Resp. El centro de movimiento que se busca deberá hallarse distante á los $\frac{4}{7}$ de la longitud de la tabla del jóven de 75 libras, ó bien á los $\frac{3}{7}$ por el lado del compañero.

41. Suponiendo que la tabla del problema anterior sea homogénea y simétrica, de un peso igual á 60 libras y de 140 pulgadas de longitud: se desea saber en qué punto se la deberá sostener para que haya equilibrio, contando á la vez con su peso propio y con el de ambos muchachos?

Resp. A 62 $\frac{2}{7}$ pulgadas de distancia del jóven de 100 libras, ó bien á 77 $\frac{1}{7}$ pulgadas del otro.

42. Dos jóvenes de un peso equivalente á 98 libras y 142 libras, se hacen equilibrio, como anteriormente, en ambos extremos de una tabla simétrica de 120 pulgadas de largo. En la parte intermedia entre el jóven de 98 libras y el punto de apoyo sube otro niño de un peso igual á 60 libras, con el fin de divertirse juntamente con los otros.

Se pregunta cuánto será menester adelantar ó retirar la tabla ó el punto de apoyo, para restablecer el equilibrio en el segundo caso, prescindiendo del peso propio de la tabla?

Resp. Se deberá adelantar la tabla de una cantidad igual á 7 $\frac{1}{10}$ pulgadas, y tal será el intervalo entre el punto de apoyo anterior y el nuevo: de suerte que á la sazón la distancia de este punto al jóven de 98 libras será igual á 63 $\frac{2}{10}$, y la distancia al compañero opuesto 56 $\frac{1}{10}$ pulgadas.

43. Se pregunta ¿por qué sabia disposicion de la naturaleza la mayor parte de los músculos en el cuerpo humano actúan como palancas del tercer género?

Cítense también algunos movimientos de nuestro cuerpo en que los músculos actúan como palancas del primer género.

44. Esplanar si en el aparato del amolador, ó en el banco de un tornero, es favorable ó no una pedal larga para el pie destinado á mover la rueda, y cuál debe ser en este caso la posición del pie del trabajador para favorecer en lo posible la acción de la fuerza motriz.

45. Una masa de 360 libras colgada en el extremo del brazo más corto de una palanca del primer género uniforme y homogénea de hierro, de 12 pies de largo y que pesa 24 libras, se halla en equilibrio á favor de un contrapeso conveniente en el extremo opuesto, de modo que las distancias de ambas masas al punto de apoyo intermedio se hallen en la relación de 4 á 3.

Establecido de este modo el equilibrio, se quita el contrapeso ó la masa menor, y se pregunta en qué punto de su longitud sería necesario apoyar la palanca para que su peso material solo hiciese equilibrio á la carga de 360 libras?

Resp. El punto de apoyo deberá hallarse á los $\frac{3}{8}$ de pie del punto de suspensión de dicha masa, ó bien á $11\frac{5}{8}$ pies del extremo opuesto, de suerte que á la sazón la relación entre ambos brazos de la palanca será como 4 á 31.

46. Por medio de una palanca simétrica y homogénea BP (fig. 44), cuyo punto de apoyo se halla en A, se propone levantar una piedra Q de forma paralelepípeda que pesa 1000 libras, aplicando la palanca en el punto B. Se sabe que la vara pesa 20 libras, que su brazo mayor tiene 10 pies y el menor 2 pies, y se pregunta qué fuerza motriz será preciso aplicar en el punto P para equilibrar la piedra?

Resp. Una potencia equivalente á 92 libras poco más ó menos.

47. Explicar de qué modo á favor de una palanca

ó romana graduada á propósito, se pueden ejecutar mecánicamente todas las cuatro reglas fundamentales de la Aritmética?

48. Explicar por qué razon la perfecta movilidad de los platillos de una balanza comun, es una de las condiciones esenciales para la perfeccion de esta máquina?

49. Se supone que ambos brazos de una balanza comun, de resultas de las pesas considerables á que habrá servido, hayan cedido doblándose algun tanto, de modo que lleguen á formar en el punto del eje un ángulo muy obtuso. Se pregunta cuáles deben ser los efectos ó consecuencias de dicha alteracion de la máquina, respecto á su destino para pesar masas iguales?

50. Suponiendo que un hombre se propone levantar un fardo, mediante una horquilla apoyada en sus muslos actuando al modo de una palanca del primer género: se pregunta si dicho hombre tendrá que vencer el mismo esfuerzo cargando el fardo encima de la horquilla, ó bien suspendiéndole debajo de esta?

51. Un mercader tramposo despachó á un particular 13 libras de cierto género, sirviéndose al efecto de una balanza falsa ó fraudulenta cuyos brazos estaban desiguales en la relacion de 13 á 14. Con el fin de engañar al propio mercader, el parroquiano cauteloso hizo un cambio reciproco del género y de su contrapeso mudándolos de platillos.

Se desea conocer la cantidad del género que el mercader, de resultas de dicha operacion, deberá dar al parroquiano en vez del peso verdadero ó legítimo?

Resp. Una cantidad equivalente á $15\frac{1}{3}$ libras.

52. En otra balanza, tambien fraudulenta pero cuya relacion de brazos se ignora, se pesó cierto género dos veces cambiando cada vez de platillo el género y su contrapeso. Por el primer experimento se estableció el equilibrio mediante un contrapeso de 12 onzas

y media; la segunda vez el mismo resultado se consiguió á favor de un contrapeso menor de 4 onzas y media que la primera vez.

Se pregunta cuál era el peso verdadero del género, y además cuál debía ser la relacion desconocida entre ambos brazos de la balanza?

Resp. El valor riguroso del peso debía ser equivalente á 40 onzas, y la relacion pedida como 4 á 5.

53. En Madrid los carboneros por mayor, acostumbra pesa el carbon contenido en grandes serones de esparto mediante una romana, colgada en el brazo menor de una gran palanca de madera sostenida en su punto de apoyo por una especie de tripode (fig. 45). Se supone la relacion entre ambos brazos de la gran palanca como 5 á 36, su peso 60 libras, y su centro de gravedad D, determinado por esperiencia, á una distancia CD del centro de movimiento igual al brazo menor de la palanca AC, que se supone en nuestro ejemplo de 2 pies 5 pulgadas y $3\frac{2}{41}$ líneas. Se sabe además que el seron de carbon R pesa 750 libras y se halla equilibrado por un contrapeso de 40 libras suspendido al brazo mayor de la romana. El peso absoluto en fin de esta, sin la carga y su contrapeso, se supone de 20 libras.

Se quiere conocer el valor numérico del esfuerzo que deberá gastar el hombre actuando en B al extremo del brazo mayor de esta palanca, para mantener en equilibrio la resistencia total R colgada al otro extremo, y cuál debía ser la longitud de esta palanca?

Respuesta. La longitud de la palanca era de 20 pies, y el esfuerzo de la potencia en B debía ser equivalente á 400 libras, prescindiendo del rozamiento.

54. Explicar el modo de construir una *balanza paradojal*, mediante la cual unas masas iguales suspendidas á distancias que parecen desiguales respecto al punto de apoyo, se hagan sin embargo equilibrio?

Respuesta. El aparato que satisface á la solución de este problema, se conoce en los libros de mecánica con el nombre de *balanza de Roberval*, del nombre de su inventor. Consiste en una especie de bastidor cuadrado (fig. 16), formado por cuatro reglas de madera ensambladas de tal modo que puedan moverse libremente en los cuatro ángulos, formando ya sea un rectángulo ó bien un rombo. Las dos reglas transversales se hallan clavadas por su mitad á lo largo de un montante vertical HG sirviendo de pie al aparato, de modo que pueda moverse al rededor de los dos clavos H y G como si fueran dos brazos paralelos de balanzas. En las dos reglas verticales, en fin, están clavadas fijamente dos reglitas horizontales AE y FI .

Conocida ya esta construcción, suspéndense pesos iguales sea en los dos puntos F y A , sea por una parte en F y por la otra en E , ó bien si se quiere en I y en A ; siempre resultará equilibrio cualquiera que sea la posición de la máquina. Pero aunque dichos pesos parezcan actuar á distancias desiguales de los centros de movimiento H y G , se demuestra fácilmente que su verdadero punto de aplicación se halla siempre en g y en f , á distancias iguales del punto de apoyo H . La demostración que se dá comunmente de esta verdad en los libros de Física, no suele convenir sino á la posición rectangular de la máquina. La siguiente es tan sencilla como general.

Demostración. Representése la fuerza vertical P por la parte arbitraria AB , descomponiéndola en otras dos fuerzas parciales AC y AD , actuando según Af y Ao . Podemos suponer que la fuerza AC , en vez de hallarse aplicada en A , lo sea en o según su dirección prolongada, y haciendo $oh = AC$ podemos descomponerla en otras dos fuerzas oi et oK , actuando según oi y fo . Del mismo modo la fuerza parcial AD puede suponerse aplicada en f , y tomando $fm = AD$, se la puede descomponer en dos otras fuerzas nuevas fq y fn .

Sustituyendo ahora dichas componentes á sus resultantes, tendremos el sistema siguiente de fuerzas:

$$AB = \left\{ \begin{array}{l} AC = \left\{ \begin{array}{l} oi \\ oK \end{array} \right. \\ AD = \left\{ \begin{array}{l} fq \\ fn \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Ahora es menester demostrar que las dos fuerzas fn y oK igualan la fuerza AB . Para lo cual tirese Dx paralelamente á gf . Los dos triángulos DxB y oKh son iguales y por consiguiente $Bx = oK$. También son iguales ambos triángulos ADx y fmn , y por consiguiente $Ax = fn$. Sustituyendo estas igualdades en el cuadro anterior, tendremos:

$$AB = \left\{ \begin{array}{l} AC = \left\{ \begin{array}{l} oi \\ oK = Bx \end{array} \right. \\ AD = \left\{ \begin{array}{l} fq \\ fn = Ax \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Ahora bien, las dos fuerzas oi et fq se hallan destruidas por la resistencia de ambos clavos G y H . Quedan, pues, únicamente las dos fuerzas oK y fn , iguales á AB ó á P , y actuando en el punto f según la misma dirección.

Se comprobaria del mismo modo que el peso Q actúa realmente en el punto g . Y puesto que por construcción $gH = Hf$, resulta que los momentos de estos dos pesos son iguales y que debe haber equilibrio.

55. Construir una balanza romana por medio de la cual un peso, por mas pequeño que sea, puede hacer equilibrio á un contrapeso tan grande como se quiera?

Solucion. La máquina ingeniosa de que se trata

aquí se llama *romana diferencial de Waite*, cuya construcción y teoría es como sigue.

Dicha romana, cuyas partes esenciales representa la figura 47, se compone de una palanca aD , que puede ser arbitrariamente del primero ó del segundo género. A igual distancia del punto de apoyo C están fijas dos reglas ó chapas verticales ac y bd , que sostienen un travesaño ó regla horizontal mn paralela á la palanca principal aD , y que mantiene el peso ó la resistencia R . Este travesaño puede resbalar libremente por ambos lados en dos mortajas que hay en la parte inferior de las chapas verticales, y por consiguiente se puede hacer tan grande como se quiera, la relación entre ambos brazos de la palanca principal.

Para determinar la ecuación de equilibrio, obsérvese que la fuerza R puede suponerse descompuesta en otras dos fuerzas r y r' aplicadas en las chapas ó reglas verticales ac y bd ; y estas tres fuerzas R , r , r' siendo paralelas, tendremos

$$R = r + r'$$

$$R : r :: cd : do, \quad r = \frac{R \times do}{cd.}$$

$$R : r' :: cd : co, \quad r' = \frac{R \times co}{cd}$$

$$P \times CD = r \times aC - r' \times aC$$

$$P \times CD = \frac{R \times aC (do-co)}{cd} = \frac{R (do-co)}{2}$$

porque $cd = 2 aC$

Por consiguiente

$$P = \frac{R (do-co)}{2 CD}$$

Si en esta ecuacion se supone $do = co$, entonces $P = 0$ y $R = \frac{1}{6}$.

En este caso la direccion de la fuerza R pasa por el punto de apoyo.

Si suponemos $co > do$, tendremos P negativo.

En este caso la direccion de la resistencia pasa entre el punto de apoyo y la potencia, y la palanca seria del segundo género.

56. Se pregunta si una rueda ó garrucha pesada, móvil al rededor de su eje, resistirá mas ó menos á su movimiento estando colocada perpendicularmente al horizonte, que si su plano estuviese paralelo al mismo horizonte; y si el diámetro de dicha polea deberá influir en su movilidad, contando con el rozamiento y la rigidez de las cuerdas?

57. Se propone el determinar la relacion general entre dos potencias opuestas F y F' , que actúan en una polea móvil sencilla y vertical, por medio de dos cuerdas fijas cada cual por su cabo en el terreno horizontal, y que abrazan mutuamente una porcion de la circunferencia de la polea; conociendo los ángulos α y β que ambas potencias forman con el terreno ó plano horizontal, ó sea el arco envuelto de una parte y de otra por las cuerdas consideradas como líneas matemáticas.

Solucion. Llamando R el radio de la polea, C la cuerda geométrica subtendida por la potencia F , y C' la cuerda subtendida por la otra fuerza F' ; la teoria de la polea nos dará la relacion siguiente:

$$F : F' :: C' : C.$$

ó bien introduciendo los valores de los ángulos conocidos α y β

$$F' : F :: \cos \frac{\beta}{2} : \cos \frac{\alpha}{2}$$

Es decir, que dichas potencias son recíprocamente como la mitad de los cosenos de los ángulos que forman con el terreno horizontal.

58. En el interior del tambor de un torno (fig. 48), á 60 grados de la vertical CF , se halla un hombre E de un peso equivalente á 135 libras, y por fuera en la circunferencia exterior de la rueda A actúa también por su peso otro hombre que pesa 416,94 libras. El radio de la rueda del torno se supone de 20 pies, y el radio de su cilindro de 18 pulgadas.

Se pregunta: 1.º en qué sentido dará vueltas la máquina? 2.º Qué contrapeso Q sería capaz de equilibrar el esfuerzo de cada uno de dichos hombres según actúen separadamente en E ó en B ?

Se hace abstracción del rozamiento, de la rigidez y peso de las cuerdas, etc.

Respuesta. En la primera suposición debe haber equilibrio; y los esfuerzos respectivos en los diversos casos propuestos serán como sigue:

El hombre de 416,94 libras actuando en el punto B , podrá hacer equilibrio á un peso de 1558,8 libras.

El mismo colocado en E , equilibrará un peso de 1349,92 libras.

El hombre de 135 libras luchando en B , podrá vencer una resistencia equivalente á 1800 libras.

El mismo situado en E , sostendrá un peso de 1558,8 libras.

59. Explicar cuál es la disposición más ventajosa que se puede dar á ambos manubrios adaptados comúnmente al eje de un torno sencillo, y si la curvatura que se suele dar á esta clase de manubrios puede modificar la acción de la fuerza motriz?

60. Indicar las principales modificaciones imaginadas por los físicos y los ingenieros maquinistas, con el fin de perfeccionar el cabrestante marino?

Describir también las principales disposiciones que los maquinistas inventaron para hacer uniforme ó me-

nos desigual la acción de la resistencia que se quiere vencer en el torno ó cabrestante, cuando estas máquinas deben servir para elevar masas muy considerables á grandes alturas, como por ejemplo en los trabajos de las minas.

64. Se pregunta por qué se necesita emplear mayor esfuerzo para mover un carruaje sobre un terreno arenoso ó blando, que no en un suelo firme; y por qué en todos los casos las ruedas de coche de grandes dimensiones son preferibles á las ruedas menores?

62. A y B (fig. 49) representan dos ruedas ó poleas de diferentes diámetros, fijas invariablemente en un mismo eje, de suerte que figuren una especie de torno con cilindro cortísimo. Se supone además que las circunferencias de ambas poleas descansan y ruedan simultáneamente en un plano horizontal doble CC y DD, constituyendo también una pieza única.

Se pide analizar la especie de movimiento misto que debe resultar al rodar dicho doble cilindro en el plano doble?

Indicar la modificación de esta especie de movimiento substituyendo al móvil anterior un cono, con las aplicaciones útiles que se han hecho en las artes de estos movimientos mistos en la construcción de ciertos molinos destinados á desmenuzar y triturar varios cuerpos, v. g. el chocolate, el yeso, los colores, la quina, y otras sustancias análogas (*).

63. Se pregunta si se necesita mas esfuerzo para arrastrar un fardo ó un carruaje en un terreno horizontal llano y duro, sirviéndose de una soga, que no mediante una vara inflexible de igual peso que la soga, suponiendo en ambas circunstancias la dirección de la fuerza motriz paralela con el terreno?

Esplicar si al arrastrar en un plano horizontal un

(*) Este pequeño aparato está conocido mucho tiempo hace, en los tratados antiguos de Filosofía, con el nombre de *rueda de Aristóteles* (*rota Aristotélica*).

fardo semejante, es indiferente ó no que la sogá de que se hace uso al efecto sea larga ó corta, indicando el cómo se pueda en todos casos comparar la acción perpendicular con la acción oblicua?

64. Supongamos un tonel ó fardo de forma cilíndrica Q (fig. 20) que pesa 150 libras, y un hombre colocado en P, el cual por medio de una cuerda fija en A hace subir este fardo rodando á lo largo de un plano inclinado, cuya base se supone de 10 pies y la altura 7 pies y medio.

Se pregunta qué esfuerzo deberá emplear dicho hombre actuando paralelamente á la longitud del plano; prescindiendo de la resistencia causada por el rozamiento y la rigidez de la cuerda?

Resp. Una fuerza equivalente á 45 libras por lo menos.

65. Se quiere esplanar en qué circunstancias un cuerpo sólido y homogéneo colocado en la longitud de un plano inclinado deberá resbalar ó rodar; y de qué modo semejantes observaciones y experimentos pueden servir para evaluar próximamente la resistencia causada por el rozamiento en dicha máquina?

66. Determínese cuál es la dirección mas ventajosa para tirar de un coche en un camino horizontal empedrado ó escabroso, contando con el obstáculo causado por las piedras. En otros términos, determinar si conviene que el eje de las ruedas se halle mas alto ó mas bajo que el tiro ó pecho de los caballos?

67. Supongamos un peso de 1000 libras colocado en la longitud de un plano inclinado, con una potencia de 50 libras que actúa paralelamente á su longitud. Se pregunta qué ángulo deberá formar dicho plano con el horizonte para que haya equilibrio entre ambas fuerzas opuestas, haciendo abstracción del rozamiento?

Resp. El ángulo que se busca deberá ser de un grado y 52 minutos.

68. Pongamos una escala homogénea, simétrica é inflexible de 30 pies de largo y que pesa 90 libras AB

(fig. 21), apoyada oblicuamente contra una pared vertical BC, de modo que la distancia del extremo inferior A hasta el pie de la tapia C sea de 18 pies. En el punto D de la escala á 10 pies de la base A, se halla colocado un hombre de un peso igual á 124 libras.

Se quiere conocer: 1.º el valor de la presión perpendicular que la escala en esta disposición produce en los puntos B, D y A?

2.º La presión que resultará en A contra el terreno segun la dirección paralela á la escala?

3.º El esfuerzo muscular necesario para mantener al hombre en la escala, considerándola como simple plano inclinado?

Resp. La acción perpendicular en el punto D, deberá ser equivalente á un peso de 74,4 libras.

La acción perpendicular en g, parte media de la escala, 54 libras.

La acción total en B, ó sea presión contra la tapia 54,8 libras.

Fuerza necesaria al hombre para mantenerse en dicho plano inclinado 99,2 libras.

69. R y R' (fig. 22) representan dos globos sólidos y homogéneos, puestos en equilibrio en dos planos de diversa inclinación, mediante una cuerda y una polea C sumamente flexible y móvil. Se sabe que el cuerpo R pesa 54 libras, y que la longitud del plano B es $\frac{7}{5}$ de la del otro plano.

Se pregunta cuál era el peso del cuerpo R'?

Resp. La masa desconocida R' debía ser equivalente á 42 libras.

70. Propuesto un plano inclinado de 30 grados al horizonte, con un peso de 800 libras colocado en su longitud; se pregunta qué esfuerzo sería necesario oponer á dicho fardo para hacerle subir á lo largo del plano en una dirección paralela á su longitud, teniendo en cuenta el rozamiento que se supone equivalente al tercio de la presión perpendicular?

Respuesta. El esfuerzo que se busca deberá ser un poco superior á un peso de 630,9 libras, ó próximamente igual á 634; y solamente de 400 libras despreciando el obstáculo del rozamiento.

71. Se proponen dos planos inclinados AB y AD (fig. 23), con dos esferas desiguales P y p, y se pide colocar estos cuerpos en equilibrio dentro del ángulo formado por ambos lados?

Solucion. Segun los principios de la mecánica los dos globos propuestos se mantendrán en equilibrio, si las fuerzas con que se repelen mutuamente segun la direccion de la línea Cc que junta sus centros son iguales. Es así que se demuestra mediante la teoria del plano inclinado, que la fuerza con que el globo P procura rodar á lo largo del plano BA cuya inclinacion se conoce, es á la fuerza con que actúa segun Cc, como 1 es al coseno del ángulo c CF. Por la misma razon, la fuerza con que el globo p tiende á rodar á lo largo del plano DA, es á aquella con que actúa segun la direccion cG, como 1 al coseno del ángulo Ccf. De donde se deduce que estas últimas fuerzas debiendo ser iguales, debe haber la misma relacion entre el coseno del ángulo c y el coseno del ángulo C, que entre la tendencia del globo P para rodar á lo largo de BA y la propension de p para bajar segun DA. Se conoce pues la relacion de dichos cosenos: y siendo ademas conocido en el triángulo CGc el ángulo G = DAB, se sigue que la cuestion se reduce á *dividir un ángulo propuesto en dos partes tales que sus cosenos se hallen en razon dada*; problema de simple geometria cuya solucion dejaremos á la sagacidad de nuestros lectores (*).

72. En medio de una cuerda floja del peso de 25 libras, fija en los extremos superiores de dos estacas ó palos verticales AD y BE (fig. 24), se sostiene en equi-

(*) Este problema, con algunos de los que siguen, están sacados de las *Recreaciones de Ozanam*.

librio un volatinero que pesa 125 libras. Se sabe que el punto D se halla en la direccion prolongada de la recta BC, y que la altura de este palo es equivalente á la mitad de la longitud total de la sogá.

Se quiere conocer el valor del esfuerzo con que esta sogá actúa en ambos puntos fijos A y B?

Respuesta. Dicha fuerza deberá ser equivalente á un peso de 150 libras, á saber: 75 libras en cada punto fijo.

73. Imágínesse una cuerda ACB (fig. 25) de una longitud conocida, atada, pero con alguna flojedad por sus dos cabos en dos puntos de altura desigual A y B. Se quiere determinar la posicion que deberá tomar el peso P, que se supone atado mediante una polea que rueda con suma libertad en dicha cuerda?

Solucion. Desde los puntos A y B bájense las verticales indefinidas AD y BE; en seguida describase desde el punto A con una abertura de compas igual á la longitud de la cuerda, un arco circular cortando la vertical BE en E; y del punto B describase otro arco semejante cortando la vertical en D. Tírense en fin las rectas AE y BD: su interseccion determinará la posicion de la cuerda ACB, cuando el peso habrá tomado la situacion que deberá conservar, y dicho punto C será tambien aquel en que deberá permanecer la polea.

Se demuestra en efecto, que en dicha posicion el peso P estará tan bajo como puede serlo.

74. Sobre las dos poleas sumamente móviles A y B (figura 26) pasa una cuerda ACB, en cuyos extremos se hallan suspendidos los pesos conocidos P y Q. En el punto C está fijo otro tercer peso R, por medio de un cordón anudado en C.

Se quiere conocer la posicion que tomarán respectivamente los tres pesos y la cuerda ACB?

Solucion. En una perpendicular ab al horizonte señálese una parte arbitraria *ac*, y en esta como base constrúyase el triángulo *adc*, de suerte que

$$ac : cd :: R : P.$$

$$ac : ad :: R : Q.$$

En seguida tírese por el punto A la recta indefinida AC paralela á cd , y por el punto B la línea BC paralela á ad . El punto de interseccion C será el que se buscaba y determinará la posición ACB de la cuerda, así como es fácil concebirlo.

En efecto, si sobre RC prolongada se toma $CD = ac$, y que se construya el paralelógramo EDFC, es evidente que se tendrá CF y CE iguales á cd y ad ; por consiguiente las tres líneas EC, CD y C' serán entre sí respectivamente como los pesos P, R, Q. Resulta pues, que las dos fuerzas tirando de C en F y en E, ó según las rectas CA y CB, se hallarán en equilibrio con la fuerza que actúa de C hácia R.

Observaciones.

Si la relacion entre los pesos dados fuese tal, que el punto de interseccion C cayese en la línea AB, ó bien por encima, esto indicaria que el problema seria imposible. El peso Q ó P venceria á los otros, de modo que el punto C caiga en B ó en A, y la cuerda no formaria ángulo alguno.

Dichos pesos pudieran aun ser tales que seria imposible construir el triángulo acd , por ejemplo, si uno de ellos fuese igual ó mayor que la suma de los otros dos. En este caso resultaria que el peso igual ó superior á los otros los venceria á ambos á dos, sin que se pudiese componer el equilibrio.

Si en vez de un nudo C, se supone que el peso R cuelga de una polea adecuada para rodar libremente encima de la cuerda, como en el problema anterior, la solución seria la misma. Sin embargo seria necesario en este caso que el punto de interseccion C cayese por debajo de la horizontal trazada por el punto B, pues de lo contrario la polea rodaria hasta en B.

75. En la figura 27 se han representado las partes mas esenciales que constituyen un *punte levadizo*. La pared vertical *od* se supone de 32 pies de altura; el puente *gd* de 36 pies de longitud, cuyo centro de movimiento se halla en *d*, pesa 640 libras; la palanca ó sea flecha *aE*, cuyo centro de movimiento se halla en su parte media, tiene 24 pies de longitud total, se le supone homogénea, simétrica, y de un peso equivalente á 492 libras. En fin se hace abstraccion del peso, rigidez y curvatura de las cadenas, así como del rozamiento.

Se quiere conocer la relacion de la potencia *P* á la resistencia *R*, en el caso de equilibrio, y qué peso sería preciso colgar en *E* para que una fuerza motriz muy pequeña pudiese romper el equilibrio?

Solucion. Considerando la máquina como palanca compuesta del primero y del segundo género, se hallará esta relacion general de equilibrio

$$P : R :: ob \times de : ao \times hd.$$

Trazando ahora la recta *ef* paralelamente á la cadena de suspension, se tendrá

$$df : de :: bo : ao$$

$$df \times ao = de \times bo.$$

Sustituyendo en la relacion general $df \times ao$ en vez de $ob \times de$, vendrá

$$P : R :: df : hd :: 1 : 2.$$

Así resulta que el peso *P* deberá ser igual á 320 libras, para que haya equilibrio en el caso particular propuesto.

76. Suponiendo posible la ejecucion de la máquina por medio de la cual *Arquimedes* propuso el mover la tierra, se pregunta cuánto tiempo hubiera sido menester para mover este globo del valor de una pulgada solamente, suponiendo que la máquina dispuesta para

el efecto estubiese exenta de rozamiento y de peso y en equilibrio perfecto?

Datos antiguos del cálculo.

Se supone que la materia de que se compone la tierra tenga una densidad equivalente á 300 libras el pie cúbico, peso medio de las piedras mezcladas con sustancias metálicas que se suponía antiguamente constituir probablemente la mayor parte de la masa del globo terrestre

La circunferencia de un círculo máximo del globo supuesto perfectamente esférico será próximamente de 9000 leguas de 2283 toesas cada una, medida francesa.

Se sabe además que la fuerza de un hombre aplicado al manubrio de una máquina cualquiera, no puede producir sino un efecto equivalente á unas 30 libras, continuando este trabajo durante ocho ó diez horas con una velocidad de 1500 toesas poco mas ó menos por hora.

Mediante estos datos se puede hacer el cálculo aplicando el principio conocido de las velocidades virtuales.

Resp. Se hallará de este modo para el volumen del globo terrestre 12304596000 leguas cúbicas, cuyo peso será equivalente á 11678327856456788896000 quintales; y para mover semejante masa del valor de una pulgada, sería necesario que la fuerza motriz corriese un espacio igual á 38594426498489296320000 pulgadas. Dividiendo pues este espacio por 1500 toesas se hallarán 357355798038789808 horas que hacen 407664488728 siglos. Este sería el tiempo durante el cual hubiera sido preciso dar vueltas al manubrio de la máquina para hacer mover la tierra de una pulgada únicamente.

Datos mas modernos del cálculo.

El resultado del célebre físico inglés *Cavendish*, que

halló por espresion de la densidad media del globo terrestre el número $5\frac{1}{2}$, ó mas esactamente 5,48, la densidad del agua estando representada por la unidad, nos suministraria para resolver este problema de pura diversion unos datos algo mas esactos que los que hemos supuesto con Mr. Ozanam.

En beneficio de los jóvenes estudiantes que quieran divertirse en repetir semejante cálculo, añadiremos que suponiendo el peso del pié cúbico de agua igual á 70 libras francesas el pié cúbico del material terrestre pesaria 385 libras, y por consiguiente la masa entera del globo seria equivalente á 44858854082452879083200 quintales.

Si se quiere conocer este resultado en medidas y pesos de España, admitiremos que el pié cúbico de agua pese 47 libras españolas (*). En esta suposicion el pié cúbico de material terrestre pesaria $258\frac{1}{2}$ libras, lo que nos daria para la masa aproximada del globo un peso equivalente á 42933828234479944704504096 quintales españoles.

Observacion. Según los esperimentos y observaciones de los señores *Riech* y *Bailly*, mas recientes aun que las de *Cavendish* y *Maskeline*, la espresion de la densidad media del globo terrestre seria 5,44, y á,67. Estos datos pudieran servir á calcular el peso absoluto de nuestro globo sin duda mas aproximadamente que con los datos anteriores.

Siendo dicha densidad media muy superior á la de las piedras que forman la parte principal de la corteza terrestre que conocemos, y cuya densidad no pasa $2\frac{1}{2}$, los geólogos han concluido con bastante probabilidad que el centro de nuestro globo debe consistir en materiales muy pesados.

77. Se supone que la figura 28 represente un con-

(*) Mas exactamente 47,8973 libras, segun lo veremos al tratar de los problemas de hidrostática.

junto de varillas ó reglitas semejantes y móviles al rededor de los puntos ó ejes B, C, D, E, &c.: de suerte que al mover las primeras reglitas A y a segun la direccion Z y Z', todas las demas se separan del punto B con una velocidad progresiva, formando una série de rombos iguales y simétricamente dispuestos (fig. 29).

Se quiere conocer las relaciones de velocidad de los diversos puntos E, N, H, &c., comparadas con la velocidad del punto A ó a . En otros términos, se pregunta de qué cantidad el punto H se alejará de su posición primitiva, cuando el punto A habrá descrito un arco de un número conocido de grados?

Solucion del profesor Mieg.

Este lindo problema de mecánica ofrece á primera vista alguna dificultad, por razon de la movilidad de los diversos ejes ó centros de movimiento, circunstancia que complica bastante las funciones de este sistema de palancas. Por lo cual conviene resolver la cuestion por consideraciones puramente trigonométricas. Se supone conocida la longitud constante $AB = BC = BD$ de las varillas, y no se considerarán en lo que sigue sino sus ejes matemáticos.

En la figura 30 nos hemos limitado á un sistema de tres rombos, considerando el primer centro de movimiento o como si estuviera fijo, y representando tres posiciones diferentes correspondiendo á tres variaciones sucesivas é iguales a, a', a'' de la varilla oa .

Esto supuesto, llamando r la longitud constante de las reglitas y α el ángulo de variacion $o a$ ó $a' = a''$ ó $a'' = a''$ ó b'' ; la consideracion de los triángulos $o a b$, $o a' b'$ y $o a'' b''$ dará las relaciones siguientes:

$$1 : \cos \alpha :: r : ob'' = r \cos \alpha$$

$$1 : \cos 2 \alpha :: r : ob' = r \cos 2 \alpha$$

$$1 : \cos 3 \alpha :: r : ob = r \cos 3 \alpha$$

De donde se saca la relacion siguiente

ob : ob' : ob'' :: oo' : oo'' : oo''' :: cos 3 α : cos 2 α : cos α.
 Tomando ahora las diferencias entre las nuevas posiciones de los puntos o', p, q, y sus posiciones antiguas, es decir, entre las diagonales de los rombos, se hallará

$$\begin{aligned} o'o'' &= 2r (\cos 2\alpha - \cos 3\alpha) \\ o'o''' &= 2r (\cos \alpha - \cos 3\alpha) \\ pp' &= 4r (\cos 2\alpha - \cos 3\alpha) \\ pp'' &= 4r (\cos \alpha - \cos 3\alpha) \\ qq' &= 6r (\cos 2\alpha - \cos 3\alpha) \\ qq'' &= 6r (\cos \alpha - \cos 3\alpha). \end{aligned}$$

Y por consiguiente

$$\begin{aligned} o'o'' : pp' : qq' &:: 4 : 2 : 3 : \&c. \\ o'o''' : pp'' : qq'' &:: 4 : 2 : 3 : \&c. \end{aligned}$$

Es decir, que las velocidades de los centros de movimiento de que se trata, aumentan segun la progresion de los números naturales 1, 2, 3, 4, 5, &c.

Solucion del profesor Travesedo.

Suponiendo el aparato en la disposicion que representa la figura 28, se trata de determinar cuánto se separa el punto H de su posicion primitiva cuando el punto A haya descrito un arco de n grados.

Es constante que por la estension que tienen en ancho y grueso las tablitas, los ejes de una superior cualquiera y de su inmediata inferior, han de formar un ángulo que puede medirse antes de empezar el movimiento; tal es el ángulo DBA, que llamaré α, y aunque este ángulo no esté en un plano horizontal, diferirá muy poco de su proyeccion y puede tomarse uno por otro. Ademas debe ser dada, ó puede medirse, la longitud BC que llamaré l. Por consiguiente es menes-

ter buscar una ecuacion que nos espere lo que se ha separado el punto II, en valores de los tres datos n , α , l .

Para lo cual bastará hallar la diferencia EE' (fig. 34) de las dos diagonales BE y BE' y tomar esta diferencia tantas veces como paralelógramos pueden formarse, pues todos son iguales para cada ángulo n .

En el paralelógramo primitivo $DBCE$ se conoce el ángulo $DBC = 180 - \alpha$, y su mitad EBC será $\frac{180 - \alpha}{2}$, y como el ángulo en C es igual á α , y $BC = 1$, se tendrá para valor de BE la espresion

$$BE = \frac{\text{sen } \alpha \times 1}{\text{sen } \frac{180 - \alpha}{2}}$$

En el paralelógramo secundario $D'BC'E'$ se conoce el ángulo $D'BC'$ que es igual $180 - (\alpha + 2n)$, y por lo mismo $E'BC' = \frac{180 - (\alpha + 2n)}{2}$, y como el ángulo C' vale lo mismo que $D'BA'$, esto es $\alpha + 2n$, se infiere que la diagonal BE' es dada por la ecuacion

$$BE' = \frac{\text{sen } (\alpha + 2n) \times 1}{\text{sen } \frac{180 - (\alpha + 2n)}{2}}$$

Por lo tanto

$$EE' = BE' - BE = \frac{\text{sen } (\alpha + 2n) \times 1}{\text{sen } \frac{180 - (\alpha + 2n)}{2}} - \frac{\text{sen } \alpha \times 1}{\text{sen } \frac{180 - \alpha}{2}}$$

Ahora bien, como esta diferencia EE' debe tomarse tantas veces como paralelógramos puedan formarse,

llamando p este número, y D lo que habrá separado el punto H , cuando él se ha mudado á E' , se tendrá por último resultado

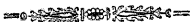
$$D = pl \left\{ \frac{\text{sen } (\alpha + 2n)}{\text{sen } \frac{180 - (\alpha + 2n)}{2}} - \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } \frac{180 - \alpha}{2}} \right\}$$

Ya se conoce por esta fórmula, que en cada una de las disposiciones de reglas, el valor de D dependerá del que tenga n ; por lo tanto deberá tomarse el primero entre los límites del segundo que son α y $90 - \alpha$. En el primer límite α , D tendrá el menor valor posible, como se halla haciendo en la fórmula $n = 0$, pues dá $D = 0$; y en el segundo límite $90^\circ - \alpha$, D tendrá el mayor valor posible, pues haciendo en la fórmula $n = 90 - \alpha$, se tendrá para valor de D

$$D = pl \left\{ \frac{\text{sen } (180 - \alpha)}{\text{sen } \frac{\alpha}{2}} - \frac{\text{sen } \alpha}{\text{sen } \frac{180 - \alpha}{2}} \right\}$$

También se ve que disminuyendo α , crecerá el valor de D ; y que este crecerá proporcionalmente á p y l .

Observacion. El pequeño aparato mecánico cuya teoría acabamos de analizar, mirado por mucho tiempo como un simple juego de niños, ha recidido en Francia aplicaciones útiles é importantes en la construcción de las grandes escalas mecánicas de incendio; y mas recientemente en el arte de la relojería, constituyendo una especie de péndulo de compensacion muy ingenioso.



DINÁMICA.

78. **D**os cuerpos A y B se mueven en una misma línea recta, acercándose mutuamente. El primero corre con una velocidad uniforme 150 pies cada minuto; el segundo $3\frac{1}{2}$ pies cada segundo.

Se pregunta cuáles eran las velocidades relativas y absolutas de ambos móviles?

Resp. La velocidad absoluta del cuerpo A era igual á $2\frac{1}{2}$ pies por segundo, la velocidad absoluta del cuerpo B era de $3\frac{1}{2}$ pies, y la velocidad relativa de ambos móviles era de 6 pies.

79. Dos hombres, Juan y Pedro, caminan en una misma recta y según la misma dirección, con velocidades uniformes pero diferentes. Pedro corre 10000 pies durante cada media hora, y Juan 504000 pies andando regularmente ocho horas cada día.

Se pregunta cuál era la expresión de las velocidades absoluta y relativa de dichos hombres?

Resp. Su velocidad relativa era de 1000 pies. La velocidad absoluta de Juan 21000, y la de Pedro 20000.

80. Considerando el movimiento progresivo de una viga pesada que un carpintero hace adelantar sobre un terreno horizontal, á favor de dos rodillos ó cilindros que sirven para cambiar el rozamiento de primera especie, ó de los cuerpos que se deslizan unos sobre otros, en rozamiento de segunda especie ó de los cuerpos que ruedan; se quiere conocer la relación entre las velocidades con que la viga y los rodillos se adelantan?

81. Sabiendo que los espacios sucesivos corridos por un cuerpo grave de mucha masa y poco volumen y que padece muy poca resistencia de parte del aire,

crecen segun la progresion de los números impares 1, 3, 5, 7, &c; sabiendo ademas que el espacio absoluto corrido durante su caída vertical en el primer segundo es próximamente de 17 pies españoles en Madrid (*); se pregunta de qué altura habrá bajado una piedra durante veinte segundos de caída vertical?

Resp. De una altura equivalente á 6800 pies próximamente, haciendo abstraccion de la resistencia del ambiente.

82. Se quiere saber cuánto tiempo tardará un cuerpo de mucha masa y poco volumen en caer verticalmente en el interior de un tubo de vidrio de seis pies de altura, del cual se ha extraido el aire mediante la máquina neumática?

Resp. Dicho móvil tardará en su caída 0,58 de segundo, ó cerca de $\frac{1}{2}$ de segundo.

83. Se pregunta cuál debería ser la longitud de dicho tubo, también vacío de aire, para que el cuerpo grave que encierra tarde precisamente medio segundo en caer verticalmente de toda su altura?

Resp. La altura interior del tubo debería ser igual á 4,25 pies españoles.

84. Se quiere conocer cuál debería ser la altura interior de dicho tubo, para que el móvil, al caer en su interior vacío, adquiriese al fin de su bajada una velocidad capaz de hacerle correr 50 pies por segundo con un movimiento uniforme?

Resp. La longitud que se busca debería ser equivalente á 35,64 pies.

85. Sabiendo que una bala de fusil tirada vertical-

(*) Este espacio, que en Paris es como se sabe igual á 13,1 pies ó 490 centímetros, es en Madrid de $17\frac{1}{2}$, ó mas exactamente de 17,58 pies españoles. (Véase la *Mecánica de Vallejo*). Sin embargo se ha substituido á este número el valor aproximativo de 207 pulgadas en la mayor parte de las cuestiones que siguen. La relacion del pié de Francia al pié español es poco mas ó menos como 7 á 6.

mente al aire, tardó siete segundos en volver á caer en tierra, se quiere saber á qué altura habrá llegado, prescindiendo de la resistencia del aire?

Resp. Dicha bala deberá haber subido poco mas ó menos á 245,35 pies de altura vertical.

86. Habiendo observado que una piedra que cae sin tropezar en el fondo de un pozo vertical, hace oír el ruido de su caída al cabo de cuatro segundos, y sabiendo además que el sonido corre próximamente 1209 pies españoles por segundo; se pregunta cuál debe ser poco mas ó menos la profundidad de dicho pozo?

Resp. Cerca de 250 pies.

87. Se proponen dos móviles A y B, el primero mas elevado de 360 pies que el segundo, debiendo ambos caer en un plano horizontal, pero de modo que el cuerpo A tarde en su caída el doble tiempo que el cuerpo B y á mas 3 segundos.

Se quiere conocer el tiempo y la altura de la caída correspondiente á cada uno de dichos móviles?

Resp. El cuerpo B empleará un segundo para caer de 15 pies de altura, y el cuerpo A correrá en 5 segundos un espacio de 375 pies.

Observacion. Se ha supuesto en este problema y el siguiente que el cuerpo grave corre, como en Paris, 15 pies próximamente durante el primer segundo de su caída.

88. Un peso de 1000 libras, experimentando una resistencia casi nula de parte del ambiente, cae verticalmente, la primera vez durante un segundo, la segunda vez durante dos segundos.

Se pregunta de qué modo se pudieran apreciar, ó á lo menos comparar próximamente, los efectos del choque ó impulsión producido en ambos casos?

Resp. Siendo el primer choque poco mas ó menos equivalente á una fuerza como 60400 libras, el segundo será como 120800; de modo que ambos efectos serian próximamente entre sí como 1 á 2.

89. P y Q (fig. 32) representan dos pesos casi iguales colgados en ambos cabos de un hilo que pasa sobre la circunferencia de una polea sumamente móvil. El cuerpo P se supone de una libra, Q de una libra y 3 dragmas.

Se pregunta cuánto espacio correrá el peso Q abandonado á sí mismo y bajando con un movimiento uniformemente acelerado durante 5 segundos?

Resp. El espacio corrido verticalmente será cerca de 5 pies y $\frac{1}{10}$, haciendo abstracción de la resistencia del ambiente, del peso y de la rigidez del hilo, del rozamiento y de la inercia de la polea.

90. Haciendo las mismas suposiciones que en el problema anterior, se pregunta cuánto tiempo tardaría el peso Q, bajando con un movimiento uniformemente acelerado, en correr un espacio de 100 pies?

Resp. Dicho cuerpo tardaría en su descenso $22 \frac{1}{10}$ segundos.

91. Suponiendo que la masa Q tenga un peso equivalente á $32 \frac{1}{2}$ onzas, se quiere conocer cuál debería ser el valor de la masa P, para hacer correr á aquella un pie durante el primer segundo de tiempo?

Resp. El peso que se busca debería ser igual á 28 onzas.

Nota. El arbitrio ingenioso para atar la acción de la pesantez indicado en los tres problemas anteriores, es precisamente el que se aplicó felizmente en la construcción de la máquina de Wood, que sirve para comprobar por experiencia las leyes del movimiento acelerado y retardado.

Se demuestra en efecto, que en dicha máquina la fuerza que hace mover ambas masas M y m suspendidas en los extremos del hilo, es á la fuerza de la pesantez libre en la relación constante de $M - m$ á $M + m$. Se trata únicamente de conocer la relación entre las masas M y m.

La mayor parte de dichas máquinas que se ven en los gabinetes de Física, están construidas de modo que el espacio corrido por los pesos durante el primer segundo es de 7 centímetros ó 2 pulgadas y 7 líneas de París; mientras que dicho espacio es como se sabe de 490 centímetros ó 15 pies y $\frac{1}{10}$ (*), en el caso que la pesantez actúe libremente. Por consiguientes se debe tener en medida decimal

$$7 = 490 \times \frac{M - m}{M + m}$$

O llamando D la diferencia de las masas

$$7 = \frac{490 D}{2 m + D}$$

y suponiendo $D = 1$, resultará $m = 34\frac{1}{2}$.

Luego suspendiendo dos pesos iguales en los estremos del hilo que abraza la polea de la máquina, y cargando á cada uno con un pesito adicional que esté con ellos en razon de 1 á $34\frac{1}{2}$, se lograrán efectos proporcionales á los que daría la pesantez si actuase libremente.

La espresion

$$\frac{M - m}{M + m} = \frac{D}{D + 2 m} = \frac{1}{1 + \frac{2 m}{D}}$$

nos indica que cuanto menor sea la diferencia entre las masas, tanto mas lentamente bajará el peso M.

Es sabido que el *plano inclinado*, de que se trata en las cuestiones siguientes, fué el primer arbitrio de que el célebre Galileo, y despues de él todos los demas físicos, se valieron para comprobar por esperiencia las leyes del movimiento acelerado, y se pueden fácilmente comparar los efectos de ambas máquinas.

Se sabe en efecto, que el espacio que un cuerpo apto

(*) En el clima de Madrid 17,56 pies españoles.

para rodar durante el primer segundo en un plano inclinado cuyo ángulo de inclinación fuese α , sería en el clima de París espresado por un número de centímetros igual á $490 \times \text{sen } \alpha$. Luego un plano semejante surtirá el mismo efecto que la máquina de Atwood, si tenemos

$$\text{sen } \alpha = \frac{M - m}{M + m}$$

Si suponemos $M = m$, resulta $\text{sen } \alpha = 0$. Este es el caso del plano horizontal en que no hay movimiento, así como tampoco lo hay en esta suposición en la máquina de Atwood.

Es digno de notarse que esta máquina y el plano inclinado nos ofrecen dos medios para atenuar la acción de la pesantez, mientras que no conocemos ninguno para aumentarla.

92. Propuesto un plano inclinado de 30 grados al horizonte, se pregunta qué camino correrá durante 8 segundos una bola de metal que se deja rodar á lo largo de dicho plano?

Se hace abstracción, en este problema y siguientes análogos, del rozamiento y de la resistencia del aire.

Resp. El espacio que se busca deberá ser igual á 562,56 pies.

93. Se quiere conocer cuánto tiempo el móvil anterior tardará para correr en el mismo plano inclinado un espacio igual á 879 pies?

Resp. El tiempo pedido será de 10 segundos.

94. Suponiendo que se dejan caer simultáneamente dos bolas iguales, del ángulo superior de un plano inclinado de 36 pies de altura y 48 pies de base, se pregunta cuánto camino correrá el uno de dichos móviles á lo largo del plano inclinado, mientras que el otro caiga verticalmente de la altura del mismo?

Resp. Un espacio de $24\frac{1}{2}$ pies.

95. Se dejan caer dos balas desde el ángulo supe-

rior de otro plano inclinado. Se sabe que el uno de dichos móviles ha tardado dos segundos para caer verticalmente desde la altura de dicho plano, y que durante este mismo tiempo el otro móvil ha corrido según la longitud del plano un espacio igual á 24 pies.

Se pregunta cuál era la longitud de dicho plano?

Resp. Su longitud debía ser igual á 206,038 pies.

96. Se desea conocer cuál será la relación del tiempo que gastará una bola en rodar á lo largo de un plano inclinado de 500 pies de longitud y 30 grados de inclinación, al tiempo que el mismo móvil tardaría en caer libremente de una altura de 400 pies?

Respuesta. Los dos tiempos estarán entre sí como

$\sqrt{5}$ á $\sqrt{2}$, ó bien como 2,2368 á 1,4142 poco más ó menos.

97. Sabiendo que la superficie de un triángulo rectangular es equivalente á 54 pies cuadrados, y su base de 12 pies, se quiere saber cuánto tiempo tardaría una bola en rodar á lo largo de la hipotenusa considerada como plano inclinado?

Respuesta. El tiempo pedido deberá ser igual á $1\frac{1}{10}$ segundo.

98. Sabiendo que un móvil semejante al anterior ha tardado dos segundos en rodar por la cuerda de un círculo vertical, se quiere conocer el radio de dicho círculo?

Resp. Este radio deberá ser igual á 35,46 pies.

99. Propuesto un círculo vertical de una superficie equivalente á 19661,4428 pies cuadrados, se pregunta cuánto tiempo tardaría un móvil en correr por una cuerda de dicho círculo?

Respuesta. El tiempo pedido deberá ser de tres segundos.

100. Se propone un punto y una línea recta no horizontal, y se quiere hallar la posición de un plano inclinado por el cual un móvil, partiendo desde el punto dado lle-

garia rodando á dicha recta en el menor tiempo posible?

Solución. Sea A (fig. 33) el punto propuesto y la recta BC. Tirése desde el punto A la vertical AD y la línea AE perpendicular á la recta propuesta; luego desde el punto D en que la vertical encuentra esta misma línea, trázese DG paralelamente á AE é igual á AD; en fin tirése AG que cortará BC en F. La línea AF será la posición del plano por el cual un móvil llegará á la recta BC en menos tiempo que por cualquiera otro plano inclinado.

Demostación. Tirése FH paralelamente á AE ó DG, hasta su encuentro H con la vertical AD. La semejanza de los triángulos nos dará

$$AD : DG :: AH : HF,$$

y por consiguiente siendo $DG = AD$, se tendrá $AH = HF$, la cual por otra parte es perpendicular á BF; luego el círculo descrito del punto H como centro con un radio igual á HA pasará por F tocando la recta BC. Es así que todas las cuerdas de un círculo se hallan corridas por un móvil en el mismo tiempo que el diámetro vertical, luego el tiempo empleado en caer á lo largo de AK ó de AI, será igual á aquel que el móvil tardará en caer segun AF; y por consiguiente el tiempo necesario para rodar á lo largo de AD ó AE, será mas largo que aquel que se necesita para rodar segun AF. Pudiéndose aplicar el mismo raciocinio á todas las demas líneas que se pudieran tirar desde A hasta la recta BC, se sigue que AF será el camino por el cual el móvil llegará á la recta BC en el tiempo mas corto.

Si esta recta BC fuese vertical, entonces AE y DG serian horizontales; en fin AD y DG llegarían á ser iguales é infinitas, lo que haría el ángulo $FAD = 45$ grados. De donde resulta que en este caso el móvil llegaria á la vertical en el tiempo menor por el plano inclinado de 45 grados. (*)

(*) Este elegante problema está sacado de las recreaciones de Ozanam.

401. Dados dos puntos A y B (fig. 34) en una misma recta horizontal, se busca la posición de dos planos inclinados AC y BC, tales que un móvil rodando con un movimiento acelerado de A hacia C, y luego subiendo en virtud de su velocidad adquirida á lo largo de CB, dicha bajada y subida se hagan en el menor tiempo posible?

Resp. Este movimiento puede tener lugar, ya sea á favor de una curva doble, ó bien mediante dos planos inclinados reunidos inferiormente por una porcion de curva. Aquí supondremos este último caso; pues el otro pertenece propiamente á los movimientos curvilíneos.

Esto supuesto, se puede deducir del problema anterior, que la posición que se busca debe ser tal que ambos planos sean iguales é inclinados al horizonte de 45 grados; es decir, que el triángulo ABC debe ser isósceles y rectángulo en C.

402. Se proponen dos cuerpos esféricos sin elasticidad sensible, suspendidos en los hilos de la máquina de *Mariotte* destinada á los experimentos de el choque. Se supone que el primer cuerpo pese una libra y esté dotado de una velocidad como 2; el segundo de una masa mitad menor pero que goza de una velocidad como 3. Se hacen chocar ambos cuerpos de un modo central y con las precauciones convenientes, moviéndolos segun la misma dirección.

Se pregunta cuál deberá ser la velocidad de ambos móviles despues de el choque, prescindiendo del rozamiento, de la resistencia del ambiente y de los demás obstáculos que suelen afectar esta clase de experimentos?

Resp. La velocidad despues del choque será en ambos cuerpos como $2\frac{1}{2}$.

403. Espresando por el número 2 la elasticidad ó el resorte perfecto de los cuerpos sometidos al choque, se supone esta propiedad en un grado imperfecto propor-

cional al número $4\frac{1}{2}$, y se quiere determinar las velocidades después de la percusión en los ejemplos siguientes, suponiendo que el choque se haga siempre directamente por el centro de gravedad.

103. Dos cuerpos esféricos imperfectamente elásticos M y M' se chocan moviéndose en sentidos contrarios. Sus masas son $M = 2\frac{1}{2}$ libras, $M' = 3$ libras; sus velocidades antes de el choque $V = 12$ y $V' = 10$. ¿Cuáles serán sus velocidades v y v' después del choque?

Respuesta. Las velocidades pedidas serán $v = -6$, y $v' = 5$. Quiere decir, que el cuerpo M volverá atrás con una velocidad como 6, y el cuerpo M' se moverá según su dirección primitiva con 5 grados de velocidad.

104. Suponiendo ambos cuerpos movidos en sentidos contrarios, y sus velocidades primitivas iguales ambas á 10; la masa $M = 1000$ libras y $M' = 1$ libra; se pregunta cuáles deberán ser sus velocidades después de la percusión?

Respuesta. Estas velocidades serán $v = 9,97$ y $v' = 19,97$.

105. Suponiendo el cuerpo M' quieto, las masas chocantes eran $M = 4$ onza, $M' = 100$ libras, y la velocidad primitiva del cuerpo chocante $V = 10$ grados. ¿Cuáles serán las velocidades de ambos móviles después del choque?

Respuesta. Dichas velocidades serán $v = -4,99$ y $v' = 0,0093$. Es decir, que el cuerpo chocante volverá atrás con casi 5 grados de velocidad, después de haber comunicado al cuerpo estacionario una velocidad casi nula.

106. Dos globos imperfectamente elásticos se chocan por sus centros moviéndose según la misma dirección. Sus masas eran $M = 2$ y $M' = 3$; las velocidades antes de el choque $V = 10$ y $V' = 5$; las velocidades después de la percusión $v = 5$ y $v' = 8\frac{1}{3}$.

Se pregunta cuál debía ser la expresión numérica de la elasticidad de dichos móviles?

Resp. El grado de resorte que pide debía ser expresado por $\frac{2}{3}$ ó $1\frac{2}{3}$, el resorte perito hallándose siempre representado por el número 1.

107. Dos globos perfectamente elásticos se chocan en sentidos contrarios. Se sabe que la suma de sus velocidades antes de la percusión es 22, y su diferencia 4; la masa del cuerpo $M' = 5$ y su velocidad después del choque $9\frac{2}{3}$.

Se pregunta cuál era la masa del globo M y su velocidad después del choque?

Resp. Este problema puede tener varias soluciones. La mas sencilla dá $M = 5$ y $v = 9\frac{2}{3}$.

108. Otros dos globos perfectamente elásticos se chocan moviéndose según la misma dirección. Se sabe que la suma de sus masas era 15, su diferencia 5; que la velocidad del cuerpo chocante después de el choque era $6\frac{2}{3}$ y la del cuerpo chocado $3\frac{1}{3}$.

Se pregunta cuáles eran sus velocidades antes del choque?

Resp. La solución mas sencilla dá $V = 8$ y $V' = 6$.

109. Sea propuesta una serie de ocho globos perfectamente elásticos, cuyas masas van decreciendo según la progresión $54 : 48 : 6 : 2$ &c. El primero de dichos cuerpos choca centralmente el conjunto de los otros contiguos y dispuestos en fila, con una velocidad como $47\frac{352}{4096}$.

Se pregunta cuál debe ser la expresión de la velocidad que recibirá el último de dichos cuerpos?

Respuesta. Una velocidad expresada por el número 559872.

110. Otra serie de globos que goza de un resorte perfecto se chocan de un modo semejante. Se sabe que la masa de cada globo era la mitad de la del anterior, que la velocidad inicial del cuerpo chocante era 4, y la velocidad adquirida del último después de la percusión $31\frac{3}{4}$.

Se quiere conocer el número de los globos chocantes?

Resp. Había cinco de dichos cuerpos.

114. Explíquese efecto singular que produce el choque de un martillo en una piedra homogénea, tal como el cuarzo, la piedra córnea, &c. deduciendo de este fenómeno el uso fraudulento que hacen de dicha propiedad ciertos ladarios, joyeros y comerciantes en minerales, para imprimir en el cristal de roca, las ágatas y otras piedras duras diversos dibujos dendríticos indelebles, que se asemejan perfectamente á los accidentes é impresiones naturales.

Observacion. Unde los efectos mas curiosos y sorprendentes, y sin embargo de los mas naturales conforme á las leyes de percusion, haciendo el experimento con un trozo homogéneo de cuarzo ó de piedra arenisca fina como la de Fontaine-bleau, consiste en separar de un solo golpe seco un cono casi regular cuyo vértice corresponde al punto de la percusion.

112. Explicar porqué un palo seco y frágil de cierta longitud, apoyado por ambos cabos en dos hilos, pajas ó aun dos vasos de virrio, se rompe comunmente sin ocasionar la ruptura de los hilos, pajas ó vasos, al descargarse un golpe seco rápido en la parte media de dicho palo?

113. Explíquese conforme á los mismos principios porqué una bala de escopeta que se dispara contra una puerta de madera entecabierta, puede atravesarla de parte á parte sin casi moverla; al paso que una fuerza de impulsión muy inferior llega á mover dicha puerta?

114. ¿En qué consiste que un cabo de vela de cera ó de sebo, metido en vez de bala en el cañon de un fusil, puede, á pesar de su tébil masa, atravesar una tabla de madera?

115. Se pregunta porqué razon los cerrajeros, relojeros, joyeros y otros maquinistas que necesitan forjar metales en los pisos superiores de sus casas, suelen colocar sus yunques y vigornias encima de paja ó estereras?

116. Explicar la razon por la cual el yunque de un

herrero ó cerrajero debe gozar una masa tan considerable respecto á la de las piezas de hierro que se deben forjar en él?

Esplanar por los mismos principios, cómo es posible que ciertos altimbanquis de á veces forjar piezas de hierro en un yunque coldo en su pecho, sin lastimarse de resultas de los golpes de martillo.

117. ¿Porqué razón un hombre que pisa un terreno blando ó arenoso, se cansa mucho mas pronto que si caminase en un suelo duro y lizo?

118. Se pregunta si un cuerpo frágil, tal como el azúcar, el vidrio, azufre, resina, etc., deberá romperse mas fácilmente por el choque de un martillo, colocándolo estas sustancias encima de otro cuerpo blando ó elástico capaz de ceder; ó bien colodo aquellas en un cuerpo duro y resistente?

119. Explicar porqué al saltar cierta altura, se está generalmente menos espuesto á lastimarse doblando el cuerpo y las rodillas, que si quisiese brincar con el cuerpo recto y las piernas tiesas.

Explicar á favor de los mismos principios, la razón por la cual al caer en las ramas de un árbol ó generalmente en un cuerpo flexible ó elástico, se padece regularmente menos que al caer de la misma altura en un suelo duro y resistente?

120. Se pregunta porqué al caer en las manos un cuerpo pesado que cae de cierta altura, se doblan naturalmente los brazos con el fin de atenuar el efecto del choque?

121. Indicar porqué una barca rompe casi siempre al chocar contra una peña ó en las pilas ó tajamares de un puente de piedra; mas que raras veces se lastima chocando con otra barca, á no ser que la masa de esta última sea muy considerable?

122. Se pide la razón por la cual los barqueros proponiéndose el detener por medio de cuerdas una barca arrebatada por la corriente de un río, dejan correr

111. Explíquese efecto singular que produce el choque de un martillo en una piedra homogénea, tal como el cuarzo, la idra córnea, &c. deduciendo de este fenómeno el uso fraudulento que hacen de dicha propiedad ciertos ladarios, joyeros y comerciantes en minerales, para imprimir en el cristal de roca, las ágatas y otras piedraduras diversos dibujos dendríticos indelebiles, que se asemejan perfectamente á los accidentes é impresiones naturales.

Observacion. Unde los efectos mas curiosos y sorprendentes, y sin embargo de los mas naturales conforme á las leyes de percusion, haciendo el experimento con un trozo homogéneo de cuarzo ó de piedra arenisca fina como la Fontaine-bleau, consiste en separar de un solo golpe seco un cono casi regular cuyo vértice corresponde al punto de la percusion.

112. Explicar porqué un palo seco y frágil de cierta longitud, apoyado por ambos cabos en dos hilos, pajas ó aun dos vasos de vidrio, se rompe comunmente sin ocasionar la ruptura de los hilos, pajas ó vasos, al descargar un golpe seco rápido en la parte media de dicho palo?

113. Explíquese conforme á los mismos principios porqué una bala de escopeta que se dispara contra una puerta de madera entreabierta, puede atravesarla de parte á parte sin casi moverla; al paso que una fuerza de impulsión muy inferior llega á mover dicha puerta?

114. ¿En qué consiste que un cabo de vela de cera ó de sebo, metido en vez de bala en el cañon de un fusil, puede, á pesar de su lébil masa, atravesar una tabla de madera?

115. Se pregunta porqué razon los cerrajeros, relojeros, joyeros y otros maquinistas que necesitan forjar metales en los pisos superiores de sus casas, suelen colocar sus yunques y vigornias encima de paja ó esteras?

116. Explicar la razon por la cual el yunque de un

herrero ó cerrajero debe gozar de una masa tan considerable respecto á la de las piezas de hierro que se deben forjar en él?

Esplanar por los mismos principios, cómo es posible que ciertos saltimbanquis dejen á veces forjar piezas de hierro en un yunque colocado en su pecho, sin lastimarse de resultas de los golpes de martillo.

447. ¿Porqué razon un hombre que pisa un terreno blando ó arenoso, se cansa mucho mas pronto que si caminase en un suelo duro y firme?

448. Se pregunta si un cuerpo frágil, tal como el azúcar, el vidrio, azufre, resina, etc., deberá romperse mas fácilmente por el choque del martillo, colocando estas sustancias encima de otro cuerpo blando ó elástico capaz de ceder; ó bien colocando aquellas en un cuerpo duro y resistente?

449. Explicar porqué al saltar de cierta altura, se está generalmente menos espuesto á lastimarse doblando el cuerpo y las rodillas, que si se quisiese brincar con el cuerpo recto y las piernas tiesas?

Explicar á favor de los mismos principios, la razon por la cual al caer en las ramas de un árbol ó generalmente en un cuerpo flexible ó elástico, se padece regularmente menos que al caer de la misma altura en un suelo duro y resistente?

420. Se pregunta porqué al recibir en las manos un cuerpo pesado que cae de cierta altura, se doblan naturalmente los brazos con el fin de atenuar el efecto del choque?

421. Indicar porqué una barca se rompe casi siempre al chocar contra una peña ó contra las pilas ó taja-mares de un puente de piedra; mientras que raras veces se lastima chocando con otra barca, á no ser que la masa de esta última sea muy considerable?

422. Se pide la razon por la cual los barqueros proponiéndose el detener por medio de cuerdas una barca arrebatada por la corriente de un río, dejan cor-

rer la cuerda poco á poco; y qué es lo que pudiera suceder si tratasen de sujetar la cuerda de repente?

123. Explicar mediante los mismos principios, cuál es en el arte militar la utilidad de los *gabiones* ó cestos de tierra que suelen usar en las obras de fortificación, con el fin de amortiguar el choque de las balas de cañón?

124. ¿Por qué razón una botella llena de líquido está mas espuesta á romperse de resultas de cualquier choque, que una botella vacía de la misma resistencia?

125. Se quiere saber si un hombre descansaría en una cama de hierro tan blandamente como en una cama de lana ó algodón, suponiendo que fuese posible el multiplicar los puntos de contacto entre el cuerpo humano y el metal tanto como sucede en medio de la lana ó del algodón?

126. Propuestos un palo ó cilindro macizo, y otro cilindro hueco de la misma dimension y naturaleza; se quiere saber cuál de estos dos cuerpos resistirá mas á su ruptura?

Indicar algunas aplicaciones interesantes de este principio á diversos fenómenos de la naturaleza y del arte; por ejemplo, en los huesos de los animales, las plumas de las aves, la resistencia de las cañas, tubos, y de otros varios materiales empleados en arquitectura, &c.

127. Suponiendo en una *mesa de villar* dadas las posiciones de una bolsa y de dos bolas, se quiere determinar gráficamente y *á priori* la direccion segun la cual se debe chocar la bola del jugador adverso, de modo que despues de una reflexion ó rechazo en la banda de la mesa, aquella vaya á caer en la bolsa (fig. 35).

Solucion. Despues de haber determinado la banda XT en la cual se quiere hacer el rechazo, se trazará en el tapete del villar la recta RV paralela á la banda y á una distancia igual al radio de la bola. Luego desde el centro de la bola que se quiere chocar se tira otra recta indefinida PL perpendicular á RV, señalando en ella $EL = FP$.

— En este supuesto, si se empuja la bola G según la dirección GL, este móvil, después de reflejarse en el punto N, irá á chocar directamente la bola P. Se demuestra efectivamente con la mayor facilidad, que por la construcción indicada el ángulo de incidencia GNV será igual al ángulo de reflexión PNF.

128. Se pide indicar la construcción que sería necesario hacer en la misma mesa de villar, para que la bola A vaya á chocar directamente la bola B, después de haber padecido dos reflexiones en las bandas XT y X' M?

Solución. Habiendo trazado las paralelas RV y RO, á una distancia igual al radio de las bolas, se bajará la perpendicular Bfl desde el centro de la bola que se trata de herir, y se señalará $fl = fB$. Luego desde el punto l se tirará lE perpendicularmente sobre la prolongación de RO, y se tomará $DE = Dl$. Hecha esta construcción, si se empuja la bola A directamente hacia E, irá, después de dos rechazos en C y n, á chocar la bola B, así como es fácil concebirse.

En fin se ha indicado en la misma figura la construcción que sería menester hacer, para que la bola B, después de tres reflexiones en los puntos n, C y K, volviese en la dirección KS.

Observación. Toda esta teoría se aplica literalmente á la reflexión de la luz mediante los espejos, así como se comprueba en la Catóptrica. Mas adelante tendremos ocasión de ver aplicaciones curiosas de este principio fecundo de mecánica.

129. Supuesta la misma mesa de villar (fig. 36), se quiere de un golpe de taco en la bola B, empujar la bola A hacia un punto determinado, por ejemplo, hacia la bolsa C; determinando además el camino que tomará la bola chocante después de la percusión?

Solución. Por los centros de la bola A y de la bolsa C, trázese la recta indefinida CO, la cual encontrará en I la superficie de la bola opuesta á la bolsa; tómese

se AI igual al radio de la bola, tirando la recta indefinida DG perpendicular á CO.

Hecho esto, si se empuja la bola B directamente en I, esta empujará á su vez la bola A en la direccion AC, y despues del choque seguirá según la direccion IG, así como es facil demostrarlo.

En efecto, si por el punto de contacto A se traza la recta AY paralela á DG, es evidente que llegando el centro de la bola B á I, habrá contacto entre ambos móviles, y de las dos fuerzas OI y DI, en que el choque oblicuo BI se descompone, la primera se emplea en empujar la bola directamente en la bolsa C, y la segunda tiene por efecto hacer rodar la bola chocante según la direccion IG.

430. Se pregunta porqué razon la bola al chocar con otra de igual masa en el tapete del villar, no permanece quieta despues de haber comunicado á esta todo su movimiento; así como deberia suceder conforme á la teoría, y como se verifica efectivamente cuando ambas bolas se hallan suspendidas á favor de dos hilos, como en la máquina de *Mariotte*?

431. Dar la esplicacion del triple movimiento que se puede imprimir á una bola de villar colocada en el tapete de la mesa, chocándola de un modo particular con el canto de la mano, de suerte que la direccion del choque sea perpendicular á la superficie de la mesa y no pase por el centro de gravedad del móvil.

432. Se pide la esplicacion de los saltos ó rebotes que hace una piedra chata ó pizarra que se arroja muy oblicuamente á la superficie del agua; efecto que se verifica también á veces al tirar una bala de fusil muy oblicuamente á la superficie del agua.

433. Suponiendo que un peso de dos libras atado al extremo de una cuerda de seis pies de longitud sin peso sensible, se mueva circularmente al modo de una honda, y que corra su órbita circular en un segundo de tiempo; se quiere determinar el esfuerzo con que dicha

cuerda se hallará tendida por el efecto de la fuerza centrífuga que engendra la rotacion.

Resp. La tension pedida deberá ser equivalente á la que produciria un peso inmóvil de 7,83 libras por solo el efecto de su pesantez (*).

134. Se pregunta cuál deberia ser la velocidad circular del mismo móvil anterior, todo lo demas siendo igual, para que durante su rotacion la fuerza centrífuga contrabalancee ó destruya totalmente la accion de la pesantez?

Resp. La velocidad que se busca deberia ser poco mas ó menos de 13,46 pies por segundo, ó mas exac-

tamente como $\sqrt{181,2}$.

135. Se desea conocer en qué relacion estarán las fuerzas centrífugas de dos móviles de igual masa, circulando simultáneamente, el primero al cabo de una cuerda de 5 pies de longitud, el segundo al extremo de una cuerda de 4 pies?

Resp. La fuerza centrífuga del segundo móvil será á la fuerza que anima al primero, como 4 es á 4,249 poco mas ó menos.

136. Suponiendo el radio del ecuador terrestre igual á 6376984 metros ó 3271864 toesas de Paris, y el tiempo de la revolucion diurna del globo de 0,997269 de dia, ó sean 86164 segundos; se pide la expresion de la fuerza centrífuga de los cuerpos situados en el ecuador?

Resp. El valor de dicha fuerza será poco mas ó menos equivalente á 0,0339 metros ó 7,544 líneas.

137. Se quiere determinar la cantidad que pierde la pesantez de los cuerpos situados en el ecuador, de resultas de la fuerza centrífuga que engendra la rota-

(*) En este problema y los siguientes se ha supuesto la medida de la pesantez como en Paris.

cion diurna de la tierra (*), y cuál debería ser la rapidez de dicho movimiento para contrabalancear absolutamente el efecto de la pesantez?

Respuesta. En el ecuador la fuerza centrífuga destruye $\frac{1}{289}$ próximamente de la pesantez de los cuerpos, y si el movimiento de rotacion del globo fuese diez y siete veces mas rápido, la fuerza centrífuga igualaria á la pesantez y por consiguiente esta seria nula y los cuerpos no caerian.

138. Se pregunta por qué un peon ó una perinola se mantiene derecho mientras dura su movimiento de rotacion, y se cae así que la rapidez de este movimiento ha disminuido hasta cierto grado?

139. Explicar los diversos fenómenos que ofrece el juego conocido con el nombre de *Diablo*?

Explicacion. Las personas que no conocen este juego, que fue bastante de moda en Francia durante los años de 1811 hasta 1814, deben saber que este aparato (fig. 37) consiste en dos bolas ó dos conos huecos de madera unidos por un cuello estrecho, y atravesados cada uno por un agujero. A favor de un cordon unido con dos varitas y de alguna destreza, se imprime á este cuerpo un movimiento de rotacion al rededor de su eje, y luego que este movimiento ha llegado á cierto grado de rapidez, el móvil sostenido sobre el cordon se mantiene en equilibrio en una posicion horizontal produciendo un ruido ó ronquido mas ó menos fuerte, semejante al que hace oír la peonza de Alemania, juego bastante análogo al del diablo.

140. Explicar de qué modo se puede, por medio de la fuerza centrífuga, conseguir mantener el agua contenida en un vaso suspendida como si fuera un cuerpo sólido en forma de bóveda, sin hacerle perder su estado de liquidez?

(*) Se sabe que la velocidad de rotacion de la tierra sobre su eje es cerca de 700 metros franceses ó 1436 pies españoles por segundo.

Observacion. Fácilmente se puede adivinar que esta cuestion se refiere al experimento tan conocido que se ve practicar á menudo por ciertos jugadores de manos, equilibristas ú otros saltimbanquis, ya sea haciendo circular en el aire un vaso lleno de agua ó de vino atado al extremo de una cuerda, ó bien collocando este mismo vaso en la circunferencia interior de un arbo y haciendo circular este en todas direcciones con rapidéz y destreza.

141. ¿Cómo es posible, á favor de un procedimiento análogo, hacer dormir de repente una gallina ó pava, sin causar ningun daño á estos animales?

Observacion. Muchas personas ignoran probablemente que este efecto se verifica, ocultando la cabeza del ave debajo de un ala y ajitándola en esta disposicion al modo de un péndulo. En menos de un minuto se podrá colocar á el ave en una mesa, el ala con la cabeza debajo, sin que se despierte.

142. Se pregunta cuál puede ser la causa física del mareo y de los vértigos que producen en muchas personas el ejercicio del columpio, del juego de la sortija, de las montañas rusas, ó de un movimiento de vals muy rápido?

143. Describir el modo ingenioso con que el célebre *Descartes* ha procurado esplicar el fenómeno de la pesantéz, mediante el sistema de sus torbellinos y las leyes de la fuerza centrífuga, y el cómo se refuta esta hipótesis por medio de un aparato mecánico que se halla en la mayor parte de los gabinetes de Física.

144. Explicar á favor de qué principio de mecánica los labradores, en la mayor parte de los países del norte, suelen separar el grano y demas semillas y legumbres de la paja, ajitando la mezcla de dichas sustancias en una especie de cesta particular muy chata; al paso que en la Europa meridional los labradores consiguen el mismo fin arrojando la mezcla al aire auxiliados por el viento.

145. Explicar cómo á favor de un principio análogo los cocineros de varios países acostumbran separar la ensalada y otras yerbas mojadas del agua que contienen, haciendo mover estos vegetales circularmente en una especie particular de cesta estrecha, ó bien en una servilleta?

146. Se pregunta ¿por qué la muela del amoiador ofrece muchas veces el espectáculo de un chorro de fuego y de agua; por qué las ruedas de los coches movidas con rapidez arrojan frecuentemente á grandes distancias el lodo líquido que atraviesan; y por qué las ruedas de fuegos artificiales que tienen un movimiento de rotacion ofrecen de noche el aspecto de soles inflamados?

147. Describir y explicar los efectos de la honda, del ventilador de *Desaguillers*, de la bomba de Hesse (*suctor rotátilis*), de la cuerda sin fin de *Verà*, del molino ventilador de *Duhamel* que sirve para separar el grano de la paja menuda y polvo, con otras diversas máquinas cuyos efectos tienen por principio la fuerza centrífuga.

148. Explicar de qué modo los constructores de instrumentos de física en cristal, se valen á veces del principio de la fuerza centrífuga, para reunir los fragmentos de la columna mercurial de un tubo de termómetro capilar, cuando este líquido metálico se ha dividido por algun accidente.

149. Se pregunta por qué los trabajadores en vidrio y cristal, cuando se proponen alargar un globo de vidrio que acaban de soplar, imprimen á este un movimiento de rotacion estando todavia el material candente y flexible?

150. Dar á conocer la razon por la cual la tierra y los demas planetas, en vez de ser esactamente esféricos, son realmente unos esferóides aplastados hácia los polos.

151. Aseguran que en varias erupciones del Vesu-

vio se vieron fragmentos enormes de peñascos arrojados oblicuamente del crater, describir en la atmósfera parábolas de una amplitud superior á 2000 varas!

Suponiendo que se prescindia de la resistencia del aire y de diversos obstáculos que pueden tener lugar á la salida de la boca del volcan, se pregunta ¿qué fuerza de proyeccion deberán suponer semejantes fenómenos?

Resp. Una fuerza capaz de imprimir á dichas masas una velocidad uniforme de 1346 pies por segundo, por lo menos.

152. Sabiendo que la longitud del péndulo sencillo que señala los segundos á Paris es de 3 pies y $8\frac{1}{2}$ líneas, se quiere saber cuánto tiempo tardaria un péndulo de un pie de longitud en ejecutar sus oscilaciones?

Resp. El tiempo pedido deberia ser igual á $34\frac{2}{3}$ tercios. (*)

153. Se desea conocer cuál deberia ser la longitud teórica de un péndulo, para que ejecutase una sola vibracion durante tres segundos?

Resp. 27 pies 6 pulgadas y $4\frac{1}{2}$ líneas.

154. Se pregunta cuánto tiempo tardaria un péndulo matemático de la longitud del radio terrestre en hacer una sola oscilacion?

Resp. En 2623 segundos, ó 43 minutos y 43 segundos.

155. Considerando las oscilaciones de una lámpara pesada suspendida á favor de una cuerda delgada en la bóveda de una iglesia, á 10 pies de distancia del suelo ó pavimento, se halló que cada oscilacion duraba 5 segundos y medio.

Se pregunta cuál debia ser sobre poco mas ó menos la altura de dicha bóveda?

(*) Se sabe que en la latitud de Madrid la longitud del péndulo es igual á 3,3638 pies españoles.

Respuesta. Próximamente 402 pies y 6 pulgadas, medida francesa. (*)

156. Se desea conocer cuánto tiempo tardaría una bola metálica en caer: 1.º verticalmente de la altura de un plano inclinado 45 grados, y de 158,22 pies de altura. 2.º Rodando según la longitud del mismo plano. 3.º Rodando según el arco cuya cuerda representa dicho plano?

Se supone que en este cálculo se haga uso de la medida española concerniente á la pesantez.

Resp. El tiempo de la caída vertical será de 3 segundos; el de la caída en el plano inclinado 4,2426 segundos; y el tiempo de la caída por el arco 3,334 segundos.

157. Se propone hacer una reseña de algunas tentativas ó ensayos notables hechos por diversos maquinistas antiguos y modernos, con el fin de verificar el movimiento continuo, discutiendo lo que se debe pensar racionalmente de este famoso problema de mecánica.

(*) Es sabido que al reflexionar sobre un fenómeno semejante, el célebre físico Galileo descubrió el isocronismo del péndulo, aplicado en seguida tan felizmente á los relojes por Huyghens.

III. GRAVITACION.

158. **A**DMI TIENDO como cierta y universal la ley de atraccion general, en razon directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias; se pregunta cuánto deberá pesar un cuerpo de una libra en la superficie de la tierra, suponiendo que se duplique el diámetro de este globo?

Resp. Dicho cuerpo pesaria dos libras.

159. Se quiere saber á qué distancia de la superficie de la tierra seria menester trasportar un cuerpo del peso de una libra para que no pese mas que una onza?

Resp. A una altura igual á tres radios terrestres.

160. ¿Cuánto pesaria el cuerpo anterior si fuese trasportado á la superficie de la luna, cuya distancia media se supone equivalente á 60 radios terrestres?

Respuesta. Dicho cuerpo no pesaria mas que 2,56 granos.

161. Propuestos dos pesos iguales y homogéneos, suspendidos en equilibrio á la superficie de la tierra en ambos extremos de una balanza sumamente sensible; se pregunta si este equilibrio deberá subsistir ó bien será perturbado, al trasportar todo el aparato á la cumbre de un monte muy elevado, ó bien al fondo de una mina profunda?

Resp. La mayor parte de los estudiantes en fisica opinarán, que el equilibrio entre las dos masas deberá subsistir en ambas suposiciones de la cuestion, y tendrán razon tratándose de una balanza comun con brazos iguales ó peso de cruz. Pero si se tratase de una romana ó balanza con brazos desiguales, se puede

demostrar que llevando el aparato á distancias diversas del centro de la tierra, el equilibrio entre los dos pesos debería alterarse un poco hablando teóricamente. Si la experiencia no comprueba esta teoría, eso proviene de que el centro de la tierra se halla á una distancia tan inmensa en comparacion de las dimensiones limitadas de nuestros instrumentos y de las variaciones de distancias de que podemos disponer, que todas las líneas de dirección dirigidas al centro de atracción en vez de ser convergentes son sensiblemente paralelas. Resulta de aquí que la diferencia entre el equilibrio observado y el equilibrio riguroso es tan pequeña que es imposible manifestarla con nuestras balanzas mas perfectas. Se demuestra efectivamente, que el ángulo formado por las direcciones de la gravedad tomadas en dos puntos distantes uno de otro 25 leguas, no es sino de un grado próximamente.

162. Suponiendo que el diámetro del sol sea 443 veces mas considerable que el de la tierra, y que su masa sea á la de nuestro globo como 329630 es á la unidad, se pregunta cuánto pesaria un cuerpo de una libra si estuviese trasportado á la superficie del sol?

Resp. Pesaria poco mas ó menos $27\frac{1}{2}$ libras, haciendo abstraccion de cualquiera otra fuerza atractiva agena á la del sol.

163. Se quiere saber cuánto espacio correria en las mismas suposiciones un cuerpo grave en la superficie del sol, durante el primer segundo de su caída vertical hácia el centro de dicho astro?

Resp. Un espacio de cerca de 407,7 pies, medida de Paris.

164. Se pregunta cuál debería ser en la superficie del sol la longitud teórica del péndulo sencillo señalando los segundos, sabiendo que en Paris dicha longitud es igual á 3 pies y $8\frac{1}{2}$ líneas?

Resp. Un poco mas de 45 toesas de Paris.

165. Explicar en virtud de qué principio de me-

cánica parece muy probable que el sol, además de su movimiento de rotación, debe tener también un movimiento de traslación adecuado para llevar á este astro en el espacio con todo nuestro sistema planetario.

166. Se quiere conocer la velocidad que sería preciso imprimir á una bala de cañon tirada en direccion horizontal, para que este móvil no vuelva á caer en tierra, sino que circule al rededor de este globo al modo de un pequeño planeta.

Se hace abstraccion de la resistencia del ambiente; se supone la distancia media de la luna equivalente á 60 radios terrestres; el tiempo de la revolucion periódica de este satélite de 27 dias y 8 horas ó 656 horas; y la circunferencia del ecuador en números enteros de 9000 leguas de Francia. (*)

Solucion. Es evidente que para poder determinar la velocidad pedida, se trata únicamente de conocer el tiempo de la revolucion periódica que deberá describir el móvil supuesto. Pues conociendo este tiempo, se hallaria fácilmente la velocidad del móvil dividiendo el espacio corrido, que será poco mas ó menos la circunferencia terrestre, por el tiempo empleado en correrle.

La famosa ley de *Kepler* proporciona fácilmente la solucion de este lindo problema: puesto que el pequeño planeta supuesto, comparado con la luna, deberá hacer sus revoluciones en un tiempo tal que los cuadrados de los tiempos periódicos sean en la misma relacion que los cubos de las distancias.

Mediante esta relacion se hallará, que el tiempo periódico empleado por la bala es de 4 hora 14 minutos y 36 segundos, lo que dá por la velocidad de proyeccion que se busca $107\frac{1}{2}$ leguas por minuto próximamente, ó $1\frac{1}{2}$ leguas por segundo.

(*) El radio de la tierra supuesta exactamente esférica es de 6366743 metros franceses, ó 7616600,7 varas españolas, ó próximamente $1142\frac{1}{2}$ leguas de 20000 pies.

167. Sabiendo que en el ecuador la fuerza centrífuga engendrada por la rotación de la tierra hace perder á la gravedad $\frac{1}{289}$ de su valor (137), se pregunta á qué altura de la superficie de la tierra sería menester trasportar un cuerpo para que, participando de su movimiento diurno, la pesantez estuviese totalmente destruida ó igualase á la fuerza centrífuga?

Resp. En el ecuador, la altura pedida, contada

desde el centro de la tierra, debería ser igual á $\sqrt{289}$, ó seis radios terrestres y á mas $\frac{65}{1000}$; ó bien 5,65 radios terrestres contados desde la superficie del globo.

Se hallaría igualmente, que bajo la latitud de 30 grados la altura pedida sobre la superficie de la tierra debería ser de 6,27 radios terrestres; y 9,47 de dichos radios en la latitud de 60 grados.

En el polo en fin, donde la fuerza centrífuga es nula, la altura que se busca pudiera ser casi infinita.

168. Suponiendo á la tierra atravesada por un pozo vertical hasta su centro, se pregunta cuánto tiempo tardaría un cuerpo en caer hasta dicho centro, prescindiendo de toda resistencia de parte del aire? (*)

Solucion. Siendo la circunferencia de la tierra en números enteros de 9000 leguas de Francia de 2283 toesas cada una, su radio tendría 1432 leguas ó 3269456 toesas de Paris. Por consiguiente la solución del problema no ofrecería ninguna dificultad, si la aceleración producida por la pesantez fuese uniforme como en la superficie de la tierra.

Pero es mucho mas probable, que un cuerpo trasportado á lo largo de un radio terrestre perdería de su

(*) Se ve que este problema es de pura recreación: puesto que se puede demostrar que á una profundidad de 20 leguas en el interior del globo terrestre el aire tendría una densidad superior á la del azogue, de modo que la mayor parte de los cuerpos nadarian como el corcho en la superficie del agua (311).

pesantez al paso que se acercaría á aquel centro, puesto que en dicho punto su peso sería nulo. Se demuestra por otra parte, que suponiendo el globo terrestre de una densidad uniforme (suposición inesacta), y la atracción en razón inversa del cuadrado de las distancias, la pesantez decrecería como la distancia al centro. Según esa última consideración pues se debe resolver nuestro problema, lo que se puede conseguir mediante esta proposición demostrada por *Newton*.

Si se describe un cuarto de círculo cuyo radio iguale la distancia al centro de la tierra, el arco que tiene por seno verso $15\frac{1}{10}$ pies será al cuarto de círculo, como un segundo empleado á correr estos $15\frac{1}{10}$ pies al tiempo empleado á correr el radio terrestre total.

Es así que el arco terrestre correspondiendo á $15\frac{1}{10}$ pies de caída ó de seno verso, es de cuatro minutos 16 segundos y 5 tercios, y este arco es al cuarto circular como 1 á 1265,6. Por consiguiente se tendrá esta relación. Como $4' 16'' 5'''$ son á 90 grados, ó como 1 es á 1265,6, así un segundo empleado á caer de $15\frac{1}{10}$ pies de alto en la superficie terrestre, es á 1265 segundos y 36 tercios, ó 21 minutos, 5 segundos y 36 tercios.

Este será el tiempo que tardaría el cuerpo en caer desde la superficie de la tierra hasta el centro, en la hipótesis de un vacío perfecto y de una densidad uniforme del globo, suposición desmentida por las observaciones modernas, según lo hemos advertido al fin del problema 76.

169. Se pregunta ¿qué sucedería, si la luna se parase de repente en su movimiento elíptico, y cuánto tiempo tardaría en este caso en caer en la tierra?

Resp. No hallándose sostenida la luna en la órbita que describe al rededor de la tierra, sino á favor de la fuerza centrífuga engendrada por su movimiento curvilíneo que contrabalanca su pesantez hácia la tierra, es evidente que, destruido dicho movimiento curvilí-

neo, el satélite abandonado á la sazón únicamente á su pesantez hácia nuestro globo, caería sobre este con un movimiento acelerado. Pero este movimiento no sería acelerado conforme á la ley descubierta por *Galileo* que supone una pesantez uniforme, sino que variaría y aumentaría en razon inversa del cuadrado de la distancia al paso que la luna se acercaría á este centro de atraccion, lo que hace el problema mucho mas complicado.

Newton sin embargo nos enseñó un método para resolverle, demostrando que el tiempo pedido es igual á la mitad de aquel que dicho satélite emplearía en hacer una revolucion al rededor del mismo centro de atraccion, pero á una distancia mitad menor.

Es así que la órbita lunar, sin embargo de ser elíptica es casi un círculo cuyo radio sería de 60 semi-dímetros terrestres próximamente, y su revolucion periódica es de 27 días, 7 horas y 43 minutos. Luego se deduce mediante la famosa ley de *Kepler*, que si dicho satélite no estuviese distante sino de 30 radios terrestres, emplearía en su revolucion únicamente 9 días, 15 horas y 54 minutos, y por consiguiente su media revolucion sería de 4 días, 19 horas y 55½ minutos. Está es el tiempo que tardaría la luna en caer en la tierra.

Se hallaría por el mismo método, que si la tierra se parase repentinamente en su movimiento curvilíneo al rededor del sol, este planeta, entregado únicamente á su fuerza centrípeta hácia el sol, se precipitaría hácia este centro de atraccion y caería en él en 57 días 15 horas y 3 minutos de tiempo. (*)

170. Se propone discutir el dictámen de algunos filósofos que suponen la luna habitada por seres vivos, admitiendo en su superficie la existencia de mares, rios y lagos como en la tierra.

(*) Este problema y los tres anteriores se hallan en las recreaciones de *Ozanám* y en otros varios libros.

Reflexiones sobre la verosimilitud de llegar algun dia á conocer mas de cerca la constitucion del dicho planeta, con el auxilio de nuestros telescopios gigantes perfeccionados.

171. Se quiere determinar de qué cantidad la pesantez se halla disminuida en Madrid, de resultas de la fuerza centrifuga engendrada por el movimiento diurno del globo terrestre; sabiendo que esta fuerza varia en los diversos parajes de la tierra como los cuadrados de los cosenos de las latitudes, que la latitud de Madrid es de 40 grados y 25 minutos, su elevacion sobre el nivel del mar 2394 pies españoles, el radio terrestre de 22847748 pies, y el tiempo de la revolucion diurna del globo de 86164 segundos?

Resp. La cantidad pedida será igual á 0,070434 de pies, ó 10,142 lineas españolas. (Véase el tratado de Mecánica de *Vallejo*).

172. Se pregunta si un navio, navegando continuamente al rededor del globo terrestre, de modo que forme constantemente un mismo ángulo agudo con el meridiano, llegara á alcanzar al polo, y cuál es la especie de curva que describiria en este caso el barco?

173. Se propone indicar los principales métodos de que se puede hacer uso para determinar la *longitud* y la *latitud* de un punto terrestre dado, esplicando las utilidades ó usos mas importantes de este conocimiento?

174. Esplicar de qué modo se puede medir la longitud absoluta de un círculo mayor ó menor del globo terrestre, supuesto esactamente esférico.

175. Se propone ¿cómo es posible que dos hombres nacidos en un mismo dia, y muertos en el mismo instante, pueden sin embargo haber vivido un dia, y aun dos dias, el uno mas que el otro?

Observacion. La solucion de esta pregunta y de otras varias anteriores, se hallan en las *recreaciones matemáticas de Ozanam*.

HIDROSTÁTICA.

PARA la solución y reducción de muchas cuestiones concernientes á la Hidrostática, el aire y los gases, en pesos y medidas españoles, será útil conocer los datos siguientes, que se hallan por la mayor parte en el tratado de Mecánica de *Vallejo*, y en otros muchos libros.

El pie cúbico español de agua en su máximo de densidad y á 32 pulgadas poco mas ó menos de presión atmosférica, pesa 46,8973 libras ó 43316 granos españoles, y por consiguiente la pulgada cúbica de este líquido pesará 250,76 granos. (*)

El pie cúbico de aire seco á 15 grados centígrados y á la presión de 30,5 pulgadas, pesa 495,6344 granos españoles en Madrid.

Para hacer la comparación y reducción de los pesos y medidas antiguas de Francia, en pesos y medidas decimales modernos, puede tambien ser útil saber que

El centímetro cúbico de agua destilada pesa un grama ó 19 granos de Paris.

El decímetro cúbico del mismo líquido pesa un Kilógrama ó 2,04 libras.

El metro vale 3 pies y 11,296 líneas.

El decímetro 3 pulgadas y 8,33 líneas.

El centímetro 4,43 líneas; y el milímetro vale 0,44 líneas francesas.

La vara española equivale á 0,83591 de metro francés.

La grama vale 20,031 granos españoles, y el Kilógrama 2,17347 libras españolas.

(*) Según otros autores mas recientes 250,695 granos.

176. Se propone un barril cilíndrico de dos pies de diámetro y tres pies de altura, en cuyo fondo superior se ha adaptado un tubo vertical abierto de 30 pies de altura. Se supone el barril y el tubo llenos de agua, y se quiere conocer la presión que sufrirá de parte del líquido el fondo inferior del barril, sabiendo que el peso absoluto de un pie cúbico de agua es próximamente igual á 70 libras de Francia.

Resp. La presión pedida deberá ser equivalente á un peso de 7257 libras, poco mas ó menos.

177. Se pregunta cuál será la presión total que sufrirán la base y las paredes laterales de un vaso cilíndrico de cuatro pulgadas de diámetro y seis pulgadas de altura, lleno enteramente de mercurio; sabiendo que el peso específico de este metal líquido es igual á 43,6, y que la pulgada cúbica de agua pesa 373 granos, peso y medida de Francia?

Resp. la presión pedida será equivalente á un peso de 424 libras, 8 onzas y 47 granos.

178. Se quiere determinar la presión de una masa de agua contra un plano inclinado sumergido de forma trapezoidal (fig. 6), sabiendo que el lado $AB=10$ pies, $CD=6$ pies, $DB=7\frac{1}{2}$ pies, y $AD=10$ pies y 2 pulgadas, y que la distancia vertical del centro de gravedad de dicho plano inclinado hasta el nivel superior del líquido es de 20 pies?

Resp. La presión que se busca deberá ser equivalente á la de un peso de 78400 libras, contando 70 libras por cada pie cúbico de agua, peso y medida de Francia.

179. ABC (fig. 38) representa un vaso cilíndrico de 6 pulgadas de diámetro interior y 16 pulgadas de altura, abierto superiormente y cerrado inferiormente mediante un embolo móvil AB suspendido á favor de un cordón en ambos brazos menores de dos palancas semejantes, dispuestas como en el aparato hidrostático conocido del célebre *Pascal*.

Se supone que los brazos de cada una de estas palancas se hallan en la relación de 128 á 157, que el cilindro está enteramente lleno de agua y que la pulgada cúbica de este líquido pese 250 granos españoles.

Se quiere conocer el valor de los pesos P y P' que sería menester colgar en los brazos mayores de ambas palancas, para hacer equilibrio á la carga que sostiene el embolo.

Se hace abstracción de todo rozamiento y del peso del cordón, y se supone para simplificar que el material del embolo tenga la misma densidad que el líquido.

Resp. Cada brazo de la palanca deberá llevar un contrapeso de 5 libras.

180. Supónganse dos vasos cilindricos A y B, el primero lleno de agua, el segundo lleno de otro líquido de una densidad desconocida. Se sabe que el diámetro del vaso A es de 4 pulgadas y el de B de 2 pulgadas; que la altura de A es á la altura de B en la razón de 5 á 7; en fin que el fondo de ambos vasos se halla cargado igualmente.

Se desea conocer en granos españoles el peso absoluto de una pulgada cúbica del líquido contenido en el segundo vaso, el peso del agua siendo como en el problema anterior.

Resp. El peso pedido será igual á $744\frac{2}{7}$ granos, 6 1 onza, 4 dragma y $66\frac{2}{7}$ granos.

181. Se propone describir los diversos procedimientos hidrostáticos de que se puede hacer uso, para producir con algunas libras de agua una presión muy considerable.

Dar una idea del *fuelle hidrostático* y de la *prensa hidráulica*.

182. Un vaso cilindrico de 3 pulgadas de diámetro interior y 10 pulgadas de altura, contiene los cuatro líquidos siguientes, ocupando cada uno la cuarta parte de la altura del vaso, y dispuestos unos encima de los otros según el orden decreciente de sus densidades ó

pesos específicos, cuya espresion es como sigue relativamente al peso específico del agua representado por la unidad.

Mercurio 13,6

Disolucion de subcarbonato de potasa 1,5.

Espíritu de vino teñido de encarnado 0,9.

Nafta blanca 0,8.

Se supone el peso absoluto de una pulgada cúbica de agua pura ó destilada igual á 373 granos de Paris, y se busca la espresion del peso total que sostiene el fondo ó la base del vaso?

Resp. El peso buscado será igual á 110736,69 granos, ó 12 libras y 2 dragmas próximamente. (*).

183. Otro vaso tambien cilindrico encierra tres capas ó camas paralelas de mercurio, agua y aceite, dispuestas unas sobre otras segun el órden de sus densidades. La base comun tiene 10 pulgadas de diámetro; el peso específico del mercurio se supone como en el problema anterior, y la del aceite como 0,9; la altura de la capa de mercurio 5 pulgadas.

Se sabe á mas que la pulgada cúbica de agua pesa 250 granos españoles; que el peso absoluto de la capa de agua es á la del aceite como 40 á 27; en fin que el peso total sostenido por el fondo del vaso es equivalente á 173 libras, 5 onzas, 3 dragmas y 41 granos, ó 1597475 granos.

Se quiere conocer cuáles eran las alturas de las dos capas de agua y de aceite?

Resp. La altura del agua debia ser igual á 6 pulgadas y la del aceite á 8 pulgadas.

184. Se propone un sifon de cristal con dos brazos iguales cilindricos, paralelos y vueltos hácia arriba (fig. 39). Se supone que en primer lugar se eche dentro de la curvatura ó codillo y hasta algunos dedos de altura una

(*) Este es el pequeño aparato conocido en los gabinetes de física con el nombre antiguo y ridiculo de *botella con los cuatro elementos*.

porción de mercurio, con el fin de interceptar la comunicación entre ambas ramas del sifón. Luego se vierte en el brazo BA aceite de un peso específico de 0,9 hasta una altura de 12 pulgadas encima del mercurio.

Se pregunta á qué altura CE este último líquido deberá subir en la rama opuesta para que haya equilibrio, ó en otros términos, cuál será la diferencia de altura del mercurio en ambos brazos del sifón?

Resp. Esta diferencia deberá ser igual á 0,794 de pulgada.

185. Hallándose dispuestas las cosas como en el problema anterior, se pregunta cuánta agua sería necesario echar en el brazo DC del sifón, para restablecer el nivel entre ambas columnas mercuriales?

Resp. Para lograr dicho efecto, será preciso echar agua hasta una altura de 10,8 pulgadas.

186. Todo hallándose dispuesto como anteriormente, se supone que se eche en la rama AB por encima del aceite espíritu de vino ó alcohol de una densidad igual á 0,8, y se quiere conocer qué cantidad de este nuevo líquido sería necesario añadir para que la superficie del aceite se ponga al nivel de la del agua contenida en la rama opuesta?

Resp. Vertiendo encima del aceite 20,4 pulgadas de alcohol, la superficie del aceite y del agua se hallarán en una misma línea horizontal; pero entonces resultará una diferencia de nivel equivalente á 1,2 pulgadas entre las columnas de mercurio.

187. Suponiendo en fin que se trate de restablecer por segunda vez el nivel relativo al mercurio en el aparato anterior, se pregunta: ¿cuánto aceite sería preciso echar en el brazo DC por encima del agua, para que desaparezca la diferencia de nivel en el mercurio?

Resp. Suponiendo dicho aceite de la misma densidad que el anterior, sería necesario añadir de este líquido hasta una altura de 18,43 pulgadas para lograr el efecto deseado.

488. Habiendo aplicado á favor de un cordel una placa ó disco de laton perfectamente plano A (fig. 40) y de dos líneas de grueso, contra el orificio inferior de un tubo de vidrio cilindrico casi del mismo diámetro, se hunde todo el aparato verticalmente en una masa de agua hasta la profundidad de 2 pulgadas y $9\frac{1}{2}$ líneas, de suerte que la placa metálica se pegue ó adhiera al orificio del tubo por la presion del líquido de abajo á arriba impidiendo el que se introduzca en su interior. Dispuestas así las cosas, se vierte poco á poco agua por la abertura superior C del tubo hasta que la placa se despegue y caiga.

Se pregunta ¿cuándo dicho efecto deberá verificarse, sabiendo que el peso específico del laton está espresado por 8,4?

Resp. La separacion y caída del disco metálico deberá tener lugar, cuando la columna de líquido interior haya llegado próximamente á la mitad de la altura del agua exterior.

489. Al repetir un experimento análogo, en una masa de espíritu de vino de una densidad igual á 0,79, y con una placa de vidrio de 3 líneas de grueso: se quiere saber ¿á qué profundidad de inmersion la placa deberá adherirse de resultas de la presion del líquido ambiente, sabiendo que el peso específico del vidrio está representado por 2,5?

Resp. La profundidad pedida deberá ser mayor que $9\frac{1}{2}$ líneas.

490. En otra esperiencia semejante, repetida con un disco de hierro de tres líneas de grueso, se hundió el tubo á una profundidad de 47 líneas en una masa de agua. Adherido el disco, se echó espíritu de vino de una densidad igual á 0,79 por el orificio superior.

Se desea conocer hasta qué altura poco mas ó menos será necesario echar este último líquido, para efectuar la separacion del disco, sabiendo que la pesantez específica del hierro está espresada por 7,8?

Resp. A una altura de 30 líneas próximamente.

191. Se manda explicar de qué modo la esperiencia que forma el asunto de las tres cuestiones anteriores, puede servir para comprobar la ley fundamental de la presión de los líquidos homogéneos, casi tan bien como el aparato costoso y voluminoso de *Pascal* imaginado para el efecto?

Resp. Es evidente que empleando para dichas esperiencias vasos de diversas formas y capacidades pero de una misma base y altura vertical, hundiendo estos vasos á una profundidad constante en una masa de agua conveniente, hasta hacer adherir el disco de metal ó de vidrio forrado de gamuza y sostenido en un principio por un cordel; es evidente, digo, que la presión producida interiormente sobre la base constante por cantidades muy desiguales del líquido, deberá ser juzgada igual en los diferentes vasos, si para despegar el disco es menester echar agua hasta una misma altura. La esperiencia confirma efectivamente este resultado.

Sin embargo se debe advertir, que en todas estas esperiencias la adherencia particular debida á la atracción de cohesión de las moléculas líquidas, puede modificar algun tanto dichos resultados.

192. Describir los diversos procedimientos mecánicos, de que se puede hacer uso para reunir en un mismo vaso y en capas separadas dos ó mas líquidos miscibles de diversas densidades ó pesos específicos, tales como agua y vino, agua y alcohol, agua y ácido sulfúrico, &c; indicando algunas aplicaciones notables con ciertos abusos á que pueden dar lugar esta clase de experimentos.

Experiencia del *pasa-vino*, y transformación aparente del agua en vino.

193. Un fragmento de plata pesando en el aire 3 onzas, se volvió á pesar despues de sumergido en el agua destilada, y en este caso su peso ya no era sino de 2 onzas, 5 dragmas y 36 granos.

Se pregunta cuál debía ser el peso específico de dicho metal relativamente al del agua representado por la unidad?

Resp. El peso específico pedido deberá ser espresado por el número 10,8.

494. Se desea conocer el peso absoluto de medio pie cúbico de oro, sabiendo que la pesantez específica de este metal está espresada por 19,26, y que el pie cúbico de agua pesa 70 libras, peso y medida de Francia.

Resp. El peso buscado será igual á 674,4 libras.

495. Dos bolas del mismo peso en el aire, una de estaño la otra de plomo, se pesaron tambien en el agua. La primera perdió en este líquido 1 onza, 3 dragmas y $2\frac{1}{2}$ granos de su peso, y la segunda 7 dragmas y 2 granos.

Se pregunta cuál debe ser la relacion entre los pesos específicos de ambos metales?

Resp. La gravedad específica del plomo debía ser á la del estaño, como 361 á 230.

496. Con el fin de determinar la pesantez específica de un fragmento de madera pesando 450 granos, se le juntó un fragmento de cobre pesando en el aire 480 granos y en el agua 460 granos. Se halló tambien que el sistema de ambos cuerpos pesaba en el aire 330 granos y en el agua 60 granos.

Se pregunta ¿cuál debía ser la espresion del peso específico de la madera sometida á la esperiencia?

Resp. La pesantez específica pedida será representada por el número 0,6.

497. Se quiere determinar el peso específico de un fragmento de una sal soluble en el agua y en el alcohol, pesándola sucesivamente en el aire y en el agua y en el aceite de trementina. El primer peso se halló ser igual á 308 granos y el segundo á 252. Hecho eso, se pesó sucesivamente en el agua y en el aceite de trementina una bola de metal del peso de 5 onzas, 5 dragmas y 60 granos, la cuál perdió en el primero de dichos líquidos $\frac{1}{20}$ de su peso y en el dicho aceite 125 granos.

Se pregunta ¿cuál era la gravedad específica de la sal propuesta?

Resp. La pesantez específica pedida debe ser expresada por 4,166.

498. Habiendo averiguado que una botella de vidrio puede contener 9 libras, 11 onzas, 3 dragmas y 24 granos de agua destilada, se quiere conocer la capacidad cúbica de dicho vaso expresada en pulgadas cúbicas, sabiendo que la pulgada cúbica de agua pesa 373 granos de Paris.

Resp. La capacidad que se busca será equivalente á 240 pulgadas cúbicas Francesas.

499. Se quiere determinar á favor de un método análogo el volúmen de una varra de plata pura del peso de 42 libras, 6 onzas y 3 granos, sabiendo que el peso específico de este metal se halla expresado por 10,47?

Resp. El volúmen pedido será equivalente á 400 pulgadas cúbicas.

Nota. La solución de varias cuestiones anteriores y subsecuentes, depende, según se ve, de la relación conocida entre el peso absoluto de los cuerpos, su volúmen ó capacidad material, y la expresión numérica de su densidad ó gravedad específica contenida en las tablas que diversos físicos han formado con el auxilio de experimentos esactos y laboriosos, y en las cuales el peso específico del agua sirve de unidad ó término de comparación.

Acordándonos que el peso de un cuerpo cualquiera es igual á su gravedad específica multiplicada por su volúmen: llamando V el volúmen, S su peso específico y P su peso absoluto, $373 \times S$ expresará el peso de una pulgada cúbica de dicho cuerpo en granos de Paris. Por consiguiente tendremos siempre las tres relaciones siguientes:

$$P = 373 S V, \quad S = \frac{P}{373 V} \quad V = \frac{P}{373 S}$$

O bien en medidas y pesos españoles aproximados:

$$P = 250 \text{ S V}, S = \frac{P}{250 \text{ V}} \text{ V}, = \frac{P}{250 \text{ S}}.$$

Hemos visto anteriormente que el número 373, ó mas bien $373\frac{1}{2}$ granos, de que hacemos muchas veces uso en estas cuestiones, es el peso absoluto y aproximativo de la pulgada cúbica de agua, suponiendo el peso del pie cúbico equivalente á 70 libras de Francia. El número 250,76 granos españoles es un poco mas exacto: lo que por lo demas importa poco para el fin que nos proponemos en estas cuestiones.

200. Se quiere determinar la pesantez específica del éter sulfúrico por medio de un *areómetro de Fahrenheit* cuyo peso absoluto se halló igual á 460 granos. Se averiguó que para hundir el instrumento hasta la señal indicada en la varilla, ó en otros términos para *enrasar* el areómetro, en el agua destilada, era necesario cargar el platillo con un peso de 458 granos, y que para producir el mismo grado de inmersión en el éter propuesto, era menester un peso de 38 granos.

Se pregunta cuál debia ser la gravedad específica de dicho éter?

Resp. Debe hallarse espresada por la fracción 0,805.

201. Para determinar el peso específico de un fragmento de mármol, á favor del *gravímetro de Nicholson*, se hicieron los tres esperimentos siguientes, retirando cada vez los pesos anteriores.

La primera carga (pesos solos) del platillo superior era de 4 dragma y 28 granos; la segunda carga (peso adicional con el mármol) 46 granos. La tercera carga (hallándose el mármol sumergido en el platillo inferior) era de 66 granos.

Se pregunta cuál debia ser la gravedad específica de dicha piedra?

Respuesta. Debe ser espresada por 2,7.

202. Con el auxilio de un *areómetro de Fahrenheit* se halló que el peso específico del éter sulfúrico era al peso específico del agua, como 83 á 103. Se sabe á mas que para hacer sumergir dicho instrumento hasta la señal indicada en el agua, era necesario cargar su platillo con un peso igual á 158 granos, y en seguida con 38 granos para obtener el mismo efecto en el éter.

Se pregunta cuál era el peso absoluto del *areómetro* empleado?

Resp. Dicho instrumento debía pesar 460 granos.

203. Al determinar la gravedad específica de una sustancia metálica, mediante el *gravímetro de Nicolson* y de una agua impura, se han hecho las experiencias siguientes.

Actuando en el agua impura, fue necesaria una carga de 160 granos para enrasar el *areómetro*, 130 granos por segunda carga, y 136 por tercera carga. Se sabe además, que para enrasar al instrumento en el agua pura ó destilada, era menester cargar el platillo de 50 granos, y que en último resultado la gravedad específica buscada del dicho metal se halló espresada por el número 6.

Se pregunta: 1.º, cuál era la densidad del agua impura sirviendo en el primer experimento? 2.º Cuál era el peso absoluto del instrumento?

Resp. Pesantez específica del agua impura 1,2. Peso del *areómetro* 500 granos.

204. Se quiere saber cuál era el peso del gas hidrógeno contenido en un globo de vidrio capaz de contener 16 libras, 3 onzas y 16 granos de agua pura; sabiendo que la gravedad específica de dicho gas comparada con la del aire atmosférico se halla espresada por 0,073, que la pulgada cúbica de aire pesa 0,46 de grano, y la pulgada cúbica de agua 373 granos?

Resp. El peso que se busca será igual á 13,432 granos de Paris.

205. Se propone un fragmento de corcho con otro de oro puro, pesando cada uno en el aire una libra. Se sabe que la pesantez específica del primero de dichos cuerpos es 0,24 y la del segundo 19,26; suponiendo el peso del agua y del aire como en la cuestión anterior.

Se desea averiguar cuánto mas pesaria en el vacío la libra de corcho que la libra de oro?

Resp. La diferencia ó exceso de peso pedido deberá ser igual á 46,7746 granos.

206. Suponiendo que el peso específico del hielo sea al peso específico del agua líquida, como 8 á 9; se pregunta cuál deberá ser el volúmen de la porción sumergida de una masa de hielo flotante de cerca de 18000 pies cúbicos?

Resp. La parte sumergida deberá ser equivalente á 46000 pies cúbicos, poco mas ó menos.

Observacion. Este resultado, no siendo mas que la traduccion de un teorema conocido de hidrostática relativo á los cuerpos flotantes, es fácil segun eso juzgar de la masa enorme de las montañas de hielo flotantes tan peligrosas para los navegantes en las regiones polares, y cuya parte visible se eleva á veces á manera de torres á centenares de pies encima de la superficie del mar.

207. Haciendo flotar alternativamente en la superficie de dos líquidos diferentes L y L' un fragmento de corcho, se averiguó que en el primero de dichos líquidos la parte sumergida era los $\frac{2}{7}$ del volúmen total del corcho, y $\frac{1}{3}$ en el segundo líquido.

Se pregunta ¿cuál debia ser la relacion entre las gravedades específicas de ambos líquidos?

Respuesta. El peso específico del líquido L debia ser al del líquido L', como 7 á 10.

208. En otra esperiencia se ha hecho flotar alternativamente en la superficie del agua y del espíritu de vino, un fragmento de corcho pesando 1 onza, 4 drag-

ma y 52 granos, y cuya gravedad específica era expresada por 0,2.

Se quiere saber cuál era el volúmen de la parte sumergida del corcho en ambos fluidos?

Resp. En el espíritu de vino el volúmen sumergido debía ser equivalente á 4 pulgadas cúbicas, y á $2\frac{2}{3}$ pulgadas en el agua.

209. Se propone una mezcla ó aleacion metálica del peso de una libra, compuesta de oro y plata puros. Se sabe que la pesantez específica del oro está expresada por 19, la de la plata por 10, y la de la aleacion por 14, despreciando para simplificar las decimales.

Se pregunta cuáles debian ser las cantidades absolutas de oro y de plata del compuesto metálico, suponiendo que durante la combinacion no haya habido variacion de volúmen?

Resp. La cantidad de oro debía ser igual á $3\frac{8}{3}$ libra, ó 9 onzas, 5 dragmas y $14\frac{6}{7}$ granos, y la cantidad de plata $2\frac{5}{3}$ de libra ó 6 onzas, 2 dragmas y $57\frac{1}{7}$ granos.

Nota. Este es, como se ve, el famoso problema de la corona del Rey Hieron, de que Arquímedes halló la solucion en el baño, y cuya análisis se puede en el dia presentar de un modo muy sencillo, acordándose de los principios hidrostáticos sirviendo de base á las cuestiones anteriores, y principalmente de que el peso de un cuerpo cualquiera iguala su pesantez específica multiplicada por el volúmen.

Sea en efecto P el peso de una aleacion, mezcla ó combinacion binaria cualquiera, su gravedad específica α , y por consiguiente su volúmen será $\frac{P}{\alpha}$. Sea x el peso del oro, ó generalmente de uno de los componentes de la mezcla, su peso específico b, y por consiguiente su volúmen $\frac{x}{b}$. El peso de la plata, ó generalmente del otro componente, será P—x; siendo

su peso específico c , su volúmen será $\frac{P-x}{c}$. Tendremos pues

$$\frac{x}{b} + \frac{P-x}{c} = \frac{P}{a}$$

de donde se saca

$$x = \frac{bP}{a} \times \frac{c-a}{c-b} = \frac{bP}{b-c} \left(1 - \frac{c}{a}\right).$$

Esta fórmula sirvió á la solución de nuestro ejemplo particular. Sin embargo es muy esencial observar que no puede aplicarse rigurosamente, sino cuando se trata de mezclas ó aleaciones cuyos factores ó componentes no son susceptibles de cambiar de volúmen durante su combinación, condicion que en la mayor parte de los casos no se verifica.

210. Se propone un pedazo de corcho de una gravedad específica igual á 0,24 y pesando en el aire 5 onzas, y se desea conocer qué peso de metal sería necesario añadir al corcho, para que este cuerpo se hunda enteramente en el agua?

Resp. El peso que se busca deberá ser equivalente á 9120 granos, ó 15 onzas, 6 dragmas y 48 granos, prescindiendo de la pérdida de peso que el metal sufrirá por su inmersión en el líquido.

211. Se sabe que para sostener en equilibrio en el espíritu de vino de una densidad igual á 0,7 un cubo de mármol, se necesita un esfuerzo equivalente á 13500 granos ó 1 libra, 7 onzas, 3 dragmas y 36 granos; siendo la gravedad específica del mármol 2,7.

Se pregunta cuál debía ser la longitud ó el diámetro del cubo sumergido?

Respuesta. Tres pulgadas.

212. En otra esperiencia análoga se pesó también un cubo de vidrio en el agua y en el espíritu de vino de una densidad igual á 0,78. En el primero de dichos líquidos el peso del cuerpo sólido era de 15406,5 granos, y en el segundo 17322,42 granos.

Se quiere conocer el diámetro del cubo?

Resp. Debía ser de tres pulgadas, como el anterior.

213. Sabiendo que una bola maciza de vidrio pesó en el aire 3906,0187 granos, y 2687,3409 granos sumergida en el espíritu de vino, se pregunta cuál debía ser el diámetro de dicha bola?

Resp. Dos pulgadas.

214. Se propone un pedazo de cobre del peso de 29050 granos ó 3 libras 2 onzas 3 dragmas y 34 granos, tratándose de hacer nadar este metal en la superficie de un baño de espíritu de vino de una densidad igual á 0,7, bajo la forma de un cilindro hueco cuya altura debe ser igual á su diámetro.

Se pregunta cuál debería ser por lo menos el diámetro del cilindro proyectado?

Resp. Casi seis pulgadas.

215. Un nadador tímido quisiera saber qué cantidad de corcho sería suficiente para sostenerle flotando en el agua sin trabajo alguno. Con este fin empieza determinando el volumen de su cuerpo, sumergiéndose enteramente en un baño estrecho y cilíndrico de 16 pulgadas de diámetro interior, notando que durante esta inmersión la superficie del agua del baño se elevó de 17 pulgadas por encima de su nivel primitivo.

Se supone además que el cuerpo de dicho hombre es de un décimo más pesado que igual volumen de agua, y que la gravedad específica del corcho es la cuarta parte de la del mismo líquido.

Se desea conocer la cantidad ó peso absoluto de corcho necesario para mantener el cuerpo de dicho hombre en equilibrio en medio del agua?

Resp. La cantidad pedida deberá ser igual á 4 libras, 9 onzas, 6 dragmas y 16 granos; de suerte que 5 á 6 libras de corcho serían más que suficientes para hacer flotar al cuerpo de dicho hombre en la superficie del agua.

216. Un sistema ó conjunto de dos cuerpos sólidos

A y B, se halla en equilibrio en el interior de una masa líquida cuya pesantez específica es inferior á la del cuerpo A, y superior á la de B. El peso absoluto del sólido A es equivalente á 5 onzas y su pesantez específica 3; el peso absoluto de B es igual á 1 dragma y 48 granos y su gravedad específica $\frac{2}{3}$.

Se pregunta cuál debía ser la pesantez específica del líquido?

Resp. Debía ser espesada por 2.

217. Un sistema semejante de dos cuerpos se halla en circunstancias análogas en una masa de agua. Se sabe que el peso específico del cuerpo A es igual á 2, el del cuerpo B á 0,2, y el peso absoluto del conjunto de ambos cuerpos 1 dragma y $40\frac{1}{2}$ granos.

Se pregunta cuál era el peso absoluto de cada uno de dichos sólidos?

Resp. El cuerpo A pesaba 100 granos y el cuerpo B $112\frac{1}{2}$ granos.

218. Sabiendo que la densidad del aire se aumenta durante los mayores frios del invierno en la quinta parte de su peso medio, y disminuye durante la estación calurosa una sétima parte: se pregunta cuál deberá ser en invierno y en verano el peso absoluto de un globo macizo de vidrio de 45 pulgadas de diámetro y del peso de 478 libras 9 onzas 4 dragmas y 59,06 granos durante la temperatura media?

Se hace abstracción de la dilatación propia del sólido, suponiendo el peso específico del vidrio igual á 2,5; y el peso del aire y del agua como en las cuestiones anteriores.

Resp. Peso del globo de vidrio en invierno 478 libras 9 onzas 2 dragmas y 40 granos. Peso del mismo en verano 178 libras 9 onzas 6 dragmas y 31 granos, despreciando las fracciones de grano.

219. Se pregunta si un hombre nadará mas fácilmente en una agua muy honda que en otra de una profundidad mediana, suponiendo que en ambos casos

la parte sumergida del cuerpo sea la misma, y que haya bastante líquido para permitir á las extremidades su perfecto ejercicio.

220. Explicar por qué el cadáver de un hombre anegado cae desde luego en el fondo del agua, y vuelve comunmente á la superficie del líquido al cabo de cierto número de dias, para hundirse de nuevo; repitiéndose este fenómeno varias veces en seguida?

221. Se trata de explicar por qué al echar un pedazo de azúcar de pilon en un vaso de agua, se separan comunmente varios pequeños fragmentos que suben á la superficie del líquido, volviendo á hundirse de nuevo y á subir varias veces en seguida?

222. Explicar mediante qué mecanismo los peces tienen la facultad de subir y bajar arbitrariamente en el agua, á favor de la vejiga natatoria que poseen la mayor parte de estos animales?

Citar los fenómenos hidrostáticos mas notables que ofrecen bajo este respecto los peces llamados por los naturalistas *Diodon* y *Tetraodon*, los moluscos llamados *Náutilos* y *Argonautas*, con otros varios animales marinos.

223. ¿Mediante qué procedimiento se puede conseguir el hacer nadar un huevo entre dos aguas, de modo que permanezca en equilibrio en cualquier punto de la masa líquida?

¿De qué modo se puede producir el mismo efecto con una gota de aceite, y qué fenómeno notable ofrece en este caso la forma de dicha gota?

224. Indicar cómo seria posible equilibrar en una masa de agua salada dos figuritas de esmalte (*ludiones* ó diablos de *Descartes*), de modo que al echar en el vaso que los contiene agua caliente, una de dichas figuritas se hunda, al paso que la otra sobrenada, sin tocar al vaso con la mano?

225. Explicar á favor de qué arbitrio se pudiera equilibrar un cuerpo sólido en una masa de agua ó de otro líquido, de suerte que despues de un tiempo mas

ó menos largo dicho cuerpo suba á la superficie del líquido, ó bien se hunda al fondo espontáneamente, sin que sea permitido tocar ni el líquido ni el vaso que le contiene.

226. Describir un procedimiento mecánico para pesar una mole de piedra ó de metal indivisible y demasiado considerable para nuestras balanzas ó romanas, valiéndose para el efecto de un principio de hidrostática relativo á los cuerpos flotantes?

227. De qué modo se puede estraer, á favor del mismo principio, del fondo de las aguas un barco sumergido, ó bien otras masas de un peso muy considerable?

Procedimiento particular de que se hace á veces uso en la marina para alzar el ancla.

228. Mencionar otra aplicacion ingeniosa del mismo principio hidrostático concerniente á los cuerpos flotantes, para mantener á el agua en un nivel constante en las esclusas, depósitos de aguas, y en varios experimentos hidráulicos.

229. Un mercader avariento traficando con varios géneros preciosos de poco peso y mucho volúmen, tales como encages, plumas de avestruz, plumon, &c. se dirige á un fisico para preguntarle cuál es la estacion mas ventajosa para comprar y vender al peso dicha clase de géneros.

Se pregunta cuál deberá ser la respuesta de un fisico instruido?

Respuesta. Recordando los principios de hidrostática relativos á la pérdida de pesos que sufre todo cuerpo sólido sumergido en un fluido cualquiera, y aun en el mismo aire atmosférico, y sabiendo además que durante el verano el aire dilatado por el calor se hace mas ligero, mas raro, tal como existe naturalmente (pero por otra causa) en un parage muy elevado; se deducirán fácilmente los corolarios siguientes, que podrán tal vez parecer paradojas á ciertas personas, pero que sin embargo no dejan de ser verdades compro-

badas por la experiencia, y que servirán de respuesta á la cuestion anterior.

1.º Una libra de plumas ó de encajes pesa mas que una libra de plomo ó de oro.

2.º Cualquier cuerpo sólido pesa mas en verano que en invierno.

3.º Dos cuerpos de volúmenes muy diferentes en equilibrio en la superficie de la tierra, no podrán conservar un equilibrio riguroso ó matemático, hallándose trasportados ya sea en la cumbre de una montaña elevada ó bien en el fondo de una mina profunda.

230. Suponiendo que se haya formado una bola heterogénea con partes iguales de una amalgama de plomo y mercurio, y que se la coloque en la superficie de un baño de mercurio; se pregunta si seria posible determinar *á priori* y mediante unos raciocinios puramente hidrostáticos, en qué cantidad dicha bola deberá hundirse dentro del baño de mercurio?

231. Se proponen dos cajas iguales en un todo y de un mismo peso: la primera conteniendo hierro y la segunda cobre.

Se pregunta si á favor de algun procedimiento hidrostático seria posible distinguir, sin abrirlas, la especie de metal que encierra cada cual de dichas cajas? Y suponiendo la solucion del problema imposible por este medio, se quiere saber si no se pudiera conseguir á favor de algun otro arbitrio fisico?

232. Habiendo puesto en equilibrio en uno de los brazos de una balanza muy sensible (fig. 41) un tubo de vidrio abierto superiormente y lleno de agua, en cuyo interior está sumergida una bala de plomo suspendida á favor de un hilo en el mismo brazo de la balanza; se pregunta, si al cortar ó quemar dicho hilo de modo que la bala caiga al fondo del tubo, deberá turbarse el equilibrio del sistema, y en qué sentido? (*).

(*) Este curioso experimento es debido al celebre Leibnitz.

HIDRODINÁMICA Ó HIDRÁULICA.



233. **S**e propone un vaso prismático lleno de agua á una altura constante de 20 pies, y taladrado en su base supuesta delgada con un pequeño orificio circular. Se quiere conocer la velocidad uniforme con que el líquido saldrá del vaso?

Resp. El líquido á su salida gozará de una velocidad capaz de hacerle correr 34,76 pies por segundo. (*)

234. Habiendo propuesto otro vaso cilindrico de diez pies de altura, lleno de agua mantenida en un nivel constante, con un orificio redondo de una pulgada de diámetro hecho en el fondo delgado; se quiere conocer en pulgadas cúbicas el gasto ó la cantidad de líquido que deberá salir del vaso en un minuto de tiempo?

Resp. Esta cantidad, calculada por el método de *Bossut*, comprendida la reduccion causada por la contraccion de la vena fluida, será equivalente á 8662½ pulgadas cúbicas. Pero el citado geómetra halló por esperiencia, que el gasto efectivo no era en realidad sino de 8574 pulgadas cúbicas.

235. La altura de la carga de líquido siendo de 12 pies, se pregunta cuál deberá ser el diámetro del orificio circular, para que salga del vaso una cantidad de agua equivalente á 158 pies cúbicos 216 pulgadas cúbicas al cabo de dos minutos de tiempo?

(*) En los problemas siguientes de hidráulica se ha supuesto la fuerza de la pesantez como en Paris, haciendo uso de las fórmulas del tratado de Hidrodinámica del abate *Bossut*.

Resp. El diámetro pedido deberá ser igual á tres pulgadas.

236. La dimension del orificio siendo de seis líneas de diámetro, se quiere saber cuál debería ser la altura del líquido por encima, para que el vaso suministre una cantidad de líquido equivalente á $4386\frac{1}{2}$ pulgadas cúbicas por cada minuto?

Respuesta. La altura que se busca deberá ser igual á 46 pies.

237. Se sabe por experiencia, que un vaso prismático lleno de agua mantenida constantemente á una altura de 4 pies, y taladrado en su fondo delgado con un agujero circular de una pulgada de diámetro, ha suministrado una cantidad de agua equivalente á 5436 pulgadas cúbicas.

Se pregunta qué cantidad de líquido daría en el mismo tiempo otro vaso, cuyo orificio tambien redondo tuviese tres pulgadas de diámetro, siendo la altura del líquido ó la carga igual á 46 pies?

Se debe calcular la variacion de gasto segun que el orificio está taladrado en una pared delgada ó gruesa, y segun que se adapta en ella un tubo corto y cilindrico.

Resp. Siendo delgado el fondo del vaso, el gasto del líquido será de 97848 pulgadas cúbicas. Con fondo grueso esta cantidad no será sino de 61455 pulgadas; y en el caso de un tubo adicional el gasto será equivalente á $79501\frac{1}{2}$ pulgadas cúbicas.

238. Sabiendo que dos vasos semejantes suministraron una misma cantidad de agua, el primero en dos minutos bajo una presión ó carga constante de 9 pies y por un orificio de una pulgada cuadrada de área ó superficie: el segundo bajo una carga de 25 pies y por un orificio de $\frac{1}{4}$ de pulgada cuadrada; se pregunta cuánto tiempo habrá durado el desagüe del segundo vaso?

Resp. Durante un minuto y 36 segundos.

239. Se propone un vaso cilindrico de un pie de

diámetro interior y de 45 pulgadas de altura, taladrado en su fondo con un agujero circular de 6 líneas de diámetro.

Se quiere conocer el tiempo que este vaso, supuesto lleno de agua, tardará en vaciarse enteramente?

Resp. El tiempo pedido será próximamente igual á 288 segundos ó 4 minutos y 48 segundos.

240. Habiéndose llenado por segunda vez el vaso del problema anterior, se desea saber cuánto tiempo el líquido tardaría en bajar de las dos terceras partes de su altura total, es decir, de una altura de 30 pulgadas?

Resp. El tiempo que se busca será próximamente de 127 segundos, ó un minuto y 7 segundos.

241. Hallándose todo dispuesto como anteriormente, se quiere conocer: 1.º la cantidad de agua que suministraría el vaso durante los 288 segundos si estuviera constantemente lleno: 2.º la cantidad que daría vaciándose como en el problema penúltimo?

Resp. En el último caso, el gasto del líquido sería equivalente á 5089 pulgadas cúbicas; y en el primer caso dicha cantidad sería poco más ó menos de 4078 pulgadas cúbicas: quiere decir, que bajo un nivel constante el gasto del líquido sería doble.

242. Se propone un tubo cilíndrico de 42 pies de altura, taladrado inferiormente con un agujerito proporcionado de tal suerte, que al vaciarse el agua de que se supone enteramente lleno, el nivel del líquido baje precisamente una pulgada durante la primera hora.

Se pregunta por qué regla sería preciso dividir la altura del tubo en doce partes, para que el aparato pueda servir en vez de *clepsidra* ó reloj de agua?

243. ¿Cuál deberá ser la forma del vaso anterior, para que, hallándose lleno de agua y taladrado inferiormente con un agujero conveniente, el líquido saliese bajando su nivel igualmente en tiempos iguales?

Resp. El vaso que se busca debería ser un *paraboloide* engendrado por la revolución de una parábola del

cuarto grado. Vuelto semejante paraboloides hueco con el vértice abajo, y taladrado en esta parte con un agujero conveniente, el agua saldrá segun las condiciones pedidas.

En cuanto á la descripción de dicha especie de parábola, el lector curioso hallará un método gráfico bastante sencillo en las recreaciones matemáticas de *Ozanam*, y en el tomo de la enciclopedia intitulado *Amusemens des Sciences*.

244. Describir los principales medios mecánicos (diferentes de los dos anteriores), de que se puede hacer uso para construir una *clepsidra* ó reloj de agua, ya sea con este líquido, ó bien con arena?

245. Suponiendo exacta la regla hallada por *Mariotte* relativa á la altura de los surtidores de agua, despues de reducidos á su mínimo los diversos obstáculos, á saber: que *las diferencias de alturas de los surtidores verticales con las alturas de sus depósitos, son entre sí sensiblemente como los cuadrados de las alturas de los surtidores*; y sabiendo ademas, que una altura de carga líquida de 5 pies y una pulgada puede suministrar un chorro de agua de 5 pies; se pregunta cuál deberá ser la altura de un depósito para lograr un surtidor de 30 pies?

Resp. La altura pedida deberá ser igual á 33 pies.

246. Se quiere hallar segun la misma regla, á qué altura podrá elevarse poco mas ó menos el chorro proporcionado por un depósito de 36 pies de altura, suponiendo las cosas en las circunstancias mas favorables?

Resp. La altura del chorro podrá ser próximamente de $32\frac{1}{2}$ pies.

247. Suponiendo que el gran chorro de agua de la *Fama* en los jardines reales de San Ildefonso, se eleva, segun dicen, á 120 pies de altura vertical; se pregunta cuál debe ser la velocidad del agua al salir del orificio, y la altura del nivel de agua en el gran depósito ó estanque llamado el mar?

Resp. La altura del agua en el depósito deberá ser por lo menos de 168 pies, y la velocidad del líquido al orificio de 100 pies por segundo próximamente.

248. Admitiendo que los cuadrados de los caños de conduccion deben ser entre sí en razon compuesta de los cuadrados de los diámetros de los orificios y de las raices cuadradas de las alturas de los depósitos; y sabiendo por esperiencia, que para una altura de depósito de 46 pies y un orificio de 6 líneas de diámetro el tubo de conduccion debe tener por lo menos $28\frac{1}{2}$ líneas de diámetro; se pregunta cuál deberá ser el diámetro del conducto correspondiendo á un depósito de 52 pies de altura y un orificio de 6 líneas de diámetro?

Resp. Tres pulgadas y dos líneas, poco mas ó menos.

249. Explicar cómo sucede á veces que un surtidor de agua se eleva por momentos mucho mas alto de lo que deberia suceder segun la teoría y la altura del depósito?

Aplicacion que se puede hacer de este fenómeno para lograr mayor altura en los surtidores, y explicacion del silvido ó sonido armonioso que produce muchas veces en este caso el agua mezclada con aire á su salida del orificio.

250. Un depósito elevado á una altura de 9 pies encima del orificio de un tubo de conduccion encorvado, destinado á dar salida á un pequeño surtidor, se halla alimentado por un manantial constante que puede suministrar un pie cúbico de agua por minuto.

Se pregunta cuál deberá ser poco mas ó menos el diámetro del orificio, para lograr con dicha cantidad de agua un surtidor permanente?

Se hace abstraccion de los obstáculos que puede ofrecer el caño de conduccion, y se sabe por esperiencia que el gasto efectivo de líquido por minuto, bajo una carga de 46 pies de altura y por un orificio circular de una pulgada de diámetro, es de 10800 pulgadas cúbicas.

Resp. El diámetro que se busca debe ser por lo menos de $5\frac{1}{2}$ líneas próximamente.

251. Se propone establecer en un jardín un surtidor de agua, teniendo á su disposicion un depósito elevado á 36 pies encima del orificio. Dicho depósito contiene 5834 pies cúbicos de agua, y se halla alimentado á favor de un manantial constante pudiendo proporcionar $4\frac{1}{5}$ pies cúbicos de agua por minuto.

Suponiendo establecidas las reglas indicadas en la cuestion anterior, se pregunta:

1.º ¿Cuál deberá ser el gasto de líquido suministrado por el chorro?

2.º Qué diámetro se debe dar para esto al orificio?

3.º Qué diámetro interior debe tener el caño de conduccion?

4.º En fin, á qué altura poco mas ó menos podrá subir el chorro?

Resp. El gasto será equivalente á 16200 pulgadas cúbicas de agua por minuto; el orificio del surtidor deberá ser de 0,36 pulgadas ó un poco mas de 4 líneas de diámetro; el tubo de conduccion tendrá 2,9 pulgadas ó mejor 3 pulgadas de diámetro; y observando todas estas condiciones, el chorro podrá subir á una altura de 32 pies, haciendo abstraccion de la resistencia del aire y del rozamiento en el orificio.

252. Suponiendo que el chorro del problema anterior salga del centro de un pilon circular y cilindrico de 50 pies de diámetro y 30 pulgadas de profundidad; se quiere saber en cuánto tiempo el agua llenará dicho pilon en totalidad?

Resp. En 8 horas 43 minutos y medio, poco mas ó menos.

253. Se supone que se pueda disponer de un depósito ancho y poco profundo conteniendo 20 toesas cúbicas de agua, pero sin mantenerse lleno, de modo que no se pueda efectuar el surtidor propuesto sino durante un tiempo limitado. El orificio del surtidor

que se quiere emplear tiene 6 líneas de diámetro, y la altura media del agua encima de esta abertura es de 36 pies, y se supone que para calcular el gasto del líquido se haga uso del resultado indicado en el problema antepenúltimo.

Se desea conocer cuánto tiempo, sobre poco mas ó menos, podrá durar el chorro?

Resp. Al rededor de 30 horas y 42 minutos. La elevacion del surtidor será próximamente como en el problema penúltimo.

254. Un vaso cilíndrico de 13 pies de altura y mantenido enteramente lleno de agua, se halla taladrado con un orificio lateral á 9 pies de distancia debajo del nivel líquido, de suerte que al salir de dicha abertura en direccion horizontal el líquido describirá una media *parábola* cuyo vértice corresponde al orificio.

Se quiere conocer la amplitud de dicha curva, es decir, la mayor distancia á la cuál el agua se lanzará, medida en el plano horizontal que pasa por el pie del vaso.

Se prescinde en este problema y los tres siguientes de la resistencia del ambiente.

Resp. La amplitud pedida de la curva será de 12 pies.

255. Siendo propuesto otro vaso colocado en circunstancias análogas pero de 36 pulgadas de altura, supuesto tambien lleno de agua, y sabiendo que el chorro líquido al lanzarse por el orificio lateral, ha llegado en su mayor amplitud á una distancia igual á la altura del nivel líquido: se pregunta á qué altura debia hallarse el orificio lateral?

Resp. A la mitad de la altura del vaso.

256. Suponiendo que la altura del nivel del líquido sobre el plano horizontal sea igual á 400 pulgadas, se pregunta en qué punto seria preciso taladrar el orificio para que el chorro se lanzase á 60 pulgadas de amplitud?

Resp. Dicho orificio deberá hallarse á 90 pulgadas debajo del nivel del liquido.

257. Otro vaso cilindrico lleno de agua se halla taladrado con un orificio lateral inclinado de tal modo que la direccion inicial del chorro haga un ángulo de 30 grados con el horizonte, y dicho orificio se halla á 4 pies debajo del nivel del liquido.

Se pregunta: 1.º ¿Cuánto tiempo tardará el chorro parabólico para subir y bajar al plano horizontal que pasa por el orificio?

2.º ¿Cuál será la mayor elevacion del chorro?

3.º En fin cuál será su amplitud horizontal?

Resp. El tiempo pedido deberá ser igual á 0,51 de segundo, ó un poco mas de medio segundo. La altura del chorro será de un pie, y su amplitud de 6,92 pies.

258. Explicar el mecanismo de la natacion de los peces, y el vuelo de las aves, por las reglas de la mecánica?

259. Presentar bajo un solo punto de vista y discutir los principales medios imaginados para dirigir una barca, ya sea en la superficie del agua, ó bien entre dos aguas.

Ensayos modernos de navegacion sub-marina, y motivos de la superioridad del motor de que se hace uso en los barcos de vapor, sobre la accion de las velas.

260. Explicar en virtud de qué principio mecánico una barca oblicua á la corriente de un rio, y retenida á favor de una cuerda que puede deslizarse á lo largo de una soga tendida de una orilla á otra, atraviesa al rio por sola la impulsión del agua?

261. Aplicar los mismos principios relativos al choque de los fluidos, á los efectos de los remos, del timon y de las velas en los navios; explicando de qué modo se verifica que un buque puede bordear ó navegar contra la direccion del viento.

262. Hacer la comparacion de los efectos de las

ruedas hidráulicas movidas por el choque ó por el peso del agua , esponiendo la causa verdadera del movimiento de las ruedas llamadas de *reaccion*; la ascension espontánea de un cohete inflamado, y el movimiento de rotacion que toma al encenderse una rueda ó sol de fuegos artificiales.

263. Indicar y discutir los principales medios imaginados por los fisicos para medir y comparar la velocidad y fuerza de una agua corriente, así como la del viento.

264. Cuál es la causa de la ascension de una *cometa* (*) de papel que se hace volar contra el viento; y del movimiento de las aspas de un molino de viento? Inclinacion particular de estas aspas para surtir el máximo de efecto.

265. Suponiendo que un hombre colocado en una barquilla, ya sea mediante un fuelle, ó sea á favor de una eolípila, máquina de vapor, ú otro arbitrio cualquiera, sople en la vela: se pregunta si de semejante impulsión deberá resultar algun movimiento de traslacion en dicha barquilla?



(*) *Cometa* en España ó Italia, *buitre* en Inglaterra y *dragon* en Alemania. Aparato conocido de todos los niños, y que se hizo digno de llamar la atencion de los fisicos, despues que fue asunto de las sabias especulaciones de un *Euclero* y de un *Franklin*.

AEROSTÁTICA Y AERODINÁMICA.

266. Se proponen dos globos huecos y esféricos de vidrio, el primero de 8 pulgadas de diámetro vacío de aire; el segundo de 10 pulgadas de diámetro y lleno de aire á la misma densidad que el atmosférico exterior. Se hace comunicar la capacidad interior de ambos globos mediante sus llaves, y se pregunta:

1.º El valor de la densidad del aire interior enra-recido despues de restablecido el equilibrio?

2.º La expresion de dicha densidad á favor de una fórmula general en funcion de los radios de ambos globos?

Resp. La densidad del aire interior en el ejemplo particular será 0,661 de la densidad primitiva ó atmosférica; y representando este último por la unidad, llamando R el radio del globo lleno de aire y r el del globo vacío, la densidad pedida d será expresada por la fórmula siguiente:

$$d = \frac{R^3}{R^3 + r^3}.$$

267. Sean propuestos otros dos globos huecos de vidrio el primero de 264 pulgadas cúbicas de capacidad y enteramente vacío de aire; el segundo de una capacidad equivalente á 96 pulgadas cúbicas y conteniendo un poco de aire dilatado, en términos que un barómetro pequeño ó *proveta* colocado en su interior señale 2 pulgadas de altura.

Se pregunta qué cantidad deberá bajar la columna mercurial de dicho barómetro, despues de establecida

la comunicacion entre las capacidades interiores de ambos globos?

Resp. El mercurio del barómetro deberá bajar una cantidad igual á $17\frac{3}{5}$ líneas.

268. Despues de haber dilatado el aire contenido en un globo esférico, de suerte que el mercurio de la proveta en comunicacion con la máquina neumática empleada al efecto no señale mas que cuatro pulgadas de altura, estando el barómetro exterior á 28 pulgadas; se hace comunicar el espresado globo con un vaso cilindrico de la misma altura y diámetro interior que el globo y esactamente purgado de aire.

Se pregunta cuál deberá ser la espresion de la densidad del aire enrarecido en ambos vasos despues de su comunicacion; y cuál deberá ser á la sazón la altura del mercurio en la proveta colocada en su interior?

Resp. La densidad que se busca será los $\frac{2}{35}$ de la del aire exterior, y la altura del mercurio en la proveta deberá ser igual á 4 pulgada y $7\frac{7}{35}$ líneas.

269. Sabiendo que el pie cúbico de aire á la presion atmosférica de 28 pulgadas de mercurio pesa 795 granos de Paris, se quiere conocer lo que pesará dicha cantidad de aire cuando el barómetro haya bajado á 26 pulgadas?

Resp. El peso pedido deberá ser igual á 738,24 granos. Es decir, que desde el mínimo de presion atmosférica hasta el máximo el aumento de peso del pie cúbico de aire será poco mas ó menos de $\frac{1}{13}$ (*).

270. Se sabe que la capacidad del cuerpo de bomba de una máquina neumática sencilla es equivalente á 40 pulgadas cúbicas, y la capacidad del recipiente de que se hace uso equivale á 25 pulgadas cúbicas.

(*) En Madrid la altura media del barómetro suele ser de 26 á 27 pulgadas, y al nivel del mar esta altura es comunmente de 32 á 33 pulgadas españolas.

Se quiere conocer el número de las emboladas ó golpes de embolo que seria preciso dar para hacer bajar la columna mercurial de la *proveta*, ó barómetro corto interior, hasta 32 líneas, la altura del barómetro exterior hallándose á la sazón á 32 pulgadas?

Resp. Se necesitarán dar al rededor de siete emboladas.

271. Suponiendo que se haga uso de la misma máquina con el mismo recipiente, se pregunta hasta qué punto deberá bajar el mercurio de la *proveta* despues de diez emboladas, no habiendo variado la presion atmosférica exterior?

Resp. El mercurio de la *proveta* deberá bajar hasta una altura de 43 líneas.

272. Al servirse del recipiente anterior para otra máquina neumática sencilla, cuya bomba tenga una capacidad equivalente á 45 pulgadas cúbicas se pregunta:

1.º Cuántas emboladas serán precisas para producir la misma rarefaccion que en el problema penúltimo?

2.ºCuál será la espresion general de la relacion de emboladas en ambas máquinas?

Resp. El número pedido será poco mas ó menos equivalente á $5\frac{1}{2}$ emboladas; y llamando este número en ambos casos n y n' , las capacidades respectivas de las bombas b y b' , y la del recipiente comun r , la fórmula que se busca será $n : n', :: \log r - \log (p' + r) : \log r - \log (p + r)$. Es decir, que los números de emboladas serán recíprocamente como las diferencias de los logaritmos del recipiente y de la suma del recipiente y de la bomba.

273. Sabiendo que despues de doce emboladas la columna aérea de la *proveta* de una máquina para condensar el aire se redujo á los $\frac{2}{3}$ de su longitud primitiva, y que la capacidad del recipiente era de 72 pulgadas cúbicas: se quiere conocer la capacidad del cuerpo de bomba de dicha máquina de compresion?

Resp. La capacidad pedida debia ser equivalente á 21 pulgadas cúbicas.

274. Se sabe que en dos máquinas de compresion diferentes, pero empleando un mismo recipiente, las capacidades de las bombas se hallan entre si como 6 á 7.

Se pregunta en qué relacion deben hallarse los números de emboladas precisas para condensar el aire al mismo grado en ambas máquinas?

Resp. La relacion pedida deberá ser como 7 á 6; es decir, generalmente en razon inversa de las capacidades de las bombas.

275. Explicar el modo de construir una especie de *máquina neumática* muy sencilla con un tubo de piel flexible provisto de una llave y algunas libras de azogue.

Resp. Este aparato (fig. 42) sumamente sencillo y poco conocido, se llama segun creo *máquina neumática* de *Swedenborg*, del nombre de su inventor.

Sus partes esenciales se componen de un platillo AB, provisto inferiormente de una llave C con doble conducto como en las máquinas neumáticas ordinarias. Al orificio de esta llave se adapta inferiormente un tubo de pellejo largo y flexible DEF, pudiendo contener en su curvatura ó codillo inferior, doblado en forma de sifon inverso, al rededor de 6 á 8 libras de mercurio.

Elevando este tubo ó tripa de piel por el extremo F hasta que desaparezca el codillo, el mercurio comprimirá al aire encerrado en la parte D espeliéndole por el orificio O. Dando á la sazón un cuarto de vuelta á la llave, de modo que se comuniquen el tubo con el recipiente colocado en el platillo, y bajando el tubo como en nuestra figura, el azogue volverá á bajar causando un vacío en el espacio D, y por consiguiente tambien en el recipiente. Se concibe que repitiendo muchas veces esta maniobra, dichos movimientos alternativos y contrarios del tubo flexible, y variando cada vez segun conviene la disposicion de la llave, se conseguirá un vacío mas ó menos perfecto y próximo de aquel que se

puede lograr con una máquina neumática ordinaria. El platillo de este aparato se halla sostenido por una especie de tripode, poco mas ó menos como en la máquina antigua con estribo de *Nollet*.

276. Explicar de qué modo se puede, con el auxilio de la máquina neumática, vaciar completamente un huevo de gallina taladrado únicamente con un agujerito en la parte menos obtusa, llenando en seguida el huevo vacío, si se quiere, con alguna otra sustancia líquida.

277. Explicar cómo se puede, á favor de la misma máquina, hacer pasar casi todos los líquidos, y aun el mercurio, al través de la madera, la piel, &c. manifestando con estos experimentos la porosidad de dichos cuerpos.

278. ¿Cómo es posible construir dos figuritas ó *ludiones*, la primera nadando en la superficie del agua contenida en un vaso alto y cilíndrico, la segunda manteniéndose en el fondo del mismo; de suerte que calentando simplemente el líquido, la figurita mas ligera se sumerja espontáneamente al paso que la otra suba para sobrenadar?

Explicar de qué modo se pudiera producir los mismos efectos, colocando todo el aparato debajo del recipiente de una máquina neumática, enrareciendo el aire hasta cierto punto y restableciendo luego la comunicacion del recipiente con la atmósfera exterior?

Explicar en fin, de qué modo se pudieran lograr los mismos efectos debajo del recipiente de una máquina á propósito para condensar el aire.

279. Calcular de un modo aproximativo, cuál seria el peso del aire en la superficie de unos *hemisferios* de *Magdeburgo* perfectamente vacíos de aire y de un pie de diámetro, suponiendo el barómetro á 28 pulgadas, la gravedad específica del mercurio igual á 13,6, y el peso absoluto de una pulgada cúbica de agua de 373 granos de Paris?

Resp. El peso pedido será equivalente á 1743 libras, 4 onza y 52 granos poco mas ó menos.

280. Se quiere determinar, tambien de un modo aproximativo, el peso que la atmósfera ejerce en la totalidad del globo terrestre supuesto exactamente esférico; suponiendo el barómetro á 28 pulgadas, el peso del pie cúbico de mercurio equivalente á 980 libras, y cada grado de un círculo mayor de la tierra de 57000 toesas de Paris.

Resp. El peso pedido será poco mas ó menos equivalente á 110289821498181818 quintales de Paris.

281. Se desea evaluar próximamente la presión que sufriría un hombre de 15 pies cuadrados de superficie, sumergido á una profundidad de 64 pies en el fondo de un lago de agua dulce, sabiendo que la altura de un barómetro á la sazón era de $28\frac{4}{17}$ pulgadas, la densidad del mercurio y el peso del agua como en el problema penúltimo?

Resp. La presión pedida será equivalente á la de un peso de 400800 libras, y por consiguiente deberá ser poco mas ó menos triple de la presión que la atmósfera ejercería en el mismo individuo en la superficie de la misma agua.

282. Se propone un sifon de vidrio con brazos iguales y paralelos (fig. 43), sumergidos de una parte en un vaso lleno de alcohol y de la otra en el éter sulfúrico. Dispuesto así el aparato, se hace con la boca una succión por el tubito A adaptado á la curvatura del sifon. De resultas de la dilatación del aire en el sifon, los dos líquidos suben cada uno por su lado en la rama correspondiente, á saber, el alcohol hasta una altura de 44 pulgadas y el éter á 46 pulgadas.

Se pregunta á qué altura subirían dichos líquidos, si fuera posible causar un vacío perfecto en la parte superior del sifon, suponiéndose sus ramales bastante largos y hallándose el barómetro á la altura de 28 pulgadas?

Resp. En el vacío perfecto, el éter podría subir á una altura de 544 pulgadas, y el alcohol á 476 pulgadas. Es la relacion inversa de las densidades de ambos líquidos que se hallan entre sí como 7 á 8. (*)

283. Explicar de qué modo se puede, á favor de un sifon y de un vaso cilindrico, construir una especie de *clepsidra* ó reloj de agua, adecuada para medir el tiempo de un modo aproximativo.

284. ¿Por qué artificio se puede, con el auxilio de un sifon oculto, preparar un vaso de suerte, que hallándose en una posicion horizontal ó recta, pueda contener todo el líquido con que se le llena, pero que inclinándole como para beber, se vacie completamente?

285. Construir un barrilito ú otro vaso de tal modo, que al llenarle con agua, salga del mismo vino en la misma proporcion.

Construir sobre el mismo principio otra especie de vaso mágico, que pueda suministrar á voluntad dos ó tres líquidos diferentes.

286. Se quiere explicar, por qué razon un líquido se mantiene suspendido por la presion del aire en un tubo vertical cerrado superiormente y abierto inferiormente, siendo este último orificio pequeño; mientras que el líquido se cae cuando la abertura inferior del tubo pasa cierto diámetro.

287. Explicar mediante qué mecanismo ingenioso un hombre, con solo el auxilio de su propio soplo, puede producir un esfuerzo considerable y aun vencer su propio peso.

Observacion. Esta cuestion se refiere no solamente á la máquina conocida con el nombre de *fuella hidrostática*, sino tambien á otro aparato construido con varias vejigas que se ve igualmente en muchos gabinetes de Física experimental.

288. ¿Cómo es posible, valiéndose de la presion

(*) Este aparato está conocido en los gabinetes de Física con el nombre impropio de *areómetro con bomba*.

atmosférica, sin máquina neumática, levantar un peso considerable, y hasta una mesa, mediante un vaso comun de á cuartillo, un pedazo de gamuza mojada y un vela encendida?

289. Se pide la esplicacion de los dos esperimentos ó problemas siguientes, que se repiten á veces en ciertas tertulias.

1.º Colocar en una mesa un vaso comun lleno de agua vuelta la boca abajo, de suerte que las personas que ignoren el secreto de la maniohra no puedan volver el vaso sin derramar todo el liquido?

2.º Colocar, á favor de un arbitrio analogo, dos vasos semejantes y de igual diámetro, ambos llenos de agua, el uno sobre el otro por sus bordes hallándose el uno recto el otro inverso, sin derramar el liquido que contienen?

290. Indicar el cómo se puede modificar y disfrazar el esperimento conocido en hidrostática con el nombre de *pasa-vino*, ó transmutacion aparente del agua en vino, para engañar hasta las personas mas perspicaces: sirviéndose para el efecto de un frasco opaco cuyo fondo está taladrado con una multitud de agujeritos, al modo del aparatito conocido en los gabinetes de fisica con el nombre de *regadera mágica*.

291. Se pide la esplicacion de los principales medios inventados por los fisicos con el fin de imitar en pequeño el fenómeno de las *fuentes intermitentes*, con intervalos regulares é irregulares.

292. En una *fente de compresion* de un pie cúbico de capacidad interior, llena de agua hasta las dos terceras partes, se ha condensado el aire á favor de una bomba impelente cuyo cilindro aéreo tenia $12\frac{1}{5}$ pulgadas de largo y dos pulgadas de diámetro.

Se pregunta: cuál deberá ser la densidad del aire interior despues de 100 emboladas?

Resp. El aire comprimido deberá ser $4\frac{3}{5}$ veces mas denso que el aire atmosférico exterior.

293. Al condensar el aire en otra fuente de compresión de mil pulgadas cúbicas de capacidad, llena de agua hasta la mitad, se dieron 6½ emboladas mediante una bomba impelente cuya cavidad interior podía contener 6 libras 7 onzas 7 dragmas y 64 granos de agua pura.

Se pregunta cuál será la densidad del aire interior, y à qué altura próximamente su resorte podría en el primer instante hacer saltar al agua en un espacio vacío, prescindiendo de todo obstáculo ageno y suponiendo el barómetro à 28 pulgadas?

Resp. El aire interior deberá ser tres veces mas denso que el de la atmósfera, y la elevación primitiva del chorro de agua podrá ser de unos 60 pies poco mas ó menos.

294. Se pregunta de qué modo se puede construir una *escopeta neumática* ó *de viento*, adecuada para disparar sucesivamente cuantas veces se quiera, y sin hacer uso de bomba impelente?

Resp. La especie de fusil neumático de que se trata aquí, está bastante conocida en Alemania. La bala se halla impelida mediante una especie de fuelle comprimido por la acción de un muelle vigoroso; pero el alcance de este aparato suele generalmente ser muy inferior al efecto de la escopeta neumática común.

295. Explicar el cómo se puede disponer una *fuenta de Heron*, de suerte que un pájaro aparente beber toda el agua del pilón superior al paso que este líquido sale del surtidor?

Disponer otra *fuenta de Heron* de modo que en apariencia se cambie en vino el agua que se echa en el depósito; segun lo manifiestan á veces en público ciertos charlatanes.

296. Se pregunta cuál será poco mas ó menos la velocidad con que el aire atmosférico se introducirá en un recipiente, purgado de aire con el auxilio de una

buena máquina neumática, al abrir repentinamente dicho recipiente?

Se supone que un cuerpo grave al caer de una altura de 15 pies, adquiere al fin de su caída una velocidad uniforme de 30 pies por segundo próximamente en el clima de Paris, y que el barómetro señale 28 pulgadas.

Resp. La velocidad pedida en el primer instante será tal, que el aire sería capaz de correr uniformemente cerca de 1277 pies por segundo.

297. Se quiere construir una *bomba aspirante* común, en un sitio en que el barómetro señala 32 pulgadas españolas, dando al tubo 30 pies de altura desde el nivel del agua hasta el punto mas alto del curso del embolo (*).

Se pregunta cuál debería ser la estension del juego del embolo, para hacer subir el agua de la primera embolada á dos pies de altura, suponiendo la bomba construida con toda la perfeccion posible?

Resp. El juego ó movimiento del embolo deberá ser igual á $4\frac{1}{2}$ pies ó 21 pulgadas.

298. Se sabe que el juego ó curso del embolo de una bomba aspirante construida en un sitio elevado, es de $2\frac{3}{4}$ pies, la distancia del agua del depósito al límite de ascension del embolo 36 pies, la altura del agua que puede subir á la primera embolada 2 pies.

Se quiere conocer la altura que debia señalar el barómetro en dicho sitio, suponiendo la gravedad específica del mercurio expresada por 13,6?

Resp. La altura barométrica en el paraje conocido, debia ser de $24\frac{1}{7}$ pies ó $24\frac{1}{2}$ pulgadas.

299. Se propone una *bomba aspirante elevatoria*

(*) Hallándose Madrid á una altura considerable (254 pies españoles) sobre el nivel del mar, la mayor altura á que puede subir el agua en las bombas aspirantes mas perfectas construidas en este paraje, suele llegar á penas á 29 pies españoles.

común, con un embolo de 4 pulgadas de diámetro cuyo curso es equivalente á 16 pulgadas subiendo y bajando en dos segundos de tiempo. Se sabe además, que el orificio del caño de desaguadero tiene una pulgada de diámetro, y se halla taladrado á 5 pies de altura sobre la superficie superior del embolo cuando este se halla en la parte mas baja de su curso. Se pregunta:

1.º Qué cantidad de agua podrá suministrar dicha bomba á cada embolada?

2.º Cual será la velocidad del liquido al salir del desaguadero?

3.º Qué carga sostendrá el embolo en su posición inferior?

Resp. La bomba dará cada segundo al rededor de 400,53 pulgadas cúbicas de agua, ó sea 4 libras 1 onza y 57 granos. Este liquido saldrá del caño con una velocidad uniforme de 128 pulgadas por segundo; y la carga que sufrirá el embolo será equivalente poco mas ó menos á un peso de 30 libras 8 onzas 2 dragmas y 4 granos; prescindiendo del rozamiento y de otros varios obstáculos anejos á la imperfección de la máquina.

300. Se pregunta cómo se pudiera disponer una bomba simplemente aspirante, ó bien un sifon, de suerte que con su auxilio pueda el agua subir hasta una altura de 60 y aun de 100 pies; y de qué modo se puede hacer sensible este fenómeno en pequeño mediante algunos experimentos?

301. La altura de la columna mercurial en un barómetro trasportado á la cumbre del *Puy de Dome* (*), habiendo bajado á 23 pulgadas y 9 líneas, mientras que era de 27 pulgadas al pie de dicha montaña: se quiere conocer su elevación vertical, suponiendo que la temperatura haya sido sensiblemente la misma en ambas estaciones?

(*) Montaña bastante alta de Auverña en Francia, famosa por los experimentos barométricos que hizo en ella el célebre *Pascal*.

Resp. La fórmula barométrica sencilla de *Deluc* da por resultado una altura vertical de 557 toesas de Paris.

302. Un aeronauta, en una ascension ejecutada á orillas del mar, observó, que siendo la altura del barómetro en la tierra igual á 28 pulgadas y 2,3 líneas de Paris, este instrumento, en la region mas elevada del aire, ya no señaló sino 22 pulgadas y 2,4 líneas. Al mismo tiempo el termómetro centígrado señaló en la estacion superior + 21,3 grados, temperatura del aire y del mercurio; al paso que al nivel del mar dicha temperatura era igual á + 25,3 grados.

Se pregunta: á qué altura debia haber subido el globo aerostático?

Se hará uso en el cálculo de la fórmula sencilla de *Laplace*, reducida á las dos principales correcciones.

Resp. La altura pedida debia ser igual á 2080 metros, ó 1067,494 toesas de Paris.

303. Suponiendo que en este problema y los siguientes, en que no se trata sino de aproximaciones superficiales, se prescindia de las correcciones relativas á la diferencia de temperatura, no haciendo uso sino de la fórmula sencilla de *Deluc*; se pregunta: ¿qué altura el aire atmosférico debe ser una vez mas raro que en la superficie de la tierra?

Resp. A una elevacion de 3010,3 toesas francesas, poco mas ó menos.

304. Haciendo las mismas suposiciones que en el problema anterior, se desea saber, á qué distancia de la tierra el aire atmosférico debe estar mil veces mas enrarecido que en su superficie?

Resp. A una altura de cerca de 29295 toesas francesas.

305. Suponiendo que en la superficie del globo terrestre el barómetro señale 28 pulgadas, se pregunta

cuál debería ser la altura del mercurio en dicho instrumento á una elevación vertical de 3000 toesas?

Resp. La altura barométrica pedida deberá ser igual á 168,49 líneas, ó un poco mas de 14 pulgadas.

306. Admiliendo la misma suposicion que en el problema anterior, se quiere saber, cuál sería la altura del mercurio en el barómetro á una elevación de 40000 toesas?

Resp. La columna de mercurio señalaría á penas 0,03 de línea: quiere decir, que á semejante elevación el aire de nuestra atmósfera debe ser por lo menos tan enrarecido como en el vacío que se puede producir con nuestras máquinas neumáticas mas perfectas. Por esta razon los fisicos suelen evaluar la altura de la atmósfera en cerca de 40000 toesas francesas, pero parece muy probable sea mucho mas elevada.

307. Se quiere saber qué volúmen ocuparía un pie cúbico de aire, tomado al nivel del mar en un paraje en que el barómetro señalaba 28 pulgadas, y trasportado á la cumbre del Chimborazo en el Perú, cuya altura se evalúa á 3220 toesas?

Resp. La cantidad propuesta de aire ocuparía en dicha elevación un volúmen equivalente poco mas ó menos, á dos pies cúbicos y un décimo.

308. Se pregunta qué espacio ocuparía una pulgada cúbica de aire trasladado á una altura equivalente al semi-diámetro del globo terrestre?

En este problema de simple recreo, se supone el radio del globo de 1500 leguas francesas de 2000 toesas cada una.

Resp. Efectuando el cálculo, se halla — 294,6135000 por logaritmo del número que espresa la relacion á la unidad que se busca; lo que indica desde luego que dicho número se compone por lo menos de 295 guarismos ó cifras. Se puede pues decir, que la densidad del aire que respiramos en la superficie de la tierra es á la densidad que tendría este gas á la altura de un

semi-diámetro terrestre, como un número compuesto de 295 cifras es á la unidad.

Se podría demostrar que la esfera total de Saturno no contiene tantas pulgadas cúbicas cuantas espesa dicho número, y por consiguiente una pulgada cúbica de aire transportado á la altura de un radio terrestre, se dilataria de suerte que llenaria un espacio mucho mas estenso que la esfera de Saturno.

309. Se quiere saber á qué profundidad vertical en el interior del globo terrestre, el aire deberá ser cuatro veces mas denso que en su superficie?

Resp. A 6020,69 toesas de profundidad, poco mas ó menos.

310. ¿Cuál seria, sobre poco mas ó menos, la densidad del aire en el fondo de una mina de dos leguas de profundidad vertical (la legua de 2280 toesas de Paris), relativamente al aire que respiramos; y qué altura debería señalar el barómetro á dicha profundidad suponiendo que en la superficie de la tierra señalase 28 pulgadas?

Resp. La relacion de densidad pedida seria 2,88; es decir, que á la profundidad supuesta el aire seria casi tres veces mas denso que en la superficie del globo, y por consiguiente la altura barométrica en dicho paraje seria un poco mayor que 80 pulgadas.

311. Sabiendo que el agua pesa 770 veces mas que el aire, se pregunta á qué profundidad en el interior de la tierra el aire atmosférico gozaria de la misma densidad que el agua?

Resp. A una profundidad vertical de 28864 toesas ó cerca de 12 á 13 leguas francesas.

Observacion. Se hallaria del mismo modo, que á una profundidad vertical de 19 leguas el aire tendria poco mas ó menos la densidad del azogue.

312. Se pregunta en fin, cuál seria la densidad del aire en el centro del globo terrestre, suponiendo que fuera posible taladrar un pozo vertical hasta dicho cen-

tro, y dado el radio del globo como en el problema 308?

Resp. Aunque esta cuestión, así como otras varias de esta colección, no sea propiamente otra cosa que una especie de recreación físico-matemática, debemos sin embargo recordar, que la pesantez disminuye al paso que nos acercamos al centro de la tierra y que dicha fuerza decrece como la distancia al centro, según lo hemos observado al tratar de la *Gravitacion*. Así es que *Newton* ha demostrado, que en este caso, si los cuadrados de las distancias al centro decrecen aritméticamente, las densidades del aire decrecerían geométricamente.

Efectuando el cálculo según estos datos, se halla que la densidad del aire en el centro de la tierra sería á la densidad del aire que respiramos en la superficie, como un número de 148 cifras á la unidad.

313. Se quiere saber cuál debía ser el diámetro de un pequeño globo aerostático esférico de brenza, en equilibrio con el aire en la superficie de la tierra; suponiendo que el pie cúbico de este aire pese 550 granos, que la gravedad específica del gas hidrógeno de que estaba lleno sea $\frac{1}{16}$, y que el pie cuadrado de la brenza, ó piel ligera de que está construido el globo, pese $82\frac{1}{2}$ granos?

Resp. El diámetro pedido debía ser de un pie justo.

344. ¿Cuánta carga podría llevar durante su ascension un globo exactamente esférico de tafetan varnizado de 8 pies de diámetro, lleno de gas hidrógeno de una gravedad específica como anteriormente; sabiendo que el pie cuadrado del tejido pesa 400 granos?

Resp. El peso pedido podrá ser de 412573,44 granos, ó 42 libras 3 onzas 3 dragmas y 37,44 granos.

345. Suponiendo que el pie cuadrado del tejido ó cubierta del globo aerostático en la cuestión anterior pese 410 granos, se quiere saber hasta qué altura poco mas ó menos podría subir dicho globo sin carga, prescindiendo en la aplicación de la fórmula barométrica

de las correcciones relativas á la diferencia de temperatura?

Resp. La altura que se busca podrá llegar á cerca de 42140 pies españoles, suponiendo la relacion del pie de Francia al pie español como 7 á 6.

316. Se quiere hallar una fórmula general, que espere la relacion del peso del globo aerostático al peso del aire que desaloja?

Resp. Llamando D el diámetro del globo, A la gravedad específica del aire, G la del gas con que se le llena y P el peso del tejido ó de la cubierta, la fórmula pedida será

$$\frac{AD}{DG + 6P}$$

317. Se pregunta cuál deberá ser la relacion entre los diámetros D y D' de dos globos aerostáticos esféricos, en equilibrio con el aire ambiente, y capaces de llevar una misma carga: el primero hallándose lleno de gas hidrógeno de una pesantéz específica igual á $\frac{1}{13}$, el otro lleno de aire comun dilatado por el fuego de una gravedad específica igual á $\frac{1}{2}$?

Expresar dicha relacion mediante una fórmula general.

Resp. Conservando las denominaciones del problema anterior, la relacion pedida será

$$D : D' :: \sqrt[3]{\frac{A - G'}{A - G}}$$

y su aplicacion al ejemplo particular nos dará

$$D : D' :: \sqrt[3]{13} : \sqrt[3]{24}$$

318. Un aeronauta ha construido una *Mongolfiera* esférica de papel de doce pies de diámetro, para llenarla con aire enrarecido por el fuego, de una gravedad específica que era la mitad de la del aire frío ambiente, y de una fuerza ascendente capaz de llevar una carga equivalente á 23 libras 7 onzas 3 dragmas y 26,64 granos.

Se quiere conocer, cuánto debía pesar el pie cuadrado del papel empleado en la construcción de dicho globo?

Resp. El peso que se pide debía ser igual á 4 dragma ó 72 granos.

319. Un globo aerostático esférico de dos pies de diámetro, en equilibrio con el aire ambiente, se halla lleno de gas hidrógeno de una gravedad específica desconocida. Se sabe únicamente que el peso absoluto del globo vacío, ó del tejido, era igual á 1236,637 granos ó 2 onzas 4 dragma y 32,637 granos, y se pregunta cuál debía ser la pesantez específica del gas hidrógeno relativamente á la del aire atmosférico?

Resp. La gravedad específica pedida del gas debía ser expresada por 0,4545.

320. *Problema general sobre los globos aerostáticos.* Dados el peso del tejido ó de la cubierta de un globo aerostático perfectamente esférico, con el peso ó carga que debe llevar, y la relacion entre las gravedades específicas del aire y del gas con que se le quiere llenar: se desea conocer el diámetro que será menester dar al globo, para que se halle en equilibrio con el aire en la superficie de la tierra.

Vice versa. Se quiere determinar el peso de que se puede cargar el globo, siendo conocidas las demas cosas?

Solucion general.

Sea α el diámetro del globo, p el peso de un pie cuadrado del tejido juntamente con el peso que debe

llevar suspendido, m el peso específico de un pie cúbico de aire, ó generalmente el peso de la unidad de volumen de aire, n el de la de hidrógeno ó del gas con que se quiere llenar el aeróstato, π la relacion de la circunferencia al diámetro.

Esto supuesto, la superficie del globo será $\pi \alpha^2$;
el peso del tejido, &c. será $\pi \alpha^2 p$;

el volúmen del globo $\frac{1}{6} \pi \alpha^3$

El peso de igual volúmen de aire será $\frac{1}{6} \pi \alpha^3 m$;

el del gas mas ligero $\frac{1}{6} \pi \alpha^3 n$

Es así que en el caso de equilibrio será preciso que

$$\frac{\pi \alpha^3 m - \pi \alpha^3 n}{6} = \pi \alpha^2 p.$$

De donde se saca

$$\alpha = \frac{6p}{m-n}, \quad p = \frac{\alpha}{6} (m-n). (*)$$

321. ¿Qué es lo que se puede pensar racionalmente en el estado actual de nuestros conocimientos, de la posibilidad de dirigir los globos aerostáticos en el seno de una atmósfera agitada?

¿Cuáles son los diversos arbitrios propuestos para el efecto, y cuáles serian las ventajas y los inconvenientes del arte de la *direccion*, en el caso que se lograse descubrirle?

322. Explicar en qué consisten las principales dificultades que se oponen á que el hombre logre imitar el vuelo de las aves?

Hacer una reseña histórica de algunos ensayos notables y por la mayor parte desgraciados, hechos en diversos paises y tiempos con el fin de querer volar.

(*) En la parte quimica se hallarán otras varias cuestiones relativas á los aerostatos; y en el tomo segundo de las memorias del fisico Robertson (Paris 1833) hallará el lector muchos pormenores interesantes sobre los globos y viages aerostáticos.

323. Sabiendo que en un *barómetro sencillo de Torricelli*, cuyo tubo tiene un diámetro interior de dos líneas, la variación total de la escala desde el mínimo hasta el máximo de presión atmosférica, suele ser de dos pulgadas; se pregunta qué diámetro se debe dar á la cubeta del instrumento, para que las variaciones del mercurio en este vaso no pasen de media línea?

Resp. El diámetro interior de la cubeta, que se supone cilíndrica, deberá ser de casi 14 líneas.

324. Suponiendo que las dimensiones del tubo del barómetro sean como en el problema anterior, y el diámetro interior de la cubeta de dos pulgadas: se pregunta cuánta estension tendrán en este vaso las variaciones de la altura del mercurio?

Resp. Dichas variaciones serán de $\frac{1}{8}$ de línea.

325. Suponiendo en fin el diámetro interior de la cubeta igual á una pulgada, se desea saber cuál debería ser el grueso del tubo, para que las dos pulgadas de variación barométrica no causen en la cubeta sino una variación de $\frac{1}{2}$ de línea?

Resp. El diámetro interior del tubo deberá ser de una línea.

326. Habiendo llenado un tubo de *Torricelli* de 34 pulgadas de longitud con mercurio, á escepcion de un espacio de 4 pulgadas que se deja ocupado por el aire á la misma densidad que el atmosférico; se tapa el orificio del tubo con el dedo, volviéndole luego verticalmente sobre una cubeta llena de mercurio, como para repetir la experiencia conocida de *Torricelli*.

Se pregunta á qué altura deberá pararse la columna mercurial en esta especie de barómetro imperfecto, siendo á la sazón la altura del mercurio en un barómetro exacto igual á 28 pulgadas?

Resp. El azogue, después de restablecido el equilibrio, deberá fijarse á la altura de 20 pulgadas, contadas desde el nivel del mercurio en la cubeta.

327. Repitiendo esta experiencia en lo alto de una

montaña con un tubo de 40 pulgadas de largo, se dejó por encima del mercurio una columna de aire de 8 pulgadas á la densidad atmosférica, y despues de vuelto el aparato se ha visto dilatarse esta porcion de aire en un espacio de 24 pulgadas de longitud.

Se pregunta cuál debia ser la altura barométrica del paraje en que se hizo el experimento?

Resp. El barómetro en dicha montaña debia señalar 24 pulgadas.

328. Se ha repetido la misma esperiencia en un sitio en que un barómetro esacto señaló 32 pulgadas. La columna de aire mezclada con el azogue tenia 40 pulgadas; y despues de vuelto el tubo y establecido el equilibrio, este último líquido se habia fijado á una altura de 12 pulgadas encima del nivel de la cubeta.

Se pregunta cuál era la longitud total del tubo que sirvió al experimento?

Resp. Dicho tubo debia tener 28 pulgadas.

329. En una esperiencia análoga repetida á una presion atmosférica de 28 pulgadas y con un tubo de 42 pulgadas de largo, el azogue, despues del experimento, se paró á la mitad de la altura del tubo.

Se pregunta cuál era la fuerza elástica ó el resorte de la porcion de aire enrarecido que debia hallarse encima de la columna mercurial, y qué volúmen ocuparia este gas bajo la presion del aire esterior?

Resp. El volúmen natural de dicha porcion de aire dilatado seria de $5\frac{1}{2}$ pulgadas, y su resorte actual en el tubo debia ser equivalente á una columna de mercurio de 7 pulgadas.

330. Siendo la longitud del tubo y la presion atmosférica como en el problema anterior, se sabe que la fuerza elástica del aire dilatado y encerrado en lo alto del tubo es equivalente á una columna de 21 pulgadas de mercurio; y se desea conocer á qué altura deberá pararse este líquido en el tubo despues de la esperiencia?

Resp. A una altura de 7 pulgadas.

331. Se quiere en fin repetir dicha experiencia con agua, despues de purgada del aire que contiene naturalmente en un sitio en que el barómetro señalaba $28\frac{4}{7}$ pulgadas, y sirviéndose al efecto de un tubo de 30 pies de longitud. Se desea saber qué cantidad de aire sería menester dejar encima de la columna de agua, para que este liquido, despues del experimento, se fijase á la mitad de la altura del tubo, suponiendo la gravedad específica del mercurio igual á 13,6?

Resp. Una cantidad de aire de $95\frac{5}{8}$ pulgadas á la presión indicada de la atmósfera.

332. Se ha colocado en la tablita del aparato hidro-neumático de un laboratorio, un tubo ó sea una campana cilíndrica cerrada superiormente, y en parte llena de aire atmosférico. La altura total de la campana encima del nivel del baño era de 35 pulgadas, y el liquido subió en su interior á 5 pulgadas de altura, de suerte que el aire dilatado no ocupe sino un espacio de 30 pulgadas.

Se pregunta hasta qué punto sería necesario hundir la campana en el agua, para que el liquido interior se ponga al nivel con el del baño, siendo la altura del barómetro á la sazón igual á $28\frac{4}{7}$ pulgadas.

Resp. Sería preciso bajar la campana á una profundidad de 5,39 pulgadas.

333. Se supone que en una experiencia análoga y á la misma presión atmosférica, el agua se halló primitivamente á 4 pulgadas de altura en el interior de la campana, y que para restablecer el nivel con el liquido del baño haya sido necesario hundir la campana á una profundidad de 6 pulgadas.

Se quiere conocer cuál era la altura primitiva de la campana sobre el agua del baño?

Resp. Esta altura debía ser igual á 496 pulgadas.

334. En un parage donde el barómetro señalaba 30 pulgadas de altura, se ha repetido una experiencia

semejante. El aire dilatado ocupaba en lo alto de la campana y antes del experimento una estension de 40 pulgadas, y para hacer desaparecer esta diferencia de nivel, fue necesario bajar la campana á una profundidad igual á 40 pulgadas.

Se desea saber cuál era al principio la altura del agua interior, ó la diferencia de nivel?

Resp. La altura pedida debia ser de $9\frac{9}{9}$ pulgadas.

335. Repitiendo la misma experiencia en la cumbre de una montaña, el volúmen ocupado por el aire enrarecido en la parte superior de la campana era de 36 pulgadas; la diferencia de nivel equivalente á 40 pulgadas, y para eliminarla fue preciso hundir la campana hasta una cantidad igual á 44 pulgadas.

Se pregunta cuál era la presion atmosférica ó la altura del barómetro en el parage del experimento?

Resp. Dicha altura debia ser á la sazón de $26\frac{3}{4}$ pulgadas de mercurio.

336. Se propone en fin repetir dicha experiencia en un baño de mercurio, sirviéndose al efecto de un tubo cilindrico de dos pulgadas de diámetro interior, cerrado superiormente, y cuya altura encima del baño sea 12 pulgadas antes del experimento. Se sabe además, que el peso absoluto de la columna de mercurio suspendida en el interior del tubo era igual á 5 libras, 2 onzas, 7 dragmas y 3,66447 granos, y que la presion atmosférica era de 28 pulgadas.

Se pregunta, como en la primera de estas experiencias, qué cantidad será necesario hundir el tubo en el baño de mercurio para restablecer el nivel, suponiendo la gravedad específica del mercurio igual á 13,58, y el peso de la pulgada cúbica de agua de 373 granos de París?

Resp. La profundidad pedida deberá ser igual á $4\frac{2}{7}$ pulgadas francesas.

337. Se propone una campana ó tubo cilindrico de 10 pulgadas de altura, cerrado superiormente y lleno de aire á la densidad de la atmósfera exterior,

cuyo resorte ó fuerza elástica sea equivalente á una columna de 28 pulgadas de mercurio.

Se pregunta á qué profundidad se debe hundir el extremo abierto de dicho tubo en un baño de mercurio, para que este líquido suba en su interior á una pulgada de altura?

Resp. La cantidad de inmersión que se busca deberá ser igual á $4\frac{1}{2}$ pulgadas.

Observacion. Este problema, cuya primera idea se atribuye á *Mariotte*, es una simple modificación de los anteriores y se resuelve según los mismos principios.

338. Al repetir una experiencia análoga, mediante una campana de 15 pulgadas de altura y á una presión atmosférica de 28 pulgadas de mercurio; se quisiera saber de antemano hasta qué altura el mercurio se introduciría en la campana, hundiéndola á 10 pulgadas de profundidad?

Resp. El mercurio deberá subir á una altura de 3 pulgadas.

339. En otra experiencia del mismo género, y á una presión atmosférica de 27 pulgadas, la campana se hundió á $5\frac{1}{2}$ pulgadas de profundidad en el baño de mercurio, y á la sazón este líquido se introdujo en el interior hasta una altura de dos pulgadas.

Se pregunta cuál era la altura de la campana?

Resp. Debía tener $17\frac{3}{4}$ pulgadas.

340. Haciendo la misma experiencia en un lugar más elevado, se empleó una campana de 23 pulgadas de altura, y sumergiéndola hasta 6 pulgadas de profundidad en el baño de mercurio, este líquido se introdujo en su interior hasta $2\frac{1}{2}$ pulgadas de altura.

Se pregunta cuál debía ser la altura barométrica en el lugar de la experiencia?

Resp. El barómetro en dicho parage debía señalar $28\frac{7}{10}$ pulgadas.

341. Se propone un tubo cilíndrico de 108 pulgadas abierto inferiormente y cerrado en su parte supe-

rior, y que se quiere hundir verticalmente en el agua en toda su altura.

Se desea conocer *á priori*, hasta qué altura el agua se introducirá en el tubo, sabiendo que á la sazón el barómetro señalaba $28\frac{4}{17}$ pulgadas, y que la gravedad específica del mercurio es 13,67

Resp. El agua, despues de la inmersión total del tubo, deberá ascender en su interior hasta una altura de 20,12 pulgadas.

342. Se pregunta cuál debia ser, en el problema anterior, el valor del resorte ó de la fuerza elástica de la porción de aire encerrado en la parte superior del tubo, relativamente á la densidad ó resorte del aire atmosférico exterior?

Resp. El resorte pedido debia ser espresado por 1,23; es decir, que dicha porción de aire debia ser casi una cuarta parte mas densa que el aire exterior.

343. Con el fin de buscar varios objetos preciosos en el fondo del mar, á una profundidad de 54 pies, se propone hacer bajar un hombre debajo del aparato conocido con el nombre de *campana del buzo*. Esta campana, de forma cilíndrica, tenia 10 pies de altura; pero se quisiera saber antes de hacer el experimento, hasta qué altura poco mas ó menos subirá el agua en el interior?

Se supone el barómetro señalando $28\frac{4}{17}$ pulgadas, la gravedad específica del mercurio igual á 13,6, y la densidad del agua dulce á la del agua de mar como 15 á 16.

Resp. El agua deberá introducirse debajo de la campana hasta cinco pies, es decir, hasta la mitad de su altura.

344. *Problema general*, que comprende los doce anteriores.

Los 12 problemas que acabamos de tratar, no son propiamente mas que las tres principales modificaciones ó fases de una misma esperiencia, y pueden deducirse unos de otros, segun se puede ver en las obras del abate *Bossut* y de Mr. *Biot*. Pero se puede tambien,

como lo hemos supuesto aquí, hallar directamente las fórmulas relativas á cada caso particular. Para darlo á entender á los jóvenes estudiantes, nos ceñiremos al caso que sirve para resolver el problema 332.

Se sabe que el resorte ó la fuerza elástica del aire, y generalmente de todos los demas gases, dilatados ó condensados, se halla siempre en razon inversa de los volúmenes que ocupa. Esta es la ley de *Mariotte*, que sirve de fundamento á todas las cuestiones anteriores relativas al barómetro imperfecto, la máquina neumática, la teoria de las bombas, &c.

Volviendo pues al problema del número 332, supondremos que h represente la altura de la campana sobre el baño antes del experimento, a la altura del agua interior, p el resorte ó la presión atmosférica medida por el barómetro, x en fin la cantidad desconocida á que se debe hundir la campana para restablecer el nivel.

Esto supuesto, $h-a$ espresará el volumen ocupado por el aire dilatado antes del experimento de una densidad igual á $p-a$, y $h-x$ representará el volumen del aire encerrado despues de la esperiencia de una densidad igual á p . Tendremos pues conforme á la ley de *Mariotte*

$$h-x : h-a :: p-a : p$$

$$x = \frac{a(h + p-a)}{p}$$

Y los otros tres valores sirviendo para los problemas siguientes serán

$$p = \frac{a(h-a)}{x-a}$$

$$h = \frac{px}{a} + a - p$$

$$a = \frac{p + h}{2} + \sqrt{\left(\frac{p + h}{2}\right)^2 - px}$$

La cuestion 326, concerniente el barómetro imperfecto conteniendo en la parte superior del tubo una porcion de aire, no es sino el primer caso del problema general, el mismo del número 332 antes del esperimento, siendo siempre positiva la cantidad h . Pero despues de la esperiencia y el restablecimiento del nivel, se tiene $x=0$, y el aire encerrado gozará de la misma densidad y fuerza elástica que el de la atmósfera.

Continuando el hundimiento del tubo, dicha masa de aire se condensará mas y mas, la cantidad h disminuirá, y cuando el extremo superior del tubo haya llegado al nivel del líquido del baño, se tendrá $h=0$. Este es el caso de nuestro problema 344. En fin continuando el descenso del tubo debajo del nivel del baño, como en la esperiencia de la campana del buzo (343), la cantidad h se hará negativa.

345. En la tablita del baño hidro-neumático se ha colocado una campana esactamente cilíndrica de $52\frac{1}{2}$ pulgadas de alto y 4 pulgadas de diámetro interior, llena de aire á la densidad atmosférica, el barómetro señalando á la sazón 28 pulgadas. A favor de una llave pegada en la parte superior de la campana, se la hace comunicar con un globo esférico del mismo diámetro interior en que se ha hecho de antemano el vacío.

Se pregunta: 1.° Cuál deberá ser la densidad del aire enrarecido en ambos vasos despues de su comunicacion, suponiendo la base inferior de la campana herméticamente cerrada?

2.° A qué altura subiria el agua del baño en el interior de la campana, si estuviera abierta inferiormente?

Resp. Densidad del aire interior 0,949 de la atmósfera. Altura á que deberá ascender el agua en la segunda suposicion 42,784 pulgadas.

346. En la boca de un frasco lleno en parte de agua (fig. 44), se halla pegado esactamente un tubo cilíndrico de vidrio abierto, de suerte que el orificio

inferior se hunda algunas líneas en el líquido. Dispuesto así el aparato, se sopla por el orificio superior del tubo, condensando por este medio el aire encerrado en el interior del frasco, en términos que despues del experimento y el restablecimiento de equilibrio, el agua suba en dicho tubo hasta una altura de 96 pulgadas.

Se pregunta cuál debia ser á la sazón el grado de densidad del aire contenido en el vaso respecto á la del atmósfera, suponiendo que el barómetro señale $28\frac{4}{17}$ pulgadas?

Resp. La densidad pedida deberá ser los $\frac{5}{4}$ de la del aire exterior, es decir, superior á una cuarta parte.

347. Se supone que el frasco del aparato anterior contenga ácido sulfúrico de una pesantez específica doble de la del agua, y que se coloque todo el aparato debajo del recipiente de una máquina neumática.

Se desea conocer *á priori*, hasta qué grado seria necesario enrarecer el aire del recipiente, para hacer subir el ácido en el tubo hasta 9 pulgadas de altura?

Resp. La dilatacion que se busca deberá ser expresada por 1,05, de suerte que un barómetro colocado en el interior del recipiente señale 26,03 pulgadas.

348. Se propone otro frasco cilindrico con dos aberturas (fig. 45), lleno en parte de mercurio y de tres pulgadas de diámetro interior. En la boca principal del frasco se halla pegado un tubo de vidrio lleno de aire de 6 líneas de diámetro interior, cerrado herméticamente en su parte superior, y cuyo extremo inferior y abierto se sumerge algunos dedos en el mercurio que contiene el frasco, pero de modo que el aire del tubo se halle á la misma densidad que el de la atmósfera.

Se supone que á favor de la abertura lateral C se introduzca una porcion de aire en el frasco, hasta que la superficie del mercurio haya bajado 40 líneas en este vaso y subido en el tubo hasta cierta altura.

Se pregunta, cuál deberá ser á la sazón la densidad del aire contenido en el frasco relativamente al de

la atmósfera, y á qué altura, poco mas ó menos, el mercurio deberá subir en el tubo?

Resp. La altura pedida será las $\frac{3}{4}$ partes de la altura primitiva del tubo sobre el nivel, y la densidad del aire comprimido en el frasco será triple de la de la atmósfera.

349. En otro aparato semejante, el tubo tenia un pie de altura desde la superficie del mercurio en el frasco, cuya capacidad interior comunica con la atmósfera á favor de la abertura C. El resorte del aire dilatado que ocupa la parte superior del tubo, se supone tal que el mercurio se halle suspendido á una altura de 9 pulgadas, el barómetro exterior señalando 27 pulgadas. Se supone muy pequeño (sin ser capilar) el diámetro interior del tubo respectivamente al del frasco.

Dispuesto así el aparato, se le coloca debajo del recipiente de una máquina neumática, y se quiere saber, hasta qué punto seria conveniente enrarecer el aire para que la columna mercurial del tubo bajase hasta una pulgada de altura?

Resp. El aire del recipiente deberá estar enrarecido $22\frac{1}{4}$ veces, es decir, hasta que la proveta de la máquina señale $4\frac{2}{9}$ pulgadas.



ACÚSTICA.

350. **S**E manda determinar en números relativos de vibraciones, todos los intervalos de nuestra *escala música diatónica* moderna, deduciendo dichas relaciones de las tres esperiencias siguientes.

Considerando como sonido fundamental el que produce una cuerda vibrando en su totalidad, la mitad de esta cuerda hace oír la octava alta del sonido fundamental; el tercio de dicha cuerda dá la duodécima ó la octava de la quinta; y la quinta parte de la cuerda deja oír la 47.^a ó sea la doble octava alta de la tercera mayor.

Respuesta. Representando por la unidad el sonido fundamental *do* de la cuerda vibrando en totalidad, las esperiencias citadas traducidas en números de vibraciones, nos darán inmediatamente las espresiones de los cuatro sonidos siguientes:

do	mi	sol	do ²
1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2 (*)

y de estas espresiones fundamentales se deducen fácilmente las de los sonidos que faltan para completar la *escala diatónica*, formando la série siguiente:

do	re	mi	fa	sol	la	si	do ²
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

ó bien en fracciones decimales:

1,	1,125	1,25	1,333	1,5	1,666	1,875	2.
----	-------	------	-------	-----	-------	-------	----

(*) Los números puestos en forma de exponentes indican las octavas encima del sonido fundamental.

Si se quiere espresar estas relaciones vibratorias en números relativos á la *longitud de las cuerdas* que las producen, se tendrá la *série siguiente*:

do	re	mi	fa	sol	la	si	do ²
1	$\frac{6}{9}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$
1,	0,888,	0,8,	0,75,	0,666,	0,6,	0,533,	0,5.

Quiere decir, que haciendo vibrar sucesivamente ocho cuerdas cuyas longitudes fuesen arregladas segun las relaciones espresadas por estas *séries de fracciones*, se oiria una *série de sonidos* que recordarian nuestra *escala música* tal como nuestro oido la conoce y sabe solfearla.

Las fracciones anteriores pueden deducirse de varios modos de las cuatro espresiones fundamentales. Pero conviene, al hacer esta clase de cálculos, tener siempre presente la distincion de lo que se llama en la *música tonos mayores* y *tonos menores*.

Así se ve, al comparar las espresiones de la *escala diatónica* que el sonido fundamental *do* es al sonido *re* como 4 á $\frac{9}{8}$ ó como 8 á 9, y que este mismo *intervalo* existe entre *fa* y *sol* ó entre *la* y *si*. Pero el sonido *re* es á *mi* como $\frac{9}{8}$ á $\frac{5}{4}$ ó como 9 á 10, y esta misma relacion existe entre *sol* y *la*.

En cuanto á los nombres vulgares de las notas de nuestra *escala música*, todos saben que varian segun los idiomas y que varias naciones se sirven todavia de las letras del alfabeto. Tambien se sabe que las designaciones que se usan en España, Francia, Suiza é Italia, fueron sacadas por *Guido d' Arezzo* de la primera estrofa del himno de San Juan Bautista. Siempre es notable, que el *si* no se añadió á la *escala de Guido* sino algunos siglos mas tarde.

351. Deducir de las espresiones numéricas de la *escala diatónica* las relaciones que constituyen con las anteriores la *escala llamada cromática*?

Resp. Se sabe que la *escala cromática* fue imagina-

da con el fin de poder modular sobre cualquier tono de la escala diatónica una escala semejante á la de *do*, tomando por *tónica* ó sonido fundamental el sonido que se quiera.

En efecto, siendo el semi-*tono*, ó semi-punto, del intervalo entre *mi* y *fa*, ó entre *si* y *do*², poco mas ó menos la mitad del intervalo que existe entre *do* y *re*, ó entre *re* y *mi*, considerados como tonos ó puntos enteros, era bastante natural el subdividir de un modo semejante todos los tonos enteros: lo que suministra los sonidos, expresados en números de vibraciones, por las fracciones siguientes:

do × ó *reb*, *re* × ó *mib*, *fa* × ó *solb*, *sol* × ó *lab*, *la* × ó *sib*.
 $\frac{25}{24}$ ó $\frac{16}{13}$ $\frac{125}{108}$; $\frac{6}{5}$ $\frac{25}{18}$ ó $\frac{36}{25}$ $\frac{25}{16}$ ó $\frac{8}{5}$ $\frac{125}{72}$ ó $\frac{16}{9}$.

Estos cinco sonidos, que se pueden deducir de diversos modos de la *série diatónica*, forman con ella la escala llamada *cromática* (*).

352. Conocida la expresion numérica de los diversos sonidos de nuestra escala diatónica, se propone determinar la diferencia que hay entre el tono llamado *mayor* y el tono *menor*?

Resp. Acabamos de ver por lo que precede, que el *tono mayor* está expresado por $\frac{9}{8}$, y el *menor* por $\frac{10}{9}$. Luego su relacion será $\frac{81}{80}$, y esta relacion ó diferencia vibratoria es lo que se llama en la música *coma mayor*.

353. Se trata de comprobar que el intervalo de la octava se compone de una quinta y una cuarta?

Resp. Siendo la expresion de la quinta $\frac{3}{2}$ y la de la cuarta $\frac{4}{3}$, se tendrá $\frac{3}{2} \times \frac{4}{3} = 2$, que dá la expresion de la octava.

(*) Aunque en nuestros instrumentos de música cada sonido precedido de un *sostenido* × suele ser equivalente á un sonido precedido de un *bemol* b, se sabe que no es así conforme á la teoría rigurosa, en cuyos pormenores no podemos entrar aquí. Veremos mas adelante (389) de qué modo la operacion llamada *temperamento concilia* y simplifica los valores duplicados de la *série anterior*.

354. Se desea conocer, á qué sonido de nuestra escala música corresponde la mitad de la octava?

Resp. El sonido que se busca se halla entre la cuarta y la quinta, y corresponde poco mas ó menos al *fa* \times ó al *sol* b.

Para comprobarlo, se divide la octava en dos intervalos iguales, tomando una media geométrica en-

tre 1 y 2; lo que nos dá $\sqrt{2} = 1,41421$, espresion del sonido *fa* \times . Este sonido, en efecto, es un poco mayor que la cuarta $\frac{4}{3} = 1,333$, y un poco menor que la quinta $\frac{3}{2} = 1,5$.

355. Suponiendo tendido en el sonometro una cuerda AB, fija en el punto A y tendida en B á favor de cierto peso. Se pregunta si la tension de dicha cuerda, y por consiguiente tambien su sonido, deberá variar ó no, sustituyendo al clavo fijo A un peso igual al que tiene la estremidad opuesta?

Resp. Esta aplicacion curiosa de la música á una cuestion de mecánica, fue propuesta antiguamente por el célebre *Borelli*, y discutida luego por *Diderot* y otros varios filósofos.

El raciocinio y la esperiencia comprueban que la tension de la cuerda debe ser la misma en ambas circunstancias.

356. Indicar los dos métodos principales que pueden servir para determinar el número absoluto de vibraciones sonoras, ya sea en una cuerda, ó en una varilla elástica, ó bien en la columna aérea de un instrumento de viento?

Resp. El número pedido de vibraciones se puede determinar de varios modos á favor del cálculo y de esperimentos ingeniosos.

El método de *Chladny* se funda en los esperimentos hechos con varillas elásticas, fijas por un extremo y vibrando por el otro. y se halla explicado en el tratado de Acústica de dicho Físico.

El método de *Sauveur*, mucho mas antiguo y relativo á los instrumentos de viento, estriba en la especie de bambeco ó sonido trémulo que producen dos flautas ó tubos de órgano muy graves, cuando se hallan casi al unísono, fenómeno conocido de todos los afinadores de órganos.

357. Sabiendo que, segun *Sauveur*, el número absoluto de vibraciones que ejecuta la columna aérea en una flauta ó tubo de órgano abierto de 5 pies de largo, es igual á 100 vibraciones por segundo: se quiere determinar el número de vibraciones que harán en el mismo tiempo las columnas aéreas en un tubo de órgano semejante de 40 pies de largo, y en otro que no tenga sino una pulgada menos $\frac{1}{18}$?

Resp. Segun *Sauveur*, el caño de órgano abierto de 40 pies, hacia oír el sonido mas grave que un oído muy ejercitado en la música podia distinguir del simple ruido, y este sonido debia ser el resultado de $12\frac{1}{2}$ vibraciones por segundo. Segun las esperiencias del mismo fisico, la flauta mas corta cuyo sonido sumamente agudo pudo apreciar, era de una pulgada menos $\frac{1}{18}$, cuya columna aérea debia por consiguiente ejecutar 6400 vibraciones por segundo.

Muchos fisicos modernos admiten como el sonido mas grave, aquel que resulta de 30 vibraciones por segundo, y como el mas agudo aquel que producen 7552 vibraciones del cuerpo sonoro. Pero el sabio fisico *Savart* asegura haber obtenido sonidos en diversos esperimentos, donde el cuerpo sonoro debia ejecutar de 30 á 40000 vibraciones por segundo.

358. Se quiere determinar el número absoluto de vibraciones que hacen por segundo las cuatro cuerdas *al aire* de un violin afinado *sol*², *re*³, *la*³, *mi*⁴; Sabiendo que el *do* fundamental, correspondiendo al sonido mas grave del bordon en un violon ó violonchelo, ejecuta 125 vibraciones sencillas por segundo?

Resp. Segun el sabio *Eulero*, la cuerda que produce el *do* mas grave en el violonchelo ó en el piano

de seis octavas, ejecuta 125 vibraciones sencillas por segundo en el clima de Petersburgo ó de Berlin. Segun otros geómetras dicho número seria de 128.

Así pues, para hallar el número absoluto de vibraciones correspondientes á cada sonido de nuestra escala música, es menester multiplicar el número fraccionario relativo por 128, para la primera octava del bajo; por 256, para lograr las espresiones absolutas de la segunda octava; por 512, para la primera octava de tiple, y así en seguida para las otras octavas superiores.

De este modo se hallarán los números siguientes de vibraciones, correspondientes á las cuatro cuerdas *al aire* de un violin afinado, segun se usa en Alemania.

El *sol*² hará 375 vibraciones,

el *re*³ 562½

el *la*³ 833⅓

el *mi*⁴ 1250.

Segun algunos autores, la cuerda al aire de un violin que produce el sonido *la* en Petersburgo, ejecuta 872 vibraciones sencillas: lo que daría para el *do* mas grave del violonchelo cerca de 431 vibraciones.

359. Explicar los principales métodos que pueden usarse para determinar en pesos absolutos la tension que sufre cada una de las cuatro cuerdas de un violon ó violin afinados; ó bien la totalidad de las 224 cuerdas de un piano moderno de seis octavas, cuya tension algunos pianistas suelen comparar á un peso de 20000 libras ó á la fuerza de 6 caballos.

360. Se propone determinar el número absoluto de vibraciones que ejecutará por segundo una cuerda homogénea de un pie y medio de largo, pesando 6 granos de Paris, y tendida por un peso de 3 libras ó 27648 granos.

Resp. Es sabido que el problema de las cuerdas vibrantes ha ejercitado la sagacidad de los mayores geómetras. Uno de los resultados mas notables del análisis sublime, relativamente al número absoluto de vi-

braciones de una cuerda homogénea de longitud, grueso, peso y tensión conocidas; conduce á la regla siguiente.

Divídase el peso que tira la cuerda por el de la misma, multiplíquese el cociente por la longitud del péndulo de segundos (que es en París de $440\frac{1}{2}$ líneas); y divídase el producto por la longitud de la cuerda desde el punto fijo hasta el caballete; sáquese la raíz cuadrada de este nuevo cociente y multiplíquese por 3,14159, relación de la circunferencia al diámetro.

El producto de este cálculo será el número absoluto de vibraciones que ejecutará dicha cuerda en un segundo de tiempo.

Aplicando esta regla al ejemplo particular propuesto, se hallará 304,4 por el número pedido de vibraciones.

361. Suponiendo que una cuerda de tripa de 4 pies de largo y de media línea de diámetro, estirada por un peso de 25 libras, haga oír el sonido *sol* (al aire) del violonchelo, y por consiguiente ejecute $487\frac{1}{2}$ vibraciones sencillas por segundo; se pregunta qué número de vibraciones hará en el mismo tiempo otra cuerda de la misma naturaleza, pero de 5 pies de largo, de una línea de diámetro y tendida por un peso de 36 libras, y á qué sonido de nuestra escala música corresponde dicho sonido?

Resp. El número pedido de vibraciones será igual á 90, sonido intermedio entre el *fa* \times y el *sol*, debajo del último *do* del violon.

362. Se quiere saber, cuál debería ser la tensión de la cuerda anterior, todo lo demás siendo igual, para que produzca el sonido *la*³ de la tercera cuerda al aire en el violin?

Resp. La tensión que se busca deberá ser equivalente á la que produciría un peso de 493,73 libras, poco más ó menos.

363. Volviendo á considerar la cuerda fundamental del problema penúltimo, se pregunta á qué longitud

será necesario reducirla, para que haga oír el sonido *mi*⁴, correspondiendo á la prima al aire del violin?

Resp. Su longitud deberá ser igual á 7 pulgadas y $2\frac{2}{5}$ líneas.

364. Propuesta otra cuerda de 30 pulgadas de largo, tendida con una fuerza como 36 libras, se desea conocer, cuál debería ser su diámetro para conseguir haga mil vibraciones por segundo; y á qué sonido de nuestra escala música corresponderia el producido por dicha cuerda?

Resp. El diámetro buscado deberá ser $\frac{2}{35}$ de línea; y el sonido producido por la cuerda vibrante corresponderá al *do*⁴, cuádruple octava del *do* ó sea bordon al aire en el violon.

365. Sea propuesta una cuerda de tripa afinada al unísono con el tono *sol*² de un bordon de violin.

Que se toque esta cuerda ligeramente con la punta del dedo en la quinta parte de su longitud, haciéndola vibrar mediante un arco de violin del modo que conviene para sacar un sonido armónico, como si se tratase de repetir la esperiencia conocida de *Sauveur*. Hecho esto, repitase el mismo experimento tocando con el dedo la cuerda en los $\frac{2}{3}$, y luego en los $\frac{3}{4}$ de su longitud.

Se quiere conocer *á priori*, la calidad de los sonidos armónicos que la cuerda hará oír en los tres casos?

Resp. El sonido será el mismo en las tres esperiencias, y corresponderá al *si*³, doble octava de la tercera mayor del sonido que daría la cuerda total haciéndola vibrar del modo ordinario.

366. Sabiendo que un tubo ó flauta de órgano tapada, de cinco pies de largo, hace ejecutar á su columna aérea 200 vibraciones sencillas por segundo, á la presión atmosférica de 28 pulgadas; se pregunta cuál deberá ser la longitud de otra flauta semejante, para que, colocada en las mismas circunstancias, produzca el sonido *mi*⁴ de la prima al aire en un violin afinado?

Resp. La longitud que se busca deberá ser igual á 9 pulgadas y $7\frac{1}{2}$ líneas.

367. Se pregunta si el sonido de un instrumento de viento, tal como una flauta, un clarinete, una trompa, &c. deberá ser el mismo en lo alto de una montaña, ó al fondo de una mina profunda, que al nivel del mar?

368. Se propone explicar la generacion de la escala música en la trompeta y en la trompa, indicando las particularidades que ofrecen los sonidos de dicha escala, comparada con la de los demas instrumentos?

Resp. Está demostrado por la teoria de los instrumentos de viento, que en los instrumentos cuyos sonidos se engendran mediante la abertura mas ó menos grande de los labios y la impulsión graduada del soplo, la columna aérea contenida en el tubo del instrumento se subdivide sucesivamente en 2, 4, 6, 8, 10, &c. partes iguales; de suerte que dichos instrumentos no pueden producir sino los sonidos representados por los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, &c.

Y así es que entre las octavas 1 y 2 no hay sonido alguno. Entre las octavas 2 y 4 no hay mas que el sonido 3 ó *sol*² (multiplo del *sol*¹ de la primera octava).

Entre las octavas 4 y 8 no hay sino los sonidos 5 ó *mi*³, y 6 ó *sol*³, y el sonido representado por 7 es un sonido perdido ó inútil, desconocido en nuestro sistema musical.

Entre las octavas 8 y 16, no hay mas que los cuatro sonidos 9 ó *re*⁴, 10 ó *mi*⁴, 12 ó *sol*⁴ y 15 ó *si*⁴, (todos multiplos de las notas de la misma denominación en la primera octava). Los tres sonidos espresados por los números 11, 13 y 14 son inútiles en nuestra música.

Continuando este raciocinio, se sigue, que en los instrumentos de que se trata, no se pueden producir sino los sonidos *do*, *re*, *mi*, *sol*, *si*, de los admitidos en nuestra escala música, sin que sea posible engen-

drar por sola la impulsión del soplo los sonidos *fa* ni *la*.

A la verdad, en algunos de dichos instrumentos se consigue producir todos los sonidos de la escala, y hasta los sostenidos y bemoles; pero entonces el músico se vale de algun artificio particular que altera las dimensiones de la columna aérea del instrumento, por ejemplo, metiendo la mano en el pabellon de la trompa, alargando ó acortando el tubo del trombon, moviendo las válvulas ó pistones de la corneta llamada de piston, &c.

369. Explicar los efectos y la generacion de los sonidos que produce el antiguo instrumento llamado tan impropriamente *trompa marina*?

Explicacion. El raro instrumento de música de que se trata aquí, muy poco conocido en el dia, no es, segun pudiera inferirse de su nombre, un instrumento de viento, sino un enorme monocordio, consistiendo en una cuerda única de contrabajo tendida en la tabla de una especie de mandolina estrecha pero de una longitud gigantesca de 40 á 42 pies. El caballete, muy diferente de el de un violon, tiene la forma de una V inversa, y no toca la caja del instrumento sino con un pie hallándose el otro un poquito separado.

Resulta de esta disposicion, que al hacer vibrar la cuerda mediante un arco de contrabajo, el caballete vibra ó tiembla tambien golpeando con su pie al aire la caja del instrumento, movimiento que produce un sonido bastante semejante al de la trompeta. Estos sonidos, por lo demas, son todos de la clase de los que en la música se llaman *armónicos*, engendrados por la subdivision espontánea de la cuerda en partes aliquotas, que determina sucesivamente el contacto ligero de los dedos de la mano izquierda en el mango del instrumento, el cual por consiguiente no puede hacer oír sino los sonidos propios de la escala de la trompeta comun.

370. Se pide la esplicacion de la causa y de las diversas circunstancias que ofrece el sonido armonioso engendrado por la combustion del gas hidrógeno, que se desprende del extremo de un pequeño orificio en el interior de un tubo de vidrio ó de metal.

Explicacion. Las personas que no conocen esta curiosa esperiencia, podrán formarse una idea del aparato, imaginando un frasco en que se desprenda gas hidrógeno por los medios conocidos, y en cuya boca esté pegado un tubito de vidrio abierto. Despues de inflamado con las precauciones convenientes el chorro de gas que sale por el orificio superior del tubito, se cubre la llama filosófica con otro tubo mas grueso, en cuyo interior el gas sigue ardiendo y produciendo en cierta disposicion un sonido bastante semejante al de una armónica.

371. Se desea conocer, en cuanto es posible explicarlo, la causa y las diversas particularidades á que es debido el ruido considerable que produce en el aire un latigazo.

372. Esplicar los movimientos particulares y demas fenómenos notables, que ofrece la superficie de una masa de agua contenida en un vaso de vidrio con pie, ó una copa, al frotar con cierto tino las orillas del vaso con los dedos mojados, como para repetir la esperiencia conocida con el nombre de *armónica digital*.

373. Dar una idea del instrumento perfeccionado con el nombre de *armónica digital de Franklin*; y de la *armónica metálica*, construida con varillas de metal que se tocan con un arco de violin.

Explicar la produccion de los sonidos engendrados por una série de láminas ó chapas de laton que hace vibrar una corriente de aire condensado; origen de los hermosos instrumentos modernos de música conocidos con los nombres de *acordion* y *órgano expresivo*.

374. Aunque en rigor no haya sonido absolutamente *fijo* en la naturaleza, y que el tono mismo del

diapason que usan los afinadores de piano, sea algo variable segun la temperatura, ¿no seria posible proporcionarse un sonido rigurosamente fijo é idéntico en todas las estaciones y climas de la tierra?

375. ¿Cuál parece ser la causa probable del sonido particular que producen dos bolas de villar de marfil, suspendidas por dos hilos, que se hacen chocar en el interior de una masa de agua contenida en un vaso de vidrio?

Observacion. Las personas que por primera vez repiten este experimento, se sorprenderán al oír, durante la colision de las bolas, un sonido enteramente idéntico al del vidrio.

376. Se propone explicar la razon, por la cuál al echar poco á poco agua en una botella, el sonido producido por la caída del líquido sube ó se hace gradualmente mas agudo, al paso que la vasija se va llenando?

377. Explicar la construccion y los efectos notables del instrumento de cuerda conocido en los países del norte con el nombre de *Arpa eoliana*, que la impulsión del viento hace resonar con cierta armonia?

Explicacion. Este instrumento, generalmente poco conocido en Francia y aun menos en España, consiste en una caja de madera comunmente en forma de prisma triangular, en cuya superficie se hallan tendidas un número mas ó menos considerable de cuerdas, afinadas ya sea al unísono, ó bien de suerte que puedan hacer oír los sonidos de la postura perfecta.

Esponiendo este aparato en una posición vertical á una corriente de aire, sea fuera de una ventana ó bien en el intervalo de una puerta entornada, las cuerdas puestas en vibración por el aire, harán oír á menudo una variedad de sonidos armoniosos á veces tan fuertes que llegan á incomodar.

378. Se propone dar á conocer los efectos y origen probable de la famosa *estátua gigantesca* de *Memnon*,

que segun los antiguos Egipcios, hacia oír sonidos armoniosos al contacto de los primeros rayos del sol naciente?

Referir algunas tentativas hechas por varios maquinistas, con el fin de imitar dichos fenómenos.

379. Despues de colocados á cierta distancia dos aparatos con campanillas desiguales, tocadas con fuerza constante por sus martillos respectivos, á favor de un movimiento de relojería; se averiguó que al colocar el oído una vez mas cerca de la campanilla mas débil que de la otra, la intensidad del sonido era sensiblemente la misma de parte de ambas campanillas.

Se pregunta, cuál debia ser en dicha esperiencia la relacion de intensidad entre ambos sonidos?

Resp. El uno debia ser la cuarta parte del otro.

380. Suponiendo que la velocidad media del sonido sea igual á 1042 pies por segundo, y que un oído muy ejercitado en la música llegue á distinguir lo mas diez sonidos sucediéndose rápidamente en dicho intérvalo; se pregunta qué distancia debe existir próximamente entre los centros llamados *fónico* y *fonocántico*, para dar lugar á un *eco monosílabo*?

Resp. La distancia pedida debe ser equivalente á 52 pies por lo menos.

Observacion. Segun las esperiencias mas modernas, se sabe que á la temperatura de 6 grados, la velocidad del sonido en un aire tranquilo suele ser de cerca de 337 metros ó 1209 pies españoles.

381. Un observador situado á cierta distancia de un edificio aislado y dispuesto á propósito para dar lugar á un *eco*, observó, con el reloj en la mano, á un cazador colocado entre él y dicho edificio disparando un escopetazo. Pasaron tres segundos entre el momento en que el observador vió el fuego y oyó la explosion, y dos segundos mas tarde oyó repetido por segunda vez el escopetazo.

Se quiere conocer poco mas ó menos la distancia á

que se hallaron el edificio y el cazador, relativamente á dicho observador?

Respuesta. El edificio debía hallarse próximamente á 5240 pies del observador, y el cazador á 3126 pies del mismo punto.

382. Se manda explicar, de qué modo, durante un temporal acompañado de truenos y relámpagos, y valiéndose de los datos anteriores, se puede determinar, sobre poco mas ó menos, la distancia de una nube procelosa respecto al observador?

383. Esponer los principales artificios acústicos de que puede uno valerse, para hacer en apariencia hablar un autómeta?

Reseña histórica de diversas figuras parlantes y de la ilusion acústica conocida con el nombre de la *niña invisible*. (*)

384. Se pregunta qué diferencia esencial y matemática parece existir entre lo que se llama comunmente *sonido* y *ruido*?

385. Explicar los principales medios que la naturaleza concedió á muchos *insectos músicos*, para producir un canto, ó sonido mas ó menos fuerte y variado, á favor de ciertos órganos particulares; así como se puede observar en los grillos, las cigarras y ciertas langostas, en algunos coleópteros, &c.

386. ¿Cuáles deben ser en una sala de concierto, ó en una orquesta, los efectos de la respiracion de los hombres y de la combustion de las luces, relativamente á la variacion de los sonidos en los instrumentos de cuerda y de viento?

387. Esponer cuál seria, conforme á la teoria de la reflexion del sonido, la forma mas ventajosa de una sala destinada para conciertos, ó para tribuna, y cuál

(*) Las personas que no conocen esta rara ilusion acústica, podrán leer su historia, modificaciones y explicacion en el primer tomo de *las memorias del físico Robertson*. Paris 1833.

debiera ser en este caso la colocacion respectiva de la orquesta y del auditorio?

Dar una idea de las salas llamadas de *ecos ocultos*, de *secretos*, y de la famosa *oreja de Dionisio* en Siracusa.

388. Se propone demostrar, por qué razon, en los instrumentos de música en que todos los intérvalos se hallan señalados por medios puntos, como en el piano y el órgano, es imposible conforme á nuestro sistema musical, que las octavas y las quintas sean todas justas ó afinadas simultáneamente.

Demostracion. Supongamos en efecto, que se afinen rigurosamente doce quintas sucesivas subiendo desde el sonido fundamental *do*: es decir, la série de notas siguientes: *do*, *sol*, *re*, *la*, *mi*, *si*, *fa**, *do**, *sol**, *re**, *la**, *mi**, *si**.

El último *si**, espresando por la unidad el sonido fundamental, será representado por

$si^* = \left(\frac{3}{2}\right)^{12} = 129,75$ hasta los centésimos.

Este *si**, perteneciendo á la sexta octava subiendo, si se toma la sexta octava debajo de este sonido se tendrá el *si** que corresponde á la primera octava, es decir, el *si** que sigue subiendo al primer *do* fundamental.

Por consiguiente la espresion de este primer *si** será

$si^* = \frac{1}{64} \left(\frac{3}{2}\right)^{12} = 2\frac{1}{37}$ próximamente.

Ahora bien, este *si**, en nuestros instrumentos de música con teclados, no es otra cosa sino la octava del primer sonido *do* espresado por el número 2. La pequeña diferencia ó relacion entre este *si** y el *do* con que debería formar unísono, es la de 531441 á 524288, y se conoce con el nombre de *coma pitagórica*.

Se ve pues, que las quintas no pueden estar justas ó afinadas sin alteracion de las octavas. Pero como la octava de un sonido no puede sufrir alteracion al-

guna por razón de la gran semejanza que hay entre ambas notas; el arte del afinador consiste en debilitar en una cantidad sumamente pequeña las quintas, hasta que el si \times que sigue subiendo al primer do, y la octava 2 del mismo do coinciden ó sean exactamente idénticos. En esta alteracion consiste lo que en lengua-je músico se llama *temperamento*.

389. Se quiere efectuar, ó á lo menos indicar, el cálculo de un *temperamento igual y riguroso*, es decir, dividir la octava de nuestra escala música en doce semi-tonos perfectamente iguales?

Solucion. Los doce sonidos que se buscan serán expresados por los términos de esta progresion geométrica

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 12 & 12 & 2 & 12 & 3 & 12 & 4 & 12 & 5 & 12 & 6 \\
 1 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} \\
 12 & 7 & 12 & 8 & 12 & 9 & 12 & 10 & 12 & 11 & 2 \\
 \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad} & 2 : \sqrt{\quad}
 \end{array}$$

Estos valores, calculados por medio de los logarit-
mos, suministran la série siguiente de sonidos expre-
sados en números de vibraciones, y que completa-
rá la solucion de nuestras dos primeras cuestiones de
Acústica.

do	1,00000
do \times ó re b	1,05946
re	1,12246
re \times ó mi b	1,18924
mi	1,25992
fa	1,33484
fa \times ó sol b	1,41421
sol	1,49834
sol \times ó la b	1,58740
la	1,68179
la \times ó si b	1,78180
si	1,88775
DO	2,00000

Se puede también hallar esta serie de números sucesivamente por medio de un método muy sencillo, dividiendo en primer lugar la octava en dos intervalos iguales; lo cual nos dará por espresion del *fa* \times el número 1,41421, segun hemos visto anteriormente (354).

Se divide también la octava en tres intervalos iguales, con el fin de hallar la espresion de las terceras mayores *do*: *mi*: *sol* \times : *DO*. Para lo cual se buscarán dos medias geométricas entre 1 y 2. Llamando estos dos números *p* y *q*, su espresion será

$$p : \sqrt[3]{2} : q : \sqrt[3]{2} : p : q$$

$$do : mi : sol \times : DO$$

y puesto que $p=1$ y $q=2$, hallaremos $mi=1,25992$ y $sol \times =1,58740$.

Mediante estos números se pueden calcular todos los demas, tomando siempre la raiz cuadrada del producto de los dos números entre los cuales se quiere hallar otro sonido nuevo.

Véase el *tratado de Acústica* de *Chladny*, quien nos ha suministrado algunos materiales para varias de las cuestiones anteriores.



CALÓRICO.

390. Se supone una mezcla de 3 libras y 8 onzas de agua á la temperatura de $+ 60$ grados, con otra masa del mismo líquido que pesa 5 libras y 12 onzas á $+ 42$ grados de temperatura.

¿Cuál debe ser próximamente la temperatura común de la masa de agua mezclada, prescindiendo de la pequeña pérdida de calórico durante la esperiencia?

Resp. La temperatura media, despues del experimento, será poco mas ó menos igual á $+ 48,84$ grados del termómetro centigrado (*).

391. Se quiere determinar, por el método del Doctor *Crawford*, el calórico específico de un líquido B que tiene alguna accion química sobre el agua, mediante otro líquido A que no la tiene. Se sabe que despues de haber mezclado cantidades iguales de los dos líquidos A y B, el primero á 412 grados y el segundo á 72 grados, la mezcla señalaba 89 grados, y que la capacidad calorífica del líquido A relativamente á la del agua, indagada á favor de experimentos preliminares, se halló espresada por $0,5$.

Resp. La capacidad del líquido B que se busca, debía ser representada por $0,676$.

392. Un cuerpo sólido del peso de $5,8$ libras, se coloca durante un tiempo conveniente en el interior del calorímetro de *Lavoisier*. Su temperatura antes del experimento era $+ 105$ grados, y la cantidad de agua derretida $9\frac{1}{2}$ libras.

(*) En todas las cuestiones siguientes se contará siempre con el termómetro centigrado, á no ser que se advierta lo contrario.

Se pregunta cuál era la capacidad calorífica de dicho cuerpo respectivamente á la del agua espresada por la unidad?

Resp. La capacidad pedida debía ser espresada por 1,449.

393. La capacidad calorífica de otro cuerpo, indagada por medio del mismo instrumento, habiéndose hallada igual á 3,75, y sabiendo que antes de la experiencia su temperatura era + 40 grados y su peso 5 libras; se desea conocer la cantidad de agua que dicho cuerpo debe haber derretido al enfriarse hasta zero?

Resp. Diez libras de agua.

394. Se propone otro cuerpo cuya capacidad calorífica fue hallada igual á 0,5, gozando de una temperatura de 72 grados antes de haber sido introducido en el calorímetro; y cuyo enfriamiento ha producido 12 libras de agua líquida.

Se pregunta cuál era el peso absoluto del cuerpo sometido á la experiencia?

Resp. Este debía pesar 25 libras.

395. Se quiere saber á qué temperatura se elevaría un cuerpo del peso de tres libras y cuatro onzas, y de una capacidad calorífica espresada por $4\frac{1}{3}$, para que colocado en el calorímetro pueda derretir al enfriarse $6\frac{1}{2}$ libras de agua?

Resp. La temperatura de dicho cuerpo deberá ser igual á 125 grados.

396. Se propone una esfera de latón de tres pulgadas de diámetro á la temperatura de zero, y se pregunta cuál deberá ser el volúmen de este cuerpo á una temperatura de + 40 grados; sabiendo que dicho metal se dilata de $\frac{1}{55215}$ por cada grado del termómetro centígrado?

Resp. El volúmen pedido debe ser igual á 44,4394 pulgadas.

397. Si un cubo del mismo metal ocupa á + 80 grados un volúmen equivalente á 132,6555 pulgadas

cúbicas, ¿cuál sería el diámetro ó la longitud de dicho sólido á la temperatura de zero?

Resp. Un diámetro igual á $5\frac{1}{10}$ pulgadas.

398. Habiendo hallado la altura de la columna barométrica igual á 27 pulgadas, el termómetro señalando á la sazón + 4 grados; se quiere saber cuál debiera ser la altura barométrica reducida á la temperatura de zero, sabiendo que el mercurio se dilata $54\frac{1}{12}$ de su volumen por cada grado del termómetro, prescindiendo de la dilatacion particular del tubo de cristal?

Resp. La altura barométrica corregida será igual á 26,80015 pulgadas.

399. Un cilindro de hierro de tres pulgadas de diámetro, al pasar de la temperatura de + 12 grados á la de + 22 grados se dilató de suerte que su volumen aumentó una cantidad igual á 0,0283 pulgadas cúbicas.

Se sabe que la dilatacion lineal de este metal es equivalente á $\frac{1}{75000}$ por cada grado del termómetro, y se pregunta cuál era el volumen primitivo del cilindro y cuál era su altura?

Resp. Volumen primitivo 70,686 pulgadas cúbicas; altura diez pulgadas.

400. Un vaso cilindrico del mismo volumen que el cilindro anterior, pero hecho de un metal diferente, al pasar de la temperatura de 13 grados á la de 56 grados, se dilató de suerte que ocupó un volumen igual á 70,898 pulgadas cúbicas.

Se quiere conocer la relacion de dilatacion de dicho metal correspondiente á un grado del termómetro?

Resp. La dilatacion pedida debe estar expresada por la fraccion 0,000023, ó próximamente $\frac{1}{43000}$.

401. Habiendo obtenido en una operacion quimica 150 pulgadas cúbicas de aire atmosférico á la temperatura de - 10 grados, es decir, á 10 grados debajo de zero; se desea conocer el volumen que dicho gas ocuparia á la temperatura de + 25 grados?

Resp. El volúmen que se busca debe ser igual á 170,454 pulgadas cúbicas.

402. Si una masa de aire, al pasar de la temperatura de 5 grados á la de 15.º, se ha dilatado de suerte que ocupe un volúmen de 208 pulgadas cúbicas, ¿cuál debia ser su volúmen primitivo?

Resp. 200 pulgadas cúbicas próximamente.

403. Se propone una masa de 80 pulgadas cúbicas de un gas á la temperatura de 10 grados, y se quiere conocer á qué cantidad seria menester elevar dicha temperatura para que el volúmen [del gas aumentase una vigésima parte?

Resp. La temperatura pedida debe ser igual á 23,73 grados, ó casi $23\frac{3}{4}$.

404. Sabiendo que una masa de aire de 200 pulgadas cúbicas aumentó su volúmen en una cantidad equivalente á 6 pulgadas cúbicas, al dilatarse á favor de una elevacion de temperatura de 10 grados; se pregunta cuál era la temperatura primitiva de dicho gas antes de su enrarecimiento?

Resp. Su temperatura primitiva debia ser igual á $66\frac{3}{4}$ grados.

405. Dar á conocer los diversos arbitrios invaginados por varios fisicos y artistas, con el fin de corregir las irregularidades que la dilatabilidad de los metales causa en la longitud, y por consiguiente tambien en el movimiento de los péndulos de los relojes; valiéndose para el efecto del mismo agente que causa dichas irregularidades.

406. Explicar por qué en las minas cuyos pozos verticales se hallan establecidos á alturas diversas en la pendiente de una montaña, se forman unas corrientes de aire que en invierno tienen una direccion diferente de la que se observa en verano?

Explicacion de un fenómeno análogo que se observa en las chimeneas muy altas, y aplicaciones económicas

que pudieran hacerse de esta propiedad en varias ocasiones.

407. Se trata de explicar el movimiento de rotacion que toma espontáneamente una ruedecita, molinete ó espiral de papel, suspendida en equilibrio en la punta superior de un alambre, al acercar este aparatito al cañon caliente de una estufa ó de una chimenea.

Citar algunas aplicaciones útiles que pueden hacerse de esta propiedad, ya sea para renovar el aire en una sala provista de estufa ó chimenea francesa, ó bien para construir una especie ingeniosa de asador mecánico en el interior de una chimenea (*).

408. ¿De qué modo puede explicarse el movimiento trémulo ó vibratorio que se observa en la porcion de aire inmediata á un cuerpo caliente, tal como un brasero, una estufa ó cañon de hierro caliente, &c.?

Explicacion de un fenómeno análogo que se puede observar á menudo por la mañana en la masa de aire libre que se halla en la superficie del suelo, especialmente en las praderas húmedas ó inmediatas al agua.

Inducciones hidrológicas que los físicos antiguos solian sacar de este último fenómeno.

409. Indicar cómo mediante una vela encendida colocada á diversas alturas en la abertura de una puerta entornada, se pueden hacer visibles las dos corrientes opuestas de aire, que se forman en un aposento en que arde una chimenea ó una estufa.

Aplicacion útil de dichas corrientes para renovar el aire mediante los pequeños ventiladores de hoja de lata establecidos en las ventanas y puertas de muchas salas de tertulia.

410. Dar á conocer los principales medios imajinados por los físicos y los químicos, para medir, ó á lo menos para comparar las temperaturas ó los diver-

(*) Este mecanismo ingenioso, usado en algunas partes de Francia, se halla descrito y figurado en las recreaciones de *Ozanam*.

los grados de calor en los cuerpos sólidos, líquidos y aeriformes: citando las principales especies de termómetros, térmóscopos y pirómetros.

411. ¿Por qué razón las dilataciones de los cuerpos sólidos y líquidos no son exactamente proporcionales á los incrementos de su temperatura?

412. ¿Cuál es la causa por la cual las cuevas, los pozos y otros parajes subterráneos de cierta profundidad, nos parecen calientes en invierno y frios en verano?

413. Explicar por qué al sumergir la bola de un termómetro en el agua caliente, el primer efecto del cambio de temperatura se manifiesta por el descenso momentáneo de la columna mercurial; al paso que esta columna sube durante los primeros instantes al hundir el instrumento en la nieve.

414. ¿Cuáles son los motivos que han hecho preferir el mercurio al espíritu de vino en la construcción de los termómetros; y en qué casos particulares los termómetros contruidos con espíritu pueden ser preferibles á los de azogue?

415. Se pregunta si es importante para la mayor perfección de un termómetro, que la parte superior del tubo se halle exactamente vacía de aire; ó si la existencia de una pequeña porción de este gas puede ser perjudicial á la exactitud del instrumento?

416. Explicar á favor de qué método ingenioso se pueden corregir las irregularidades que ofrece tan á menudo el diámetro interior de los tubos destinados para termómetros, consiguiendo dividirlos en partes rigurosamente iguales.

417. ¿Por qué razón la arcilla y las sustancias animales se encogen ó se contraen por el efecto del calor; al paso que todos los demás cuerpos se dilatan en las mismas circunstancias?

418. Indicar algunas aplicaciones útiles que se pueden hacer en las artes, del esfuerzo considerable en-

jendrado por la dilatacion y la contraccion de los cuerpos sometidos á la accion del calórico?

419. Se manda explicar, por qué una hoja de papel colocada encima de un cuerpo caliente, se encorva ó se hace convexa por un lado y cóncava por el otro?

Aplicaciones prácticas que hacen de esta propiedad ciertos artistas, ebanistas, silleros, cuberos &c. para encorvar artificialmente las maderas y el corcho.

420. ¿Por qué razon un vaso de vidrio grueso espuesto á la accion de un calor súbito, se rompe ordinariamente, mientras que este accidente raras veces sucede siendo el vaso delgado y calentándole despacio?

Describir de qué modo ingenioso se pueden hacer aplicaciones útiles de la propiedad anterior al arte de cortar el vidrio y el cristal, sin lima ni piedra dura, segun se practica muchas veces en los laboratorios de quimica y en las fábricas de cristal.

421. Explicar por qué los cuerpos heterogéneos ó de diversa naturaleza, v. g. madera, metal, piedra, vidrio, &c. nos hacen experimentar por su contacto sensaciones de frio muy diferentes, sin embargo de gozar de una misma temperatura?

¿Por qué el dinero en nuestros bolsillos parece mas caliente á la mano que el tejido en que está contenido?

¿Por qué los cuerpos metálicos espuestos al ardor del sol, adquieren tan pronto un grado de calor tan considerable?

422. Indicar algunas aplicaciones notables de la diferente facultad conductriz de los cuerpos para con el calórico, ya sea respecto á varios usos económicos en las artes, ó bien para explicar de un modo satisfactorio varios fenómenos de historia natural.

423. Suponiendo que la intensidad de los rayos solares siga, como la luz, la razon inversa del cuadrado de la distancia, que la distancia media del sol sea equivalente á 23980 radios terrestres, y que la temperatura del aire en la superficie de la tierra sea la

tercera parte de la del agua hirviendo, ó la décima de la del Hierro candente: se pregunta cuál podrá ser poco mas ó menos el grado de calor en la superficie del sol, comparativamente á los tres grados indicados de temperatura?

Resp. Dicho grado de calor seria 575040400 veces mas considerable que el del aire que nos rodea durante el verano, ó bien 191680133 veces mas fuerte que la temperatura del agua hirviendo, ó en fin 57504040 veces mas intenso que el calor de un hierro enrojado.

Observacion. Los datos que sirven de base á esta cuestion de simple recreacion, son, como se ve, bastante dudosos y gratuitos, puesto que ni siquiera está demostrado que los rayos del sol sean calientes en sí mismos.

424. Al repetir las esperiencias sobre los fenómenos del *calórico radiante*, se colocaron simultáneamente frente uno de otro á distancia de doce pies, dos balas ó globos de hierro calentados desigualmente, cuyas facultades radiantes se hallaron respectivamente en la relacion de 4 á 9.

Se pregunta á qué distancia en la parte media de la recta que pasa por los centros de ambos globos, seria menester colocar un termómetro, para que el índice ó la gota de alcohol de este instrumento se mantenga estacionario?

Resp. A $9\frac{1}{7}$ pies de la bola menos caliente ó á $4\frac{2}{3}$ pies de la otra.

425. En otra esperiencia del mismo género, las dos bolas calientes se hallaron separadas á una distancia mútua de 48 pies, y un termómetro intermedio colocado á $5\frac{1}{2}$ pies del globo menos caliente se mantuvo estacionario.

Se quiere saber, cuál era próximamente la relacion entre las virtudes radiantes de ambas balas?

Resp. La relacion pedida debia ser como 4 á 25.

426. Se trata de explicar, por qué los vestidos

negros nos parecen generalmente calientes al sol y frescos en la sombra; y por qué para pasearse en verano al sol conviene vestirse de blanco, como igualmente para permanecer en la sombra durante el invierno?

427. Esponer el medio ingenioso de que se sirven los labradores montañeses en varios países del norte, para acelerar al principio de la primavera el derretimiento de la nieve en sus campos y adelantar así el tiempo de la labranza.

Resp. Muchos jóvenes poco versados en las costumbres de los países septentrionales, ignorarán tal vez que el arbitrio de que se trata aquí, consiste en echar encima de la nieve tierra negruzca, cuya virtud absorbente respecto al calórico debe producir el efecto deseado.

428. Se pregunta si es ventajoso dar un color negro á las estufas y á los cañones de hierro destinados á calentar las habitaciones; y cuál debe ser el color mas ventajoso para el interior de una chimenea francesa destinada al mismo uso?

429. ¿Por qué razon probable se derrite comunmente la nieve al rededor del tronco de los árboles, de las peñas, de las estátuas de piedra, de las tapias de las casas, y de otros varios cuerpos de mucha masa; cuando durante el invierno el frio aumenta de repente?

430. Esplicar la causa de la temperatura suave que se experimenta ordinariamente en el interior de las casas durante el invierno, cuando la temperatura del aire exterior baja considerablemente; y por qué las paredes interiores, las escaleras de piedra, &c. se ponen comunmente húmedas, cuando la temperatura exterior se suaviza y que las nieves se derriten.

Esplicacion natural de los pretendidos sudores migrosos de las estátuas é ídolos de los antiguos, fenómenos que refieren á menudo en sus escritos.

431. ¿A favor de qué procedimientos seria posible

calentar una masa considerable de agua hasta el grado de la ebullicion, sin tener á su disposicion ni fuego, ni sol, ni vapor, ni otro cuerpo caliente?

432. Explicar la ebullicion de una pequeña cantidad de agua, que se puede conseguir en una cápsula de papel, arrimada á la lumbre ó encima de la llama de una vela encendida; la fusion de una bala de plomo esactamente envuelta en un papel sin destruccion de este; la incombustibilidad aparente de un hilo estrechamente ligado al rededor de un cuerpo metálico de cierta masa?

433. ¿Cuál parece ser la causa principal del frio perpétuo que suele reinar en las montañas muy elevadas, aun en las de la zona tórrida; al paso que en sus valles y llanuras la temperatura del aire está caliente?

434. ¿A qué causa es debido el frio que se siente al salir del baño, aun cuando la temperatura del aire en el aposento del baño sea igual á la del cuerpo humano?

435. Explicar la razon por qué cualquiera agitacion del aire ambiente nos causa una sensacion de frio, mientras que no produce comunmente accion alguna en un termómetro bien seco.

Dar á conocer la razon por qué al soplar de cierto modo en los dedos, se puede arbitrariamente producir sensaciones de frio ó de calor?

436. ¿Cuál es la causa del descenso de la columna termométrica al contacto de los primeros rayos del sol naciente, suponiendo el instrumento espuesto al aire libre; y por qué se verifica el mismo efecto, encerrando el termómetro debajo del recipiente de una máquina neumática y enrareciendo el aire?

437. Reunir bajo un mismo punto de vista los diversos medios económicos que pueden usarse para refrescar ó enfriar el agua, y generalmente toda clase de bebidas durante los calores del verano, sin tener á su disposicion nieve ni hielo.

Teoría de los efectos que producen respecto á esto las vasijas de arcilla porosa conocidas en España y muchos parages del oriente con el nombre de *alcarrazas*.

438. Esplicar por qué hay produccion de calor, mezclando agua líquida con alcohol, ó con diversos ácidos concentrados y principalmente el sulfúrico; al paso que resulta un grado de frío considerable, al mezclar dichos líquidos en ciertas proporciones con nieve ó hielo molido?

439. Se pregunta, de qué modo seria posible hacer morir de frío á un hombre en medio del verano y en el pais mas caliente, sin hacer uso de nieve ni de hielo?

Resp. Un procedimiento fácil é infalible para conseguir dicho efecto, seria esponer á una corriente de aire al paciente, vestido únicamente con una camisa empapada con éter.

440. Se manda describir los principales procedimientos físicos y químicos, por cuyo medio se puede lograr la congelación artificial del mercurio en nuestros climas.

441. Esplicar el aumento de volúmen que el agua sufre en el acto de congelarse, indicando la causa mas probable de los esfuerzos poderosos que el hielo es capaz de producir cuando se forma en vasos cerrados?

Dar la razon de la forma convexa que toma muchas veces la superficie del hielo en los vasos estrechos, en el caso que estos resistan á su fuerza expansiva?

442. Se quiere saber por qué hay produccion de calor, echando agua líquida sobre la cal viva, la potasa cáustica, la barita &c; mientras que se produce frío al echar en agua líquida ó nieve sales muy solubles; y por qué estas mismas sales desarrollan un calor muy sensible en el acto de cristalizarse?

443. Indicar un procedimiento fácil y económico para separar, ó á lo menos concentrar hasta cierto punto, la sal de una solucion salina, por ejemplo del

agua del mar, sin hacer uso ni de destilacion ni de otro procedimiento químico?

444. ¿Cuál parece ser la esplicacion mas probable del enfriamiento notable debajo de zero, que nos ofrece en ciertas circunstancias el agua sin perder su estado líquido; y á favor de qué procedimiento mecánico se puede en este caso provocar de repente la congelacion?

445. ¿De qué modo se puede explicar la formacion artificial del hielo que se verifica á veces en Bengala y otros parages calientes de las Indias, dentro de unos vasos grandes y chatos colocados encima del suelo, durante las noches de invierno y estando la temperatura de la atmósfera á tres grados sobre zero?

446. Explicar por qué las botellas que se sacan de las bodegas durante el verano, se mojan esteriormente, y por qué los vasos en que se toman los helados y sorbetes en los cafes y botillerias se cubren esteriormente con una capa delgada de nieve ó escarcha?

447. Explicar por qué el aliento y la transpiracion de los hombres y animales de carga se hacen visibles bajo forma de vapor, cuando el aire está frio, y de ningun modo durante el verano; y por qué este fenómeno es mas notable todavia cuando dichos animales sudan de resultas del trabajo?

448. Explicar á favor de los mismos principios, la causa del humo ligero ó niebla que se eleva durante el invierno de las ventanillas ó respiradores de las cuevas, bodegas, ú otros parages profundos y húmedos.

Explicacion análoga de la razon por qué durante el invierno se ve en la superficie de los rios, aunque á la temperatura de zero, una especie de niebla ó humo, cuando el aire atmosférico está mas frio que el agua?

Observacion. La esplicacion de esta clase de fenómenos meteorológicos, supone entre otros el conocimiento de un principio comprobado por la esperiencia,

á saber, que el aire al cargarse de vapores acuosos se hace mas ligero que el aire seco.

449. Se pregunta por qué en el invierno las ventanas de las habitaciones se mojan ó se hielan, unas veces por dentro y otras por fuera, principalmente en los países frios en que se hace uso de estufas para calentar las habitaciones?

Esplicacion de un fenómeno análogo, que se manifiesta á veces hasta en las mismas paredes interiores de los aposentos.

450. ¿A qué causa pueden ser debidas las figuras y cristalizaciones á veces tan raras, que en los países frios se forman en este caso en la superficie interior de las vidrieras durante las noches de invierno, cuando la temperatura de la habitacion está caliente y cargada de vapores húmedos?

Indicacion de un procedimiento ingenioso por cuyo medio se puede hasta cierto punto imitar el fenómeno anterior, y aun hacer helar artificialmente en las vidrieras de las ventanas figuras, letras, y otros dibujos arbitrarios á favor de la electricidad y del agua en vapor.

Esplicacion. El procedimiento de que se trata aquí, tiene alguna analogía con la esperiencia eléctrica conocida con el nombre de *figuras de Lichtenberg*. Exige, como sucede muchas veces en los países del norte, un frio riguroso y seco de parte del aire exterior, una temperatura caliente en el aposento y vidrieras bien secas. Con el gancho de una botella de Leyden cargada de electricidad vitrea ó resinosa, se trazan caracteres ó dibujos arbitrarios en la superficie interior del vidrio de la ventana, se arrima una cafetera ó cazo con agua hirviendo cuyos vapores se adherirán al vidrio, manifestando en estado sólido las figuras trazadas por la electricidad.

451. Esplicar la razon de la invariabilidad de temperatura que se observa en el agua hirviendo y en el hielo que se derrite, bajo una misma presion atmosférica.

rica; citando algunas aplicaciones útiles que pueden resultar de esta propiedad.

452. ¿Cuál es la causa probable de la influencia que algunas sustancias contenidas en el agua, tales como las sales, ejercen sobre el grado de calor necesario para la ebullicion del líquido, y qué aplicaciones útiles pueden hacerse de esta propiedad?

453. Esplicar por qué los líquidos hierven tanto mas fácilmente cuanto mas elevado sea el paraje en que se hace el esperimento; y por qué al contrario dichos cuerpos son susceptibles de adquirir tanto mas calor cuanto mas bajo sea la presion que sufren?

Aplicaciones útiles de este principio á la medicion de las alturas á favor del termómetro, á las máquinas de vapor, las colipilas, la marmita de Papin, y á varios usos económicos.

454. Esplicar por qué se puede tocar, sin quemadura notable, el fondo de un vaso metálico lleno de agua hirviendo, en el momento que se le aparta de la lumbre?

Observacion. Es menester observar que dicho vaso debe ser algo voluminoso, delgado, buen conductor del calórico, y que no se le pueda tocar impunemente sino durante la ebullicion: pues así que ésta deje de tener lugar se va aumentando la temperatura del fondo del vaso. *Aristóteles* habia ya notado este fenómeno, que fue confirmado en tiempos modernos por la academia de las ciencias de Paris.

455. Se pregunta á favor de qué esperimentos llegaron los físicos á comprobar, que el vapor del agua á 100 grados de temperatura y á 28 pulgadas de presion atmosférica, ocupa un volúmen 1698 veces mas considerable que en su estado líquido?

456. Citar algunas aplicaciones útiles del principio anterior, y de las cantidades considerables de calórico libre que desprende el vapor del agua durante su regreso al estado líquido.

457. ¿Cuáles son las principales razones que harán casi imposible la sustitucion de la fuerza expansiva del vapor del agua á la accion de la pólvora comun, ya sea en la guerra ó bien en otros casos?

458. Hacer una corta reseña histórica de las *máquinas de vapor*, sus diversas modificaciones, aplicaciones á la navegacion, á las minas, y á los caminos de hierro, sus ventajas y peligros. Influencia que esta invencion importante podrá tener en adelante en el bien estar de la sociedad humana.

459. Indicar el modo de construir, con el auxilio del vapor de agua, una gran máquina neumática, á propósito para efectuar un vacío bastante esacto, no solamente en el interior de las vasijas mas voluminosas, sino hasta en un pequeño aposento construido adrede en mamposteria; y qué aplicaciones útiles se pueden hacer de este procedimiento en las artes de la Farmacia, confiteria, reposteria, &c.

460. Se pregunta lo que, en el estado actual de nuestros conocimientos, se debe pensar racionalmente de la hipótesis del pretendido *fuego central*, cuya existencia admitian los antiguos filósofos en el centro de la tierra; y cuál parece ser, segun la opinion de los físicos y geólogos modernos, la esplicacion mas probable de la temperatura creciente que se nota en todas las latitudes á cierta profundidad en el interior del globo terrestre?

Esplicacion. Segun las observaciones mas modernas, se sabe en efecto que, despues de cierta profundidad muy limitada variable segun los parages y las estaciones, la temperatura interior del globo aumenta sucesiva y regularmente un grado centígrado por cada 33 metros de profundidad: de donde resulta que si esta ley continuase en los mismos términos, se deberia hallar una temperatura de 400 grados antes de llegar á la profundidad de una legua.

Este hecho es del mayor interes respecto á muchas

operaciones artísticas, y principalmente respecto á la temperatura de las aguas que se sacan del interior de la tierra á favor de los pozos llamados *artesianos*. El pozo de esta especie que en el año 1844 se taladró á Paris á la profundidad de 548 metros ó 1686 pies, suministra efectivamente desde aquella época un manantial abundante de agua á la temperatura de 27 á 28 grados, y este resultado se halló conforme al cálculo que los físicos y geólogos habian hecho *á priori*.

461. Una masa de 400 pulgadas cúbicas de aire seco á la presión atmosférica de 28 pulgadas y á la temperatura de 60 grados, se puso en contacto con agua líquida á la misma temperatura en un vaso cerrado.

Se sabe que la tensión del vapor de agua puede sostener en el vacío una columna de mercurio de $5\frac{1}{2}$ pulgadas, y se pregunta, cuál deberá ser el volumen del gas misto que resultará despues de saturada la masa de aire con vapor acueo, suponiendo que la temperatura no haya variado durante el experimento?

Resp. Un volumen equivalente á 424,44 pulgadas cúbicas.

462. Al repetir una experiencia semejante, pero á una temperatura diferente, se sabe que el resorte ó la presión del aire atmosférico antes del experimento era igual á 28 pulgadas, y que despues de su mezcla con el vapor acueo el gas misto habia adquirido un volumen dos veces mas considerable que antes.

Se quiere conocer cuál era la tensión del vapor antes de la experiencia?

Resp. La tensión pedida debia ser equivalente á una columna de 44 pulgadas de mercurio.

463. En otra experiencia análoga se habian puesto 60 pulgadas cúbicas de aire seco en contacto con agua, estando á la sazón la temperatura á 45 grados y la tensión del vapor acueo equivalente á media pulgada de mercurio.

Se sabe que despues de la saturación el volumen

del gas heterogéneo era igual á $64\frac{7}{3}$ pulgadas cúbicas, y se desea conocer cuál era la presión ó fuerza elástica del aire antes del experimento?

Resp. Esta fuerza debía ser equivalente á una columna de mercurio de 27 pulgadas.

464. Sabiendo que en otra experiencia del mismo género, hecha á la misma temperatura y á las mismas tensiones, el volúmen del aire saturado de vapor acueo era de 408 pulgadas cúbicas; se pregunta cuál debía ser el volúmen primitivo de la masa de aire antes del experimento?

Resp. El volúmen pedido debía ser igual á 406 pulgadas cúbicas.

465. ¿Cuál será el peso absoluto del pie cúbico español de vapor de agua, á la temperatura de 42 grados y á 6 líneas de presión atmosférica: sabiendo que á 100 grados de temperatura el agua en vapor ocupa un espacio 1698 veces mas considerable que en estado de líquido: que el pie cúbico de agua líquida pesa 433316 granos españoles á la presión atmosférica de 32 pulgadas y á la temperatura de 42 grados?

Se hará uso en este cálculo del método de *Laplace* deducido de la teoría de *Dalton*.

Resp. El peso que se busca será igual á 5,246 granos españoles.

466. Se propone una eolípila esférica de hierro de 15 pulgadas de diámetro, con su pico terminado en tubo capilar, y además provista de otro orificio circular de 6 líneas de diámetro capaz de resistir al vapor del agua calentada hasta 95 grados de *Reaumur*, cuya tensión es equivalente á una columna de mercurio de 57,8 pulgadas. Se supone la presión atmosférica igual á 28 pulgadas, la pesantez específica del mercurio 13,6, y el peso absoluto de la pulgada cúbica de agua líquida de 373 granos de París.

Después de haber introducido un poco de agua pura en la eolípila, se cierra el orificio con una válvula de

seguridad y se somete el aparato á un calor constante de 95 grados, hasta que el vapor del agua salga con abundancia por el pico del instrumento echando fuera todo el aire que podia contener. Despues de evaporado así casi todo el líquido, se cierra herméticamente la eolipila, y se quiere conocer:

1.º El valor de la fuerza expansiva que el vapor á 95 grados ejerce contra las paredes interiores y delgadas del vaso de cuyo espesor se prescinde en el cálculo.

2.º Qué peso ó muelle seria menester colocar esteriormente encima de la válvula de seguridad, para que el aparato esté al abrigo de la rotura?

Se hace abstraccion de la dilatacion propia del vaso, y del pequeño residuo de líquido que podrá quedar en su interior.

Resp. A la temperatura indicada, el vapor acueo actuará en el interior de la eolipila con una fuerza mas que doble de la que el atmósfera ejerce en su superficie exterior, es decir, con una fuerza de casi 11594 libras, 9 onzas y 3 dragmas. En el orificio de seguridad, esta fuerza elástica será próximamente equivalente á 4 libras, 4 onza y 5 dragmas, de suerte que cargando la válvula con un peso de 4 libras y 2 onzas no habrá probablemente que temer ningun accidente, y el vapor gozará de toda la tension de que es capaz á dicha temperatura (*).



(*) En la parte quimica se hallarán otras varias cuestiones relativas al calorico, y principalmente á la combustion.

ELECTRICIDAD.



467. **S**E propone una bolita de médula de sauco, fija en el extremo de una aguja horizontal de gomá laca, y suspendida en equilibrio, como en el aparato de la balanza eléctrica.

Se coloca dicha bolita entre dos bolas metálicas fijas, aisladas y dotadas de diversos grados de electricidad de una misma especie, v. g. de electricidad vítrea, y se averigua por esperiencia, que á 14 pulgadas de distancia de una de las bolas fijas ó á 12 pulgadas de la otra, la bolita móvil de sauco se halla casi igualmente atraída y permaneciendo en equilibrio entre ambos globos.

Se quiere conocer la relacion entre las fuerzas atractivas de ambas esferas metálicas, prescindiendo como siempre de las pérdidas inevitables de electricidad durante la esperiencia?

Resp. La relacion pedida debia ser como 36 á 49.

468. Se quiere determinar la fuerza repulsiva de la electricidad, espresada en funcion de la pesantez y del ángulo que forma con la vertical el pequeño péndulo de un electrómetro de *Henley*?

Solucion. Llamando φ dicho ángulo de inclinacion, P el peso del pequeño péndulo concentrado en su centro de gravedad, y descomponiendo una porcion de la direccion vertical en dos fuerzas la una horizontal la otra paralela al péndulo: se hallará esta última es-

presada por $\frac{P}{\cos \varphi}$, y la parte horizontal por $P \tan \varphi$.

La primera de estas fuerzas se halla destruida por el

punto de suspension ó de movimiento, y la segunda representará la fuerza repulsiva de la electricidad.

469. Explicar los varios movimientos de atraccion y de repulsion, que ofrece un pequeño cisne ó pato de esmalte nadando en la superficie de una masa de agua electrizada, segun la forma del cuerpo conductor que se opone á dicha figurita?

Observacion. El pico del pájaro termina en una punta metálica de alambre, y la figurita huye comunmente cuando se presenta al pico una punta metálica comunicando con el depósito comun, al paso que se acerca ordinariamente oponiéndole una bola ú otro cuerpo metálico romo. En general, dichos movimientos de atraccion y de repulsion ofrecen muchas anomalias ó irregularidades, segun la energia de la electricidad, la forma y la distancia de los cuerpos conductores.

470. Se propone explicar los diversos fenómenos que ofrece la esperiencia conocida con el nombre de *pez de oro* de *Franklin*?

Observacion. Conviene saber, que esta esperiencia sencillísima consiste en una pequeña hojuela ó pan de oro batido de dos ó tres pulgadas de largo, cortada en forma de rombo obtuso por un lado y rematando en punta aguda por el otro.

Presentando esta hojuela metálica al conductor electrizado de una máquina eléctrica, se la verá volar hácia el conductor revoloteando entre este y el dedo con un movimiento ondulatorio que imitará en algun modo la natacion de un pez, ofreciendo en su distancia respectiva y en sus movimientos varias circunstancias curiosas muy fáciles de explicar.

471. Se quiere comunicar una dosis de electricidad á una botellita de Leyde, mediante una botella grande cargada de electricidad del modo acostumbrado. Para lo cual se coje esta última con una mano por su guarnicion metálica exterior, y hallándose la otra mas pequeña colocada sobre la mesa, se ponen en contacto

las bolitas de ambos ganchos. Se supone que la superficie ó area metálica exterior de la botella grande sea equivalente á 60 pulgadas cuadradas, su carga interior espresada por 100 grados de electricidad, y que la superficie metálica de la botella menor sea de $6\frac{3}{4}$ pulgadas cuadradas.

Se quiere conocer la espresion numérica de la carga ó cantidad de electricidad que debe recibir interiormente el frasco pequeño, y cuál será el residuo de electricidad que quedará en el frasco mayor despues de la comunicacion ó reparticion?

Se prescinde de las pérdidas accidentales de fluido eléctrico durante la esperiencia.

Resp. La dosis de electricidad comunicada será representada por 10,11 grados, y el residuo por 89,88 grados.

472. En otra esperiencia análoga, se comunica del mismo modo cierta dosis de electricidad á una botella grande de Leyde, á favor de otra cargada pero mas pequeña. La superficie guarnecida de metal de esta última se supone igual á $5\frac{1}{2}$ pulgadas cuadradas, su carga primitiva espresada por 80 grados, y la superficie guarnecida del frasco grande equivalente á 16 pulgadas cuadradas.

Se pregunta la espresion de las dosis de fluido eléctrico que recibirá la botella grande y que conservará la pequeña despues de la comunicacion?

Resp. La cantidad comunicada será de 60 grados, y el residuo de 20 grados.

473. Queriendo repetir el experimento que forma el asunto del problema penúltimo, pero con la modificacion de cojer ambos frascos uno en cada mano por sus guarniciones exteriores, se supone que la diferencia de capacidad eléctrica de ambos vasos sea muy considerable y el mayor fuertemente cargado, y se pregunta cuál será comunmente el resultado desagradable de la comunicacion de los ganchos respecto al frasco menor y al experimentador?

474. ¿Qué aplicaciones se pueden hacer del método llamado *cargar por cascada*; con el fin de abreviar ciertas esperiencias eléctricas que exigen cantidades muy considerables de electricidad y por consiguiente mucho tiempo; y de qué modo se deben en este caso disponer las botellas que se han de cargar?

475. Se supone que se hagan comunicar tres botellas de Leyden de una misma capacidad eléctrica, dispuestas una en pos de otra como si se tratase de *cargar por cascada*; que la última comunique con el depósito comun y que se cargue la primera con electricidad vítrea.

Se pregunta de cuántos modos se podrá descargar dicho sistema de botellas, y cuál será poco mas ó menos la espresion del valor relativo de las diversas descargas?

476. Describir los diversos fenómenos que pueden tener lugar, al descargar dos botellas de Leyden de una misma capacidad eléctrica ó igualmente cargadas, sea vitrosamente sea resinosamente, acercándolas mutuamente de suerte que el gancho de cada frasco toque simultáneamente la guarnicion exterior del otro, así como lo indica la figura 46?

477. Describir de qué modo se puede imitar hasta cierto punto el fenómeno de la *raya torpedo*, ó de un pez eléctrico vivo, nadando en una vasija llena de agua y comunicando la conmocion á las personas que toquen al animal?

Indicar las principales particularidades de organizacion que los naturalistas y los físicos han reconocido en la disposicion del aparato con que la naturaleza dotó á los diversos géneros de peces eléctricos que se conocen.

478. Describir las diversas disposiciones de que se puede uno valer, para electrizar la llave ó la campanilla de una puerta, de modo que las personas que la toquen reciban una conmocion?

479. Se propone una botella de Leyden cilíndrica (fig. 47), preparada interiormente como de costumbre, pero guarnecida en su superficie exterior con dos zonas ó fajas metálicas paralelas é iguales A y B, separadas por una zona de vidrio C de la misma superficie.

Se trata de describir los principales fenómenos que puede ofrecer dicha botella respecto á los diversos modos de cargarla y descargarla.

Hacer unas suposiciones análogas con otra botella preparada de un modo semejante, pero guarnecida exteriormente con tres zonas metálicas, ó con mayor número multiplicado hasta el infinito.

480. ¿De qué modo sería posible disponer dos botellas de Leyden, de suerte que la una sea adecuada para apagar la llama de una vela encendida que se aproxima á su gancho, al paso que la otra vuelva á encender la misma vela?

481. ¿Cómo sería posible durante un temporal hacer caer el rayo de una nube eléctrica bastante próxima á tierra en un objeto terrestre determinado, v. g. un árbol ó un edificio, sin hacer uso de pararrayo ni de otro aparato eléctrico aparente; y de qué modo se pudiera comprobar, á favor de alguna experiencia hecha con la máquina eléctrica, la posibilidad de este problema de que se vanaglorian algunos charlatanes indios?

482. Se propone reunir bajo un mismo punto de vista todos los medios conocidos hasta ahora, para excitar la virtud eléctrica en los cuerpos.

Modos diversos para manifestar los fenómenos particulares que ofrecen las sustancias minerales llamadas *piro-eléctricas*, y particularmente la *turmalina*.

483. ¿A favor de qué procedimientos se puede encender un cuerpo combustible, tal como la yesca común, en la nariz, la lengua, ó en el dedo de una persona electrizada, sin causar á esta un dolor muy vivo?

484. ¿De qué modo se puede conseguir electrizar

á una persona resinosamente, hasta el punto de suministrar á los que la toquen sendas chispas, sin usar de otro aparato que una máquina eléctrica ordinaria adecuada para electrizar vítrosamente, una botella de Leyden y un taburete ó aislador?

485. ¿De qué procedimientos podemos valernos para conseguir que se electrice en poco tiempo todo el aire de una sala espaciosa, ya sea vítrea ó bien resinosamente?

486. Si está demostrado que el fluido eléctrico no baña sino la superficie de los cuerpos conductores, sin penetrar sensiblemente en su interior, ¿cómo sucede que se pueda cargar fuertemente y descargar una botella de Leyden de vidrio, guarnecida únicamente en su exterior con un cuerpo conductor, y llena interiormente de agua privada de aire?

487. Explicar á favor de qué procedimientos ingeniosos se puede, mediante la electricidad, descubrir entre varias cajas cerradas y opacas aquella en que una persona habia escondido secretamente una moneda, adivinando hasta su valor? De qué modo la electricidad puede dar la respuesta á una cuestion elegida secretamente? Y cómo se pueden geueralmente reproducir por medio de la electricidad casi las mismas recreaciones de magia blanca que se ejecutan comunemente mediante el iman ó el magnetismo?

Observacion. Esta cuestion se refiere á una larga série de esperiencias no menos ingeniosas que sorprendentes, pertenecientes propiamente al arte de la *magia blanca* tan impropriamente titulada *Física recreativa*, y cuya descripcion se halla en varios libros alemanes escritos principalmente por los profesores *Gutle*, *Seiferheld*, *Bohnenberger*, *Wiegleb*, &c.

El gabinete de Física del Real Palacio de Madrid, posee una coleccion bastante numerosa de dichos aparatos de electricidad recreativa.

488. Se propone calcular las tensiones eléctricas

sucesivas de dos pilas galvánicas de *Volta* ordinarias y aisladas, de zinc y cobre; la primera compuesta de siete pares de discos la otra de seis pares, suponiendo que la sustancia líquida goce de una facultad conductriz perfecta?

Resolver el mismo problema, suponiendo la base de ambas pilas en comunicacion con el suelo ó depósito comun.

489. Esplicar la influencia que la electricidad puede tener en la produccion de los fenómenos siguientes.

1.º Está comprobado por la observacion, que forrando los navios con chapas de cobre, los clavos de hierro duran menos tiempo que los de cobre.

2.º Se sabe que los vasos metálicos se destruyen ó desgastan mas pronto en las junturas soldadas que en cualquiera otra parte.

3.º Que las inscripciones antiguas grabadas sobre plomo puro se han conservado por mas tiempo que los caracteres esculpidos sobre aleaciones metálicas.

4.º En fin, se observa que varias bebidas tienen un sabor diferente, segun la naturaleza de los vasos metálicos en que se beben.

490. ¿Cómo se construirá mediante la pila galvánica de *Volta* una especie de *Telégrafo eléctrico*, por cuyo medio se pueda despertar una persona durmiendo á la distancia de algunas leguas, y comunicarle con la mayor rapidez todas sus ideas ó pensamientos?

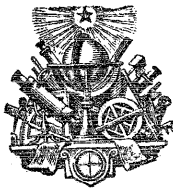
Observacion. No se trata aquí sino del *Telégrafo eléctrico* del célebre fisiólogo aleman *Sæmring*, descrito en el tomo 49 de la biblioteca británica del año 1812, y de ningun modo todavia del admirable *Telégrafo eléctrico* mucho mas moderno, cuyos efectos casi milagrosos no podian verificarse de un modo seguro y útil hasta el establecimiento y reforma de los caminos de hierro.

491. Discutir y comparar las teorías de *Franklin* y de *Symer* sobre la electricidad, respecto á la facilidad

y sencillez con que se aplican los fenómenos mas importantes, ya sea en la suposicion de un fluido único homogéneo, ó bien de dos fluides.

492. Se propone reunir bajo un mismo punto de vista las utilidades que la ciencia de la electricidad ha proporcionado hasta ahora á la sociedad humana, discutiendo las ventajas que las artes pueden sacar probablemente en lo sucesivo de este ramo de la Física.

Observacion. En la época de la redaccion de estas cuestiones, los descubrimientos interesantes de los Señores *Oersted* y *Ampère* relativos á la *electricidad dinámica* y las *corrientes eléctricas*, estaban á penas conocidas en España, y las artes ignoraban todavia los procedimientos admirables de la *Galvanoplastia*.



MAGNETISMO.



493. **A**L hacer sucesivamente oscilar una aguja imantada de brújula sumamente movable, entre ambos polos semejantes de dos varillas imantadas de fuerzas é intensidades magnéticas diferentes; se averiguó que opuesta á ocho pulgadas de distancia frente al polo mas enérgico, dicha aguja ejecutaba 50 oscilaciones por minuto, y que para conseguir este mismo número de vibraciones respecto al polo mas débil de la otra varilla magnética, era necesario aproximar esta hasta seis pulgadas á la aguja movable.

Se pregunta cuál debia ser en este caso la relacion numérica entre las fuerzas magnéticas de los centros de accion de ambos polos?

Resp. La relacion pedida debia ser como 9 á 16.

494. En otra esperiencia se supone que el intervalo que separa ambos polos semejantes de las dos barras magnéticas anteriores sea igual á dos pies, y se quiere saber á qué distancia en la recta que une sus centros de accion, seria menester colocar un pequeño fragmento de hierro, para conseguir que este fuese atraido igualmente por ambos polos?

Resp. A $10\frac{2}{7}$ pulgadas de distancia del polo mas débil, ó á $13\frac{5}{7}$ pulgadas del mas fuerte.

495. Se pregunta, si seria posible por medios meramente físicos mantener suspendida libremente en el aire una masa de hierro ó de acero, colocándola á cierta distancia entre los polos de dos imanes artificiales vigorosos, de suerte que se halle igualmente atraido por ambos imanes pero sin que llegue á tocar ninguno de los dos?

En otros términos.

Se pregunta, si sería posible obtener por medios físicos el pretendido milagro, ó sea la antigua fábula del atahud de *Mahoma* en la Meca, que muchos musulmanes crédulos ó mentirosos aseguran ballarse suspendido en el aire debajo de la bóveda en el sepulcro del falso profeta?

496. ¿Qué juicio podemos formar de las tentativas de algunos maquinistas poco instruidos, que aspiran inútilmente á conseguir una especie de *movimiento continuo*, á favor de un péndulo con lente magnética colocada á cierta distancia entre los polos de dos imanes artificiales?

497. Sabiendo que una aguja de brújula sumamente movable, desviada de su meridiano magnético, ha hecho en Paris 245 oscilaciones en diez minutos para volver á recobrar su posición primitiva y natural, y que esta misma aguja trasportada á una latitud diferente de la tierra en una ciudad A, ha ejecutado en unas circunstancias análogas 108 oscilaciones semejantes en cinco minutos; se pregunta, cuál debe ser la relación entre las fuerzas magnéticas del globo terrestre en ambos parajes citados?

Resp. La fuerza magnética en Paris debia ser á la intensidad de la misma fuerza en la ciudad A, como 60025 es á 46656, ó poco mas ó menos como 4 á 0,777.

498. Se proponen dos agujas magnéticas sumamente móviles en un plano horizontal, la primera de acero puro pesando 100 granos y apta para ejecutar 142 oscilaciones en tres minutos; la segunda de otro metal ó aleación menos sensible al magnetismo, pesando 88 granos y ejecutando en circunstancias análogas 42 vibraciones en seis minutos.

Mediante estos datos se quiere comparar las virtudes magnéticas de ambas agujas, sabiendo que estas fuerzas, con igualdad de dimensiones, se hallan gene-

ralmente en razon directa de los pesos de las agujas ó inversa de los cuadrados de los tiempos invertidos en hacer un número dado de oscilaciones.

Resp. La fuerza magnética de la aguja de acero será á la fuerza de la otra aguja, como 4 es á 0,22.

499. Se propone describir y comparar todos los procedimientos conocidos hasta ahora, de que se puede hacer uso para desarrollar la virtud magnética en el hierro y el acero, el cobalto y el níquel?

Observacion. Se supone que entre los medios indicados se halle comprendido implícitamente el agente admirable y eficaz de las *corrientes eléctricas*, aunque en la época de la redaccion de estas cuestiones la identidad entre los agentes eléctricos y magnéticos no estaba comprobada todavia.

500. Se quiere esplicar los movimientos opuestos y en apariencia contradictorios, que nos ofrecen las limaduras de hierro colocadas y sacudidas en un carton horizontal, al paso que se les opone el polo de un iman á cierta distancia, ya sea por encima del carton ya por debajo.

Observacion. Para repetir esta linda esperiencia, se coloca en primer lugar el plano de carton sembrado con un círculo ó anillo de limaduras de hierro en una mesa, y mientras que se presenta en el centro de dicho círculo, á la distancia de una ó dos pulgadas (segun la fuerza del iman), el polo de una varita imantada, se golpea suavemente el carton con la punta de los dedos. De resultas de este sacudimiento, se verán las partículas de hierro acercarse poco á poco hácia el centro del círculo que formaban, y llegadas frente al extremo de la varita magnética, elevarse para adherirse á ella. Todo esto parece muy natural.

Ahora bien, si se sostiene el plano de cartulina siempre horizontalmente á cierta altura, v. g. sobre dos libros iguales puestos de canto, y que se repita la misma esperiencia, con la modificacion de presentar el

polo del iman por debajo del plano de carton, se verá con sorpresa las partículas de hierro alejarse del centro de accion, al paso que se sacude el plano que las sostiene.

Estos fenómenos, que á primera vista parecen contradictorios, se esplican sin embargo con la mayor facilidad á favor de los primeros principios de mecánica.

501. Esplicar de qué modo se puede aumentar ó debilitar arbitrariamente, y en menos de un minuto, la virtud magnética de una barrita imantada de acero, sin tocarla de ningun modo?

502. ¿Cómo seria posible imantar una varilla de acero templado, de suerte que se les proporcionen dos polos idénticos ó del mismo nombre en ambos extremos, y aun, si se quiere, varios polos intermedios en toda la longitud de la varita?

503. ¿Por qué razon una varita ó lámina de acero delgada puede recibir por comunicacion un magnetismo mas enérgico, que una barra gruesa de la misma calidad y temple y de la misma longitud?

¿Cuál suele ser generalmente la forma mas favorable de una varilla para formar imanes artificiales, y en qué casos son ventajosos los imanes artificiales en forma de herradura de caballo?

504. Esplicar por qué mecanismo ingenioso se puede en un instante imantar ó desimantar una llave ordinaria, ó bien cualquiera otro pedazo de hierro, colocado en una mesa, sin tocar ni á esta ni á la llave?

505. ¿Cómo seria posible construir dos figuritas, nadando en equilibrio en el interior de un frasco cilindrico, cerrado, lleno de agua, y aislado en medio de una mesa; de tal suerte que, cuando se quiere, una de dichas figuras se vuelva mas pesada que el liquido y la otra mas ligera, sin que sea permitido tocar al aparato?

506. De qué modo se puede, á favor de un iman oculto movido por un mecanismo ingenioso, dar origen

á un *baile magnético* de figuritas, á imitación del baile eléctrico mucho mas conocido en los gabinetes de física?

507. Se propone dar una idea de la historia y pretendidas virtudes de la *varita adivinatoria*, discutiendo lo que en el estado actual de nuestros conocimientos se debe pensar racionalmente de esta antigua y famosa ilusion.

Explicar mediante qué artificio magnético se pudiera presentar á la vista de las personas crédulas y poco instruidas, el simulacro de una especie de varita adivinatoria, á propósito para adivinar ó descubrir una pieza de hierro ó de acero oculta secretamente en el interior de varias cajas cerradas y opacas, sin tocarlas.

508. Se propone explicar, por qué medios físicos cierto charlatan ó pretendido profesor de magia blanca consiguió persuadir á muchas personas crédulas, que poseia la facultad de imantar ó desimantar arbitrariamente unas agujas de brújula hechas de cualquier material, y colocadas en una punta fija en medio de una mesa aislada; al tocar únicamente este mueble cada vez que queria comunicar ó destruir en dichas agujas la virtud atractiva ó repulsiva.

Explicacion. Las atracciones y repulsiones en las experiencias indicadas, eran propiamente efectos eléctricos, producidos mediante un pequeño electróforo escondido en el interior de la mesa, y cuyo platillo conductor á favor de un mecanismo oculto, podia á voluntad del experimentador separarse de la torta resinosa, para comunicar cierta dosis de electricidad á la punta metálica aislada que servia de sustentáculo á las agujas sometidas á la experiencia.

509. Se propone explicar en qué principios generales estriban los aparatos ingeniosos conocidos con el nombre de *recreaciones magnéticas*, que se hallan en varios gabinetes de física, y de que se valen á veces los charlatanes no solo con el fin de divertir y poner en contri-

bucion la curiosidad pública, sino tambien para engañar á las personas crédulas.

Observacion. El gabinete de fisica experimental establecido en el Real Palacio de Madrid contiene, ademas de las máquinas de instruccion, una coleccion preciosa de los aparatos recreativos mas curiosos respecto á mecánica, electricidad, magnetismo y óptica, cuyos efectos pueden sorprender hasta á las personas instruidas, y que han contribuido muchas veces á proporcionar ratos de diversion á la familia Real. La descripcion de la mayor parte de las *recreaciones magnéticas* se halla en el tomo de Enciclopedia anteriormente citado, en las recreaciones de *Guyot*, en el *Manuel du Sorcier*, &c.



ÓPTICA.

510. **E**n ambos estremós de una recta horizontal de 60 pulgadas, se hallan dos luces cuyas intensidades luminosas se supone en la relacion de 4 á 9.

Se quiere hallar en dicha recta un punto intermedio igualmente alumbrado por ambas luces.

Resp. El punto que se busca se hallará situado á 24 pulgadas de distancia de la luz mas débil.

511. Sabiendo que en el problema anterior la relacion de intensidad entre ambas luces era como 16 á 25, y que el punto igualmente iluminado se hallaba situado á $8\frac{8}{9}$ pulgadas de distancia de la luz mas débil; se desea conocer el intervalo que separaba ambas luces?

Resp. Dicho intervalo, medido sobre la recta que une los centros de ambas luces, debe ser igual á 20 pulgadas.

512. Se sabe que la distancia que separa las dos luces era de 32 pies, y que un plano intermedio producía por ambos lados unas sombras de igual intensidad. Se pregunta en qué relacion debian hallarse las intensidades de ambas luces?

Resp. La relacion pedida debia ser como 4 á 25.

Demostracion. La solucion de los tres problemas anteriores supone este principio fundamental de Óptica, á saber: que *la intensidad de una luz dada crece y decrece en razon inversa del cuadrado de las distancias*; y por consiguiente la cuestion se reduce á dividir la recta que une ambos puntos luminosos en dos partes cuyos cuadrados se hallen en la relacion indicada.

Sea en efecto la relacion de intensidad entre ambas luces como m es á n , sea a el intervalo que las separa,

x la distancia del punto que se busca á una de las luces; su distancia á la otra luz será $a-x$; y por consiguiente la ley general enunciada se traducirá por la ecuacion siguiente:

$$\frac{m}{x^2} = \frac{n}{(a-x)^2}$$

la cual suministra los tres valores necesarios á la solución de los tres problemas anteriores.

Pero se demuestra además, que la intensidad de una luz propuesta depende no solamente del cuadrado de la distancia inversa; sino tambien de la razón directa del seno del ángulo de incidencia.

Teniendo en cuenta estas dos circunstancias, se puede preguntar: cuál debe ser la posición de un foco luminoso, v. g. la llama de una vela colocada en la mesa, para que un objeto propuesto se halle alumbrado lo mejor que sea posible?

Este curioso problema de cálculo diferencial se halla explicado en varias obras de Óptica, y tambien en las *recreaciones matemáticas* de Ozanam y Montucla, y su solución dá este resultado notable, que para lograr el máximo de iluminacion en las circunstancias indicadas, es preciso que la altura de la llama sea á la distancia del pie del candelero al objeto iluminado, como el lado de un cuadrado es á su diagonal.

543. Se propone dar á conocer el procedimiento ingenioso que sirvió para determinar la relacion entre las intensidades respectivas de la luz solar y la de la luna, relacion que M. Bouguer halló próximamente como 256289 á la unidad.

Explicacion. Este sabio físico y astrónomo frances halló en primer lugar, mediante unas esperiencias ingeniosas, que la luz del sol debilitada 11664 veces á favor de varios procedimientos artificiales, era igual á la luz de una vela alumbrando cierta superficie colocada á 16 pulgadas de distancia, y que esta misma

vela alumbrando una superficie semejante á 50 pies de distancia producía sensiblemente la misma luz que la de la luna debilitada 64 veces. Combinando estas dos relaciones, resultó que la luz del sol era á la de la luna en su distancia media y á una misma altura, como el número 256289 es á la unidad, es decir: superior mas de 250000 veces.

Otros experimentos hechos por el mismo físico le hicieron concluir, que la luz de la luna no parece ser sino la 300000.ª parte de la del sol.

514. Se propone una esfera opaca de seis pulgadas de diámetro, iluminada por un globo luminoso de un volúmen 4000 veces mayor. El intervalo que separa los centros de ambos cuerpos es igual á diez radios del cuerpo luminoso.

Se quiere conocer la longitud del eje de la sombra cónica proyectada detras del cuerpo opaco, prescindiendo de la inflexion que sufren los rayos luminosos en el contacto de la superficie de muchos cuerpos.

Resp. La longitud teórica de dicho eje deberá ser equivalente á $33\frac{1}{2}$ pulgadas, pero en la realidad será mucho mas corto.

515. Sabiendo que en una esperiencia análoga la esfera luminosa tenía diez pies de diámetro y el globo opaco tres pies: se pregunta cuál deberá ser el intervalo entre ambos cuerpos para que la sombra se prolongue hasta una distancia de 40 pies detras del cuerpo opaco, haciendo siempre abstraccion de la inflexion de la luz?

Resp. El intervalo pedido deberá ser igual á $93\frac{1}{2}$ pies.

516. El diámetro del cuerpo opaco siendo de 80 pulgadas y la distancia que separa ambos centros 500 pulgadas; se pregunta cuál deberá ser el diámetro del globo luminoso, para que el eje del cono de sombra iguale al radio del cuerpo opaco?

Resp. El diámetro que se busca deberá ser igual á 135 pulgadas.

Observacion. Se concibe fácilmente cuán importante debe ser esta teoria de las sombras respecto á los cuerpos esféricos, para poder calcular las eclipses del sol y de la luna.

517. Habiendo hallado igual á 200 pies la sombra y penombra de una torre proyectada en un terreno horizontal, en el momento mismo en que el borde inferior del sol estaba á 45 grados sobre el horizonte; se pregunta cuál debe ser poco mas ó menos la altura vertical de dicha torre?

Resp. Unos 200 pies á lo menos.

518. Se quiere explicar, en favor de qué relacion general se puede siempre conocer próximamente la altura de una torre ú otro objeto opaco y vertical, mediante su sombra proyectada en un plano horizontal. Y *vice versa*, de qué modo se puede juzgar poco mas ó menos de la altura del sol ó de la luna sobre el horizonte mediante una vara vertical?

Resp. Todos han podido observar, que las sombras de los cuerpos son tanto mas largas quanto mas próximo al horizonte se halla el sol, y que las sombras disminuyen al paso que este astro se acerca al meridiano.

Imaginando pues un estilo, un palo ú otro objeto recto y opaco AB (fig. 51), colocado verticalmente en un terreno horizontal, de suerte que se pueda medir la longitud de la sombra proyectada detras del objeto opaco; el corte vertical de esta sombra formará un triángulo rectángulo ABC, cuyos lados del ángulo recto estan representados por la altura del palo y por la distancia del pie de este al estremo de la sombra, y en dicho triángulo se tendrá siempre la relacion siguiente:

$$BC : BA :: R : \text{tang } BCA.$$

Esta relacion nos hará conocer la disminucion de

las sombras al paso que el sol se acerca al horizonte, aun cuando esta verdad no fuese conocida de todo el

$$R \times BA$$

mundo. En efecto, puesto que $BC = \frac{R \times BA}{\text{tang } BCA}$, que

la altura AB y el radio de las tablas trigonométricas son constantes, resulta que la sombra depende únicamente del ángulo BCA, el cuál disminuye el valor de BC al paso que aumenta.

Se concibe, que para facilitar la práctica de esta regla, conviene escojer un momento en que el sol se balle ni demasiado bajo ni demasiado alto, y que cuando este astro esté á 45 grados sobre el horizonte, la altura del palo será sensiblemente igual á su sombra, como en el problema anterior.

519. Indicar las diversas apariencias que puede ofrecer la sombra de los cuerpos opacos en el momento del medio dia, en las diversas zonas de la superficie del globo terrestre?

520. Explicar de qué modo seria posible construir un reloj solar, en el cual un ciego, valiéndose del tacto, consiguiera reconocer las horas que señala.

521. ¿Cómo es posible que la sombra del estilo de un reloj solar se haga retrógrada sin milagro, así como se ha observado efectivamente en ciertos climas?

Observacion. Este fenómeno, que á primera vista parece una imposibilidad física, se explica sin embargo á favor de los principios de la Gnomónica, como se puede ver en las recreaciones de *Ozanam*. La primera observacion de este fenómeno notable se debe al geómetra portugues *Núñez* ó *Nonius*.

522. Describir en favor de qué artificio ingenioso se puede, mediante la simple combinacion de la luz artificial y de la sombra, representar en la superficie de una pared blanca ó de un lienzo vertical, un baile muy divertido de figuras luminosas, aumentando, disminuyendo y multiplicándose arbitrariamente, de mo-

do que imiten hasta cierto punto una especie de Fantasmagoría sin instrumentos de óptica.

Observacion. La ilusion sencilla y agradable de que se trata aqui, está bastante conocida en todas partes con el nombre de *baile de las brujas*, cuyos pormenores estan descritos en las memorias del físico *Robertson*.

523. ¿De qué modo se puede, mediante una combinacion algo mas complicada de la luz artificial con la sombra, imitar en una sala oscura los efectos de unos *fuegos artificiales* con colores brillantes, sin ruido, ni humo, ni olor?

Observacion. Los inteligentes adivinarán fácilmente que la linda ilusion óptico-pirotécnica que se indica aquí, es la que se llama vulgarmente *fuegos pírricos ó chinescos*, cuya invencion, así como la de las *sombras chinescas*, se atribuye á los chinos, y cuyo espectáculo hecho ya trivial se ofrece á menudo al público.

524. Suponiendo que el sol se halle distante de la tierra unos 23980 radios terrestres de 19641500 pies cada uno, se quiere conocer la velocidad de la luz comparada con la de una bala de cañon corriendo 600 toesas de Paris por segundo.

Resp. La relacion pedida entre ambas velocidades será poco mas ó menos como el número 272155 es á la unidad, admitiendo que la luz nos llega del sol en ocho minutos de tiempo.

525. Suponiendo el radio de la tierra, considerada como rigurosamente esférica, de la misma magnitud que en el problema anterior, y el ojo de un observador elevado á cinco pies sobre la superficie del suelo: se quiere saber qué estension de terreno perfectamente horizontal un ojo bien organizado podrá abrazar durante un tiempo bien sereno?

Resp. Un círculo de casi 14004 pies de radio, en las circunstancias mas favorables.

526. Habiendo propuesto un objeto de tamaño conocido *AB* (fig. 48) en la superficie de un plano hori-

zontal, se quiere determinar una infinidad de puntos desde los cuales el objeto propuesto parezca al ojo siempre bajo las mismas dimensiones?

Resp. La solución de esta clase de cuestiones supone el conocimiento del ángulo óptico ó visual, cuya explicación pertenece propiamente á la teoría de la *vision*.

Conviene pues recordar que nuestros ojos juzgan con la mayor frecuencia y principalmente á distancias considerables del tamaño aparente de los objetos por el del ángulo óptico ó visual, y se demuestra fácilmente que *siendo muy pequeños dichos ángulos, se hallan sensiblemente en razon inversa de las distancias de los objetos.*

Es así que la simple inspeccion de la figura 48 nos hace ver, que los puntos que se buscan, tales como C, D, c, d, &c. estan determinados por cualquier arco circular descrito sobre AB como cuerda. Luego el ojo colocado en todos estos puntos, verá el objeto AB bajo un mismo ángulo óptico.

Nota. La proporcionalidad reciproca entre las distancias de los objetos al órgano y el valor correspondiente del ángulo visual, supuesto muy pequeño como sucede las mas veces, puede demostrarse muy fácilmente del modo siguiente (fig. 54).

Suponiendo que $BC=DE$ y que $AC=\frac{1}{2} AE$, el ojo colocado en A verá el objeto BG bajo un ángulo BAC doble de DAE.

En efecto, tenemos

$$AC : BC :: R : \text{tang BAC}$$

$$AE : DE=BC :: R : \text{tang EAD},$$

y por consiguiente

$$AC \times \text{tang BAC} = AE \times \text{tang EAD}$$

ó bien

$$\text{tang BAC} : \text{tang EAD} :: AE : AC :: 2 : 1.$$

Pero los ángulos, ó sus arcos, siendo muy pequeños, son sensiblemente entre sí como sus tangentes, y

por consiguiente el ángulo BAC será también al ángulo EAD como 2 á 1.

527. Se proponen dos partes desiguales AB, BC (fig. 49) de una misma recta, y se quiere conocer el punto desde donde dichas líneas parecerán de igual tamaño?

Solucion. Sobre AB y BC como bases, se construirán por un mismo lado los dos triángulos isóceles semejantes AFB y BGC. Luego del centro F con el radio FB trázese un círculo, y del punto G con el radio GB describese otra circunferencia que cortará la anterior en D. Este será el punto pedido; pues se ve fácilmente que mediante la construcción indicada y la semejanza de los arcos AEBD y BeCD, los ángulos CDB y BDA son iguales.

Existen realmente infinitos puntos, tales como D gozando de la misma propiedad; de suerte que el problema puede ofrecer un número bastante considerable de casos particulares y de corolarios, según se puede ver en las *recreaciones de Ozanam*, y en varios tratados de óptica.

528. Delante de un edificio cuya fachada vertical está representada por CD (fig. 50), se halla un jardín de una longitud igual á AB.

Se quiere saber de qué punto de dicho edificio se verá el jardín tan grande como es posible?

Solucion. Hágase la altura CE media proporcional entre CB y CA, y se tendrá la altura que se busca.

En efecto, haciendo pasar por los puntos A, B, E, un arco de círculo, este será tangente á la recta CE, por razón de la propiedad conocida de las tangentes y secantes. Hecha esta construcción, se ve fácilmente que el ángulo AEB es mayor que cualquiera otro AEB, cuyo vértice se halle en la línea CD; pues el ángulo AEB es menor que AgB, el cual es igual á AEB.

Este problema puede recibir aplicaciones útiles en la arquitectura, puesto que un propietario ilustrado

tendrá gusto en mandar abrir su ventana en el punto de la fachada desde donde pueda ver su jardín en la mayor estension posible (*).

529. Describir el método gráfico, ó sea las reglas de perspectiva, segun las cuales se puede dibujar en un plano propuesto una *anamórfosis óptica*, es decir, una figura disforme que parezca regular vista oblicuamente desde un punto determinado?

Observacion. Esta clase de anamórfosis suele ser de las mas lindas y sorprendentes, puesto que su trazado no exige ni espejos ni otros cristales labrados como los demas cuadros cambiantes de que tendremos ocasion de hablar en lo sucesivo. Pero en general estas pinturas anamorfóticas no suelen escitar placer ni sorpresa á las personas inteligentes, sino en tanto que sus puntos de vista y de distancia estan combinados de tal modo, que vistas de frente sea imposible adivinar el objeto que deben representar: así como se puede notar en los diversos cuadros anamorfóticos que hemos tenido ocasion de ejecutar en el Real gabinete de fisica y en los gabinetes particulares de algunos aficionados de esta corte.

530. Construir otra especie de *cuadro cambiante*, que puede ofrecer á la vista de los espectadores dos y aun tres objetos diferentes y regulares, segun el modo de mirarle, ya sea de frente ó bien oblicuamente y de lado.

Explicacion. La especie de cuadro cambiante de que se trata aquí, descrito en algunos libros antiguos de óptica recreativa con el nombre de *tabula stritta*, está fundado en un principio de óptica muy diferente del que sirve de base á la anamórfosis anterior. Su ejecu-

(*) Estos tres lindos problemas estan sacados de la obra de Ozanam: pero se hallarian tal vez mejor colocados entre los que se refieren á la *vision*, lo mismo que los tres siguientes.

cion es muy sencilla, y no exige ni geometria ni perspectiva.

Tómese una estampa representando un objeto arbitrario, v. g. un retrato de hombre, puesto en su marco pero sin cristal. Trázanse en este cuadro de alto abajo cierto número de líneas paralelas á igual distancia, elevando perpendicularmente sobre cada division otras tantas bandas ó tiras de cartulina delgada en forma de paralelógramos largos, estrechos é iguales, cuyo número depende de la estension del cuadro.

Escójanse luego otras dos estampas de la misma dimension que la anterior, representando la una v. g. un retrato de mujer y la otra de algun animal. Cada una de estas estampas se divide y se corta en el mismo número de tiras longitudinales y paralelas que se habian trazado en el retrato de hombre, cuidando de señalarlas con sus correspondientes números. En fin se pegarán estas tiritas de papel por órden en las tiras correspondientes y semejantes de cartulina puestas de canto en la estampa entera y primitiva, de suerte que todas las tiras formando la figura de mujer se hallen v. g. dirigidas por el lado izquierdo, y todas aquellas perteneciendo al animal por el lado derecho. *Intelligenti pauca sufficiunt.* Una inteligencia mediana indicará al artista la disposicion que conviene dar á las partes integrantes de cada estampa, para que el ojo del espectador inclinándose hácia la derecha vea la figura entera de un animal, por el lado izquierdo un retrato de mujer, ó bien un retrato de hombre colocándose enfrente del cuadro.

Esta clase de cuadros cambiantes se hallan á veces en ciertas estamperias y me acuerdo haber visto uno hace algunos años que divirtió bastante á las personas curiosas, porque representaba por delante una mujer, por el lado derecho un ángel y por el izquierdo un diablo.

531. Construir sobre unos principios análogos una

especie de *pirámide anamorfótica*, formada con varios planos paralelos de dimensiones decrecientes, representando varios objetos raros, de cuyo conjunto resulta un dibujo diferente considerándolo á cierta distancia en la direccion del eje prolongado de la pirámide.

Esplicacion. Esta recreacion óptica, menos conocida y algo mas complicada que la anterior, estriba sin embargo en los mismos principios, pero su forma en vez de la de un cuadro ordinario, es por lo comun la de una pirámide cuadrangular (*), colocada casi siempre debajo de una caja de cristal.

Para dar al lector una idea de este aparato, que imagine puesto en un plano horizontal un carton cuadrado de cuyo centro se eleva verticalmente una varilla delgada ó un alambre de hierro, en cuya longitud y á intervalos iguales y arreglados se hallan ensartados por sus centros cinco, seis, ó mayor número de planos de cartulina cuadrados, paralelos y dispuestos simétricamente, pero de dimensiones decrecientes desde la base hasta el vértice de la especie de pirámide que forman y cuyo eje representa el alambre.

Suponiendo alumbrado segun conviene este aparato, el ojo colocado á cierta distancia en la direccion del eje de la pirámide, confundirá sensiblemente los diversos planos que la componen en un plano único formando la base. Pero el órgano no podrá ver entero sino el pequeño plano superior: puesto que descubrirá únicamente una porcion limitada por los rayos visuales perteneciendo á las bordes de los planos subsecuentes, cuya parte central quedará invisible.

Conocida ya esta disposicion, si se supone que, tomando por centro del cuadro el pequeño plano superior de la pirámide, se dibuja algun objeto v. g. una flor, de modo que sus diversas partes se hallen repa-

(*) Tambien se pudiera, si se quisiese, dar á este aparato la forma de una pirámide de mayor número de lados, ó bien la de un cono con planos circulares.

tidas en las orillas visibles de todos los planos de cartulina, desfigurando artísticamente, mediante pinturas adicionales ajenas al cuadro, los dibujos parciales de las márgenes, á favor de la parte invisible que ocupa los centros, es evidente que desde el punto en que se supone el ojo del espectador, este, confundiendo en un cuadro único todos los dibujos parciales repartidos en las partes visibles de los planos sucesivos, no verá sino una flor ocupando toda la estension visible del cuadro (*).

532. Se quiere explicar, por qué de dia vemos mucho mejor al través de las ventanas de nuestras habitaciones las personas transeuntes en la calle, que estas nos ven á nosotros al través de las mismas vidrieras; mientras que de noche sucede un fenómeno del todo contrario?

533. Explicar por qué la proyeccion de un manojo ó haces de luz solar, recibido en la superficie de un plano de cartulina taladrado con agujeros de figuras diversas, conserva la forma del agujero hasta cierta distancia limitada, y produce siempre una figura sensiblemente circular cuando se prolonga dicho haz de luz hasta una distancia considerable?

Explicar, valiéndose de los mismos principios, por qué en un paseo de árboles corpulentos alumbrados por el sol, se ven sobre la tierra círculos y elipses luminosos, correspondiendo á los puntos del ramaje por donde ha podido penetrar la luz del sol?

534. Sabiendo que un ambiente diáfano de densidad uniforme hace decrecer segun una progresion geométrica la intensidad de la luz que lo atraviesa, y que esta intensidad, teniendo en cuenta la divergencia de

(*) Los métodos ó reglas de trazado para ejecutar las recreaciones ópticas que forman el asunto de las tres cuestiones anteriores, se hallan descritas en varias obras antiguas y modernas, tales como las recreaciones de *Guyot*, el volumen enciclopédico titulado *Amusemens des Sciences*, la linda obrita moderna *Manuel du Sorcier*, etc.

los rayos luminosos, decrece tambien en razon inversa del cuadrado de las distancias: sabiendo á mas que segun las esperiencias de Mr. *Bouguer*, á la distancia de 489 toesas ó sea $\frac{1}{12}$ de legua de Francia, la luz al atravesar el aire atmosférico pierde $\frac{1}{100}$ de sus rayos; se pregunta cuál debe ser la intensidad de la luz á una distancia de $\frac{1}{3}$ de legua ó 756 toesas?

Resp. La intensidad de la luz por cuyo medio se ve un objeto á la distancia de $\frac{1}{12}$ de legua, debe ser á la intensidad con que se le ve á un tercio de legua, como 33 á 2, poco mas ó menos.



CATÓPTICA.

535. Una persona alta de 5 pies y 4 pulgadas se supone en pie delante de un espejo plano vertical de 3 pies de altura, á la distancia de 8 pies y medio.

Se quiere saber á qué distancia dicha persona debería colocarse del espejo para conseguir ver su imájen entera reflejada de suerte que ocupe toda la altura de la luna?

Resp. El intervalo entre dicha persona y el espejo deberá ser igual á 7 pies 6 pulgadas y 8 líneas.

536. Se propone un espejo plano inclinado al horizonte de 30 grados, con un objeto horizontal colocado por delante, y se quiere conocer la situacion de la imájen?

Resp. Esta imájen formará con el horizonte un ángulo de 60 grados.

537. Esplicar de qué modo y con el auxilio de dos espejos planos, una persona puede conseguir ver su imájen por detras y aun de perfil, de suerte que pueda dibujar su propio retrato en esta última posicion?

538. ¿Por qué sucede que mirados por reflexion en una agua tranquila, se ven los objetos distantes con mayor claridad que los objetos cercanos?

539. Esplicar por qué cuando el sol ó la luna alumbran una agua corriente, el espectador colocado de cierto modo ve por reflexion una especie de faja luminosa trémula é interrumpida, en vez de una imájen única de dichos astros, como sucede con una agua tranquila?

540. ¿De qué modo seria posible, mediante un es-

pejo plano vertical y un ejercicio regular, conseguir disparar por encima del hombro un pistoletazo, casi con tanto acierto como por delante?

541. Se quiere explicar los diversos fenómenos producidos por dos espejos planos inclinados en ángulo recto: un objeto luminoso ó iluminado hallándose colocado en el intervalo angular de los espejos, y el ojo del espectador hácia la circunferencia del ángulo, señalando los casos en que pueden resultar dos imágenes ó tres?

Explicacion. Las figuras 52 y 53 pueden hacer comprender las principales circunstancias de este fenómeno catóptrico. En dichas figuras y las siguientes, *a* representa el objeto, y *a'*, *a''*, *a'''*, &c. las diversas imágenes, con las imágenes de las imágenes, que pueden formarse.

Se observará que la construccion gráfica que sirve de base á esta clase de fenómenos, es la misma que nos sirvió en la Dinámica para determinar la reflexion de una bola elástica en el juego de villar n.º 127.

542. Analizar, mediante una construccion gráfica, los fenómenos análogos mas variados aun, que se verifican cuando ambos espejos forman entre sí un ángulo de 60 grados, haciendo variar de diferentes modos la situacion respectiva del ojo y del objeto.

Explicacion. Las figuras 55 y 56 representan los pormenores mas esenciales relativos á estos hermosos fenómenos catóptricos, á saber: posicion y número de las imágenes con la marcha de los rayos principales.

En la figura 55, el objeto se supone colocado hácia la circunferencia del ángulo formado por los espejos, y el espectador mas distante, pero siempre, para simplificar, en la recta que divide el ángulo en dos partes iguales.

La figura 56 en fin, supone el ojo mas inclinado hácia uno de los espejos que hácia el otro, con el fin de hacer sensible la quinta imagen que muchas veces

tiene lugar en el espacio angular opuesto al que forman ambos espejos, y este es el caso mas general.

543. Explicar los fenómenos análogos, pero mas brillantes aun, producidos en el interior de una especie de *caja Kaleidoscópica* en forma de prisma triangular ABC (fig. 57), que contiene tres espejos planos rectangulares AB, BC, AC, unidos en triángulo equilátero, y tres decoraciones de cartulina pintadas y recorteadas DE, EF, DF, formando una especie de hexágono inscrito.

El ojo del espectador se supone colocado sucesivamente en los tres puntos D, E, F, en la parte media de cada espejo, cuya capa de azogue está taladrada para dicho efecto.

Explicacion. La inspeccion de la figura 57 puede dar una idea de la vistosa ilusion que debe producir este aparato catóptrico, cuando está ejecutado con inteligencia.

Todos los objetos comprendidos en los tres ángulos G, H, I, se hallan multiplicados bajo forma hexagonal, suponiendo los tres planos de decoracion DE, EF, DF bastante recorteados para poder ver al través. Es evidente por otra parte, que el vistoso fenómeno que se repite en los tres ángulos del aparato, debe ser exactamente el mismo que indica la figura 55, y por consiguiente que no es posible ver lo que contienen los triángulos K, L, y M.

En algunos gabinetes de Física recreativa se ve otro aparato catóptrico cuya construccion y efectos tienen bastante analogía con el anterior, con la diferencia de repetir seis veces en su contorno exterior los brillantes fenómenos que aquel produce en su interior. Consiste en una especie de templete exagonal, cuyas seis fachadas estan guarnecidas con doce espejos verticales rectangulares, formando seis ángulos entrantes de 60 grados. Estos intervalos angulares, adornados artísticamente con varias figuras, flores y decoracio-

nes, ofrecen á los espectadores una ilusion tan vistosa como variada y sorprendente. La descripcion de este aparato se halla en todos los libros de Fisica recreativa.

544. Hacer la aplicacion de los principios anteriores á los fenómenos vistosos y variados que ofrecen las diversas especies de aparatos conocidos con los nombres de *Kalidoscopios* ó *Kaleidoscopios*, y principalmente á aquellos cuyos espejos se hallan inclinados á 45 grados y á 30 grados.

545. Aplicar los mismos principios de Catóptrica al brillante fenómeno que presentan dos *espejos planos paralelos*, relativamente á un objeto luminoso, tal como una vela encendida, colocada entre ambas lunas.

Diversas modificaciones útiles y sorprendentes que se pueden hacer de esta propiedad, respecto á la disposicion de los espejos de una sala alumbrada por muchas luces ó arañas, ó bien relativamente á un aparato de diversion conocido en los gabinetes de fisica con el nombre de *galeria perpetua*, de pinturas dispuestas de un modo particular en el interior de una caja adornada con espejos paralelos.

546. Esplanar las diversas apariencias que resultan, cuando dos espejos planos forman entre sí un ángulo saliente, en vez de un ángulo entrante, los objetos reflejados hallándose dispuestos por delante de dichos espejos en el plano horizontal que pasa por su base.

Aplicacion de estos fenómenos á los *espejos prismáticos y piramidales*, y al dibujo de las *Anamórfosis catóptricas* que se pueden ejecutar por su medio.

547. A 26 pies de distancia del pie de una torre se ha colocado una jofaina ó cazuela llena de agua, y un observador cuyos ojos se hallan elevados á cinco pies de altura sobre el terreno horizontal, se ha atrasado en la direccion de la misma recta hasta el punto de ver la imájen de la cruz de la torre por reflexion en el centro del agua de la cazuela, y en esta posicion habia tres

pies y medio de distancia desde los pies del observador hasta el centro de la masa de agua.

Se quiere calcular próximamente por estos datos, la altura de la torre.

Resp. Dicha altura debia ser de $37\frac{1}{2}$ pies, poco mas ó menos.

548. Con el fin de determinar, por procedimiento análogo, la altura de una torre cuyo pie era inaccesible, el observador tomó dos estaciones en la direccion prolongada de una misma recta horizontal á 42 pies de intervalo.

En la primera estacion la distancia entre los pies del observador y el centro de la masa de agua reflectante era igual á tres pies, y en la segunda estacion dicho intervalo era de cinco pies.

Se pregunta, cuál debia ser, sobre poco mas ó menos, la altura de dicha torre inaccesible?

Resp. Próximamente 105 pies.

549. Indicar el método con que se puede, valiéndose de la reflexion del sol en un espejo, reflejar á una distancia considerable letras ó caracteres arbitrarios, ya sea oscuros ó bien luminosos.

Observacion. Algunos fisicos ó taumaturgos, valiéndose probablemente de un procedimiento análogo, han procurado á veces imitar toscamente el milagro de antaño, que tanto asustó á los habitantes de Babilonia en el famoso festin de Baltazar, segun refiere la escritura sagrada.

550. Esplicar el uso curioso que puede hacerse de la *reflexion parcial* que ofrece la superficie anterior de un plano de vidrio ó de cristal, para calcar ó copiar los dibujos colocados por delante.

Aplicacion curiosa que algunos fisicos han hecho de esta misma propiedad en la construccion de un pequeño aparato de diversion, destinado á reunir en un mismo punto las imágenes de los objetos separados, v. g. un pájaro en su jaula, sin embargo de hallarse

colocadas las pinturas originales una al lado de la otra.

Explicacion. Las personas que no conocen este último aparato de diversion, que se ve en algunos gabinetes de fisica, podrán formarse una idea de su construccion, imaginando colocadas en un plano horizontal juntas una al lado de la otra ambas pinturas indicadas, representando por una parte la jaula y por la otra el pájaro. Que se interponga ahora un plano de vidrio rectangular y vertical entre ambas pinturas, y que se mire á cierta altura por encima del plano horizontal, inclinando el ojo oblicuamente hácia el lado del pájaro y de modo que se vea la jaula al través del plano de vidrio. Se hallará una posicion en la cual el órgano llegará á ver, á favor de la reflexion parcial en el plano de vidrio, una imájen débil del pájaro sentado en apariencia en medio de la jaula vista directa y simultáneamente al través del cristal. La ilusion será algo mas completa dentro de una caja poco alumbrada y disimulando hasta cierto punto el misterio.

554. Explicar de qué modo se puede, con el auxilio de varios espejos planos, construir una especie de *anteojo catóptrico incomprensible*, á propósito para ver en apariencia al través de los cuerpos opacos.

Explicacion. Los aparatos catóptricos á que se alude en el presente artículo, son muy á propósito para asombrar á las personas que ignoran las ilusiones variadas y estraordinarias á que puede dar lugar la combinacion artística de los espejos. Por su medio, en efecto, parece que se ve distintamente al través de la mano ó del cuerpo de una persona y que se puede hasta leer en un libro colocado detras de su propio cuerpo.

La forma y construccion de esta clase de aparatos, pertenecier lo propiamente á la categoría de la Mágia blanca, varian bastante; pero comunmente consisten en un tubo encorvado cuatro veces en ángulos rectos, imitando poco mas ó menos la figura siguiente. —□□—

En cada uno de los cuatro ángulos se halla un pequeño espejo inclinado á 45 grados y paralelos dos á dos. Mediante esta disposicion, los rayos luminosos entrando por un extremo del instrumento sufren cuatro reflexiones sucesivas siguiendo las curvaturas del tubo, y salen por el extremo opuesto paralelamente á su direccion primitiva.

Lo que hay de mas sorprendente en este experimento, es que el ojo colocado en uno de los extremos del instrumento, imagina ver en línea recta los objetos situados en el otro extremo; y como la interposicion de cualquier cuerpo opaco en el intervalo que forman ambos codillos extremos no puede impedir esta especie de vision quebrada, los charlatanes, ó pretendidos adivinos ó brujos, que se sirven á veces de esta especie de anteojo májico, pretenden con su auxilio ver al través de los cuerpos opacos, y hasta descubrir los pensamientos mas secretos de las personas crédulas é ignorantes.

552. Describir de qué modo los físicos aplicaron el experimento que forma el asunto del artículo anterior, á la construccion de un instrumento útil conocido en el arte militar con el nombre de *Polemoscopio*; y tambien á una especie particular de anteojo de teatro destinado á satisfacer la curiosidad de ciertas personas.

Explicacion. El polemoscopio consiste comunmente en un gran tubo imitando poco mas ó menos la forma de una Z, con dos espejos paralelos en ambos ángulos (que son rectos), y pudiendo servir útilmente en tiempo de guerra para explorar por encima de las tapias de una ciudad sitiada las maniobras del enemigo, sin exponerse á ningun peligro. Algunas veces se hace uso de este instrumento en combinacion con un anteojo de larga vista.

Otra modificacion de este aparato, con una lente convexa y un solo espejo á 45 grados, consiste en un pequeño anteojo de teatro, de que se sirven algunas personas curiosas para mirar en apariencia algun ob-

jeto distante, mientras que en realidad estan mirando sus vecinos.

553. ¿A favor de qué artificio y valiéndose de dos espejos planos paralelos y artísticamente dispuestos, pueden producirse de dia los efectos de una especie de *Fantasmagoría* ó de *espejo mágico* bastante sorprendentes, haciendo aparecer en uno de dichos espejos una persona ó cualquier otro objeto que se desea?

Observacion. Mediante una ilusion catóptrica análoga á la anterior puede conseguirse esta especie de aparicion en un espejo mágico, que aparecerá como milagrosa á muchas personas si se disfraza de un modo conveniente. El lector curioso puede ver la disposicion de este esperimento, con otros muchos no menos sorprendentes, en el primer tomo de las *memorias de Robertson*, pág. 344.

554. Explicar de qué modo ingenioso varios físicos aplicaron la ley de la reflexion en un espejo plano, á la medida de los ángulos de los minerales cristalizados?

Descripcion y uso de los instrumentos tan útiles en la mineralogía, conocidos con los nombres de *Goniómetros* de *Charles*, de *Babinet* y de *Wollaston*. (Véase el tercer tomo de la *Física de Biot*).

555. Explicar por qué la imájen del sol reflejada por un espejo plano en movimiento, ó por la superficie de una agua suavemente agitada, hace unos movimientos tan rápidos; determinando la relacion constante que en esta esperiencia existe entre los movimientos angulares del espejo y de la imájen producida por la reflexion?

556. Hacer la aplicacion del principio anterior de Catóptrica á la teoria del instrumento astronómico tan usado en el arte de la navegacion con el nombre de *Octante de reflexion*?

557. Se pregunta si los peces, al acercarse á la superficie de una agua clara y tranquila, deben ver su

imájen reflejada por el aire tan distintamente como vemos la nuestra en la superficie del agua, y si el mismo fenómeno se verificaria en el caso que el aire se hallase sustituido por un espacio enteramente vacío?

558. ¿Por qué mecanismo, y con el auxilio de uno ó varios espejos planos dispuestos artísticamente en el interior de una caja, puede conseguirse que una bola suba en apariencia espontáneamente contra la ley de la pesantez de abajo hácia arriba?

Observacion. El aparato de diversion de que se trata aquí y que se ve en varios gabinetes de física, produce, estando bien ejecutado, una de las ilusiones mas sorprendentes de la Catóptrica. Su descripcion se halla en todas las obras tituladas de Física recreativa.

559. Explicar cómo es posible, mediante un número considerable de espejitos planos diversamente inclinados y artísticamente dispuestos, producir los efectos de un verdadero espejo ustorio curvilíneo?

Observacion. Esta cuestion se refiere á otra posterior que concierne á los espejos cóncavos núm. 560.

560. Se pide la explicacion de las líneas curvas luminosas llamadas *caústicas por reflexion*, que se forman en el fondo de un vaso cilíndrico cuyas paredes brillantes se hallan alumbradas oblicuamente por una luz viva.

Observacion. Dichas curvas se forman principalmente de un modo bien distinto y aparente, cada vez que se alumbrá oblicuamente el interior de un vaso de metal ó una jícara casi llena de leche.

561. Se proponen dos *espejos ustorios esférico-cóncavos*, de un radio de curvatura bastante grande para que se pueda prescindir en el cálculo de su concavidad: el primero de tres pies de diámetro concentrando los rayos solares en un foco circular de 7 líneas de diámetro, el otro de un pie de diámetro formando un foco de 3 líneas de ancho.

Suponiendo que estos espejos reflejen sensiblemente

todos los rayos solares que tocan en su superficie, se pregunta, cuál será poco mas ó menos la relacion de intensidad de calor y de luz en ambos focos?

Resp. La relacion pedida será como 3809 es á 2307, ó próximamente como 4,65 es á la unidad.

562. Propuesto el espejo cóncavo anterior de tres pies de diámetro y concentrando los rayos solares en un foco circular de 7 lineas de diámetro; se pregunta á qué distancia seria preciso acercar un objeto al sol, para que los rayos directos de este astro produjesen en dicho cuerpo el mismo calor y luz que se nota en la superficie terrestre á favor de la reflexion en el foco del espejo ustorio propuesto?

Observacion. Se supone la distancia media del sol equivalente á 2398 radios terrestres de 19614500 pies cada uno; en la hipótesis bastante dudosa de que al acercarse al sol la intensidad de los rayos caloríficos de este astro aumente progresivamente en razon inversa del cuadrado de las distancias.

Resp. La distancia que se busca seria de cerca de 388,55 radios terrestres; de suerte que la distancia á que seria preciso esponer dicho cuerpo á los rayos directos, seria á la distancia á que nos hallamos del sol, como 4 es á 61,74 poco mas ó menos.

563. Suponiendo que la temperatura del aire en el paraje y momento de la esperiencia sea la tercera parte de la del agua hirviendo, se quiere conocer en qué cantidad el calor producido en el foco del gran espejo ustorio anterior debia ser superior á la temperatura indicada?

Resp. El grado de calor en dicho foco será cerca de 4269 veces mas intenso que el del agua hirviendo.

564. Se pregunta por qué método geométrico se pudiera determinar aproximativamente la estension del foco fisico de un espejo esférico-cóncavo propuesto?

565. ¿Por qué razon la luz de la luna reflejada por la superficie de un espejo ustorio, no causa efecto

alguno sensible en nuestros termómetros, ni en los termómetros mas exactos?

Observacion. La respuesta se deduce naturalmente de las esperiencias de Mr. *Bouguer* citadas anteriormente en la cuestion del núm. 543.

566. ¿Qué es lo que se debe pensar racionalmente de la posibilidad del arbitrio de que se valió *Arquimedes*, segun refieren los historiadores, para quemar la escuadra de los romanos por medio de un gran espejo ustorio?

Resp. Segun todas las probabilidades, aquel famoso espejo ustorio de *Arquimedes* debia consistir en una reunion de un número considerable de espejitos planos, dispuestos, á favor de un mecanismo ingenioso, de modo que pudiese reflejar cada uno la imájen del sol en un punto único. La posibilidad de semejante mecanismo está bien comprobada por las esperiencias de *Kirker*, de *Buffon*, y principalmente de *Robertson*. (Véase el tomo primero de las memorias de este físico).

567. Se propone un segmento pequeño de *espejo esférico-convexo* de un radio de curvatura igual á 10 pies, y se pregunta á qué distancia detras de la superficie reflectante debe pintarse la imájen de un pequeño objeto luminoso ó iluminado situado delante del espejo á 9 pies de distancia de su superficie; y cuál será próximamente el tamaño lineal de dicha imájen comparativamente con la del objeto? (*).

Resp. La imájen pedida se hallará á 3,244 pies detras de la superficie del espejo, y su tamaño aparente será sensiblemente los $\frac{5}{14}$ ó bien 0,357 del objeto.

568. Suponiendo que el objeto se halle á la distancia de cien pies de la superficie del espejo convexo anterior, pero siempre en la direccion del eje prolongado, se quiere determinar el lugar y el tamaño aparente de la imájen.

(*) En todos los problemas de Catóptrica y de Dióptrica que siguen, se ha hecho uso de las fórmulas aproximativas del tratado de *Óptica de Lacaille*, modificadas segun la naturaleza de las cuestiones.

Resp. La imájen se hallará á 4,762 pies, poco mas ó menos, detras del espejo, y su magnitud aparente será $\frac{1}{21}$ del objeto.

569. Se desea conocer á qué distancia de la superficie del mismo espejo seria preciso colocar el objeto, para que su imájen pareciese ocupar en el espejo un espacio igual á la décima parte del objeto?

Respuesta. A una distancia igual á 45 pies próximamente.

570. ¿Cuál deberia ser el radio de curvatura de un pequeño espejo convexo, para que un objeto muy pequeño colocado á 200 pulgadas de distancia de su superficie pareciese cien veces mas pequeño en dicho espejo?

Resp. El radio de convexidad deberia ser igual á $4\frac{4}{9}$ pulgadas.

571. ¿Cuál deberia ser la curvatura de un *espejo esférico-cóncavo*, para que produjese por delante de su superficie el mismo efecto que producía por detras el espejo convexo anterior?

Respuesta. Su radio de curvatura deberia ser igual á 3,96 pulgadas.

572. Se propone un segmento de pocos grados de un espejo *esférico-cóncavo* de ocho pies de radio, y se quiere determinar el lugar y el tamaño relativo de la imájen de un objeto situado por delante en la direccion del eje del espejo á tres pies de su superficie.

Resp. La imájen se hallará poco mas ó menos á 12 pies de distancia detras de la superficie reflectante, su situacion será recta, y sus dimensiones lineales cuatro veces mayores que las del objeto.

573. ¿A qué distancia del espejo anterior seria preciso colocar dicho objeto, para que su imájen apareciese en el espejo amplificada tres veces?

Resp. El objeto deberá alejarse á 2 pies y 8 pulgadas de la superficie reflectante.

574. Estando propuesto un espejo semejante de 12

pies de radio, se quiere conocer el lugar, la situación y el tamaño de la imájen de un objeto colocado á $40\frac{1}{2}$ pies de distancia de su superficie.

Resp. La imájen, que deberá hallarse á 44 pies, poco mas ó menos, por delante del espejo y por el lado del espectador, aparecerá inversa y sus dimensiones lineales serán como las $\frac{3}{4}$ partes del objeto.

575. Se quiere saber, á qué distancia del espejo cóncavo de ocho pies de radio seria preciso colocar un pequeño objeto, para conseguir que su imájen respecto á los ojos de un espectador mas distante apareciese por delante de la superficie reflectante en el aire, en una situación inversa, y cerca de siete veces mas pequeña que el objeto.

Resp. El intervalo que se busca deberá ser igual á 32 pies, para que se verifique el efecto deseado.

576. Se proponen dos espejos cóncavos, el uno de ocho pies de radio y el otro de doce pies, situados frente y paralelamente uno al otro á 40 pies de intervalo. Se quiere determinar sobre la recta que une sus ejes un punto situado de tal modo, que un objeto pequeño colocado en él aparezca sensiblemente del mismo tamaño en ambos focos y fuera de la superficie reflectante.

Resp. Colocando el objeto á 16 pies del espejo mas cóncavo, ó á 24 pies del otro, su imájen aparecerá como la tercera parte del objeto.

Es evidente que el problema admite varias soluciones.

577. ¿Cuál debería ser el intervalo entre ambos espejos, para que en cada uno la imájen pareciese ser la quinta parte del objeto, y cuál deberá en este caso ser la posición de este?

Resp. Alejando los espejos á 60 pies el uno del otro, y colocando el objeto á 24 pies de la concavidad menor, se debe verificar el efecto deseado.

578. Dos espejos curvos, el uno cóncavo y el otro convexo, de un mismo radio de curvatura igual á cinco pies, hallándose colocados frente y paralelamente el

uno al otro; se quiere saber cuál debería ser su distancia respectiva á un pequeño objeto intermedio situado en la recta que junta sus ejes, para que la imájen apareciese siete veces mas pequeña que su original en ambos espejos.

Resp. El intervalo entre los espejos habiéndose fijado á 35 pies, el objeto deberá hallarse á 15 pies de distancia de la superficie convexa.

579. Propuestos dos espejos cóncavos, el uno de dos pies de radio el otro de tres pies, situados paralelamente al frente uno del otro; se pregunta cuál deberá ser su intervalo y la posición de un pequeño objeto intermedio, para que las dimensiones lineales de ambas imágenes se hallen disminuidas respectivamente en razón inversa de los radios de curvatura?

Resp. Fijando dicho intervalo á 43 pies y 9 pulgadas, el objeto deberá hallarse á cuatro pies del espejo cuyo radio es igual á dos pies.

580. Explicar el uso que se puede hacer de un espejo cóncavo *esférico* y *parabólico*, con el fin de alumbrar, de calentar, y de producir diversas ilusiones acústicas.

Esponer las ventajas y propiedades particulares de cada uno de dichos espejos.

581. ¿De qué modo, valiéndose de las propiedades de un gran espejo cóncavo, puede aparecer á los ojos de un espectador y en el aire, un objeto fantástico é impalpable, tal como la imájen de una flor, de un espectro, de un puñal, &c. disfrazando completamente el artificio de esta bella ilusión?

Observacion. Todos los aficionados á física experimental saben, que la esperiencia de que se trata aquí, constituye una de las ilusiones mas sorprendentes de la Catóptrica y que se puede variar de infinitos modos. En cuanto á los pormenores de ejecución, el lector hallará modificaciones muy curiosas de dichas esperiencias en las *memorias de Robertson* citadas anteriormente.

582. Explicar el modo de construir una *caja óptica* ó sea *Cosmorama*, de un efecto hermosísimo, á favor de un cuadro trasparente pintado sobre vidrio, alumbrado por una lámpara y amplificado mediante un espejo cóncavo.

583. Esponer de qué modo, y mediante una experiencia fundada en el mismo principio de ilusion, se puede presentar á los ojos del espectador una especie de *Palingenesia*, es decir: reproducir en apariencia el simulacro de un sér destruido, v. g. de una flor, una escritura quemada, &c.

Observacion. El modo de disponer y ejecutar esta ilusion antigua pero siempre curiosa y notable, se halla descrito en casi todos los libros que tratan de Física recreativa ó magia blanca.

584. Explicar la construccion y los efectos de las principales especies de *anamórfosis catópticas*, ó sea cuadros cambiantes, que se pueden ejecutar con el auxilio de los espejos mistilíneos llamados *espejos cilindricos y cónicos*.

585. ¿Cuáles son los efectos producidos por un espejo curvilíneo de forma *elíptica*, y qué uso puede hacerse de él para ejecutar ciertas ilusiones acústicas muy sorprendentes?

586. ¿Por qué al mirar oblicuamente un objeto luminoso, tal como la llama de una vela, en un espejo plano y algo grueso, se perciben comunmente cuatro, cinco ó seis imágenes de dicho objeto, cuyo resplandor se va debilitando gradualmente?

Resp. La causa de este fenómeno depende no solamente de la reflexion de la luz, sino tambien de la refraccion simple á que dá lugar la superficie anterior del plano de cristal. La figura 58, en la cual la imagen de la llama A se halla repetida tres veces puede hasta cierto punto hacer comprender la parte esencial del fenómeno.

DIÓPTRICA.



587. **E**SPLICAR á favor de qué experiencia sencilla se puede hacer que aparezca y desaparezca arbitrariamente una moneda, ó cualquier otro objeto, colocado en el fondo de un vaso opaco y abierto, sin tocar á este y sin interponer otro cuerpo?

Modificacion curiosa de la misma experiencia en una ilusion análoga conocida con el nombre de *experiencia de los avaros*, que consiste en hacer aparecer duplicada una moneda, puesta en un vaso de vidrio en parte lleno de agua y vuelto boca abajo en un plato.

588. ¿ Por qué razon una agua clara y mansa nos parece siempre menos profunda de lo que es en realidad, y por qué el fondo de un pilon lleno del mismo líquido aparece que se va estrechando en forma de embudo?

589. Explicar las diversas apariencias que puede ofrecer un palo, ó cualquier otro objeto largo y delgado, sumergido parcial y oblicuamente en una masa de agua, respecto al espectador situado en el aire?

Explicacion de otros varios fenómenos análogos debidos á la refraccion de la luz sobre los líquidos en que se sumerge un cuerpo opaco, susceptible de mojarse ó no.

590. Hacer la aplicacion de los principios anteriores al arte de tirar á los peces en el agua, teniendo en cuenta al mismo tiempo la refraccion de la luz, y la de la bala del fusil ó escopeta.

591. Explicar la razón por la cual al alumbrar oblicuamente por una luz viva un vaso cilíndrico de vidrio en parte lleno de líquido, se forman en el fondo ó la base del vaso dos curvas luminosas que se juntan en forma de corazón?

Observacion. Estas curvas, llamadas *cáusticas por refraccion*, se dibujan tambien con mucha claridad y limpieza á favor de la refraccion sencilla, en el interior de un vaso de vidrio lleno en parte de un líquido opaco tal como la leche.

592. Se pide la explicacion de la especie de red luminosa que se forma en el fondo de una agua corriente, clara, poco profunda y alumbrada por el sol.

593. Dar una idea del método por el cual los físicos han conseguido determinar la relacion, ó sea el *índice de refraccion*, que sufren los rayos luminosos al atravesar los medios diáfanos de diversa densidad.

594. Explicar en qué consiste el fenómeno de la *doble refraccion* que nos ofrecen muchas sustancias minerales cristalizadas, citando algunas aplicaciones interesantes que esta propiedad puede tener en la Mineralogía y en algunas artes.

Dar una idea del ingenioso instrumento llamado *Micrometro de Rochon*.

595. Dar una idea del fenómeno llamado *Asterismo* que nos ofrecen algunos minerales; citar algunas aplicaciones prácticas y útiles que varios físicos han hecho de la propiedad notable de la luz conocida con el nombre de *polarizacion*.

596. En el interior de un *globo esférico de vidrio* delgado de ocho pulgadas de diámetro enteramente lleno de agua, se halla un pequeño objeto situado en la direccion del eje, á igual distancia entre la superficie convexa y el centro del globo.

Se quiere determinar el lugar y la magnitud relativa de la imájen de dicho objeto en el interior del globo: suponiendo como 4 á 3 la relacion entre los se-

nos de incidencia y de refraccion al pasar los rayos luminosos del aire al agua.

Resp. La imájen se hallará situada á una pulgada y 4 líneas de distancia de la superficie del globo, y su magnitud será poco mas ó menos los $\frac{2}{3}$ del tamaño del objeto.

597. Se desea conocer á qué distancia seria necesario colocar el objeto en el interior del dicho globo de agua, para que su foco ó imájen se pintase precisamente en el centro del globo, y cuál seria en este caso la relacion de sus dimensiones lineales respecto á las del objeto?

Resp. El objeto deberá hallarse al estremo de uno de los diámetros de la esfera, y entonces su imájen aparecerá como las dos terceras partes del objeto.

598. Esplicar las causas y circunstancias particulares de la amplificacion considerable que se nota, cuando los peces ú otros objetos nadando en el interior de un globo semejante al anterior, se hallan situados de cierto modo relativamente al espectador colocado por fuera en el aire.

599. Esplicar la razon por la cual el sol, la luna, y generalmente todos los cuerpos celestes, casi nunca se ven en el paraje verdadero que ocupan en el espacio, y por qué este desvio es tanto mas considerable cuanto mas cercanos al horizonte se hallan dichos astros.

600. Esplicar por los principios de la refraccion astronómica, cómo es posible, hallándose el sol sobre el horizonte, ver la luna eclipsada aun totalmente.

601. ¿Por qué al mirar varios objetos al través de un paralelepípedo de vidrio grueso, aparecen dichos objetos mas voluminosos, mas cercanos y mejor alumbrados?

602. Esponer á favor de qué método ingenioso los físicos han procurado determinar próximamente la altura de la atmósfera, admitiendo que el crepúsculo

matutino empieza á manifestarse cuando el borde superior del sol se halla á 17 grados y 41 minutos debajo del horizonte; y por qué razon este método es defectuoso y no daría por resultado sino una altura atmosférica de cerca de 16 leguas?

603. Esplicar por qué las plantas, animalitos, ú otros objetos, nadando en la superficie de una agua clara y poco profunda, proyectan en el fondo una sombra mas ancha de lo que debería ser; y por qué dicha sombra se halla ademas rodeada de una especie de aureola luminosa?

604. Esplicar un fenómeno análogo que se manifiesta en las paredes laterales de un vaso de vidrio lleno de agua, al sumergir verticalmente en el líquido un alfiler ú otro cuerpo opaco largo y delgado.

605. ¿Por qué el sol y la luna, hallándose muy próximos al horizonte, toman en apariencia la forma elíptica?

606. Cerca del eje de una lente de vidrio bi-convexa y simétrica, de un radio de curvatura igual á 22 pulgadas, y á cuatro pulgadas de distancia de su superficie, se halla situado un pequeño objeto luminoso ó iluminado sensiblemente concéntrico con la superficie del vidrio.

Se pregunta: 1.º á qué distancia detras de la lente se percibirá la imájen de dicho objeto por un ojo colocado en el lado opuesto?

2.ºCuál será su grado de amplificacion aparente?

3.ºCuál será la distancia focal de los rayos paralelos?

Observacion. En todos los problemas siguientes de dióptrica, se supone como 34 á 20 la relacion entre los senos de incidencia y de refraccion, respecto al paso de los radios del aire al vidrio, á no ser que se advierta lo contrario.

Resp. La distancia de la imájen á la lente será igual á cinco pulgadas, el grado de amplificacion $4\frac{1}{2}$, y el

foco de los rayos paralelos se hallará á 20 pulgadas de distancia.

607. Se propone una lente semejante á la anterior, pero de un radio de curvatura igual á 66 pulgadas, con un objeto colocado á 600 pulgadas de distancia de su superficie, siempre en la direccion del eje prolongado.

Se pregunta cuál será la distancia de la imájen de dicho objeto á la lente, y la relacion de amplificacion de su imájen?

Resp. La imájen se formará por el lado opuesto al objeto á $66\frac{2}{3}$ pulgadas de distancia del cristal: su situacion aparecerá inversa, y su magnitud $\frac{1}{3}$ del objeto.

608. ¿A qué distancia de la misma lente seria preciso colocar el objeto, para que su imájen apareciese por el lado opuesto en una situacion inversa, pero tres veces mayor próximamente que el objeto, y á qué distancia del vidro se pintará dicha imájen?

Resp. La distancia del objeto á la lente debe ser igual á 80 pulgadas, y entonces su imájen se formará á 240 pulgadas de distancia por el lado opuesto.

609. Suponiendo siempre la misma lente bi-convexa; se quiere saber á qué distancia seria preciso colocar el objeto, para que su imájen se formase como antes por el lado opuesto y en una situacion inversa, pero con dimensiones cien veces mas pequeñas que el objeto.

Resp. La distancia pedida debe ser igual á 6060 pulgadas ó 505 pies.

610. ¿Cuál deberia ser el radio de curvatura de una lente semejante á la anterior, para conseguir que un pequeño objeto situado á 50 pulgadas de su superficie en la prolongacion del eje, apareciese recta y ampliificada cuatro veces á los ojos de un espectador situado por el lado opuesto?

Resp. La curvatura que se busca debe ser equivalente á 44 pulgadas.

611. Se desea conocer cuál debería ser la curvatura de la lente, para que la imájen de un objeto mínimo situado á 44 pulgadas de la superficie refringente, se pintase por el lado opuesto á una distancia diez veces superior á la que está el foco de los rayos paralelos.

Resp. La lente pedida debería ser de un radio de curvatura igual á 43,6 pulgadas próximamente.

612. Se pregunta cuál era la curvatura de una lente bi-convexa, sabiendo que los rayos solares recibidos en su superficie cerca del eje, se concentraron en un foco situado á una distancia de $2\frac{8}{11}$ pulgadas de su superficie opuesta?

Resp. El radio de curvatura pedido debía ser igual á tres pulgadas.

613. Habiendo propuesto una *lente plano-convexa* de 33 pulgadas de radio, con un objeto situado á 26 pulgadas de distancia en la direccion del eje; se pregunta á qué distancia y bajo qué grado de amplificacion detras de la lente debe ver el observador la imájen de dicho objeto?

Respuesta. La distancia de la imájen será igual á 45,88 pulgadas, y su amplificacion aparente espresada por 1,76 poco mas ó menos.

614. En la direccion del eje prolongado de un *vidrio bi-cóncavo* y simétrico, de un pie de radio y á 100 pulgadas de su superficie, se halla situado un pequeño objeto luminoso. Se pregunta:

1.º A qué distancia detras de la lente la imájen disminuida de dicho objeto será vista por un ojo colocado en el lado opuesto?

2.ºCuál será la relacion de magnitud entre el objeto y su imájen?

3.ºCuál la distancia del foco virtual ó imaginario de los rayos paralelos?

Resp. La distancia de la imájen será igual á 9,84 pulgadas; su tamaño relativo $\frac{6}{8}$ ó casi $\frac{1}{10}$ del objeto;

el foco imaginario en fin de los rayos paralelos se hallará á 10,9 pulgadas del vidrio.

615. ¿Cuál debería ser el radio de curvatura de una lente semejante, para que la imájen de un objeto situado á la misma distancia que en el problema anterior, apareciese al ojo opuesto diez veces mas pequeña que el objeto; y cuál sería en este caso el intervalo entre dicha imájen y el vidrio?

Resp. El radio de curvatura debería ser igual á 0,49 pulgadas, y la distancia focal de la imájen será de 0,4 pulgadas.

616. Se propone un *vidrio plano-cóncavo* de once pulgadas de radio, con un objeto colocado á diez pulgadas de distancia en la direccion del eje, y se desean conocer las tres mismas cosas que en el problema penúltimo?

Resp. La distancia de la imájen será igual á 6,66 pulgadas; su magnitud aparente las $\frac{2}{3}$ partes del objeto, y el foco virtual de los rayos paralelos á 20 pulgadas.

617. Habiendo colocado á seis pulgadas de intervalo, dos lentes simétricamente bi-convexas, la una de dos pulgadas de radio la otra de tres pulgadas, de suerte que sus ejes se confunden en una misma recta; se pregunta á qué distancia de sus superficies esternas en la direccion de los ejes sería preciso colocar dos pequeños objetos, para que sus imágenes se confundiesen en una imájen única, pintándose en medio del intervalo que separa ambas lentes?

Resp. Las distancias respectivas de ambos objetos deberán ser de 30 pulgadas por el lado de la lente menos convexa, y de $4\frac{8}{13}$ pulgadas por el lado de la otra.

618. Propuesta una lente del mismo género que las anteriores, con un pequeño objeto situado en el eje á cinco pulgadas de la superficie refringente, de suerte que proyecte por el lado opuesto una imájen inversa que era sensiblemente las $\frac{2}{3}$ partes del objeto. Se quiere colocar frente á dicha lente un vidrio simétricamente

bi-cóncavo, de tal modo que otro objeto mínimo distante también de cinco pulgadas de su superficie externa, pintase su imájen correspondiente con las mismas dimensiones que la lente convexa, en la mitad del intervalo que separa ambos vidrios.

Se pregunta cuáles deben ser las curvaturas de ambos vidrios, y á qué distancia respectiva será preciso colocarlos?

Resp. El radio de la lente convexa debe ser de una pulgada; el del vidrio cóncavo $4\frac{1}{2}$; y su distancia mútua $2\frac{2}{3}$ pulgadas.

619. ¿En qué relacion estarán las distancias focales de los rayos solares atravesando, en direccion paralela á los ejes, dos lentes bi-convexas y simétricas de la misma curvatura y diámetro, la una de vidrio y la otra de agua, es decir, formada de dos *meniscos* delgados de vidrio cuyo intervalo contiene agua?

Se supone la relacion entre los senos de incidencia y de refraccion como $\frac{3}{2}$ para con el vidrio, y como $\frac{4}{3}$ para el paso de la luz en el agua.

Resp. La relacion entre las distancias focales pedidas será sensiblemente como 2 á 3.

620. ¿Cuáles serian, en las misma lentes, las relaciones entre los focos y entre los tamaños de un objeto pequeño colocado en la direccion del eje, á una distancia en cada lente que equivalga á seis veces el radio de curvatura?

Resp. La distancia de la imájen á la lente de vidrio será á la distancia análoga de la lente de agua, como $\frac{6}{5}$ á 2, ó como 3 á 5; y las magnitudes de las imágenes serán respectivamente como $\frac{1}{5}$ á $\frac{1}{3}$, ó como 3 á 5. Es decir, que las distancias focales serán entre sí como las dimensiones aparentes de las imágenes.

621. ¿Cuál deberia ser, en el mismo ejemplo, el radio de curvatura de la lente de agua, para que achi-case la imájen del objeto anterior en la misma proporcion que la lente de vidrio?

Resp. El radio pedido debería ser igual á las $\frac{2}{3}$ partes del de la lente de vidrio.

622. Suponiendo que en las dos lentes anteriores los radios de curvatura sean de un pie en cada una, y la distancia focal de la imájen al vidrio refringente 9 pulgadas: se pregunta á qué distancias sería preciso colocar entre ellas el objeto, para que su imájen fuese engrandecida en la misma proporción por ambas lentes, y cuál sería la espresión de esta amplificación?

Resp. Colocando el objeto á 9 pulgadas de la lente de agua, ó bien al cuádruplo de esta distancia de la lente de vidrio, la imájen aparecerá por ambas partes con una dimensión próximamente doble de la del objeto.

623. Propuesto un globo de vidrio esférico y macizo, con un pequeño objeto situado en la prolongación del eje, á una distancia igual al doble del diámetro del globo, se pregunta:

1.º A qué distancia por el lado opuesto se formará la imájen de dicho objeto?

2.º Cuál será su tamaño relativo?

3.º Cuál la distancia focal de los rayos paralelos cercanos al eje?

Se supone el índice ó la relación de refracción espresada por $\frac{3}{2}$.

Resp. La distancia focal de la imájen será igual á las $\frac{8}{7}$ partes del radio del globo. Esta imájen parecerá los $\frac{2}{7}$ del objeto, y el foco de los rayos paralelos se hallará sensiblemente á la cuarta parte del diámetro del globo.

624. Se quiere determinar el foco de los rayos paralelos de un globo de vidrio macizo, á favor de una construcción gráfica y de un raciocinio directo?

Solucion. Sea la esfera de vidrio propuesta ROD (fig. 59), cuyo centro es F , y CD un diámetro ó eje, al cual se halla paralelo el rayo de luz incidente AB supuesto muy cercano.

Este rayo encontrando la superficie del globo en B ,

se refractará aproximándose á la perpendicular trazada desde el centro F al punto de incidencia. Luego concurrirá con el diámetro en el punto E , si al salir en I del globo no padeciese una segunda refraccion apartándose de la perpendicular FI . En virtud de ambas refracciones el rayo toma la direccion IO , y llega en el punto O que es el foco pedido.

Para determinar este punto O , se buscará primeramente el punto de divergencia E debido á la primera refraccion: lo que será fácil observando que en el triángulo FBE existe la misma relacion de FB á FE , que entre el seno del ángulo FEB al seno del ángulo FBE , ó entre el ángulo FEB ó su igual GBE al ángulo FBE : por razon de la pequeñez de estos ángulos. Pues suponemos aquí, lo mismo que en las lentes y espejos curvos, que el rayo incidente AB se halle muy próximo al eje, condicion esencial para conseguir una refraccion regular. Supuesto esto, se sabe que los ángulos muy pequeños son sensiblemente proporcionales á sus senos, y que al pasar del aire al vidrio, la relacion aproximada del ángulo de incidencia ABH ó GBF al ángulo de refraccion FBI es como 3 á 2. El ángulo FBE será pues con muy poca diferencia doble de EBG , y por consiguiente el lado FE del triángulo FBE será muy próximamente doble de FB , ó igual al doble del radio. Luego DE iguala al radio.

Para hallar ahora el foco O despues de la segunda refraccion, se hará un raciocinio semejante. En el triángulo IOE la relacion de IO á OE es sensiblemente la misma que la del ángulo IEO , ó de su igual IFE al ángulo OIE . Es así que estos ángulos son iguales, pues el ángulo IFD vale la tercera parte del ángulo de incidencia FBG ó ABH ; pero por la ley de la refraccion el ángulo OIE es muy próximamente la mitad del ángulo de incidencia EIK , ó de su igual FIB que vale las dos terceras partes de FBG ; luego dicho ángulo será un tercio de FBG ó HBA , lo mismo que el

anterior. Siendo iguales los ángulos OIE y OEI, resulta que $OE = OI = DO$; por razon de su suma proximidad. Luego DO, ó la distancia focal de los rayos paralelos del globo, será sensiblemente la mitad del radio ó la cuarta parte del diámetro.

625. Habiendo colocado una luz á tres pulgadas de distancia por delante de un globo de vidrio esactamente esférico de seis pulgadas de diámetro, con el fin de iluminar vivamente un objeto pequeño situado en el lado opuesto; se pregunta hasta qué distancia se estenderá el foco ó cono luminoso proyectado por el globo y formado por los rayos próximos al eje, suponiendo la facultad refringente del globo como $\frac{3}{2}$?

Resp. El foco pedido se propagará hasta una distancia de 38 pulgadas próximamente.

626. Se quiere saber á qué distancia seria preciso colocar la luz ó la lámpara delante de un globo de vidrio delgado lleno de agua, del mismo diámetro que el anterior, para producir un foco igual; sabiendo que la relacion de refraccion respecto al paso de los rayos del aire al agua es como 4 á 3?

Resp. La luz debe colocarse á $5\frac{1}{17}$ pulgadas de la superficie del globo.

627. Propuesto un globo de vidrio macizo ó sólido de diez pulgadas de diámetro, se pregunta á qué distancia en la direccion del eje seria preciso colocar un objeto mínimo, para que su imájen formada en el lado opuesto fuese de igual magnitud que el objeto, y á qué distancia detras del globo se pintará dicha imájen?

Resp. El objeto deberá hallarse á diez pulgadas delante del globo, y en este caso su foco se estenderá á la misma distancia por el lado opuesto.

628. Se pregunta cuál deberia ser el diámetro de un globo de agua análogo, para que produjese próximamente los mismos efectos que el globo de vidrio anterior?

Resp. El diámetro pedido deberá ser igual á $6\frac{2}{3}$ pulgadas.

629. Se propone una lente bi-convexa de vidrio no simétrica ó de dos curvaturas diferentes, con un pequeño objeto colocado en la direccion del eje prolongado á seis pulgadas de la lente, (prescindiendo de su grueso como en todas las cuestiones anteriores), y sabiendo que la imájen del objeto se habia dibujado por el lado opuesto del vidrio á $1\frac{5}{7}$ pulgadas de distancia: se pregunta en qué relacion se hallaban los radios de curvatura de dicha lente, y cuáles eran las dimensiones respectivas del objeto y de su imájen, estando espresado el índice de refraccion como anteriormente por $\frac{3}{2}$?

Resp. Uno de los radios de curvatura era doble del otro, y la imájen debia ser los $\frac{2}{7}$ del objeto.

630. Siendo uno de los radios de curvatura de otra lente convexa no simétrica igual á 5 pulgadas, se pregunta cuál deberia ser el radio de la superficie refringente opuesta, para que el foco de los rayos paralelos se estendiese hasta $4\frac{4}{9}$ pulgadas de distancia?

Resp. El radio que se busca deberia ser de cuatro pulgadas.

634. Al hacer uso de una lente análoga, se averiguó por esperiencia, que colocando un objeto en la direccion del eje á cierta distancia mas allá de los centros de curvatura, su imájen inversa proyectada por el lado opuesto era los $\frac{2}{3}$ del objeto, y que esta relacion era la misma que la de los radios de curvatura.

Se pregunta á qué distancia de ambas superficies del vidrio estaban el objeto y su imájen?

Resp. La distancia del objeto era igual á seis pulgadas y la de la imájen cuatro pulgadas.

632. Proponiéndose experimentar una lente bi-convexa y simétrica de una calidad de vidrio particular, se desea conocer cuál deberá ser la relacion entre los senos de incidencia y de refraccion, para conseguir que el foco de los rayos paralelos próximos al eje se

estienda por el lado opuesto hasta una distancia igual al doble radio de curvatura?

Resp. La relacion pedida deberá ser como 5 á 4.

633. Con una lente convergente y simétrica de ocho pulgadas de radio de otra especie de vidrio, se averiguó por esperiencia que al colocar en la direccion del eje á 42 pulgadas de la superficie refringente un pequeño objeto, su imájen se pintó distintamente á 45 pulgadas de distancia por el lado opuesto.

Se pregunta cuál debia ser en la indicada clase de vidrio la relacion entre los senos de incidencia y de refraccion?

Resp. Esta relacion debia ser como 8 á 5; que es sobre poco mas ó menos la que conviene al *flintglass*.

634. Al repetir la esperiencia con otra lente convexa de la misma curvatura que la anterior, se halló que colocando el objeto en la direccion del eje á cierta distancia mayor que el radio de curvatura, la imájen inversa formada por el lado opuesto era la quinta parte de la magnitud del objeto.

Se pregunta cuál era la relacion entre los senos de incidencia y de refraccion en dicha especie de vidrio?

Respuesta. La expresion de la relacion pedida debia ser $\frac{8}{5}$, como en el ejemplo anterior.

635. Propuesta una lente bi-convexa y simétrica de dos pulgadas de radio y de una pulgada de grueso cerca del eje, con un objeto mínimo distante á tres pulgadas del vidrio; se pregunta á qué distancia por el lado opuesto se formará la imájen de este objeto, y cuáles serán sus dimensiones?

Se supone la virtud refringente del vidrio expresada por $\frac{3}{2}$.

Respuesta. La distancia focal pedida será igual á $5\frac{11}{3}$ pulgadas, y la magnitud relativa de la imájen 1,58 próximamente.

636. Al repetir la esperiencia con otra lente gruesa del mismo género pero de tres pulgadas de radio,

se halló que colocando el objeto á cuatro pulgadas de su superficie, su imájen inversa se dibujó por el lado opuesto á una distancia del vidrio igual á $4\frac{2}{3}$ pulgadas.

Se quiere saber cuál era el máximo de grueso de dicha lente?

Resp. El espesor pedido debía ser de una pulgada, como anteriormente.

637. Se desea conocer, hasta qué distancia del vidrio se estenderia el foco de los rayos paralelos cayendo cerca del eje en la superficie convexa de la lente anterior?

Resp. A una distancia igual á $2\frac{1}{7}$ pulgadas.

638. ¿A favor de qué artificio será posible ver en el interior de una bola ó globo de cristal macizo y diáfano, la figura recta ó inversa y en miniatura de una persona viva?

639. Describir los diversos fenómenos dióptricos que puede producir un cono de cristal macizo y diáfano, en que se recibe, ya sea por la punta ó bien por la base, un manajo de luz solar en el interior de un aposento oscuro.

Explicar de qué modo se puede, con el auxilio de un cono semejante, construir una especie de cuadro cambiante, ó de *anamórfosis dióptrica* muy sorprendente?

640. ¿Qué procedimiento sencillo, valiéndose de la luz solar refractada y dispersada por una lente muy convexa, puede producir en un papel blanco imágenes de flores y estrellas, adornadas con los colores del iris?

Explicacion. Esta linda esperiencia poco conocida se ejecuta con la mayor facilidad.

Para lograrla basta cubrir la superficie alumbrada de la lente con un plano circular de papel taladrado con varios agujeros en forma de florecitas ó de estrellas, y esponer este aparato á un manajo de luz solar viva. Segun el intervalo entre el papel y la lente, y la

distancia de esta al plano paralelo y un poco oscuro destinado á recibir las imágenes, estas variarán respecto á su forma, vivacidad, colores y situacion.

641. Esplicar por qué un objeto visto al través de un *crystal poliédrico ó vitrio con facetas*, parece multiplicarse en proporcion del número de los planos ó facetas de este sólido; y de qué modo curioso se puede modificar el esperimento, haciendo pasar al través del poliedro un manojo de luz solar que se recibe por el lado opuesto en un plano vertical?

¿Cómo será posible, á favor de un aparato semejante, llenar en apariencia un aposento oscurecido con piedras preciosas de todos colores, ó con culebras en movimiento?

642. Esplicar la aplicacion ingeniosa que se puede hacer de las propiedades de un cristal poliédrico ó con facetas, para dibujar una especie de *anamórfosis dióptrica* de un efecto muy sorprendente?

Observacion. Esta clase de cuadro cambiante por refraccion, ofrece á la curiosidad de los espectadores una de las anamórfosis mas sorprendentes, siendo ejecutada con inteligencia. No es ya un cuadro disforme, sino un objeto regular que se trasforma como por magia en otro, así que se le mira al través de un cristal poliédrico, que comunmente no es mas que una simple pirámide con seis á siete facetas triangulares.

El método práctico para dibujar esta clase de anamórfosis se halla descrito en varias obras de óptica y de Física recreativa, y valiéndonos de estas reglas hemos tenido ocasion de ejecutar varios cuadros cambiantes de esta especie para los Reales gabinetes de física del Palacio y de Vista alegre.

VISION Y COLORES.



643. **E**SPLICAR por qué se ven al parecer muchas luces, cuando se recibe un golpe en la cabeza, ó se comprimen los ojos en la oscuridad?

644. Esplicar la razon por qué al pasar de un paraje oscuro á otro muy iluminado, nuestros ojos se deslumbran; al paso que nos hallamos casi ciegos al pasar de un paraje alumbrado á otro algo oscuro?

645. ¿Por qué ciertas personas (*Nictilopas*) pueden ver mas distintamente que otras en una oscuridad imperfecta, y por qué esta facultad es principalmente notable en los gatos y demas especies del género *Felis*, en los mochuelos y otros animales nocturnos?

646. Hacer la comparacion de los ojos del hombre con los de diversas clases de animales, especificando las particularidades mas notables que ofrecen respecto á este sentido los órganos visuales de los Albinos, de los murciélagos, las aves, el camaleon, los peces, los moluscos, crustáceos y los insectos.

647. ¿Por qué los buzos ven confusamente los objetos en el fondo del agua mas clara, y con qué especie de anteojos se les puede proporcionar una vision tan distinta como en el aire?

648. Esplicar por qué las personas *miopes* ven comunmente los objetos distantes mas voluminosos y mas confusos que las que gozan de una vista perfecta, y

por qué las personas *presbitas* no pueden las mas veces leer una letra muy menuda sino alumbrándola mucho?

648 *bis*. A un ciego de nacimiento, que acababa de recobrar la vista, se le presentó un globo y un cubo, cuyas formas sabia distinguir por el tacto. Se pregunta si dicho hombre podrá decidir á primera vista y sin hacer uso del tacto, cuál es el cubo y cuál es el globo?

Observacion. Este es el famoso problema de M. *Molineux*, propuesto por el célebre *Locke*, y discutido por otros varios metafisicos. Si lo recordamos aquí proponiéndole á nuestros jóvenes lectores, es con el fin de conocer el dictámen particular de cada uno.

649. ¿Con qué procedimiento sencillo se puede conseguir, que un objeto visible á corta distancia, sin interposicion de algun otro ni privacion de luz, desaparezca de nuestra vista dirigida invariablemente hácia dicho objeto; y qué consecuencia fisiológica se puede deducir de esta esperiencia?

Observacion. Esta pregunta se refiere á una esperiencia muy curiosa y generalmente poco conocida, debida al célebre fisico *Mariotte*, que consiste en dirigir la imájen de un pequeño objeto precisamente hácia el punto de la retina que corresponde á la insercion del nervio óptico.

650. Esplicar por qué hallándose en el extremo de una larga calle de árboles alineados en dos hileras paralelas, nos parece que se unen al otro extremo, y que los árboles van disminuyendo sucesivamente de tamaño; y en qué direccion seria preciso plantar dichos árboles, para que ambas filas pareciesen paralelas al ojo colocado en uno de los extremos?

651. Esplicar, valiéndose de los mismos principios, por qué todas las líneas horizontales de un largo edificio parecen inclinarse al horizonte? Por qué el mar parece elevarse tanto más cuanto mas nos alejamos de las costas? Por qué el suelo y el techo de una sala ó

galeria larga parecen aproximarse uno á otro por el extremo opuesto al en que estamos? Por qué una torre muy elevada parece inclinarse hácia el espectador que desde el pie considera su vértice?

652. Esplicar por qué al pasearse entre dos hileras paralelas de árboles, parece que estos se van apartando unos de otros al paso que nos acercamos á ellos?

653. ¿Por qué razon un cuadrado visto oblicuamente parece ser un rombo; un círculo toma en las mismas circunstancias la forma de una elipse, mientras que esta última figura vista en cierta posición parece circular?

654. ¿Por qué una línea pequeña é irregular, vista desde lejos, parece recta? Por qué un cuerpo poliédrico de muchas caras parece un globo á una distancia mediana, y un círculo á mayor distancia? Por qué una torre cuadrada parece cilíndrica vista de lejos; y por qué el sol y la luna nos aparecen bajo forma de discos?

655. ¿Por qué una llanura vasta y de figura irregular en cuyo centro se halla el espectador, aparece siempre en sus límites como una circunferencia cuyo centro ocupa aquel?

656. Esplicar por qué el cielo y los límites del horizonte sensible parecen juntarse; y por qué el sol, la luna y las estrellas parecen como equidistantes de la tierra, y fijas en la concavidad de la aparente semiesfera celeste?

657. Esplicar por qué se ven muchas veces un gran número de nubes blancas dispuestas en forma de fajas circulares, estrechas y paralelas, juntándose en apariencia en un mismo punto del horizonte?

658. Esplicar por qué un hombre situado delante de nosotros á 40 ó 50 pasos, no parece tan pequeño como parecería visto á igual distancia en el vértice de una torre cuyo pie ocuparía el espectador?

659. Esplicar por qué en alta mar se aprecia con

mucha mas dificultad la distancia verdadera de los objetos que en la superficie terrestre, y tambien con mas dificultad en un desierto que en una llanura fértil y poblada?

¿Por qué un jardín lleno de plantíos parece mayor, que si estuviese sin árboles; y por qué un árbol lejano situado junto á un edificio parece mayor hallándose aislado en campo raso?

660. Explicar por qué una isla distante, vista desde orillas del mar, parece mas cercana de lo que es efectivamente? Por qué una sala con paredes sombrías parece mas espaciosa que si las paredes estuviesen blanqueadas? Por qué las montañas lejanas nos parecen mas cercanas estando cubiertas de nieve? Por qué en la lejanía una casa blanca parece menos distante que una casa sombría equi-distante; y por qué de noche las hogueras encendidas muy lejos de nosotros, nos parecen menos distantes de lo que estan efectivamente?

661. Explicar por qué el diámetro de la parte iluminada de la luna en su creciente, parece mayor que la parte oscura?

662. ¿Por qué un hombre de estatura regular que por la noche y durante una niebla muy densa, pasa junto á nosotros, parece á veces alto como un gigante?

663. ¿Por qué el cielo tiene comunmente la apariencia de una bóveda achatada; y por qué el sol y la luna nos parecen mayores hallándose próximos al horizonte que cuando estan mas elevados?

664. Explicar por qué un objeto colocado muy cerca del ojo y mirado por un agujerito muy pequeño, parece tanto mayor cuanto mas se acerca al órgano decreciendo sensiblemente al paso que se aleja; mientras que mirando dicho objeto como de costumbre y sin interposicion del agujerito, nos parece sensiblemente de la misma magnitud sin embargo de colocarse á distancias muy diferentes del ojo?

665. Explicar por qué hallándonos en una barquilla llevada por la corriente del agua, la rivera parece moverse en direccion contraria; y por qué todas las partes del cielo parecen moverse diariamente del oriente hácia el occidente?

666. Explicar por qué nos parecen estacionarias las nubes que de noche se mueven en una misma direccion y velocidad, al paso que la luna que se halla detras parece moverse en sentido contrario?

667. ¿Por qué los astros parecen exentos de movimiento sensible á la vista; y por qué es tambien insensible al órgano el movimiento de la manecilla que señala las horas en un reloj?

668. Explicar por qué al mirar el movimiento rotatorio de una araña encendida suspendida de una cuerda larga, sucede muchas veces que se ignora en qué sentido da vueltas: fenómeno que se ofrece tambien muchas veces mirando muy oblicuamente el plano de una veleta ó las aspas de un molino de viento?

Fenómeno análogo respecto á los planetas, cuyas curvas al rededor del sol parecen convertirse en un movimiento de vaiven.

669. Explicar por qué un carbon encendido al cual se hace dar vueltas rápidas al modo de una honda, toma la apariencia de un círculo de fuego; y qué resultado puede deducirse de esta esperiencia respecto al tiempo preciso (8 tercias poco mas ó menos) para que un objeto pueda hacer impresion en el órgano de la vista?

670. Explicar conforme al principio anterior, por qué es imposible ver un cuerpo que pasa con suma rapidez delante de nuestros ojos perpendicularmente al eje visual, aunque sea tan grande como el globo terrestre; al paso que seria posible ver dicho cuerpo moviéndose en otra direccion?

Aplicar estos principios á la explicacion de las ilusiones sorprendentes y divertidas que producen los in-

jeniosos aparatos conocidos en la Física con los nombres de *Fenakisticopo* y *Taumctropo*?

671. ¿Por qué un objeto visto muy de cerca nos parece doble, y por qué se nota comunmente el mismo fenómeno durante la borrachera, en los arrebatos violentos de cólera ó cuando se comprime un ojo con el dedo?

Esplicar mediante los mismos principios, por qué al colocar un dedo entre el ojo y algun objeto distante, se ve el dedo doble fijando la vista en el objeto, al paso que se ve duplicado este mirando fijamente al dedo?

672. ¿Por qué razon, sirviéndose solo de un ojo, se ensarta con dificultad un anillo ó sortija cuyo plano seria paralelo á los ejes ópticos; mientras que se consigue mucho mas fácilmente ejecutar dicha esperiencia y otras varias análogas, haciendo uso de ambos ojos?

673. Esplicar por qué al mirar la cabeza de un alfiler colocado verticalmente muy cerca del ojo entre este órgano y un naipe taladrado con un agujero muy pequeño, dicho alfiler aparece detras del naipe, amplificado y en situacion inversa?

674. Esplicar por qué el sol nos parece comunmente de un color rojo cuando se halla cerca del horizonte, ó bien mirando este astro al través de una niebla espesa ó de un vidrio ennegrecido?

675. Cuando se guiñan los ojos, ó se comienza á cerrarlos, o cuando se llora y al mismo tiempo se mira á una vela encendida ¿por qué parecen entonces los rayos despedidos en forma de saetas desde la parte superior é inferior de la llama hácia los ojos?

676. Esplicar por qué al mirar al través de un prisma de vidrio los objetos bien iluminados y principalmente los blancos, aparecen rodeados con fajas y colores del arco iris?

¿Por qué un objeto de mayor estension y bien

alumbrado que se considera de cierto modo á favor del mismo prisma , parece encorvado en forma de arco iris?

677. Describir los principales procedimientos que se pueden usar , para imitar artificialmente el fenómeno del *arco iris* en pequeño dentro de un aposento oscuro, mediante un manojo de luz solar y algunos aparatos catóptricos y dióptricos.

678. ¿En qué circunstancias seria posible ver un arco iris mayor que la media circunferencia, ó hasta un círculo entero; y qué apariencia tomará dicho fenómeno al hallarse el sol á una elevacion de 42 grados ó mas sobre el horizonte?

¿En qué circunstancias puede haber sucedido ver un arco iris inverso, ó bien un arco iris horizontal sobre un prado húmedo pero sin lluvia actual, ó en fin un iris en el mar durante un temporal seco?

679. ¿Por qué razon un papel untado con aceite ó varniz se hace mas trasparente?

Por qué las vidieras de las habitaciones se vuelven opacas en el invierno cuando se hallan cubiertas con gotitas de agua ó con escarcha?

Por qué las nieblas y la espuma del agua parecen blancas y opacas aunque compuestas de partículas diáfanas?

En fin, por qué un conjunto de muchos planos de vidrio forman un cuerpo casi opaco, cuya transparencia renace sumergiéndole en el agua?

680. ¿Por qué el vidrio molido ó raspado pierde su transparencia; y por qué la nieve y las sales formadas de cristallitos diáfanos, parecen blancos y opacos hallándose reunidos en masa?

681. ¿Por qué el carbon se vuelve mas negro al molerle, al paso que la mayor parte de los demas cuerpos, tales como el azúcar, las piedras, mármol negro, cinabrio, &c. se vuelven mas claros, ó de un color mas subido, hallándose reducidos á polvo?

682. Explicar á qué causa son debidos los hermosos colores cambiantes que ofrecen las burbujitas de agua de jabon , de una gota de aceite que se echa en la superficie de una agua mansa , del hierro y del acero que se calientan á diversos grados de temperatura , de la plata y otros varios metales que se esponen al contacto del gas hidrógeno sulfurado , del vidrio espuesto durante muchos años á la accion del sol y del aire? &c.

683. ¿Cuál parece ser el origen de los colores hermosos y cambiantes del ópalo, del cuarzo girasol , de ciertos feldspatos y otras piedras de aspecto cambiante; de las hojuelas sumamente delgadas de mica, de yeso selenita , de vidrio, &c.; y por qué método ingenioso se puede determinar el grado de tenuidad de dichas hojuelas?

684. Explicar la causa de los colores cambiantes de ciertos cuerpos segun la posicion del ojo , tales como las plumas de muchas aves , las alas de ciertas mariposas , ciertos tejidos de seda , &c.

685. ¿De dónde proviene que algunas conchas bivalvas, fijas constantemente en el fondo del mar, tienen comunmente su valva inferior blanca y la superior coloreada?

Fenómeno análogo que ofrecen muchos peces y animales de otras varias clases.

686. ¿A qué causa debe atribuirse el color blanco ó amarillo y la insipidez de los vegetales de nuestras hortalizas llamados *ahilados*, tales como la lechuga, escarola, los cardos, ciertas coles, &c.; y con qué esperiencias ingeniosas los botánicos han comprobado que dicha alteracion es debida á la privacion de la luz?

687. ¿Cuál es la causa del color encarnado, violado ó anaranjado por un lado y blanco, verde ó amarillento por el otro, que se nota en los melocotones, manzanas, peras, y otras varias frutas, que se cultivan y maduran en las espaldares arrimadas á las tapias de nues-

tros jardines; y de qué color convendría pintar estas tapias para acelerar la madurez de dichas frutas?

688. De qué modo se puede explicar el color azulado de las sombras que manifiestan los cuerpos opacos al salir y ponerse el sol; y el color verdoso de estas mismas sombras cuando el cielo se halla matizado de amarillo?

689. Explicar á qué causa parece debido el color azul del cielo, su matiz mas oscura en el vértice de una montaña muy elevada, y el color rosado que toma un cuerpo sumergido en el mar á una profundidad considerable y alumbrado por los rayos directos y refractados del sol?

Dar una idea de los instrumentos meteorológicos llamados *Fotometro* y *Cianometro*.

690. ¿Explicar la razon probable por la cual el ojo herido por el aspecto del sol, ve en un paraje oscuro varias imágenes de este astro sucediéndose en cierto orden determinado?

691. ¿De dónde proviene, que al mirar durante algun tiempo una mancha negra, se vea desde luego nacer una aureola luminosa al rededor de dicha mancha; y que trasportando despues la vista á un papel blanco, se vea nacer la imagen de una mancha semejante de color blanco mas brillante que el papel?

Explicacion de un fenómeno contrario que se observa mirando cerca de medio minuto una mancha blanca sobre un fondo negro: pues en este caso el órgano trasladando la vista á un papel blanco, ve formarse una imagen ó espectro de color gris.

Explicar por qué al repetir esta experiencia con manchas ó retales de otros colores, el encarnado produce un espectro verde celadon, el amarillo una imagen azul clara, el verde da origen al color de púrpura, y el azul al encarnado pálido, &c.?

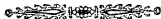
692. Indicar de qué modo los fenómenos anteriores llamados tan impropriamente *colores accidentales*, pueden tener aplicaciones ingeniosas y útiles en las artes

del pintor, del bordador, del tejedor, del zapatero, del ebanista, &c. respecto á la eleccion de colores y al ensamblaje de maderas, de papeles, de telas y otros tejidos?

693. ¿De qué modo puede producirse una opacidad perfecta por medio de dos vidrios diáfanos, ó al menos traslucientes, de colores diversos; ó bien por la mezcla de dos líquidos semi-transparentes y coloreados de antemano?

694. Cómo se puede, mediante la mezcla de dos líquidos diáfanos y poco coloreados, producir instantáneamente todos los matices posibles de colores, el blanco opaco y el negro intenso? Y *vice-versa*: Destruir dichos colores, cambiarlos y reproducir la misma diafanidad.

Observacion. Esta clase de cuestiones con las experiencias á que se refieren, pertenecen propiamente al dominio de la química, y tendremos ocasion de volver á hablar de ellas mas adelante.



INSTRUMENTOS DE ÓPTICA.

695. **A**L construir un *Telescopio de Kepler*, ó sea *anteojo astronómico de larga vista*, se ha hecho uso de una lente ocular bi-convexa y simétrica de 35 pulgadas de radio, con una lente obyectiva de la misma especie y de $2\frac{1}{2}$ pulgadas de radio.

Se pregunta cuál deberá ser la facultad amplificante de este instrumento, y su longitud, ó mas bien el intervalo entre ambas lentes?

Observacion. En los mas de los problemas siguientes se ha supuesto la relacion de refraccion como 34 á 20.

Resp. El telescopio propuesto debe amplificar las imágenes de los objetos muy distantes cerca de 14 veces, y su longitud será por lo menos de $34\frac{1}{11}$ pulgadas.

696. Un artista óptico quiere construir otro telescopio astronómico del mismo género que el anterior, y que goce de la misma virtud amplificante pero teniendo treinta pulgadas de longitud á lo menos.

El artista desea saber cuáles deben ser los focos y las curvaturas de las lentes?

Resp. Los focos deben ser de 28 pulgadas y dos pulgadas, y por consiguiente sus radios de curvatura serán respectivamente 30,8 pulgadas y $2\frac{1}{2}$ pulgadas.

697. Para construir otro telescopio del mismo género, en el cual haya un intervalo de cinco pies entre ambas lentes, cuya obyectiva debe ser de $61\frac{2}{3}$ pulgadas de radio; se pregunta cuál debe ser el foco de la lente ocular y el poder amplificante del instrumento?

Resp. El ojo del vidrio ocular debe ser igual á cuatro pulgadas, y en este caso el instrumento amplificará poco mas ó menos como los dos anteriores.

698. Sirviéndose de otro telescopio semejante, cuyas lentes oculares y obyectivas tengan respectivamente radios de curvatura de una pulgada y de ocho pulgadas: se ha dirigido sucesivamente el instrumento hácia un objeto distante de veinte pies de la lente obyectiva, y luego hácia otro objeto distante solo de diez pies, disponiendo en ambas esperiencias el tubo del instrumento del modo conveniente para lograr una vision clara y distinta de dichos objetos.

Se pregunta de qué cantidad habrá sido preciso alejar la lente ocular de la obyectiva en la segunda esperiencia, y cuál era la facultad amplificante del instrumento?

Resp. La cantidad pedida de estension longitudinal del tubo debia ser igual á 0,24 de pulgada ó casi tres líneas, y la amplificacion lineal casi $7\frac{1}{10}$.

699. Se propone un pequeño *telescopio de Galileo* (anteojo de *Olanda* ó de *teatro*), cuyas lentes obyectiva y ocular tenian respectivamente radios de curvatura de cinco pulgadas y de una pulgada.

Se quiere conocer la virtud amplificante del instrumento y su longitud, es decir, el intervalo entre ambos vidrios?

Resp. La facultad amplificante deberá ser equivalente á 5, y la longitud pedida a lo menos $3\frac{7}{11}$ pulgadas.

700. Un artista, al construir un instrumento del mismo género, quiere servirse del vidrio obyectivo anterior, y desea saber cuál deberá ser la curvatura de la lente ocular para que el anteojo esté reducido á la longitud de dos pulgadas, y en qué proporcion se aumentará en este caso la magnitud de los objetos muy distantes?

Resp. El radio de curvatura del ocular deberá ser

igual á $2\frac{4}{5}$ pulgadas, y entonces la virtud amplificante ya no será espresada sino por el número $4\frac{1}{4}$.

701. Al servirse de un antejo semejante, cuyos vidrios ocular y obyectivo tenían respectivamente unos radios de 0,55 pulgadas y tres pulgadas, se han mirado sucesivamente dos objetos, situado el primero á diez pies y el otro á veinte pies de distancia del obyectivo, disponiendo para cada experiencia el tubo del instrumento de modo que se logrará una vision tan distinta y clara como era posible.

Se pregunta en cuánto habrá sido preciso acercar ambos vidrios uno al otro, relativamente á la segunda distancia, y cuál deberá ser la virtud amplificante del instrumento con respecto á los objetos muy lejanos?

Resp. El acortamiento del tubo debe ser igual á $\frac{3}{100}$ de pulgada, y la amplificacion espresada por $5\frac{5}{8}$.

702. Se propone un *telescopio terrestre*, vulgarmente *antejo de larga vista*, con cuatro lentes, cuyo ocular medio es plano-convexo y las demas lentes bi-convexas. Se sabe que los radios de curvatura de los vidrios, empezando por el obyectivo, son sucesivamente equivalentes á seis pies y cinco pulgadas, á cuatro pulgadas y á dos pulgadas en los dos últimos oculares.

Se pregunta cuáles serán el poder amplificante y la longitud de dicho telescopio?

Respuesta. La virtud amplificante será espresada por $38\frac{1}{2}$, y la longitud del instrumento á lo menos $86\frac{4}{11}$ pulgadas, ó 7 pies 2 pulgadas y 4 líneas poco mas ó menos.

703. Sabiendo que en un *Telescopio cata-dióptrico* de *Newton* propuesto, el radio de curvatura del espejo cóncavo es 50 veces mas considerable que el radio de la lente ocular, supuesta plano-convexa; se pregunta cuál debía ser la espresion del poder amplificante del instrumento respecto á los objetos sumamente lejanos?

Resp. Dicho telescopio aumentará las imágenes de

los objetos $13\frac{3}{4}$ veces, tratándose siempre del aumento lineal.

704. Se sabe que en otro telescopio del mismo género el radio de curvatura del espejo cóncavo era de seis pies, y el de la lente ocular también plano-convexa de dos pulgadas.

Se desea conocer como anteriormente la virtud amplificante del instrumento?

Resp. Amplificará como 9,9, ó casi diez veces.

705. Un maquinista óptico quiere construir otro telescopio *Newtoniano*, capaz de aumentar veinte veces las imágenes de los objetos muy distantes, haciendo uso de la misma lente objectiva que en el instrumento anterior.

Se desea saber cuál debe ser para dicho efecto la curvatura del espejo cóncavo?

Respuesta. El radio de dicho espejo debe ser igual á $445\frac{5}{11}$ pulgadas, ó 12 pies 1 pulgada y 5 líneas próximamente.

706. Se quiere saber cuál debería ser el radio de curvatura de la lente ocular supuesta bi-convexa, para servir á la construcción de un telescopio semejante al anterior y de igual propiedad amplificante, haciendo uso de un espejo cóncavo de cinco pies de foco?

Resp. La lente ocular debe tener una curvatura de 3,3 pulgadas de foco.

707. Se propone un *Telescopio cata-dióptrico Gregoriano*, en que los radios de curvatura de ambos espejos son iguales á 10 pulgadas y 40 pulgadas, y el radio de la lente ocular plano-convexa á dos pulgadas.

Se quiere conocer: 1.º la facultad amplificante del instrumento?

2.º La situación del espejo menor?

3.º La longitud aproximativa del telescopio?

Resp. Este instrumento aumentará 22 veces las imágenes de los objetos sumamente distantes. La distancia entre ambos espejos será igual á $26\frac{1}{4}$ pulgadas, y de

consiguiente el telescopio tendrá cerca de tres pies de longitud.

708. Se pregunta cuál debería ser la curvatura del espejo menor en el telescopio anterior para conseguir que amplifique 80 veces; todas las demas cosas siendo iguales?

Resp. Dicho espejito debería ser de un radio igual á $2\frac{1}{4}$ pulgadas.

709. Un maquinista óptico quiere construir un telescopio análogo de igual propiedad amplificante que el anterior, conservando en él su espejo cóncavo mayor y sustituyendo al menor un espejito de dos pulgadas de foco, con una lente ocular bi-convexa.

El artista quiere conocer la curvatura que convenirá dar á este vidrio?

Resp. El radio de curvatura pedido debe ser igual al del espejito en el telescopio del problema anterior, es decir, de $2\frac{1}{4}$ pulgadas.

710. Se pregunta cuál deberá ser el radio de curvatura del espejo mayor en otro telescopio Gregoriano para conseguir una amplificación de cien veces; siendo el foco del espejo menor de cuatro pulgadas y el de la lente ocular bi-convexa de una pulgada?

Resp. El radio pedido debe ser igual á 40 pulgadas.

711. Describir los diversos modos de construir un *microscopio compuesto cata-dióptrico*, imitando hasta cierto punto un telescopio, y empleando para dicho efecto un espejo cóncavo con una lente ocular convexa?

712. Esplicar los diversos procedimientos sencillos y al alcance de todos, de construir unos *microscopios sencillos*, con el método de determinar próximamente su virtud amplificante.

713. Esplicar por qué al mirar la llama de una vela al través de un agujerito, taladrado en una placa de metal y lleno de una gota de agua que contiene animalitos microscópicos, se ve muchas veces alguno de dichos animalillos sumamente amplificado?

Observacion. El fenómeno relativo á esta cuestion es evidentemente en pequeño el mismo que se halla indicado anteriormente en la pregunta del núm. 598.

714. Sabiendo que un objeto pequeño se percibe distintamente con la simple vista á la distancia de ocho pulgadas, se pregunta en cuánto próximamente aperecerán engrandecidas sus dimensiones lineales, superficiales y cúbicas, al mirarle al través de un globulito esférico y diáfano de vidrio fundido de media línea de diámetro, cuya virtud refringente está espresada por la relacion $\frac{3}{2}$?

Resp. La amplificacion lineal estará espresada por el número 153, la de superficie por 23409, y la de volúmen por 3581677.

715. Se pregunta cuál deberia ser poco mas ó menos el diámetro de un globulito esférico de vidrio de la misma calidad refringente que el anterior, para conseguir por su medio engrandecer 16 veces las dimensiones lineales de un pequeño objeto microscópico, y á qué distancia dicho objeto debe hallarse del globulito?

Resp. El diámetro pedido del globulito deberá ser igual á $\frac{2}{3}$ de pulgada, y su distancia á el objeto $\frac{1}{18}$ de pulgada poco mas ó menos.

716. ¿Cuál seria el aumento lineal de este objeto, mirado al través de una gota de agua perfectamente esférica del mismo diámetro que el globulito anterior, suponiendo la facultad refringente de este líquido espresada por la relacion $\frac{4}{3}$?

Respuesta. El objeto propuesto se hallaria amplificado 128 veces.

717. Suponiendo como anteriormente que el limite extremo en que el ojo sencillo puede distinguir claramente un objeto pequeño, es de 8 pulgadas: se pregunta cuál será su amplificacion, visto por un *microscopio compuesto* de dos lentes bi-convexas cuyo obyectivo tiene cuatro líneas de foco y el ocular dos pulgadas;

sabiendo además que el objeto microscópico se halla situado á $4\frac{1}{4}$ líneas de distancia de la lente obyectiva?

Se resolverá el problema sin hacer uso de la fórmula que conviene á dicha especie de microscopio.

Resp. El objeto parecerá engrandecido 60 veces en longitud y anchura.

718. Se quiere resolver el mismo problema por medio de la fórmula adecuada á dicho microscopio, y haciendo uso de los datos siguientes:

Límite extremo de la vision propia del ojo sencillo ó inerme 8 pulgadas; foco de la lente ocular dos pulgadas; distancia del objeto á la lente obyectiva $4\frac{1}{2}$ líneas; intervalo entre ambas lentes 7 pulgadas y 8 líneas.

719. Al hacer servir la misma lente ocular á otro microscopio compuesto del mismo género que el anterior en que el intervalo entre las lentes era de siete pulgadas: se pregunta á qué distancia deberá hallarse el objeto de la lente obyectiva para que su imájen aparezca al órgano amplificadora 60 veces?

Resp. La distancia que se busca debe ser igual á cuatro líneas.

720. Los intervalos entre las lentes y entre el objeto y la lente obyectiva siendo como en el problema anterior, se desea conocer cuál deberá ser el radio de curvatura del vidrio ocular para que el objeto microscópico parezca amplificado 144 veces?

Resp. La lente ocular debe ser de un radio igual á $13\frac{1}{2}$ líneas.

721. En otro microscopio semejante, cuyo ocular tenía una pulgada de foco, el objeto colocado á seis líneas de distancia de la lente obyectiva parecía engrandecido como anteriormente, es decir, 144 veces.

Se pregunta cuál era entonces el intervalo entre ambos vidrios?

Resp. Diez pulgadas.

722. Un objeto microscópico trasparente, iluminado vivamente por la luz solar, se halla colocado

á $3\frac{1}{10}$ líneas de la lente obyectiva de un *Microscopio solar* cuyo foco es de tres líneas.

Se pregunta á qué distancia por el lado opuesto de la lente se formará en el telon ó cuadro representativo la imájen del pequeño objeto, y cuál será su ampli-ficación lineal?

Resp. A una distancia de 7 pulgadas y 9 líneas la imájen aparecerá 30 veces mayor que el objeto.

723. Se pregunta cuál deberá ser el foco de la lente obyectiva en este instrumento, para que un objeto mi-croscópico situado á dos líneas de intervalo del vidrio amplificante, proyecte en el telon su imájen aumen-tada cien veces?

Resp. El foco pedido debe ser igual á 4,98 líneas, ó casi dos líneas.

724. Siendo la lente obyectiva de dos líneas de foco, se quiere conocer á qué distancia de ella seria preciso apartar el pequeño objeto, para que su imájen se pin-tase en el telon ampliificada 120 veces?

Resp. El objeto microscópico deberá hallarse á casi 2,02 líneas de intervalo de la lente obyectiva.

725. ¿Cuál deberá ser el radio de curvatura de la lente obyectiva, para que el objeto microscópico es-tando situado á una línea de distancia de este vidrio, su imájen se pinte distintamente á diez pulgadas de distancia en el cuadro ó telon, y cuál será entonces su grado de ampliificación?

Resp. La convexidad pedida debe ser igual á un radio de $4\frac{1}{11}$ líneas y en este caso la ampliificación será como anteriormente espresada por 120.

726. Al servirse de una lente obyectiva de dos lí-neas de foco, se halló por esperiencia que la imájen distinta de un insectillo casi esférico colocado en el porta-objeto del microscopio solar, tenia cinco líneas de diámetro, cuando el intervalo entre el telon re-presentativo y la lente era igual á 6 pulgadas y 10 líneas.

Se pregunta cuál podía ser poco mas ó menos el diámetro verdadero del animalejo microscópico?

Resp. $\frac{1}{8}$ de línea.

727. Se quiere conocer los principales métodos *micrométricos* aplicables á los microscopios; es decir, los diversos medios imaginados por los físicos con el fin de determinar por esperiencia el grado de amplificación aparente de los pequeños objetos que se sujetan al microscopio sencillo, compuesto y solar?

728. Al ejecutar la esperiencia conocida de la *cámara oscura* sencilla, con una lente movible bi-convexa y simétrica de cuatro pulgadas de foco; se averiguó que un hombre de $5\frac{1}{2}$ pies de altura, distante por fuera del aparato á cien pies de la lente, proyectó su imájen achicada en el interior del aposento oscuro en un plano vertical paralelo á la lente.

Se pregunta cuál debia ser la altura de esta imájen en el momento que goce de toda su claridad, y á qué distancia se hallaria de la lente?

Respuesta. La distancia de la imájen al vidrio será de 4,04 líneas, y su altura 2,65 líneas.

729. Al repelir la misma esperiencia, se desea saber á qué distancia de la lente deberia colocarse la persona anterior que sirve de objeto; para que, todo lo demas siendo igual, su imájen en la cámara oscura tuviese precisamente una pulgada de altura?

Resp. El intervalo pedido deberá ser igual á 22 pies y 4 pulgadas.

730. ¿Cuál debia ser la convexidad de la lente, para que la imájen del mismo objeto anterior tuviese seis pulgadas de altura en el interior de la cámara oscura, siendo todo lo demas de la esperiencia como en la precedente cuestion?

Resp. La lente debe ser de un radio igual á 24,57 pulgadas.

731. Siendo la lente de la cámara oscura de cinco pulgadas de foco, se halló por esperiencia que la imá-

jen de una torre que se pintó en el plano vertical del aparato á $5\frac{1}{8}$ pulgadas de intervalo del vidrio, tenia cuatro pulgadas de altura.

Se pregunta: ¿cuál era sobre poco mas ó menos la altura verdadera de dicha torre, y su distancia á la lente del aparato?

Resp. Altura de la torre cerca de 116 pies y 8 pulgadas; su distancia á la lente 116 pies y 3 pulgadas.

732. Al repetir la misma esperiencia con la lente anterior, se averiguó que un objeto exterior, cuya distancia primitiva era de 80 pies, se habia aproximado al vidrio convexo 50 pies.

Se pregunta, cuál debe ser el movimiento de la lente, para que la imájen proyectada en el cuadro ó plano vertical se dibuje casi con la misma claridad y limpieza en el segundo caso que en el primero, y cuál será próximamente la relacion de magnitud entre ambas imájenes?

Resp. En el primer caso, la distancia del cuadro á la lente deberá ser de 5,03 pulgadas, y en el segundo caso 5,07: de suerte que á la sazón será preciso alejar la lente del plano representativo en una cantidad igual á $\frac{1}{25}$ de pulgada. En la segunda esperiencia la imájen será mayor que en la primera en razon de 2,69 á 1.

733. Esplicar por qué mecanismo ingenioso pueden reproducirse en un vaso lleno de agua, preparado al intento, las imájenes de la cámara oscura: describiendo una especie particular de *Fantasmagoría diurna* á que puede dar origen esta linda esperiencia disfrazada del modo conveniente.

734. Describir las principales modificaciones y perfeccionamientos que recibió sucesivamente el aparato de la cámara oscura, con el fin de aplicarle útil y cómodamente al arte del dibujo, indicando los diversos arbitrios imaginados por los físicos para enderezar las

imágenes, ya sea mediante un espejo ó de un prisma triangular de cristal (*).

735. Describir la construcción, modificaciones y efectos de los aparatos conocidos vulgarmente, con los nombres de *Cajas de Óptica*, *Cosmorama*, &c. inventados con el fin de amplificar de un modo vistoso y muchas veces sorprendente estampas y cuadros pintados, colocados sea vertical sea horizontalmente, con espejos ó sin ellos, y alumbrados ya sea por la luz solar ó bien por la de una lámpara.

Dar una idea de la construcción y efectos de las bellísimas y gigantescas ilusiones ópticas llamadas *Panorama* y *Diorama*.

736. Se propone una *linterna mágica* de dos lentes convexas, adecuada á los experimentos de la *Fantasmagoría*, con un pequeño espectro pintado mediante colores transparentes en un vidrio plano ennegrecido.

Se quiere determinar *á priori* la distancia á que la imagen engrandecida de este objeto debe proyectarse distintamente en el telon vertical representativo, así como su grado de amplificación.

Se sabe que dicho objeto ó pintura fantástica se halla situado dentro del aparato á 3 pulgadas de distancia de la lente cuya convexidad es de 12 pulgadas de radio, y que á cuatro pulgadas de intervalo de este vidrio se halla la lente exterior y movable de ocho pulgadas de radio.

Resp. La imagen amplificada del espectro se formará poco mas ó menos á 5 pies y 8,26 pulgadas de distancia de la lente exterior, y será 8,38 veces mas alta y mas ancha que el objeto pintado.

737. Se pregunta ¿cuánto deberá variarse la dis-

(*) La mayor parte de nuestros jóvenes físicos sabrán sin duda, que desde la época en que se redactaron estas cuestiones, las experiencias de la cámara oscura se han perfeccionado hasta el punto de crear el arte admirable de la *Fotografía*.

tancia del aparato al telon , asi como el intervalo de las lentes , para conseguir que la imájen del fantasma sea doble de la anterior ; siendo igual todo lo demas ?

Resp. La lente interior estando fija , la exterior deberá aproximarse en cantidad igual á 0,44 de pulgada , y al mismo tiempo debe haber cerca de once pies de intervalo entre este vidrio y el telon representativo.

738. Hallándose todas las cosas dispuestas como en la primera esperiencia fantasmagórica , se quiere saber qué variacion deberia hacerse en el intervalo de las lentes y la distancia de estas al telon , para que las dimensiones del espectro estuviesen reducidas á la mitad de su altura primitiva ?

Resp. La lente movable deberá apartarse de la otra en cantidad igual á 0,86 de pulgada , y su distancia al telon deberá ser de casi 3 pies y 2 pulgadas.

739. Suponiendo siempre el aparato dispuesto como en la esperiencia primera , y el objeto pintado en campo negro de dos pulgadas de altura : se pregunta á qué distancia seria preciso retirar la máquina del telon y apartar las lentes mutuamente , para que la imájen del espectro adquiriese doce pies de altura ?

Resp. El intervalo entre el telon y la lente exterior del aparato deberá ser de 41 pies y 8,34 pulgadas , y al mismo tiempo esta lente deberá acercarse á la otra en cantidad igual á 0,76 de pulgada.

740. Se quiere saber cuál es poco mas ó menos la disminucion ó el decrecimiento de intensidad que la luz habrá sufrido en la imájen del experimento anterior , comparativamente con la del problema 736 ?

Resp. La intensidad de la luz en el espectro grande , será próximamente 53,73 veces mas débil que la de la imájen en la primera esperiencia fantasmagórica.

741. Explicar el artificio fisico-químico por cuyo medio pueda aparecer y desaparecer alternativamente un objeto á los ojos de varios espectadores , mediante la interposicion de una sustancia que la accion del ca-

imágenes, ya sea mediante un espejo ó de un prisma triangular de cristal (*).

735. Describir la construcción, modificaciones y efectos de los aparatos conocidos vulgarmente, con los nombres de *Cajas de Optica*, *Cosmorama*, &c. inventados con el fin de amplificar de un modo vistoso y muchas veces sorprendente estampas y cuadros pintados, colocados sea vertical sea horizontalmente, con espejos ó sin ellos, y alumbrados ya sea por la luz solar ó bien por la de una lámpara.

Dar una idea de la construcción y efectos de las bellísimas y gigantescas ilusiones ópticas llamadas *Panorama* y *Diorama*.

736. Se propone una *linterna mágica* de dos lentes convexas, adecuada á los experimentos de la *Fantasmagoría*, con un pequeño espectro pintado mediante colores trasparentes en un vidrio plano ennegrecido.

Se quiere determinar *á priori* la distancia á que la imagen engrandecida de este objeto debe proyectarse distintamente en el telón vertical representativo, así como su grado de amplificación.

Se sabe que dicho objeto ó pintura fantástica se halla situado dentro del aparato á 3 pulgadas de distancia de la lente cuya convexidad es de 42 pulgadas de radio, y que á cuatro pulgadas de intervalo de este vidrio se halla la lente exterior y movable de ocho pulgadas de radio.

Resp. La imagen amplificada del espectro se formará poco mas ó menos á 5 pies y 8,26 pulgadas de distancia de la lente exterior, y será 8,38 veces mas alta y mas ancha que el objeto pintado.

737. Se pregunta ¿cuánto deberá variarse la dis-

(*) La mayor parte de nuestros jóvenes físicos sabrán sin duda, que desde la época en que se redactaron estas cuestiones, las experiencias de la cámara oscura se han perfeccionado hasta el punto de crear el arte admirable de la *Fotografía*.

tancia del aparato al telon, asi como el intervalo de las lentes, para conseguir que la imájen del fantasma sea doble de la anterior; siendo igual todo lo demas?

Resp. La lente interior estando fija, la exterior deberá aproximarse en cantidad igual á 0,44 de pulgada, y al mismo tiempo debe haber cerca de once pies de intervalo entre este vidrio y el telon representativo.

738. Hallándose todas las cosas dispuestas como en la primera esperiencia fantasmagórica, se quiere saber qué variacion deberia hacerse en el intervalo de las lentes y la distancia de estas al telon, para que las dimensiones del espectro estuviesen reducidas á la mitad de su altura primitiva?

Resp. La lente movable deberá apartarse de la otra en cantidad igual á 0,86 de pulgada, y su distancia al telon deberá ser de casi 3 pies y 2 pulgadas.

739. Suponiendo siempre el aparato dispuesto como en la esperiencia primera, y el objeto pintado en campo negro de dos pulgadas de altura: se pregunta á qué distancia seria preciso retirar la máquina del telon y apartar las lentes mutuamente, para que la imájen del espectro adquiriese doce pies de altura?

Resp. El intervalo entre el telon y la lente exterior del aparato deberá ser de 41 pies y 8,34 pulgadas, y al mismo tiempo esta lente deberá acercarse á la otra en cantidad igual á 0,76 de pulgada.

740. Se quiere saber cuál es poco mas ó menos la disminucion ó el decrecimiento de intensidad que la luz habrá sufrido en la imájen del experimento anterior, comparativamente con la del problema 736?

Resp. La intensidad de la luz en el espectro grande, será próximamente 53,73 veces mas débil que la de la imájen en la primera esperiencia fantasmagórica.

741. Explicar el artificio fisico-quimico por cuyo medio pueda aparecer y desaparecer alternativamente un objeto á los ojos de varios espectadores, mediante la interposicion de una sustancia que la accion del ca-

lor y del frío hacen sucesivamente trasparente ú opaca; y de qué modo se puede crear por este medio una especie de *Fantasmagoria diurna* sin hacer uso de espejos, ni de lentes?

Observacion. Esta cuestion se refiere á una esperiencia antigua y bastante curiosa de magia blanca, la cual, asi como la esperiencia catóptrica del número 553, habrá servido con frecuencia á los antiguos Taumaturgos para efectuar á los ojos de gente ignorante y crédula las ilusiones de los pretendidos *espejos mágicos*. Los lectores curiosos hallarán algunos pormenores concernientes á la esperiencia óptica de que se trata, en mi librito divertido titulado *el Brujo en sociedad*, pág. 326.

742. Esponer el modo ingenioso con que varios físicos han conseguido modificar el aparato de la linterna mágica, con el fin de representar en el telon ó la pared blanca de un cuarto oscuro las imágenes amplificadas de varios objetos opacos, bajo-relieves, medallas, pequeñas esculturas, figuras de yeso y de porcelana, y hasta seres vivientes.

Observacion. El aparato de que se trata en este artículo se conoce en la Física con el nombre de *Megascopo*; el cual se llama *lucernal*, cuando los objetos estan alumbrados por medio de una lámpara ó quinqué con reflector parabólico, y *megascopo solar*, cuando se sustituye á la luz artificial la del sol. Por ambos procedimientos se pueden lograr efectos muy brillantes, principalmente empleando lentes acromáticas y añadiendo á los efectos dióptricos los de varias especies de espejos.

Los lectores que quieran leer pormenores curiosos respecto á las diversas modificaciones é ilusiones que se pueden ejecutar con el aparato fantasmagórico, podrán consultar el tomo primero de las interesantes memorias ya citadas de *M. Robertson*.

PARTE QUÍMICA.



Observacion. **A** pesar de las mudanzas y modificaciones considerables que la teoria de la Química y su nomenclatura han sufrido de unos veinte y cinco años acá, hemos creído conveniente sin embargo conservar en las cuestiones siguientes el lenguaje químico usado en la época de su redaccion, correspondiendo á la publicacion de la segunda edicion del Tratado de Química de *M. Thénard*. Asi continuaremos llamando *ácido nítrico* el *ácido azoético*; *nitratos* á los *azoatos*; *ácido hidroclórico* al *ácido clorhídrico*; *hidrocloratos* á varios *cloruros*; diremos *cal* en vez de *óxido de calcium*, *silice* en lugar de *óxido de silicium*, &c. &c.

Por lo demas, los estudiantes hallarán en esta parte lo mismo que en la seccion de Física, varias cuestiones meramente recreativas y á veces paradójicas, destinadas únicamente para ejercitar la sagacidad de los jóvenes, único fin que nos hemos propuesto en esta coleccion.

CUESTIONES SOBRE LA QUÍMICA.

Calórico.

743. **D**ETERMINAR el calórico específico de un cuerpo sólido que pese tres libras, por medio del *Calorímetro* de *Lavoisier*. Para cuyo efecto se elevó su temperatura hasta 105 grados centígrados, se colocó en el

interior del aparato, y al cabo de un tiempo conveniente se recogieron 24 libras de agua líquida.

Se pregunta cuál era la capacidad calorífica de dicho cuerpo, comparativamente con la del agua tomada por unidad?

Resp. La capacidad pedida será espresada por 5; es decir, que será cinco veces mas considerable que la del agua.

744. Determinar la relacion entre las capacidades calóricas de dos líquidos diferentes A y B, que no tienen accion química mútua, valiéndose del método del Doctor *Crawford*. Para lo cual se mezclaron masas iguales de dichos líquidos, despues de haber calentado el primero hasta $82\frac{1}{2}$ grados, y el segundo B hasta 55 grados: y despues del esperimento se averiguó que la mezcla gozaba de una temperatura de 70 grados.

¿Cuál era la relacion entre las capacidades de dichos cuerpos, suponiendo que no se haya desperdiciado calor alguno durante la esperiencia?

Resp. La capacidad del líquido A debia ser á la del líquido B, como 6 á 5.

745. Se quiere averiguar por el mismo método la capacidad calorífica de un líquido B, que tiene alguna accion química sobre el agua, á favor de otro líquido intermedio A exento de accion química respecto al agua y al otro líquido. Para este efecto se han hecho las dos esperiencias siguientes.

1.º Mezclando cantidades iguales de ambos líquidos A y B, el primero á la temperatura de $82\frac{1}{2}$ grados, el otro á 55 grados, se logró una mezcla de 70 grados.

2.º Partes iguales de agua á 82 grados y del líquido A á 442 grados, suministraron una masa líquida á 98 grados.

¿Cuál era la capacidad del líquido B comparativamente con la del agua tomada por unidad?

Resp. La capacidad pedida estará espresada por el número fraccionario 0,303.

746. Se propone un vaso de vidrio de forma cúbica y de una pulgada de diámetro interior, espuesto á una temperatura de 60 grados centígrados.

Se pregunta cuál seria la capacidad ó volúmen interior de este vaso á la temperatura de cero: sabiendo que la dilatacion lineal del vidrio está representada por la fraccion 0,0000087572 correspondiente á cada grado del termómetro?

Resp. El volúmen reducido de dicho vaso será igual á 0,998423704 de pulgada cúbica.

747. Si una masa de gas hidrógeno ocupa un volúmen de 500 pulgadas cúbicas á la temperatura de 60 grados, ¿cuál debe ser este volúmen á la temperatura de cero?

Resp. El volúmen pedido será igual á 408,163 pulgadas cúbicas.

748. Se pregunta qué volúmen ocuparían las 500 pulgadas cúbicas de gas del problema anterior á una temperatura de cien grados?

Resp. El volúmen que se busca será igual á 561,224 pulgadas cúbicas.

749. Explicar conforme á la teoria moderna actual el fenómeno de la *combustion*; tomando por ejemplo en primer lugar un cuerpo simple, luego la combustion de una vela, de la leña y del carbon de nuestros hogares.

Explicar la forma piramid^{al} de la llama, y por qué esta combustion es tan viva en los^{os} quinqués ó lámparas de Argante?

Dar una idea de los descubrimientos nuevos mas notables sobre la llama, debidos al célebre *Davy*, Teoria moderna *electro-química* de la combustion.

750. Explicar los fenómenos que se verifican durante la inflamacion de la yesca por el choque del eslabon contra el pedernal.

751. Explicar la inflamacion de la yesca y demas sustancias combustibles, mediante la compresion vio-

lenta y rápida que experimenta el aire en el interior de una pequeña bomba, conocida en física con el nombre de *eslabon neumático*.

Historia curiosa de este experimento descubierto en Lyon por el profesor de física *Mollet*.

752. Citar algunos experimentos sencillos con el fin de comprobar que la llama no es otra cosa sino un gas incandescente. Observar lo que pasa respecto á esto en nuestros hogares de chimenea, y experiencia muy sencilla de la combustion de un cucurucho de papel agugereado cerca de su punta, al paso que se quema por el extremo opuesto.

753. Explicar por qué una vela apagada recientemente y cuya torcida está todavía humeando, se vuelve á encender aproximándola simplemente á cierta distancia otro cuerpo inflamado?

¿Por qué una vela recién apagada cuya torcida lleva el pávilo incandescente, se vuelve á encender soplando encima, ó agitándola en el aire, y mejor aun sumergiéndola en un vaso que contiene gas oxígeno?

754. ¿Cuál sería, conforme á la teoria moderna respecto al calórico y la combustion, la forma y disposicion mas ventajosas de una chimenea francesa destinada á calentar una habitacion?

Dar una idea de las modificaciones mas notables que se deben al *Conde de Rumford*, con el fin de perfeccionar la construccion de nuestros hogares, chimeneas, estufas y cocinas.

755. Explicar por qué el agua apaga al fuego; bajo qué condiciones se verifica este efecto, y por qué el mismo líquido en cantidad pequeña aumenta la actividad del fuego en una fragua y muchas veces tambien en los incendios?

Indicar otros varios arbitrios que se pueden poner en práctica para apagar el fuego en el interior del cañon de una chimenea, ó en un incendio poco considerable.

756. ¿Por qué razon, cuando se trata de encender

un cuerpo combustible, es preciso comunmente aproximar este á otro cuerpo en ignicion?

757. Explicar por qué la llama de los faroles que alumbran nuestras calles durante la noche, despiden generalmente una luz débil durante los frios rigurosos; al paso que el fuego de nuestras chimeneas y estufas parece que quema con mas vivacidad en invierno que en verano?

758. ¿Por qué causa probable la combustion de los gases mas combustibles no se propaga al través de una gasa metálica fina, ni tampoco al través de un tubo capilar de cierta finura?

Citar algunas aplicaciones útiles y curiosas de esta propiedad notable á las *lámparas de seguridad de Davy*, que se usan en las minas, y á otros varios aparatos.

759. ¿Cuál parece ser la causa probable de la incandescencia continua que ofrece un alambre delgado de platina, espuesto al vapor del éter ó del alcohol, despues de haberle calentado hasta enrojecer; y qué aplicaciones ingeniosas y útiles se han hecho de esta propiedad en las lámparas de seguridad y en las tituladas *sin llama*?

760. Indicar los diversos procedimientos químicos, por cuyo medio se puede comunicar á la llama de un cuerpo combustible, v. g. del espíritu de vino, todos los colores que se quiera.

Efectos curiosos que produce esta llama con la sal comun, respecto á la apariencia que da á las personas y á todos los cuerpos ambientes.

761. Se propone un carbon encerrado en un crisol refractorio herméticamente cerrado espuesto á un fuego capaz de enrojecer al crisol hasta el blanco, y se pregunta: si dicho carbon se consumirá, ó si llegará simplemente al grado de incandescencia?

762. ¿Por qué procedimiento es posible hacer que salgan en apariencia llamas vivas del interior de una masa de agua fria, y aun de la misma nieve?

Resp. Este experimento vistoso puede hacerse ya sea con el gas hidrógeno fosforado, ó bien con el fósforo de cal; pero su ejecucion exige ciertas precauciones prácticas á fin de no esponerse á algun accidente grave.

763. Explicar cómo se encenderá yesca, azufre, pólvora, ú otras sustancias combustibles, mediante un pedazo de hielo diáfano cortado de un modo particular?

764. ¿Cómo se sacarán chispas vivas de una aleacion metálica mediante el frotamiento de una lima áspera?

Resp. La composicion metálica, en el dia poco conocida, á que se refiere esta cuestion, no es otra cosa sino una aleacion de hierro y antimonio.

765. ¿De qué modo se puede producir luz, ó un gas luminoso, mediante la mezcla de dos gases que no lucen aisladamente?

Resp. Todos los estudiantes de química saben, que una mezcla de gas azoe fosforado y de oxígeno goza de dicha propiedad: pero no todos conocen la aplicacion curiosa que ciertos pescadores hacen de este gas luminoso encerrado en un frasco bien tapado y sumergido en las aguas, para atraer los peces en sus redes.

766. ¿Con qué procedimientos se consigue producir un calor considerable:

1.º Mediante el contacto de un cuerpo sólido con un líquido?

2.º Por la mezcla de dos líquidos?

3.º Por la combinacion de dos gases?

767. ¿De qué modo puede promoverse una inflamacion, ya sea por la mezcla de dos líquidos, ó bien por el contacto de dos cuerpos sólidos, ó de un líquido con un sólido, ó bien por el contacto de un sólido con un gas, ó en fin por la mezcla de dos gases?

Experiencia antigua y curiosa conocida con el nombre de *hongo* ó *seta filosófica*.

Observacion. En este lugar convendria tal vez citar algunos pormenores interesantes relativos al poderoso

desprendimiento de *calor* y de *luz eléctrica*, mediante el contacto de dos fragmentos agudos de carbon en comunicacion con ambos polos de una pila de Volta, segun el procedimiento del célebre químico *Davy*: experimento famoso, de que los físicos modernos se valen á veces con la mayor utilidad para producir una luz artificial tan brillante como la del mismo sol.

768. ¿De qué procedimientos se puede valer para producir una inflamacion acompañada de detonacion, por el contacto de dos cuerpos sólidos, ó bien por el de un sólido con un líquido, ó con un gas, en fin por el contacto de dos gases?

Citar algunos de los *compuestos fulminantes* mas notables, y principalmente los de oro, de plata y de mercurio, con la aplicacion tan útil de este último en las armas de fuego.

Observacion. Todas estas esperiencias, familiares á los químicos, deben repetirse con las precauciones que la práctica sola puede enseñar.

769. Dar una idea ó definicion de la diferencia que conviene establecer entre los términos *fosforescencia*, *calorificacion*, *incandescencia*, *ignicion*, *inflamacion* y *detonacion*, citando varios ejemplos de estos diversos fenómenos.

770. Describir el fenómeno de la *fosforescencia* en particular, con los diversos medios para manifestar esta propiedad notable en los cuerpos que son susceptibles de ofrecerla.

Exposicion breve de las opiniones mas acreditadas de los físicos respecto á las causas de dicho fenómeno, y á la fosforescencia del mar y de ciertos animales invertebrados.

771. ¿De qué modo sencillo se pueden preparar dos figuritas ó retratos, de suerte que la primera apague la llama de una vela que se le aproxima, al paso que la otra vuelva á encenderla?

772. ¿Por qué procedimiento químico sencillo y

fácil de combustion se puede fundir una moneda delgada, tal como un ochavo, en una cáscara de nuez ordinara que sirva de crisol?

773. Explicar cómo pueden prepararse la madera, la tela, el papel y otros cuerpos combustibles, de modo que lo sean mucho menos, preservándolos, á lo menos durante algun tiempo, de los primeros estragos del fuego.

774. ¿De qué modo se puede, valiéndose de un arbitrio análogo, preparar un hilo comun, de suerte que suspendiendo en él una sortija muy ligera de metal y quemando el hilo con precaucion sin agitarle, la sortija se quede colgada del hilo hecho ceniza sin caer?

Observacion. Este esperimento es muy antiguo y se esplica en todos los libros que tratan de juegos de manos.

775. Dar una breve reseña de la historia y esplicacion mas probable de los pretendidos hombres incombustibles, y del fenómeno mucho mas sorprendente de diversas personas entregadas al abuso de los licores espirituosos, que perecieron de resultas de una combustion accidental, y á veces espontánea. (Veáse en la obrita francesa titulada *Manuel du Sorcier*, pág. 160.)

776. Reunir bajo un solo punto de vista todos los medios conocidos que puedan servir para escitar la accion del calórico, desde la simple fosforescencia, hasta los grados de calor mas violentos y capaces de fundir ó volatilizar todos los cuerpos conocidos.

777. Discutir lo que se debe inferir racionalmente en el dia, de las supuestas *lámparas perpetuas* citadas por varios escritores antiguos; y en qué circunstancias naturales pudiera verificarse hasta cierto punto este famoso sueño de los filósofos antiguos.

Observacion. Los lectores interesados en semejante asunto, hallarán en las *recreaciones de Ozanam* por menores literarios curiosos respecto á las *lámparas perpetuas*.

GRAVEDAD ESPECÍFICA.

GASOMETRIA Y VAPORES.



778. **D**ETERMINAR la pesantez específica de un ácido, por medio de un *areometro de Fahrenheit* que pesó en el aire 180 granos?

Se halló por experiencia que para hundir este instrumento en el agua destilada hasta la señal de la varilla, fue preciso cargar el platillo con un peso de 65 granos, y que para producir el mismo grado de inmersión en el ácido propuesto, el peso adicional en el platillo era igual á $187\frac{1}{2}$ granos.

Se pregunta, cuál era la gravedad específica de dicho ácido comparativamente con la del agua tomada por unidad?

Resp. La pesantez pedida debe ser espresada por el número $1\frac{1}{2}$.

779. Con el fin de determinar el peso específico de un fragmento de cristal mediante el *gravímetro de Nicholson*, se han hecho las tres experiencias siguientes, sumergiendo cada vez el instrumento en el agua destilada hasta el mismo punto señalado en la varilla. La primera carga era igual á 1450 granos, la segunda 1300 y la tercera 1250 granos.

Se pregunta cuál era la gravedad específica de dicho cristal respecto á la del agua?

Resp. Debía hallarse espresada por 3.

780. Se desea conocer el número de pulgadas cúbicas de azogue que debe contener la cubeta hidrargiro-neumática de nuestro laboratorio, sabiendo que el peso absoluto de dicho metal es equivalente á $112\frac{1}{2}$ libras, que su gravedad específica está espresada por 13,5, y

que la pulgada cúbica de agua pura pesa 373 granos de Paris.

Resp. El volúmen pedido del azogue contenido en dicho baño, debe ser equivalente á 205,9, ó casi 206 pulgadas cúbicas francesas.

781. ¿Cuál será el peso absoluto del gas hidrógeno que llene un frasco capaz de contener 8 libras 1 onza 4 dragmas y 8 granos de agua pura: sabiendo que la pulgada cúbica de aire pesa 0,46 de grano, la de agua 373 granos, y que la gravedad específica del gas hidrógeno se halla espresada por 0,07?

Resp. El peso que se busca será igual á 6,44 granos de Paris.

782. Sabiendo que 100 pulgadas cúbicas de gas hidrógeno pesan 3,54 granos á una presión atmosférica equivalente á 28 pulgadas de mercurio; se pregunta cuál debe ser dicho peso cuando el barómetro haya bajado á 27 pulgadas?

Resp. El gas pesará 3,41 granos.

783. Un fragmento de madera que pese en el aire 3 onzas 7 dragmas y 6 granos, y de una gravedad específica igual á 0,6, se pesa sucesivamente en el aire atmosférico, en el gas hidrógeno y en el vacío.

Se quiere conocer la relación entre estos tres pesos absolutos, suponiendo los mismos datos que en los problemas anteriores?

Peso en el aire.	22380,0	} granos.
en el hidrógeno.	22384,0	
en el vacío.	22384,6	

784. El peso absoluto de 100 pulgadas cúbicas de gas oxígeno, se halló igual á 50 granos bajo una presión atmosférica de 28 pulgadas de mercurio, y se sabe á mas que el peso de este gas trasladado á la cumbre de una montaña se disminuyó en una décima parte.

¿Qué altura debía señalar el barómetro en dicho parage elevado?

Resp. $22\frac{2}{5}$ pulgadas de mercurio.

785. Sabiendo que la pulgada cúbica de aire atmosférico pesa 0,64 de grano á la temperatura de cero, se desea conocer qué volúmen ocupará un grano de este aire á dicha temperatura y á la temperatura de 100 grados?

Resp. Un grano de aire á cero ocuparía un volúmen equivalente á 2,174 pulgadas cúbicas; y á la temperatura de 100 grados este volúmen seria igual á 2,989 pulgadas cúbicas.

786. Se recogieron en una campana 792 pulgadas cúbicas de cierto gas á una presion atmosférica de $32\frac{1}{2}$ pulgadas españolas de mercurio, y se quiere saber qué volúmen ocuparía dicho gas á una altura barométrica de 30 pulgadas?

Resp. El volúmen pedido debe ser equivalente á 858 pulgadas cúbicas.

787. En un tubo cilíndrico colocado en la tablita del baño de mercurio, se recogieron 572 pulgadas cúbicas de gas hidrógeno, señalando el barómetro 27 pulgadas españolas. El azogue subió á la sazón en el interior del tubo á la altura de 8 pulgadas y 8 líneas sobre el nivel exterior del baño.

Se pregunta cuál seria el volúmen natural que dicho gas ocuparía á una presion atmosférica de 30 pulgadas?

Resp. Un volúmen equivalente á 349,55 pulgadas cúbicas.

788. En otro tubo ó campana colocada en la tablita del aparato hidro-neumático, se encerraron 180 pulgadas cúbicas de aire atmosférico. El barómetro señaló á la sazón 28 pulgadas francesas y el agua del interior de la campana se halló á $4\frac{1}{2}$ pulgadas sobre el nivel exterior del baño.

Se pregunta cuál debería ser el volúmen natural del gas, supuesta nula la diferencia del nivel?

Resp. Dicho volúmen seria igual á 177,872 pulgadas cúbicas.

789. En otra campana que contenia 100 pulgadas cúbicas de gas, colocada y sujeta en la tablita del baño de mercurio, este líquido se halló mas bajo en el interior de la campana que el nivel exterior, de suerte que la diferencia del nivel era igual á dos pulgadas y tres líneas. La altura de un barómetro exterior señaló á la sazón 29 pulgadas.

Se quiere conocer el volúmen natural del gas á la presión atmosférica indicada?

Resp. El volúmen que ocuparia, á no haber diferencia de nivel, equivaldria á 107,758 pulgadas cúbicas.

790. Una campana cilíndrica, con 150 pulgadas cúbicas de gas, se halla en circunstancias análogas á las anteriores, pero sujeta en la tablita del baño hidro-neumático. La diferencia entre los niveles exterior é interior era á la sazón igual á seis pulgadas, y la presión atmosférica equivalente á 30 pulgadas españolas.

Se pregunta cuál seria el volúmen natural del gas á esta presión?

Resp. 152,205 pulgadas cúbicas.

791. Se han puesto en comunicacion, por medio de sus llaves correspondientes, un globo esférico de vidrio lleno de gas hidrógeno, con otro globo mas pequeño tambien esférico y vaciado exactamente del aire que contenia. Se sabe que el primer globo contenia 8 libras 4 onza 4 dragmas y 8 granos de agua pura, y el segundo 6 libras 7 onzas 4 dragmas y 64 granos del mismo líquido.

Se pregunta cuál será la relacion primitiva de densidad del gas á su densidad posterior despues de la experiencia y el restablecimiento de equilibrio, sabiendo que la pulgada cúbica de agua pesa 373 granos?

Resp. La densidad primitiva será á la densidad despues del experimento, como 9 á 5.

792. Se proponen dos globos perfectamente esféri-

cos de vidrio, el primero con 56,538 granos de gas oxígeno á una presión y temperatura medias del aire; el segundo capaz de contener en las mismas circunstancias 16,752 granos del mismo gas. Se supone además que la pulgada cúbica de gas oxígeno pesa medio grano, y se quiere conocer cuál era el diámetro interior de ambos globos, supuestos de un grueso uniforme?

Resp. El uno debía tener seis pulgadas de diámetro interior y el otro cuatro pulgadas.

793. En una especie de soplete con gas comprimido llamado de *Brooks* ó de *Newman*, de una capacidad interior equivalente á 60 pulgadas cúbicas, se han condensado 30 volúmenes cilíndricos de gas hidrógeno y 15 volúmenes semejantes de gas oxígeno, sirviéndose para esta operación de una bomba comprimente cilíndrica de cinco pulgadas cúbicas de capacidad.

Se pregunta cuál debía ser el grado de condensación de la mezcla gasosa contenida en el depósito del instrumento, comparado con la densidad del aire atmosférico exterior?

Resp. La densidad del gas comprimido se espesará por $4\frac{1}{2}$; y la del aire exterior por la unidad.

794. En uno de los frascos llamados de *Wolf*, que contenía una solución de ácido nítrico de una densidad igual á 1,5, se halla adherido un tubo de seguridad recto y sencillo en cuyo interior el ácido se elevaba hasta 64 pulgadas de altura sobre el nivel líquido del frasco.

Se pregunta cuál es el grado de densidad del gas contenido en el frasco con relación á la densidad del aire atmosférico exterior?

Resp. La densidad pedida debe espesarse por $4\frac{1}{4}$.

795. Se quiere reducir á pulgadas cúbicas el volumen del oxígeno y del azoe contenidos en medio pie cúbico de aire atmosférico; suponiendo que 100 partes de este fluido elástico se compongan de 21 volúmenes de oxígeno y 79 de azoe?

Resp. La cantidad de oxígeno será igual á 181,44 pulgadas cúbicas, y la de azoe á 682,56.

796. Una campana cilíndrica de vidrio encierra 300 pulgadas cúbicas de aire comun á una presión atmosférica de 31 pulgadas españolas.

Se desea conocer el peso y el volúmen del gas oxígeno contenido en dicha masa de aire, reduciendo todo el resultado á la presión atmosférica de 30 pulgadas, y suponiendo que en las espresadas circunstancias la pulgada cúbica de gas oxígeno pese medio grano.

Resp. El volúmen pedido será igual á 65,4 pulgadas cúbicas, y el peso á 32,55 granos.

797. Se sabe que un vaso determinado puede contener una onza de gas oxígeno á una presión y temperatura medianas de la atmósfera; que la gravedad específica del gas oxígeno está espresada por 1,1 y que el pie cúbico de aire pesa 534 granos.

Se quiere conocer, qué cantidad en peso de espíritu de vino de una densidad igual á 0,7 cabria en el vaso propuesto?

Resp. Un peso igual á 296474 granos, ó 32 libras 2 onzas 5 dragmas y 47 granos.

798. Un vaso propuesto se llenó sucesivamente con agua, con gas oxígeno y con gas ácido carbónico, á la temperatura y presión medianas del aire. Se sabe que la cantidad de agua pesaba 96000 granos ó 10 libras 6 onzas 5 dragmas y 24 granos, el oxígeno 422 $\frac{2}{3}$ granos ó 5 dragmas 62 $\frac{2}{3}$ granos, y el gas ácido carbónico 8 dragmas.

Se pregunta cuál era la gravedad específica de los dos gases, y cuál la capacidad del vaso propuesto?

Resp. Capacidad del vaso 334 pulgadas cúbicas.

Peso específico del oxígeno 1,1.

Peso específico del ácido carbónico 1,5.

799. En una campana cilíndrica colocada en la tábula del baño de mercurio, hay 360 pulgadas cúbicas de aire atmosférico que contiene un exceso de oxígeno.

El mercurio interior se halla á tres pulgadas encima del nivel exterior del baño, y el barómetro señalaba á la sazón 27 pulgadas.

Dispuesto así el aparato, se hace quemar en dicha masa de aire un exceso de fósforo cuya combustion absorve cierta cantidad de oxígeno, y despues del restablecimiento primitivo de temperatura el mercurio interior se halló elevado á $4\frac{1}{2}$ pulgadas; el barómetro á 28, y el volúmen del gas residuo era igual á 240 pulgadas cúbicas.

Se pregunta cuál era el volúmen natural del gas antes y despues de la combustion, con el del oxígeno absorvido; reduciendo todo el resultado á la presion atmosférica de 30 pulgadas?

Resp. El volúmen primitivo corregido era igual á 288 pulgadas cúbicas. El volúmen del gas despues de la combustion 488 pulgadas: y de consiguiente la cantidad de oxígeno absorvida debia ser igual á 100 pulgadas cúbicas.

800. Un residuo de gas azoe se halla contenido en una campana cilíndrica colocada en la tablita del aparato hidro-neumático, cuya agua, suponiendo que sea pura, sube en el interior á tres pulgadas de altura, estando á la sazón el barómetro á 28 pulgadas francesas.

Se quiere averiguar el volúmen y el peso de dicho gas azoe. Para lo cual se pasó en primer lugar un obturador debajo de la campana, con el fin de separar la masa de agua que contiene del resto del baño; trasladando en seguida dicha porcion de agua á otro vaso para pesarla, se halló su peso igual á 14061 granos. Hecho esto, se llenó con el mismo liquido del baño la campana entera, averiguando que podia contener 103581 granos de agua. Se sabe á mas, que la pulgada cúbica de gas azoe pesa 0,44 de grano y la de agua como en las cuestiones precedentes.

Se pregunta cuál debia ser el peso y el volúmen de

la porcion de azoe que contenia la campana á la presion atmosférica de 28 pulgadas de mercurio?

Resp. El volúmen pedido debia ser equivalente á 238,11 pulgadas cúbicas, y su peso á 104,768 granos.

801. Suponiendo que se hayan obtenido las 238,11 pulgadas cúbicas de gas azoe del problema anterior á una temperatura de + 20 grados centígrados: se pregunta qué volúmen ocuparia este gas á una temperatura de 12 grados, haciendo uso para dicha reduccion de la regla de *Gay-Lussac*, y suponiendo que la presion atmosférica no haya variado?

Resp. El volúmen pedido será igual á 231,47 pulgadas cúbicas.

802. Se encerraron debajo de una campana cilindrica colocada en el aparato hidro-neumático, 350 pulgadas cúbicas de aire comun; el agua del baño sube en el interior del vaso á $4\frac{1}{2}$ pulgadas de altura, el barómetro señala 28 pulgadas y el termómetro 15 grados sobre cero.

Dispuesto asi el aparato, se hace quemar en dicha masa de aire un exceso de zinc, que absorbe todo el oxígeno. El gas residuo, despues de la combustion y del restablecimiento de temperatura primitiva, ocupaba á la sazón un volúmen de 290 pulgadas cúbicas; la altura del agua en el interior de la campana, ó la diferencia de nivel, era de 7 pulgadas, señalando el barómetro 29 pulgadas y el termómetro 16 grados.

Se quiere determinar el volúmen natural del gas antes y despues de la combustion, á fin de conocer el volúmen y peso del oxígeno absorbido.

Se prescinde de las dilataciones del vaso y del agua, de los efectos producidos por la presencia del óxido de zinc, del exceso de metal, &c.

Resp. El volúmen del gas antes de la combustion era igual á 342,181 pulgadas cúbicas. El volúmen corregido despues de la combustion 290,847. De consiguiente la cantidad de oxígeno absorbida por el metal

debía ser igual á 51,334 pulgadas cúbicas cuyo peso equivale á 25,667 granos, suponiendo que la pulgada cúbica de oxígeno pese medio grano á la presión atmosférica de 28 pulgadas; pero á una altura barométrica de 29 pulgadas dicho peso sería equivalente á 26,594 granos.

803. ¿Cuál será el peso absoluto de diez pulgadas cúbicas de agua en vapor á la temperatura de 400 grados y á 28 pulgadas de presión atmosférica; sabiendo que en estas circunstancias el volumen del vapor acueo es 4698 veces más considerable que en estado líquido, y suponiendo el peso de la pulgada cúbica de agua igual á 373 granos?

Resp. El peso que se busca debe ser igual á 2,196 granos.

804. ¿Cuál será el peso de una pulgada cúbica de vapor de éter sulfúrico á 28 pulgadas de presión atmosférica y á 39 grados de temperatura, que es la de su ebulición; sabiendo que en estas circunstancias el gas etéreo ocupa un volumen cuatro veces menor que el vapor acueo á 400 grados de temperatura, y que la gravedad específica de dicho éter está espresada por 0,7?

Resp. El peso pedido sería igual á 0,615 granos.

805. ¿Cuánto pesaría una pulgada cúbica de vapor de agua á 400 grados de temperatura, y á una presión atmosférica de 20 pulgadas, haciendo uso de los datos anteriores?

Resp. El peso pedido será igual á 0,305 de grano.

806. ¿Cuál sería este mismo peso de vapor á una altura barométrica de 28 pulgadas, y á una temperatura de 40 grados sobre cero?

Resp. En estas circunstancias la pulgada cúbica de vapor acueo pesaría 0,405 de grano.

807. Se quiere determinar el peso específico del vapor de agua mediante el procedimiento de *Gay-Lussac*, relativamente á la del aire tomada por unidad: sa-

biendo que una *grama* de agua vaporizada á la temperatura de 100 grados y á 28 pulgadas francesas de presion atmosférica, suministró á dicho fisico un volúmen de vapor equivalente á 1,698 litros, y que un litro de aire á la misma presion y á cero de temperatura pesa 1,3 *gramas*. (Peso y medida decimal frances.)

Resp. El peso específico que se busca estará espresado por la fraccion 0,623.

808. ¿Cuál será, conforme á la misma teoría, la gravedad específica del vapor del *Sulfuro de carbono* ó *alcohol de azufre*: sabiendo que una *grama* de este líquido vaporizado en las mismas circunstancias, ha producido un volúmen de vapor de 0,397 de litro?

Resp. La pesantez específica pedida será espresada por el número 2665.

809. Se pregunta cuál será el peso absoluto de una pulgada cúbica de vapor de agua, á la temperatura de 12 grados y á una presion atmosférica de 6 líneas de mercurio, conforme á la teoría de *Laplace* y *Dalton*; sabiendo únicamente que la pulgada cúbica de agua pesa $373\frac{1}{2}$ granos de París á la presion atmosférica de 28 pulgadas y á la temperatura de 12 grados, y que el vapor acueo á 100 grados ocupa un volúmen 1698 veces mas considerable que en estado de líquido?

Resp. Conforme á dicha teoría, el peso pedido es igual á 0,005 de grano (*).

810. Una masa de 200 pulgadas cúbicas de aire seco, á la presion atmosférica de 28 pulgadas y á 30 grados de temperatura, se puso en contacto con alcohol ó espíritu de vino puro en un globo de vidrio cerrado.

Se sabe que á la temperatura de 30 grados la tension ó fuerza elástica del vapor alcohólico es equivalente á la presion de una columna de 9 pulgadas de mercurio, y se pregunta cuál será el volúmen del gas misto

(*) Véase entre los problemas de Fisica núm. 466 el mismo resultado en peso y medida españoles.

despues de la mezcla del aire con el vapor alcohólico?

Resp. El volúmen pedido será igual á 294,74 pulgadas cúbicas, conforme á la regla de Dalton.

811. Una campana cilíndrica de vidrio, colocada en la tablita del aparato hidrargiro-neumático, encierra 100 pulgadas cúbicas de aire atmosférico á la temperatura de cero; el nivel interior del mercurio está mas elevado que el exterior del baño, y el barómetro señala 32 pulgadas españolas.

En esta disposicion se calienta todo el aparato hasta la temperatura de 50 grados. De resultas el aire interior se dilata haciendo bajar el mercurio hasta cinco pulgadas de altura. En este momento se introduce en la campana una cantidad muy pequeña de agua, dejándola volatilizar en dicha masa de aire. Se sabe ademas que á la temperatura indicada el vapor de agua puede sostener una columna de 20 líneas de mercurio.

Se pregunta cuál será el volúmen del fluido elástico contenido en la campana despues de la esperiencia, prescindiendo de las dilataciones del vaso y del líquido?

Resp. El volúmen pedido del fluido gaseoso debe ser igual á 127,23 pulgadas cúbicas.

812. Dar una idea de la construccion de los principales *gasómetros* empleados en la química, indicando los diversos medios que pueden usarse para proporcionar una corriente de gas uniforme, graduada, y mas ó menos prolongada, ya sea en los laboratorios ó bien en las artes.

813. Dar una reseña histórica de las *Termolámparas*, ó sean aparatos destinados para alumbrar y calentar á favor del gas hidrógeno carbonado, sacado por destilacion de la leña, del carbon fósil, del aceite y de la resina.

Describir un aparato de laboratorio á propósito para representar la construccion de las máquinas gigan-

tescas usadas en el día para el alumbrado público por el gas.

814. Explicar algunos métodos de que se valen los químicos para determinar la cantidad de agua que contienen los ácidos minerales (*hydrácidos*) mas usados en las artes.

Resp. Uno de los métodos mas sencillos, aplicable á la mayor parte de dichos ácidos, tales como el nítrico y el sulfúrico, es el siguiente.

Se toma cierto peso p de una base seca á propósito para formar con el ácido de que se trata una sal fácil de desecar. El óxido de plomo v. g. puede convenir en muchos casos. Se echa pues encima de este óxido un peso conocido P de ácido nítrico, con el fin de convertirle en nitrato de plomo; se evapora y se deseca bien esta sal, cuyo peso llamaremos P' . Es evidente que $P' - p$ será el peso del ácido nítrico absoluto contenido en el peso P del ácido gastado: y por consiguiente $P - (P' - p)$ expresará el peso del agua que se busca.

815. Determinar el peso específico del alcohol en su estado de mezcla con diferentes cantidades de agua?

Resp. Si en el acto de combinarse dos cuerpos no se verificase una especie de penetracion mútua de sus moléculas integrantes, seria muy fácil determinar la gravedad específica de un compuesto resultante de la mezcla de varios cuerpos de densidad conocida, y la cuestion se reduciria á un simple problema de hidrostática, asi como hemos visto anteriormente al tratar del famoso problema de la corona resuelto por *Arquimedes*. Pero una circunstancia notable en la combinacion química de dos cuerpos, es que el peso específico de semejante combinacion, lo mismo que la capacidad calorífica, no pueden determinarse *á priori*, porque la combinacion toma casi siempre una densidad diferente de la que deberia tener segun la proporcion de sus principios constituyentes.

Por ejemplo, mezclando dos volúmenes iguales de agua y de alcohol de una gravedad específica de 0,824, sería natural suponer que el grado de densidad del compuesto guardaría un término medio entre 1,000 y 0,824, y por consiguiente estaría expresada por 0,912. Pero al efectuar la experiencia se halla de 0,930 á 0,940; de suerte que el líquido despues de la combinacion se halla mas denso y ocupa menos espacio que sus factores.

Varios físicos y químicos han imaginado métodos mas ó menos ingeniosos con el fin de determinar la densidad de varias mezclas de agua y alcohol, de agua y de ácidos, de agua y de sal, &c.: y como esta cuestion puede ser de un interes particular respecto á las reglas de graduacion de los areómetros destinados al comercio de los ácidos y espíritus de vino, nos limitaremos aquí á dar una idea sucinta del método por cuyo medio *M. Poujet* procuró determinar el peso específico del alcohol mezclado con diversas cantidades de agua.

Dicho físico eligió por alcohol tipo el de una gravedad específica de 0,8499 á la temperatura de 8,75 centígrados. Formó diez mezclas, cuya primera contenia 9 medidas de alcohol y una de agua, la segunda 8 medidas de alcohol y 2 de agua, y así en seguida hasta la décima mezcla que no contenia sino una medida de alcohol con 9 de agua. Tuvo cuidado de dar á cada una de dichas medidas volúmenes iguales, para lo cual se valió del peso, observando que cada medida de agua era á una medida de alcohol como 1 á 0,8499. Así 10000 partes de agua y 8499 de alcohol formaron una mezcla que contenia volúmenes iguales de ambos líquidos.

Para evaluar luego, segun la pesantez específica de cada mezcla, la disminucion de volúmen efectuada, *M. Poujet* se sirvió del método siguiente.

Sea A la pesantez específica verdadera de una mezcla cualquiera; B su pesantez específica indagada por el cálculo, suponiendo nula la disminucion de volú-

men; n el número de las medidas que componen la masa total; $n-x$ este mismo número reducido de resultas de la penetracion mútua. Puesto que la aumen- tacion de densidad no altera el peso de la masa total, se debe tener

$$n B = (n-x) A$$

de donde se saca $x = \frac{A-B}{A} \times n$

ó bien suponiendo $n=1$, se tendrá

$$x = \frac{A-B}{A}$$

Este último valor espresa pues la disminucion de volúmen resultante de la combinacion.

Por medio de esta fórmula y de sus corolarios, llegó dicho físico á determinar, comparativamente por el cálculo y la esperiencia, las densidades verdaderas de cualquier mezcla de agua y de alcohol, evaluando la cantidad absoluta de alcohol puro que le sirvió de tipo.



CUESTIONES VARIAS

SOBRE LA QUIMICA.



816. **E**SPLICAR, á favor de la atraccion química y de algunos principios de mecánica, los fenómenos siguientes, colocados por muchos físicos en la clase de los fenómenos capilares.

¿Por qué dos agujas delgadas y bien secas de cualquier metal, que se hacen fluctuar con ciertas precauciones en la superficie del agua, se atraen como si estuvieran dotadas de virtud magnética, hallándose al mismo tiempo repelidas por las orillas del vaso que contiene el agua: al paso que se manifiestan fenómenos del todo contrarios, al llenar el vaso en totalidad, de suerte que la superficie del líquido tome la forma convexa?

Hacer la aplicacion de estos mismos principios para explicar otros varios fenómenos análogos bastante conocidos: tales como los movimientos de atraccion ó de repulsion que se observan entre diversos cuerpos ligeros flotantes en la superficie de un líquido susceptible de mojar los unos y no los otros; la atraccion y repulsion aparentes que se manifiestan entre las burbujitas ó la espuma de la cerveza y las orillas del vaso, segun que la superficie del líquido sea cóncava ó convexa; la inversion de estos mismos fenómenos, cuando en vez de vesículos se repite la esperiencia con globulitos maticos, que se producen fácilmente con espíritu de vino al dejar caer gotitas en la superficie de este líquido á favor de un tubo ó de una paja.

817. Indicar un método para analizar una aleacion triple de plomo, plata y mercurio; con la condicion de no hacer uso sino de cuerpos simples.

818. ¿Por qué método se analizará una aleacion cuádruple de oro, plata, plomo y mercurio; empleando, ademas de los cuerpos simples, únicamente el ácido nítrico? Y de qué modo podrá resolverse el mismo problema, no usando absolutamente sino de cuerpos simples?

819. Describir un método para analizar una mezcla gasosa, compuesta de oxígeno, azoe, hidrógeno y ácido carbónico.

820. Se propone un compuesto pulverulento de los seis cuerpos siguientes mezclados mecánicamente, á saber: carbon, azufre, hierro, oro, plata, y una sal muy soluble en el agua sin accion química sobre las demas sustancias.

Se quiere describir el método para separar dichos cuerpos unos de otros, haciendo uso para el efecto solo de agentes simples, ademas de los medios meramente físicos.

821. Indicar de qué modo se separará el oro de una aleacion de oro, plata y cobre, sin hacer uso ni de los ácidos ni de la operacion llamada copelacion.

822. ¿Qué procedimientos pueden emplearse para analizar una combinacion de piritá ferruginosa ó persulfuro de hierro, y de plumbagina ó percarburo de hierro, apreciando las cantidades respectivas de ambas sustancias minerales?

823. Presentar y comparar bajo un solo punto de vista los diversos medios imaginados por los químicos para analizar el aire atmosférico.

824. Se toman 440 partes en volúmen de una mezcla de gas azoe con un poco de oxígeno, para analizarlos en el *eudiometro de Volta*; y despues de haber hecho quemar el gas en el tubo del instrumento con un volúmen igual de hidrógeno, se halló que, efectuada la combustion y restablecida la temperatura primitiva, hubo una disminucion ó absorcion equivalente á 66 partes.

Se quiere conocer las cantidades de oxígeno y de azoe que habia en el gas misto propuesto?

Resp. 448 volúmenes de azoe y 22 de oxígeno.

825. Se propone medio pie cúbico de otra mezcla de gas oxígeno y de azoe, que se quiere tambien analizar mediante el eudiometro de Volta. Despues de haber trasladado la mitad de la mezcla gasosa al tubo del instrumento con un volúmen igual de hidrógeno, y de haberla inflamado á favor de la chispa eléctrica, el volúmen del residuo despues de la combustion se halló equivalente á 216 partes.

Se pregunta cuántas pulgadas cúbicas de oxígeno y de azoe habia en el gas misto sometido á la esperiencia?

Resp. Debia haber 432 pulgadas cúbicas de azoe y 216 de oxígeno.

826. En una campana cilíndrica esactamente graduada y colocada en la tablita del baño de agua, se mezcló medio pie cúbico de aire atmosférico con volúmen igual de deutóxido de azoe.

Se pregunta cuál debe ser sobre poco mas ó menos la absorcion despues de la combinacion y el restablecimiento de la temperatura primitiva, y cuál será la composicion del gas residuo?

Se prescinde de la porcion de deutóxido que se disuelve en el agua, y del efecto producido por la pequeña diferencia de nivel entre el agua exterior y interior.

Resp. La absorcion deberá ser igual á 725,76 pulgadas cúbicas, y las 1002,24 pulgadas de gas residuo estarán formadas de 682,56 de azoe y 319,68 de deutóxido.

827. En una campana cilíndrica colocada en el aparato hidro-neumático, se hallan 82 pulgadas cúbicas de un gas que contiene oxígeno. El líquido del baño sube en el interior del vaso de suerte que existe una diferencia de nivel igual á 4 pulgadas, señalando el barómetro á la sazón 29 pulgadas españolas.

Dispuesto así el aparato, se quema en la masa gaseosa un cuerpo combustible simple en exceso, el cual absorbe una porción de gas, y se mide el volumen del residuo después de restablecida la temperatura primitiva. El agua subirá en el interior de la campana á una altura de cinco pulgadas encima del nivel de la del baño, y el residuo gaseoso será equivalente á 44 pulgadas cúbicas, señalando el barómetro $30\frac{1}{2}$ pulgadas.

Se desea conocer la cantidad de oxígeno absorbida durante la combustión, reduciendo el resultado á la presión atmosférica de 30 pulgadas, y suponiendo el mercurio 14 veces más denso que el agua.

Resp. El volumen del oxígeno absorbido debía ser igual á $35\frac{88}{105}$ pulgadas cúbicas.

828. Un boticario quiere preparar precisamente una onza de la composición siguiente, á saber :

limaduras de hierro.	2 dragmas,
cremor de tartaro.	40 onzas,
borax.	3 onzas,
quina.	40 granos.

Se pregunta cuáles deben ser las dosis ó proporciones respectivas de estos cuatro ingredientes, calculando hasta los centésimos de grano?

Resp. Limaduras.. 10,85 granos,

cremor. . .	6 dragmas y 2 granos,
borax. . . .	4 dragma y 58,24 granos,
quina. . . .	0,75 granos (*).

829. Se quiere determinar la composición (en peso)

(*) Este ejemplo, en el cual se conservan los nombres vulgares de los ingredientes, no es, como se ve, sino una simple regla de aleación.

del gas hidrógeno sulfurado (ácido hidrosulfúrico); sabiendo que contiene un volúmen igual al suyo de gas hidrógeno, que su pesantez específica está espresada por 1,1912, y la del hidrógeno puro por 0,07321?

Resp. Cien partes de hidrógeno sulfurado gasoso deben contener 93,855 partes de azufre, y 6,145 de hidrógeno.

830. En una campana de la capacidad de un pie cúbico y medio, hay una mezcla gasosa formada de volúmenes iguales de ácido carbónico y de aire atmosférico.

Se quiere determinar el peso del oxígeno, del azoe y del carbono que formaban parte del gas misto, prescindiendo del vapor acueo y de la pequeña cantidad de ácido carbónico propia del aire.

Resp. Las cantidades pedidas de oxígeno, de azoe y de carbono seran las siguientes :

Oxígeno.	779,933	} granos.
Azoe.	450,489	
Carbono.	250,387	

Observacion. En esta cuestion y muchas de las siguientes se supone que

400 partes de ácido carbónico se componen en peso de 72 partes de óxígeno y 28 de carbono.

400 partes de aire atmosférico contienen en volúmen 21 partes de oxígeno y 79 de azoe.

400 partes de agua estan compuestas en peso de 88 partes de oxígeno y 12 de hidrógeno (*).

(*) Mas exactamente de 88,29 de oxígeno y 11,71 de hidrógeno, y segun *Berzelius* y *Dulong*, de 88,90 de oxígeno y 11,10 de hidrógeno. Estos datos estan sacados de la segunda edicion de la obra de química de *Thénard*, en cuya época aun no se conocia aqui el lenguaje de la nueva teoria atómica ni de los equivalentes químicos.

Dispuesto así el aparato, se quema en la masa gaseosa un cuerpo combustible simple en exceso, el cual absorbe una porción de gas, y se mide el volumen del residuo después de restablecida la temperatura primitiva. El agua subirá en el interior de la campana á una altura de cinco pulgadas encima del nivel de la del baño, y el residuo gaseoso será equivalente á 44 pulgadas cúbicas, señalando el barómetro $30\frac{1}{2}$ pulgadas.

Se desea conocer la cantidad de oxígeno absorbida durante la combustión, reduciendo el resultado á la presión atmosférica de 30 pulgadas, y suponiendo el mercurio 14 veces más denso que el agua.

Resp. El volumen del oxígeno absorbido debía ser igual á $35\frac{88}{105}$ pulgadas cúbicas.

828. Un boticario quiere preparar precisamente una onza de la composición siguiente, á saber :

limaduras de hierro.	2 dragmas,
cremor de tártaro.	10 onzas,
borax.	3 onzas,
quina.	40 granos.

Se pregunta cuáles deben ser las dosis ó proporciones respectivas de estos cuatro ingredientes, calculando hasta los centésimos de grano?

Resp. Limaduras. . 40,85 granos,

cremor. . .	6 dragmas y 2 granos,
borax. . . .	4 dragma y 58,24 granos,
quina. . . .	0,75 granos (*).

829. Se quiere determinar la composición (en peso)

(*) Este ejemplo, en el cual se conservan los nombres vulgares de los ingredientes, no es, como se ve, sino una simple regla de aleación.

del gas hidrógeno sulfurado (ácido hidrosulfúrico); sabiendo que contiene un volúmen igual al suyo de gas hidrógeno, que su pesantez específica está espresada por 1,1912, y la del hidrógeno puro por 0,07321?

Resp. Cien partes de hidrógeno sulfurado gaseoso deben contener 93,855 partes de azufre, y 6,145 de hidrógeno.

830. En una campana de la capacidad de un pie cúbico y medio, hay una mezcla gasosa formada de volúmenes iguales de ácido carbónico y de aire atmosférico.

Se quiere determinar el peso del oxígeno, del azoe y del carbono que formaban parte del gas misto, prescindiendo del vapor acueo y de la pequeña cantidad de ácido carbónico propia del aire.

Resp. Las cantidades pedidas de oxígeno, de azoe y de carbono seran las siguientes :

Oxígeno.	779,933	} granos.
Azoe.	450,489	
Carbono.	250,387	

Observacion. En esta cuestion y muchas de las siguientes se supone que

400 partes de ácido carbónico se componen en peso de 72 partes de óxígeno y 28 de carbono.

400 partes de aire atmosférico contienen en volúmen 21 partes de oxígeno y 79 de azoe.

400 partes de agua estan compuestas en peso de 88 partes de oxígeno y 12 de hidrógeno (*).

(*) Mas esactamente de 88,29 de oxígeno y 11,71 de hidrógeno, y segun *Berzelius* y *Dulong*, de 88,90 de oxígeno y 11,10 de hidrógeno. Estos datos estan sacados de la segunda edicion de la obra de química de *Thénard*, en cuya época aun no se conocia aqui el lenguaje de la nueva teoria atómica ni de los equivalentes químicos.

La pulgada cúbica de gas oxígeno pesa medio grano.
La pulgada cúbica de azoe 0,44 de grano.
La pulgada cúbica de hidrógeno 0,03 de grano.
La de ácido carbónico 0,69 de grano; y la de agua 373 granos de Paris.

831. ¿Qué cantidad de mármol blanco y puro será preciso descomponer, para lograr un pie cúbico de ácido carbónico: suponiendo dicha piedra compuesta en peso de 100 partes de ácido carbónico y 127,44 de cal?

Resp. La cantidad teórica de mármol será igual á 2711,45 granos, ó 4 onzas 5 dragmas y 47,45 granos.

832. Se pregunta qué cantidad de ácido carbónico en volúmen podría producir una onza de mármol blanco y puro?

Resp. Un volúmen equivalente á 367,08 pulgadas cúbicas.

833. ¿Qué cantidad de carbono en peso contiene una pulgada cúbica de mármol puro, sabiendo que la gravedad específica de esta piedra está espresada por el número 2,7?

Resp. El peso pedido será igual á 124 granos, ó 1 dragma y 52 granos.

834. Se quiere saber qué cantidad en peso de cal pura se pudiera conseguir mediante la calcinacion de una libra de mármol blanco perfectamente puro?

Resp. Un peso teórico igual á 5163,4 granos, ó 8 onzas 7 dragmas y 51,4 granos.

835. Se quisiera conocer, qué volúmen de ácido carbónico pudiera suministrar la combustion completa de un diamante del peso de diez granos, suponiendo que este cuerpo combustible sea formado enteramente de carbono puro cristalizado?

Resp. Un volúmen gasoso igual á 51,74 pulgadas cúbicas.

836. ¿Qué peso de carbono puro seria posible sacar de media onza de mármol blanco y puro, y de qué pro-

cedimiento químico convendría hacer uso para dicha operacion?

Resp. Una cantidad teórica de carbono igual á 34,76 granos.

837. ¿Qué cantidad de mármol puro seria preciso descomponer, para poder llenar un frasco capaz de contener 6 libras 7 onzas 4 dragmas y 64 granos de agua pura?

Resp. La cantidad pedida debe ser equivalente á 250,6 granos, ó 3 dragmas y 34 granos.

Observacion. En este problema y el siguiente se ha supuesto el mármol compuesto de 100 partes de ácido carbónico y 127 de cal.

838. ¿Qué volúmen de gas ácido carbónico podria producir una libra de mármol puro, descomponiendo esta piedra mediante el ácido hidroclicórico diluido con agua?

Resp. Una cantidad teórica equivalente á 5883,92 pulgadas cúbicas, ó 3 pies cúbicos y 699,92 pulgadas cúbicas.

839. Al descomponer cierta cantidad de agua pura, por el método de *Lavoisier* mediante el hierro, se halló que el peso de este metal, de resultas de la oxidacion, habia recibido un aumento igual á 20 granos.

Se pregunta cuál era el peso del hidrógeno despedido durante la operacion, y cuál la cantidad de agua descompuesta?

Resp. Esta última cantidad debia ser igual á $22\frac{8}{17}$ granos, y la del hidrógeno á $2\frac{8}{17}$ granos.

840. Introduciendo en un frasco lleno de agua pura un fragmento de potasio, se han recogido 50 pulgadas cúbicas de hidrógeno, resultantes de la descomposicion del agua.

Se pregunta cuál debe ser el aumento de peso del metal pasando al estado de deutóxido?

Respuesta. Este peso se hallará aumentado en 12,5 granos.

841. Al descomponer una porcion de agua pura por la accion reunida del zinc y del ácido sulfúrico, se recojió un volúmen de 200 pulgadas cúbicas de gas hidrógeno.

¿Cuál será el peso del agua descompuesta?

Resp. Esta deberá equivaler á 56 granos.

842. Suponiendo que se descompongan por la electricidad 100 granos de agua en sus dos elementos, se pregunta cuál debe ser el volúmen absoluto de ambos gases resultantes?

Resp. Reduciendo á volúmenes los pesos determinados mediante la relacion indicada en las cuestiones anteriores resultarán 400 pulgadas cúbicas de hidrógeno y 176 de oxígeno.

843. Se quiere indagar qué cantidad en peso de agua seria preciso descomponer mediante el hierro, para llenar con gas hidrógeno un globo aerostático perfectamente esférico de diez pies de diámetro?

Respuesta. Seria necesario descomponer á lo menos 226194,33 granos de agua, ó 24 libras 8 onzas 5 dragmas y 42,33 granos. Cantidad meramente teorica que podrá variar por el efecto de varias circunstancias difíciles de apreciar.

844. En un pequeño aerostato esférico lleno de gas hidrógeno puro, se halló que la combustion completa de este gas habia producido una dragma de agua pura.

Se pregunta cuál debia ser el diámetro de dicho globo?

Resp. El diámetro pedido era igual á $8\frac{1}{10}$ pulgadas.

845. Un aeronauta quiere llenar con gas hidrógeno puro, de una gravedad específica espresada por 0,07324 y sacado de la descomposicion del agua por el hierro, un globo aerostático de figura piriforme, cuya parte esférica superior tiene 29 pies de diámetro y la porcion cónica inferior equivale á la sesta parte del volúmen de la esfera.

Se pregunta: 4.º qué cantidad de hierro menudo y puro será preciso próximamente, para lograr el gas necesario?

2.º Cuánto peso podrá equilibrar el globo en la region inferior de la atmósfera, prescindiendo del peso del tafetan ó de la cubierta?

Resp. El peso teórico de las virutas de hierro de que se hace comunmente uso, equivaldrá á 1815 libras 7 onzas 6 dragmas y 56 granos; pero se necesitará ciertamente mayor cantidad. El peso que el globo podrá sostener cerca de la superficie de la tierra, será igual á 1494 libras 4 onza 5 dragmas y 57 granos: de cuyo peso será preciso sustraer el de la cubierta.

846. De qué modo seria posible construir unos pequeños aeróstatos del tamaño de los pequeños melones ó de un melocoton regular, que sin embargo de su poco volúmen subieran espontáneamente, ya sea en el aire de una sala, ó bien en el interior de un gran bote de vidrio?

Resp. Es sabido cuán difícil es ejecutar pequeños aeróstatos de brenza ú otros materiales ligeros, que tengan ménos de un pie de diámetro, consiguiendo hacerlos subir en el aire comun. Pero cuidando de llenar con hidrógeno muy puro unos pequeños globos como los indicados, se puede lograr hasta cierto punto hacerlos flotar en el interior de un bote espacioso lleno de gas ácido carbónico, ó bien en un cuarto, una cueva ó bodega en que se hallen cubas con vino ó cerveza fermentando y despidiendo una cantidad considerable de dicho gas.

847. En medio pie cúbico de agua se ha disuelto á favor de la presion y de la agitacion, el triple de su volúmen de ácido carbónico, y de resultas de esta operacion el volúmen del liquido se aumentó de $\frac{1}{278}$.

Se pregunta cuál será despues de la esperiencia el volúmen absoluto del agua, y los pesos del hidrógeno, del oxígeno y del carbono contenidos en dicho com-

puesto líquido: prescindiendo de la pequeña cantidad de aire disuelta naturalmente en el agua?

Respuesta. El volúmen de agua acidulada será igual á 868 pulgadas cúbicas.

El peso del oxígeno	284887,06	}	granos.
el del hidrógeno. . .	38672,64		
el del carbono.	500,77		

848. En una cantidad dada de gas oxígeno se han quemado 400 granos de carbon, que contenia $\frac{1}{250}$ de su peso de hidrógeno y $\frac{1}{25}$ de sustancias fijas incom-
bustibles.

¿Cuáles serán el peso y el volúmen de los produc-
tos gaseosos y líquidos de esta combustion?

Resp. Los productos pedidos y probables conforme á la teoria, serán los siguientes:

Acido carbónico 325 granos ó 471,014 pulgadas cúbicas.

Agua 4,466 granos.

Sustancias fijas 4 granos.

849. Habiendo descompuesto media onza de agua pura á la presion atmosférica de 29 pulgadas espa-
ñolas: se pregunta qué volúmen ocuparán los dos ele-
mentos del referido líquido á una presion atmosférica de 30 pulgadas, suponiendo la temperatura invariable?

Observacion. Se añadirá á los volúmenes de ambos gases el del aire comunmente disuelto en el agua que se supone equivalente á $\frac{1}{25}$ del volúmen del líquido.

Resp. Haciendo uso de la composicion aproximada indicada en las cuestiones anteriores, y suponiendo que media onza de agua contenga 253,44 granos de oxígeno y 34,56 de hidrógeno, se tendrá un volúmen total de oxígeno, hidrógeno y de aire igual á 1658,91 pul-
gadas cúbicas á la presion atmosférica de 29 pulgadas ó bien 1603,61 pulgadas cúbicas á la presion de 30 pulgadas de mercurio.

850. Admitiendo que un hombre regular consume diariamente en peso dos libras de gas oxígeno en la respiración, se pregunta qué volúmen de aire atmosférico necesitaría próximamente en todo el año, suponiendo que la respiración se ejecute de un modo uniforme?

Resp. Una cantidad teórica equivalente á 63343490 pulgadas cúbicas, ó 36639 pies cúbicos y 998 pulgadas cúbicas, poco mas ó menos, segun varias circunstancias fisiológicas difíciles de apreciar.

851. Se pregunta qué volúmen de gas hidrógeno y de gas azoe debe producir un pie cúbico de gas amoníaco, descompuesto á favor de la electricidad?

Resp. La cantidad de azoe será equivalente á 864 pulgadas cúbicas, y la de hidrógeno á 2592 pulgadas cúbicas, ó 4 pie cúbico y 864 pulgadas cúbicas (*).

852. ¿Qué pérdida de peso deben sufrir 100 granos de minio ú óxido rojo de plomo, al reducirlos al estado de masicote ú óxido de plomo amarillo, á favor de un grado de calor conveniente?

Resp. El óxido rojo perderá en dicha operacion 3,07 granos de su peso.

853. Se quisiera saber qué cantidad de mercurio líquido produciria la destilación de una libra de peróxido de mercurio rojo y puro?

Resp. Un peso equivalente á 44 onzas 5 dragmas y 54,92 granos.

854. ¿Qué cantidad del mismo peróxido de mercurio seria preciso descomponer por sola la acción del calor, para conseguir un pie cúbico de gas oxígeno?

Resp. Un peso igual á 4 libra 3 onzas 1 dragma y 3 granos.

(*) Conviene recordar que en la mayor parte de las cuestiones relativas á la composición de los óxidos, ácidos, sales, etc. se ha hecho uso de los datos que contiene la segunda edición del tratado de química de M. Thénard.

855. ¿Qué cantidad de mercurio sería teórica y rigurosamente necesaria para analizar completamente un pie cúbico de aire atmosférico, conforme al método de *Lavoisier*?

Resp. Se necesitarían á lo menos 2086,56 granos, ó 3 onzas 4 dragmas y 70,56 granos.

856. ¿Cuánto oxígeno en peso sería preciso para hacer pasar una onza de deutóxido de hierro al estado de peróxido?

Resp. Un peso de casi 34 granos.

857. ¿Cuál debe ser el aumento de peso de una onza de plomo puro y fundido que se haya calentado gradualmente y por largo tiempo, en contacto del aire y con igual cantidad de estaño; suponiendo que el primero de dichos metales pase al estado de protóxido y el segundo al de peróxido?

Resp. El aumento de peso del estaño debe ser igual á 156,67 granos, y el del plomo aumentará 44,35; de suerte que habrá un aumento de peso total equivalente á 201,02 granos.

858. Se pregunta qué fenómeno tendrá lugar, al calentar en un vaso cerrado una onza de zinc reducido á polvo, con un exceso de peróxido de mercurio, y cuál debe ser el peso del resultado de esta operación?

Resp. El producto será óxido de zinc que pesará 1 onza 1 dragma y 68,54 granos; y la cantidad de óxido de mercurio reducido será igual á 1756 granos, resultando 1646 granos de mercurio líquido.

859. Explicar en virtud de qué principio el plomo y el mercurio espuestos por mucho tiempo á la acción del aire y de un calor suave se oxidan, al paso que á un grado de calor mas fuerte dichos metales abandonan el oxígeno que antes habían absorbido?

Explicar por qué el agua disuelve en general tanta mayor cantidad de aire atmosférico cuanto mas fria es la temperatura, al paso que el aire es susceptible de

cargarse de mas vapor acueo estando mas elevada la temperatur_a de la atmósfera.

860. Se toman dos frascos iguales de una capacidad de 9 libras 11 onzas 3 dragmas y 24 granos de agua pura, el uno lleno de gas hidrógeno y el otro lleno de aire atmosférico. Se queman juntamente ambos gases en pequeñas proporciones y con las precauciones convenientes debajo de una campana colocada en la tablita de un aparato hidro-neumático, y hechas todas las reducciones del volúmen residuo gasoso despues de la combustion se halló que era igual á 328,8 pulgadas cúbicas.

¿no se conocerá el volúmen del gas oxígeno que contendrá al principio de la esperiencia el frasco de aire atmosférico, y cuál deberá ser la composicion del gas residuo despues de la operacion?

Resp. El frasco con aire contenia 50,4 pulgadas cúbicas de oxígeno, y el residuo gasoso estará formado de 189,6 pulgadas cúbicas de azoe y 139,2 de hidrógeno escedente.

861. Explicar el fenómeno siguiente.

Llenando con gas hidrógeno seco un tubo de cristal, cerrándolo herméticamente y esponiéndolo durante el tiempo conveniente á cierto grado de calor; se hallará el tubo ennegrecido interiormente, húmedo y vacío de gas.

Observacion. Acordándose de que el cristal contiene un poco de óxido de plomo, la explicacion de dichos fenómenos no ofrecerá dificultad alguna.

862. ¿Cuál será el volúmen de los productos gaseosos, y el peso de los productos líquidos, resultantes de la combustion completa de una onza de carbon; suponiendo que este cuerpo combustible contenga $\frac{1}{2}$ de su peso de sustancias fijas y $\frac{1}{8}$ de hidrógeno?

Resp. El volúmen teórico del ácido carbónico será equivalente á 3048,84 pulgadas cúbicas, y el peso del agua que habrá podido formarse 16,66 granos.

863. ¿Cuáles deben ser los productos de una libra de acero, disuelto en un exceso de ácido nítrico debilitado con agua; y qué es lo que sucederá según que se calcine, ó no, el resultado de la operación, suponiendo que el acero contenga un milésimo de su peso de carbono?

Resp. La cantidad de ácido carbónico que podría formarse será igual á 48,8 pulgadas cúbicas, y la del peróxido de hierro pesaría 13810,17 granos.

864. ¿Cuál parece ser la esplicacion mas probable de los fenómenos que ofrece el *temple del acero*; y por qué procedimiento químico sencillo y fácil se puede distinguir al instante el acero del hierro?

865. ¿A qué causa parece ser debido el cambio de color, ó las diversas matices, que toma sucesivamente la superficie blanca y brillante de una varilla de acero templada, al paso que se vuelve á calentarla poco á poco: y qué inducciones útiles sacan de este fenómeno los relojeros, cuchilleros, herreros y demas artistas, respecto á la dureza del acero?

866. Un carbon calentado por algun tiempo, de peso igual á 746 granos y de una gravedad especifica expresada por 0,4, se introdujo en un globo de vidrio cerrado y lleno de aire atmosférico, de una capacidad equivalente á 800 pulgadas cúbicas, hallándose la densidad de este aire en equilibrio con el de la atmósfera. Al cabo de algunas horas el carbon habia absorbido una cantidad de aire equivalente al cuádruple de su volumen.

Se pregunta cuál debia ser entonces la relacion de densidad del aire contenido en el globo, respecto al de la atmósfera, suponiéndola invariable durante la experiencia?

Resp. La densidad del aire exterior debia ser á la del aire contenido en el globo despues del experimento, como 32 á 34.

867. Suponiendo que la experiencia anterior se haya

hecho debajo de una campana cilíndrica de la misma capacidad que el globo y de 30 pulgadas de altura, colocada en la tablita del aparato hidrargiro-neumático: se pregunta hasta qué altura subirá este líquido dentro de la campana sobre el nivel exterior del baño, después de la absorción, estando el barómetro á 28 pulgadas?

Resp. El mercurio debe elevarse hasta una altura de $\frac{7}{8}$ de pulgada.

868. ¿Qué cantidad de ácido sulfúrico podría producir una libra de persulfuro de hierro puro (pirita ferruginosa comun), haciéndola hervir con un exceso de ácido nítrico débil, y cuál será en este caso el peso del óxido obtenido á favor de una calcinacion fuerte y prolongada?

Resp. La cantidad teórica de ácido sulfurico que podría formarse, será equivalente á 41826 granos ó 4 libra 4 onzas 4 dragmas y 18 granos, y el peróxido de hierro pesará 6370 granos ú 44 onzas y 34 granos; suponiendo que en dicha operacion no se forme ningun otro producto.

869. ¿Cuales serán, en peso y volúmen, los productos de la combustion de una onza de leña, suponiendo que 400 partes de este combustible vegetal se hallen compuestas en peso de 40 partes de carbono, 30 de hidrógeno y 30 de oxígeno; y que todos los productos secundarios, tales como gas inflamable, ácido piroleñoso, asfalto, &c. se hayan convertido en agua y ácido carbónico?

Resp. En dicha suposicion podrian formase 4249,7 pulgadas cúbicas de ácido carbónico y 4475,6 granos de agua.

870. Un exceso de carbon puro calentado de antemano, y otro de azufre, se han hecho quemar separadamente en dos globos grandes de vidrio capaces de contener cada uno dos pies cúbicos de gas oxígeno.

Se quiere conocer el volúmen del producto gasoso

de esta combustion, el peso del ácido sulfúrico y el volúmen del carbon y del azufre necesarios para dicha operacion, suponiendo la gravedad específica del primero de dichos combustibles igual á 1,9, y la del segundo á 0,5?

Resp. Prescindiendo de la formacion de productos secundarios, el peso teórico del ácido sulfúrico que podría formarse seria equivalente á 3039,77 granos.

El volúmen del ácido carbónico 3547,4	} pulgas das cúbicas.
El volúmen del azufre. 1,8	
El del carbon. 1,48	

871. Se quiere descomponer una onza de proto-nitrato de plomo mediante una cantidad conveniente de sulfato de potasa, sin añadir un exceso de este último, y se aspira á determinar *á priori* la dosis absolutamente precisa de la última sal, suponiéndola perfectamente pura y seca, para efectuar dicha descomposicion. Se sabe que el nitrato de plomo contiene en peso 100 partes de ácido y 205 de óxido, el sulfato de potasa 100 de ácido y 120 de potasa, y el sulfato de plomo 100 de ácido y 280 de base.

Respuesta. La cantidad de sulfato de potasa teóricamente necesaria para la descomposicion propuesta debe ser igual á 4 dragmas y 16,47 granos.

872. ¿Cómo se determinará por la teoría de *Berzelius*, la composicion del proto-nitrato de níquel; sabiendo que el protóxido de este metal está formado de 100 partes de níquel y 28 de oxígeno, y que el nitrato de potasa contiene sobre 100 partes de ácido 88 de base, y esta última 15 partes de oxígeno.

Resp. La composicion pedida será la siguiente :

Acido nítrico 100 partes.

Oxido de níquel 68,57 partes.

873. Se quiere determinar mediante la misma teoría, la cantidad de oxígeno que deben contener 100

partes de cal pura, ó sea óxido de calcio: sabiendo que el nitrato de cal está compuesto de 100 partes de ácido y 54 de base, y que las 88 partes de potasa del nitrato de potasa contienen 15 partes de oxígeno?

Resp. La cantidad pedida de oxígeno debe ser equivalente á 29,41 partes en peso.

874. Se propone una onza de una aleacion de hierro y de cobre que contenga $\frac{1}{8}$ de cobre y á mas $\frac{1}{8}$ de sílice.

Despues de haber reducido este compuesto á polvo fino, y calentado debidamente con un exceso de ácido nítrico debilitado, se deja enfriar la disolucion, decantando el líquido claro y lavando con agua la porcion insoluble. Se reunen las aguas de locion con la solucion decantada, se destilan hasta sequedad, y se calcina fuertemente el residuo: de cuya operacion resultan tres productos, uno líquido y los otros sólidos.

Se quiere conocer: 1.º la teoría de esta operacion?

2.º De qué color y naturaleza debia ser la solucion antes de la destilacion?

3.º La naturaleza, color y peso absoluto de los tres últimos productos, á escepcion del exceso de ácido y de agua?

4.º De qué modo se podrian separar estas diversas sustancias unas de otras?

875. Se propone apalazar una cantidad de 676 granos de pólvora.

La locion con agua dará en primer lugar una solucion salina que se filtrará y evaporará con el fin de cristalizar el salitre. El residuo insoluble y seco de azufre y carbon pesará 166 granos. ¿Cómo se separarán estos dos cuerpos combustibles á favor de un procedimiento mas exacto que la simple sublimacion?

Para conseguirlo, se calentará dicho compuesto con un exceso de ácido nítrico, con el fin de convertir el azufre en ácido sulfúrico; luego se filtrará y lavará el

residuo carbonoso: mas no siendo posible recojerle y pesarle con esactitud suficiente, se echará nitrato de barita en las aguas de locion reunidas y filtradas hasta que dejen de formar precipitado. En fin se deja depositar, se lava, se filtra y se seca, recogiendo últimamente 594 granos de sulfato de barita seco.

Se sabe que en esta sal el ácido se halla combinado con la barita en la relacion de 100 á 190, y se quiere conocer:

1.º Las cantidades absolutas de azufre, de carbon y de nitrato de potasa que contenia la pólvora propuesta?

2.º La relacion de estas tres sustancias correspondiendo á 100 partes de pólvora?

Respuesta. Las cantidades absolutas serán:

Salitre.	510,000
Carbon.	84,143
Azufre.	84,857

total. 676 granos.

Proporciones sobre 100 partes.

Salitre.	75,444
Carbon.	12,000
Azufre.	12,553

limitando el cálculo á los milésimos.

876. ¿Cuánto carbon será preciso gastar para que detone completamente una libra de nitrato de potasa seco; sabiendo que esta sal está formada de 100 partes de ácido y 88 de base, y el subcarbonato de potasa de 100 partes de ácido y 218 de potasa, y suponiendo ademas que todo el carbon pueda convertirse en ácido carbónico?

Resp. Se necesitará poco mas ó menos 544,6 granos de carbon, ó 7 dragmas y 37,6 granos.

877. En un vaso alto y cilíndrico, capaz de contener diez libras de agua, se efectúa la descomposición de una pequeña cantidad de nitrato de barita mediante el ácido sulfúrico. El sulfato de barita insoluble se precipitó poco á poco, al paso que el ácido nítrico y probablemente un exceso de ácido sulfúrico quedaron disueltos en el agua.

En seguida se acabó de llenar el vaso con agua para lavar el precipitado, y así que estuvo reunido en el fondo se decantó el agua clara que sobrenadaba. Se continuó del mismo modo llenando el vaso con agua nueva y decantándola en seguida, hasta que el líquido resultó perfectamente insípido. En fin se pesó el líquido decantado por última vez, que se supone pesaba siete libras.

Se quiere conocer el grado de pureza del agua que mojaba el precipitado despues de cinco decantaciones semejantes?

Resp. Despues de cinco decantaciones sucesivas el agua, y de consiguiente tambien el precipitado, ya no contendrá sino una fraccion igual á 0,0081 de las sustancias ajenas y solubles que contenia al principio de la operacion.

Observacion. Este problema, con sus varios corolarios, ofrece, segun se ve, una aplicacion curiosa de las fórmulas relativas á las progresiones geométricas.

878. Se trata de analizar, por el método del químico inglés *Murray*, una agua mineral que contiene nitratos de potasa y de sosa con sulfato de potasa.

En primer lugar se vierte con las precauciones convenientes agua de barita, determinando por este reactivo un precipitado insoluble que pesó en estado de sequedad 25 granos. Luego se averigua, con el auxilio de esperiencias particulares, que existen en dicha agua 360 granos de potasa y 180 de sosa.

Para conocer las cantidades respectivas de las tres especies de sales mencionadas, se tendrá presente que

el nitrato de potasa contiene sobre 400 partes de ácido 88 partes de base, el nitrato de sosa 400 partes de ácido y 58 de base, el sulfato de potasa 400 de ácido con 420 de álcali, y el sulfato de barita 400 de ácido y 490 de base.

Respuesta. Las cantidades pedidas de las tres sales disueltas en el agua propuesta, serán las siguientes:

Nitrato de potasa	769,9	} granos.
Nitrato de sosa	490,34	
Sulfato de potasa	48,96	

879. Determinar por una fórmula general, la cantidad de potasa y de sosa que contiene una mezcla de subcarbonatos de ambos álcalis, mediante su saturación por una cantidad conocida de ácido sulfúrico? (*)

Experiencia. La saturación de 692 partes del carbonato doble necesita un peso de 720 partes de ácido sulfúrico debilitado con agua, cuya concentración, ó lo que contenga de ácido puro, será espesada por 0,339; y por consiguiente la cantidad de ácido puro empleado en la experiencia debe ser

$$720 \times 0,339 = 244 \text{ partes.}$$

El doble sulfato resultante de esta operación, calentado hasta el rojo, se pesará al instante, y este peso equivaldrá á 520 partes.

Se supone además, para simplificar el cálculo final, que el sulfato de potasa se compone próximamente de 400 partes de ácido y 420 de base, y el sulfato de sosa de 400 de ácido y 79 de álcali.

(*) Este problema se debe, según creo, al químico alemán Richter, no he hecho más que sustituir los valores numéricos modernos relativos á la composición de los sulfatos.

Esto sentado, se inquirirán las cantidades de potasa y de sosa puras que contenian ambos subcarbonatos.

Solucion general.

Sean el peso de ambos subcarbonatos. = c
 el peso de la potasa. = x
 el de la sosa. = y
 la masa fundida del doble sulfato. = s
 la cantidad de ácido sulfúrico gastado en la saturacion. = a
 la relacion del ácido á la potasa en el primer sulfato. como 4 : m
 la relacion entre el ácido y la sosa. como 4 : n
 la cantidad de ácido sulfúrico absoluto que puede neutralizar la cantidad x de potasa. = z
 el ácido absoluto que puede neutralizar la cantidad y de sosa será. = a - z

Por consiguiente tendremos para la determinacion de las tres desconocidas x, y, z, las tres ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} z : x &:: 4 : m \\ a - z : y &:: 4 : n \\ x + y + a &= s \end{aligned}$$

De las dos primeras se saca

$$\begin{aligned} x &= m z \\ y &= (a - z) n. \end{aligned}$$

Sustituyendo estos valores en la tercera, se deduce

$$z = \frac{s - a(n + 4)}{m - n}$$

y por la sustitucion de este último valor se halla en fin

$$x = \frac{s - a(n + 4)}{m - n} \times m$$

$$y = \frac{a(m + 4) - s}{m - n} \times n.$$

La cantidad de agua y de ácido carbónico de ambos carbonatos será evidentemente $c - (x + y + z)$.

Sustituyendo ahora los valores numéricos supuestos anteriormente, á saber:
 $a = 244$; $s = 520$; $m = 1, 2$; $n = 0,79$; $c = 692$; se hallará

$$x = 243, 63$$

$$y = 32, 37$$

$$z = 220, 49$$

Observacion. Esta teoria supone, segun *Kirwan* y otros varios químicos, que el sulfato de potasa fundido no contenga agua, ó sea anhidro. La esperiencia comprueba en efecto, que esta sal, á un grado de calor próximo al de la ignicion, nada pierde de su peso, y que calentado hasta el rojo durante media hora, pierde apenas 0,065 de una grama francesa.

Segun *Kirwan*, parece probable, que 100 partes de ácido sulférico de una gravedad específica doble de la del agua, contenga próximamente 91,75 partes de ácido puro ó absoluto y 8,25 partes de agua.

880. Discutir y comparar las diversas hipótesis y opiniones de los físicos, químicos y naturalistas, acerca del origen ó la formacion de los *aerolitas*, ó sean *pedras meteóricas*, caidas de la atmósfera en diversos paises y tiempos (*).

881. Esponer de qué modo, reflexionando sobre las diversas circunstancias de la antigua y conocida esperiencia de *Lemery* relativa á la reaccion del agua sobre las piritas ferruginosas, y á favor de los efectos del agua

(*) Véase, entre otros varios escritos sobre el particular el folleto interesante publicado en 1804 en Madrid por el célebre químico *Proust* intitulado: *Análisis de una piedra meteórica caida en Sigena de Aragon*, etc.

en vapor y de algunos otros principios de física y de química, se puede explicar hasta cierto punto la mayor parte de los fenómenos que suelen acompañar las erupciones de los volcanes y los terremotos.

882. Discutir lo que en el estado actual de la ciencia se debe pensar racionalmente sobre el famoso problema de la *pedra filosofal*, ó pretendida transmudacion de los metales; citando y explicando algunos de los artificios mas notables por cuyo medio los pretendidos alquimistas engañaron tan á menudo á los hombres crédulos ó ignorantes.

883. Explicar mediante qué artificio químico se puede, en apariencia, convertir la limadura de hierro en limadura de cobre, y esta en limadura de plata?

Cómo se puede, tambien aparentemente, cambiar un clavo de hierro en cobre, ó una moneda de cobre en plata?

884. Describir y comparar los diversos métodos de que se valieron sucesivamente los químicos, para fabricar en grande ó por mayor el ácido sulfúrico; y de qué modo se puede hacer comprender la teoria de dicha fabricacion á favor de algunas esperiencias hechas en nuestros laboratorios.

885. ¿De qué modo se podria fabricar pólvora con los materiales siguientes, á saber: sulfato de potasa, nitrato de plomo y aceite?

886. Esponer los procedimientos químicos mas cómodos, para reducir á polvo fino el plomo, el zinc, el oro y la plata, y á favor de qué procedimiento ingenioso, debido al célebre *Wolaston*, se consigue reducir la platina en hilos de una fiura extraordinaria?

887. Explicar mediante qué operacion química sencilla y fácil se pueden hacer tubos y láminas de oro puro y ductil, valiéndose de la reduccion de una solucion de oro por el fósforo.

888. Mediante qué procedimiento químico sería posible sacar la alumina pura de un fragmento de ladrillo ó baldosa comun?

Indicar el modo de analizar este cuerpo, suponiendo que contenga alumina, sílice, cal y peróxido de hierro.

889. Describir los procedimientos químicos convenientes para sacar el azufre de un fragmento de yeso puro, suponiendo que se pueda disponer de los aparatos necesarios y que se tenga salitre, carbon, arcilla y conchas de ostras.

¿De qué modo sería posible con estos mismos materiales y en caso de necesidad ó apuro, fabricar alumbre y potasa del comercio?

890. Describir la ejecucion y esplicar la teoria electro-química de las diversas vegetaciones metálicas conocidas en química con los nombres de *árboles de Diana*, *de Saturno*, *de Júpiter*.

891. Esponer en qué principios químicos estan fundadas las artes del grabado en cristal, en cobre y acero mediante el agua fuerte, y el arte ingenioso de la *Litografía*.

892. Esplicar el procedimiento sencillo con que se puede grabar fácilmente, sea en relieve sea en hueco, en la cáscara de un huevo de gallina.

893. ¿A favor de qué procedimiento fácil se podrá introducir un huevo de gallina entero en una botella, sin romperla ni el huevo?

894. Describir los principales procedimientos químicos por cuyo medio se puede verificar lo que los antiguos químicos solian llamar *miráculum chymicum*: es decir, producir un cuerpo sólido, por la combinacion de dos líquidos, ó de un cuerpo sólido con un líquido, ó en fin por la mezcla de dos gases.

895. Indicar los procedimientos mas notables y los principios químicos en que estriban los diversos métodos para dorar y platear el hierro, cobre y de-

mas metales, y hasta las sustancias vegetales y animales (*).

896. Describir los principales aparatos conocidos con los nombres de *lámparas filosóficas*, *lámparas igníferas*, ó *con gas hidrógeno*; desde el origen de esta ingeniosa invencion hasta la época actual, es decir, hasta el procedimiento moderno debido á *Cay-Lussac* y *Dæbereiner*.

897. Indicar un procedimiento sencillo y fácil, diferente de la destilacion, por cuyo medio se pueda hasta cierto punto separar, ó á lo menos manifestar la presencia del alcohol, en una cantidad propuesta de vino.

Resp. Uno de los medios mas sencillos consiste tal vez en hacer cristalizar varias veces seguidas en el vino propuesto una sal insoluble en el alcohol, tal como el sulfato de sosa, despues de haberla privado cada vez de su agua de cristalizacion por medio del calórico.

898. Esplicar de qué modo se puede preparar una página impresa de un libro, ó bien de una estampa común, de suerte que se consiga quitar toda la impresion del papel, aplicándola en seguida ya sea sobre madera, ó bien sobre cristal, loza ó cartulina; y qué aplicaciones útiles y curiosas se pueden hacer en diversas artes de este ingenioso procedimiento?

899. Esplicar por qué el vidrio en las fábricas de cristal se hace mas blanco ó mas claro, por la adiccion de una pequenísima cantidad de óxido de manganeso, al paso que una dosis mayor comunica al vidrio el color violado?

900. Describir los principales procedimientos físicos y químicos imaginados con el fin de hacer potable el agua del mar, y que sirva durante la navegacion.

(*) En la época de la preparacion de estas cuestiones, no se conocian todavia los procedimientos físico-químicos que constituyen en el dia el arte admirable de la *Galvanoplastia*.

901. ¿Mediante qué procedimiento de doble descomposición química se podría preparar acetato de cobre puro y cristalizado, pudiendo disponer de los materiales siguientes, á saber: galena ó sulfuro de plomo, hierro, latón, cerveza, salitre y arcilla?

¿De qué modo se podría, valiéndose de los mismos ingredientes, preparar un albayalde excelente para la pintura, con otro color blanco no menos útil en dicha arte?

902. Indicar un procedimiento fácil y poco costoso, para cubrir las vasijas y demas utensilios de cocina con un barniz ó esmalte sólido, sin perjuicio de la salud, é inalterable por los ácidos vegetales ni las materias grasas.

Resp. Este problema interesante de economía doméstica fue resuelto de un modo mas ó menos feliz por varios químicos. Parece que uno de los métodos mas ventajosos consistia en esmaltar interiormente los vasos de cobre y de hierro con la conveniente mezcla de yeso y de espato fluor ó fluorina. Pero en el día el descubrimiento admirable de la *Galvanoplastia* suministra á nuestros químicos métodos mas ventajosos y mas generales para resolver dicho problema.

903. Explicar en qué parece consistir la alteración ó *desvitrificación* que se verifica cuando se espone el vidrio á una calcinación muy prolongada en contacto con arena ú otras sustancias terreas, y cuyo resultado es una especie de vidrio mate, trasluciente, poco fusible, y conocido con el nombre impropio de *Porcelana de Réaumur*.

Aplicaciones útiles que este material pudiera tener en varias artes.

904. Describir los mejores procedimientos por cuyo medio se descubre al instante, si los vinos naturalmente agrios han estado adulterados ó falsificados con litargiro, ú acetato de plomo, con el fin de hacerlos dulces;

y si la materia colorante de los vinos tintos es natural ó artificial?

905. Indicar los principales procedimientos imaginados por los químicos con el fin de descolorar el vino y el vinagre, así como los jarabes, sin alterar mucho las propiedades esenciales de dichos líquidos.

906. ¿Cómo es posible, valiéndose de un simple polvo negro, teñir sucesivamente el agua contenida en un vaso de verde, violado y color de rosa, poniéndola finalmente descolorida como al principio de la experiencia?

Resp. Todos los estudiantes en química adivinarán que en esta cuestión se trata del compuesto sin ser conocido con el nombre más raro todavía de *camateon mineral*.

907. Explicar de qué modo se producirá una escritura negra ó morada en las paredes interiores de un frasco de cristal cerrado, valiéndose para el efecto de la acción de la luz.

908. ¿Cómo es posible hacer que un líquido diáfano, encerrado en un frasco, se vuelva alternativamente azul ó descolorido, conforme se esponga al aire ó que se le prive de su contacto?

909. Explicar cómo, á favor de una precipitación metálica, se producirá un líquido que parezca pardo anaranjado visto por reflexión, y verde hermoso visto por refracción.

Resp. Todos los químicos saben que el oro precipitado en estado metálico á favor del proto-sulfato de hierro, goza de dicha propiedad; y los físicos han notado mucho tiempo hace, que las hojas delgadísimas de oro, miradas sea mediante la luz reflejada sea por refracción y debajo de la lente de un microscopio, ofrecen la misma apariencia, que se puede verificar con otros varios compuestos.

910. Dar una idea de los principios químicos en que estriba el arte del *quita-manchas*; ó en otros tér-

minos, explicar los principales procedimientos que pueden servir para quitar las manchas de toda clase de papel y de tejidos.

911. Indicar algunos procedimientos químicos que pueden servir útilmente para hacer el paño impermeable al agua.

Resp. Una de las preparaciones mas económicas para lograr dicho efecto, parece consistir en una mezcla de agua de jabon y arcilla.

912. Explicar con qué procedimiento se puede destruir y volver á hacer aparecer arbitrariamente el color de rosa de una cinta de seda, y qué abuso suelen á veces hacer de esta experiencia ciertos charlatanes con el fin de alabar y exagerar al público las pretendidas virtudes de sus jabones y piedras de quitar manchas.

Observacion. Aunque la referida experiencia pueda ejecutarse de diferentes modos, el método que suelen manifestar mas comunmente en las plazas públicas de varias capitales los jugadores de manos, consiste en destruir desde luego el color de la cinta mojándola con agua fuerte débil. En seguida restablecen el color primitivo, frotando la cinta con un pedazo mojado de arcilla esméctica ó de bataneros, la cual goza, como otras muchas sustancias, la propiedad de neutralizar la accion del ácido.

913. Explicar cómo se puede, con jarabe de violetas recientemente preparado, escribir arbitrariamente y con tres colores diferentes, en un papel blanco preparado de antemano al efecto.

914. ¿Con qué procedimiento químico se pueden imprimir de un modo duradero flores y otros dibujos arbitrarios dorados ó plateados, en las telas de algodón, hilo, seda, ó en el papel?

915. Explicar de qué modo se destruirá y volverá á aparecer alternativamente el color negro de la tinta comun?

Esponer el abuso fraudulento que se puede hacer de esta esperiencia, esplicando el procedimiento para descubrir el engaño.

916. ¿Cómo se preparará un papel blanco de suerte que se pueda escribir en él de un modo legible con agua pura?

Preparacion de un polvo seco y descolorido, con que se puede hacer al instante tinta negra, mezclándola con agua comun.

917. Indicar la composicion de una tinta negra á propósito para escribir, que sea *indeleble*, es decir, indestructible por la accion de los ácidos.

Resp. Entre las varias composiciones que los químicos han propuesto sustituir á la tinta comun, con el fin de hacerla indeleble, se deben distinguir principalmente las tintas preparadas con añil, y la disolucion del gluten de la harina en el ácido piro-leñoso mezclado con negro de humo.

918. Explicar cómo mediante la simple aplicacion de un calor suave, se puede llenar un tubo de vidrio claro y herméticamente cerrado con un hermoso color violado, de modo que al enfriarse el tubo se vuelva descolorido como antes.

Observacion. Todos los estudiantes de química saben en el dia que el *iodo* goza de dicha propiedad. Pero en 1816 y 1817, época en que se estableció en Palacio el Real laboratorio de química, esta sustancia apenas se conocia en España, y los primeros átomos contenidos en un tubo de cristal fueron regalados á dicho laboratorio por S. E. el embajador de Suecia.

919. ¿Cómo se podrá, á favor de una composicion vegeto-animal, imitar la apariencia del hielo, manteniéndose sólida en invierno y líquida en verano, ó por la simple aplicacion del calor de la mano?

Resp. Se sabe, hace mucho tiempo, que una mezcla de *spermaceti* y de esencia de trementina goza de esta singular propiedad. Tiñendo esta composicion de color

encarnado, toma la apariencia de la sangre, y mas de una vez los charlatanes abusaron de esta propiedad para engañar al público, pretendiendo imitar á expensas de procedimientos químicos el milagro de san Genaro que se manifiesta en Nápoles. (Véase la obrita titulada *el Brujo en sociedad* pág. 309).

920. Explicar el movimiento de rotacion que toma espontáneamente un pequeño fragmento de alcanfor colocado en la superficie de una masa de agua contenida en un plato ú otro vaso ancho.

Resp. La explicacion de esta clase de fenómenos, que ofrecen tambien otras varias sustancias odoríferas proyectadas en la superficie del agua, ha ejercitado por mucho tiempo la sagacidad de los físicos y de los químicos, y parece bastante bien demostrado en el dia, que los movimientos rotatorios que ofrecen dichos cuerpos son debidos á las corrientes de vapores volátiles que se desprenden de ellos.

921. Explicar cómo, con una disolucion casi incolora de proto-sulfato de hierro y ciertos reactivos, se producirán líquidos de color amarillo, azul, verde, blanco opaco, pardo, púrpura y negro.

922. ¿De qué modo y á favor de varios líquidos incoloros, uno de ellos constante, podrán cambiarse al instante en otros líquidos de color blanco opaco, rojo de bermellon, gris opaco, amarillo y negro?

Indicar tambien de qué modo se puede, con un líquido incoloro y varios reactivos, producir arbitrariamente los colores azul, verde, carmesi, blanco opaco, pardo y negro.

923. Fijados sobre una mesa algunos vasos cilindricos de cristal y llenos de un líquido diáfano como el agua, se explicará con qué artificio físico-químico cambiará pronta y arbitrariamente el color del líquido contenido en dichos vasos, sin tocarlos ni aun aproximarse á la mesa que los sostiene.

Explicacion. Esta esperiencia sorprendente de mágia

blanca se manifestó efectivamente al público por algunos laumaturgos ó falsos profesores de física recreativa.

Para concebir la probabilidad de esta especie de milagro químico, basta saber que dichos vasos comunicaban por sus bases con unos sifones largos y encorvados pasando por los pies de la mesa y bajo del suelo de la sala á un gabinete inmediato, en el cual un compadre del mágico, á una señal convenida, podia verter en el extremo opuesto de dichos sifones unos líquidos adecuados para cambiar el color de los líquidos incoloros contenidos en los vasos de la sala. Asi es, segun las leyes hidrostáticas, como aquellos reactivos se introducian en las masas líquidas espuestas á la vista de los espectadores.

924. Describir, clasificar y esplicar los efectos y teoria de las principales composiciones conocidas en la química recreativa con los nombres vulgares de *tintas simpáticas*.

925. Esplicar particularmente los efectos y teoria de la antiquísima *tinta simpática*, preparada por una parte con una solucion de acetato de plomo, y por otra con una composicion á propósito para suministrar gas hidrógeno sulfurado, que consiste comunmente en una mezcla de cal viva, de oropimente y agua.

Esplicar la teoria de esta última preparacion, con los fenómenos que forman el asunto de las dos cuestiones siguientes.

926. Esponer de qué modo se producirán caracteres pardos, negros, ó de un brillo metálico, en un papel blanco sin tocarlo; citando el abuso que ciertos charlatanes hacen á veces de dicha esperiencia para imponer á las personas crédulas é ignorantes.

Explicacion. Algunas veces se han visto en las plazas públicas de las grandes ciudades, jugadores de manos y profetas de la buena ventura, que prometen á las personas crédulas oráculos concernientes á su porvenir, ó bien números favorables para la loteria. Para

lo cual, mandan elegir cartas ó targetas de papel blanco preparadas secretamente con acetato de plomo, y las melen en seguida dentro de un gran bote de vidrio, vacío en apariencia, pero que contiene en el fondo algunas gotas de una composición fétida adecuada para desprender hidrógeno sulfurado. En menos de un minuto las personas interesadas ven con la mayor sorpresa que sus targetas se hallan marcadas con caracteres ó cifras de color pardo, y asombradas pagan contentas lo que el buen mágico les exige en cambio de sus oráculos.

927. Explicar de qué modo, y con qué líquidos particulares, se puede transformar una escritura negra en otra de color y de una significacion enteramente diferentes?

Observacion. Dos procedimientos diferentes hay para ejecutar esta suerte química. Uno antiguo mediante los líquidos indicados en el artículo anterior: el otro moderno, haciendo uso de tinta comun, de nitrato ácido de hierro, y de la sal conocida en el día con el nombre de hidro-cianato de potasa ferruginoso, ó ferro-cianuro de potasa.

El lector hallará otros muchos problemas curiosos relativos á las tintas simpáticas, en las *recreaciones químicas* de *Accum* traducidas del inglés por el profesor *Casaseca*, en los *manuales de química recreativa*, y en nuestra obrita titulada *el Brujo en sociedad*.

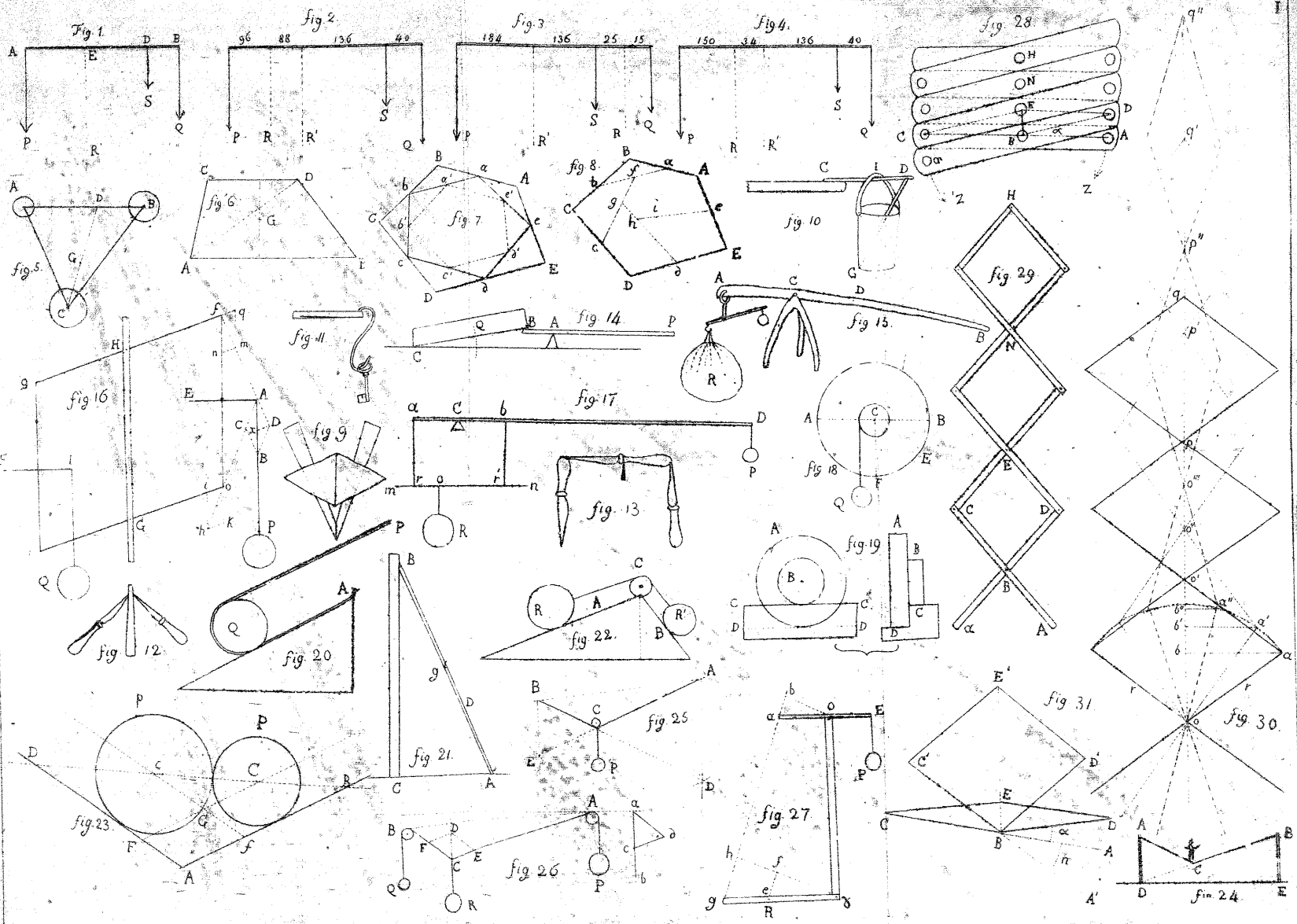


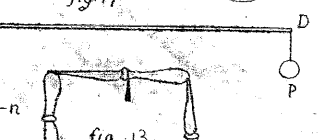
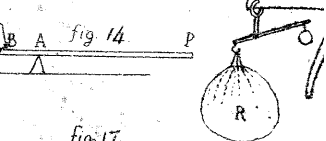
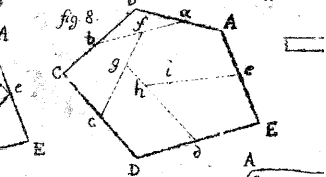
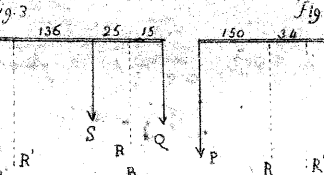
INDICE

BIBLIOTECA
UNIVERSITARIA

de los principales artículos á que se ^{DE} referen las cuestiones de esta ^{CANADA} obra.

	Página.
I. <i>Estática.</i>	1
II. <i>Dinámica.</i>	33
III. <i>Gravitacion.</i>	55
IV. <i>Hidrostática.</i>	62
V. <i>Hidrodinámica ó Hidráulica.</i>	81
VI. <i>Aerostática y Aerodinámica.</i>	90
VII. <i>Acústica.</i>	118
VIII. <i>Calórico.</i>	133
IX. <i>Electricidad.</i>	155
X. <i>Magnetismo.</i>	161
XI. <i>Optica.</i>	167
XII. <i>Catóptrica.</i>	180
XIII. <i>Dióptrica.</i>	195
XIV. <i>Vision y colores.</i>	210
XV. <i>Instrumentos ópticos.</i>	221
XVI. <i>Química.</i>	235
<i>Calórico</i>	id.
<i>Gravedad específica y Gasometría.</i>	241
<i>Cuestiones varias.</i>	255





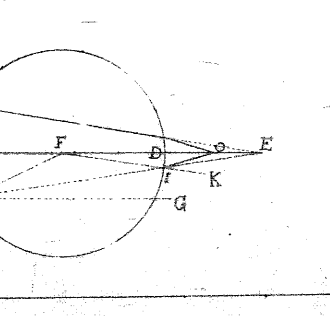
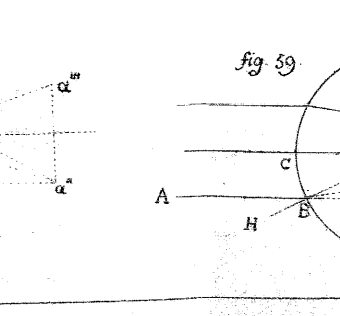
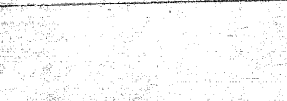
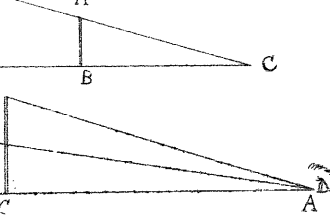
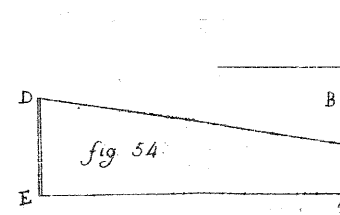
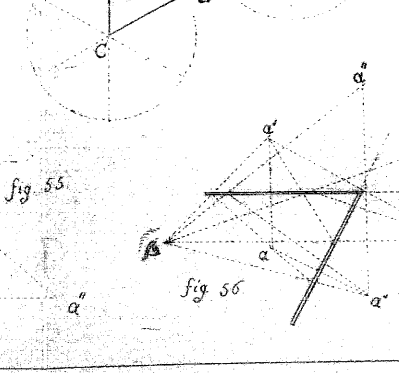
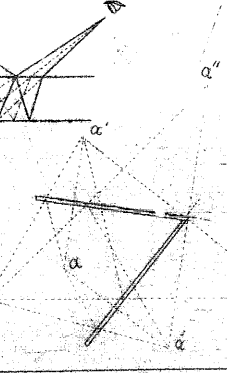
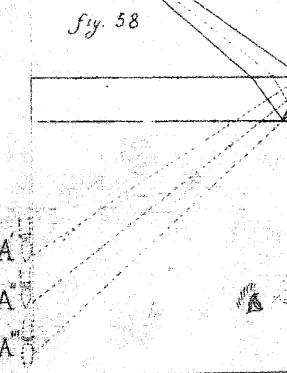
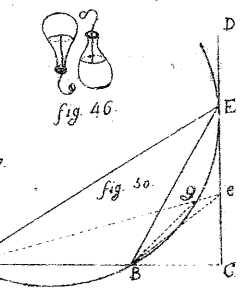
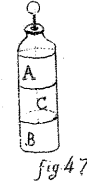
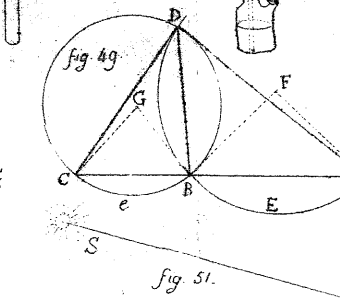
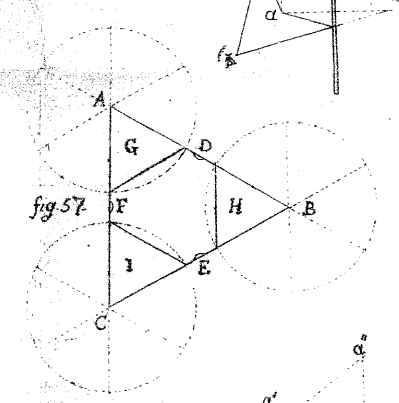
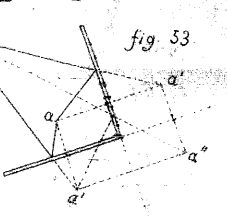
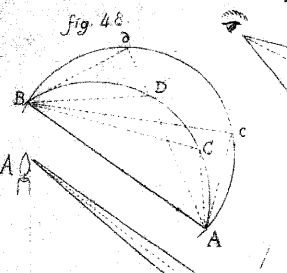
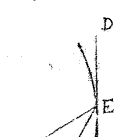
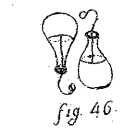
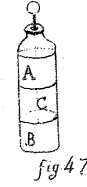
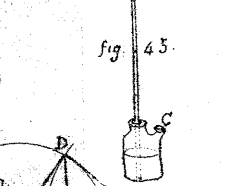
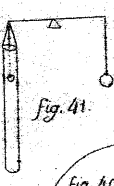
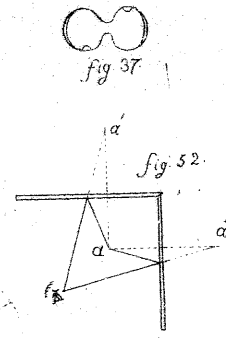
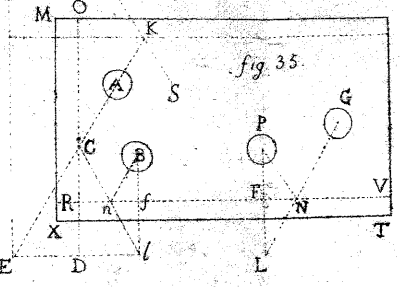
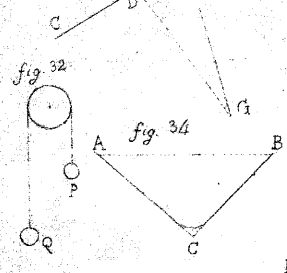
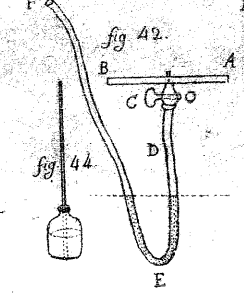
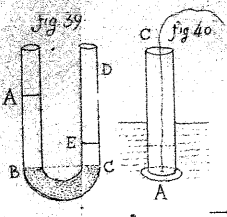
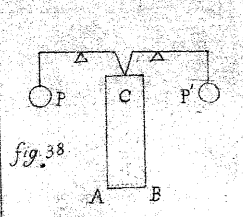
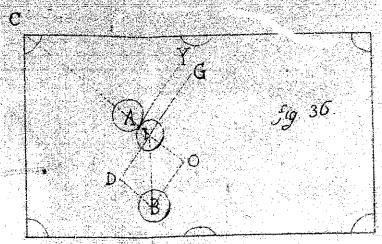
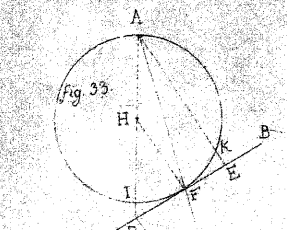


fig 36

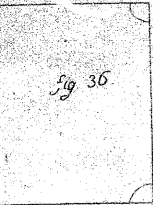


fig 38

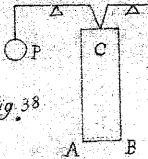


fig 37



fig 52

