

ANALES

DE LA

CONSTRUCCION Y DE LA INDUSTRIA.

AÑO II.

Madrid 25 de Setiembre de 1877.

NÚM. 18.

CÁLCULO GRÁFICO.

Cálculo gráfico trigonométrico. Para ejecutar gráficamente operaciones aritméticas con líneas trigonométricas, tales como el producto de dos senos ó el cociente de un seno por una tangente, etc., adoptaremos la siguiente marcha general: con un radio igual á la unidad, y en la escala que hayamos elegido para dibujar la figura, construiremos una semicircunferencia, despues trazaremos ángulos iguales á los dados y encontraremos sus líneas trigonométricas; hecho esto, estamos ya en disposicion de ejecutar las operaciones que se nos hubieran propuesto, por medio de las reglas que hemos indicado en los artículos anteriores.

Esta marcha general conduce en muchos casos, aprovechando posiciones particulares de los ángulos, y por lo tanto, de las líneas trigonométricas, á construcciones muy sencillas y elegantes; las cuales vamos á indicar en este artículo.

Como las líneas trigonométricas de todos los ángulos, cualquiera que sea el número de sus grados, se pueden reducir, bajo el punto de vista de sus magnitudes absolutas (prescindiendo, como haremos en este artículo, de sus signos) á las de otros menores que un cuadrante; admitiremos, en lo que va á seguir, que todos los ángulos son menores que 90° .

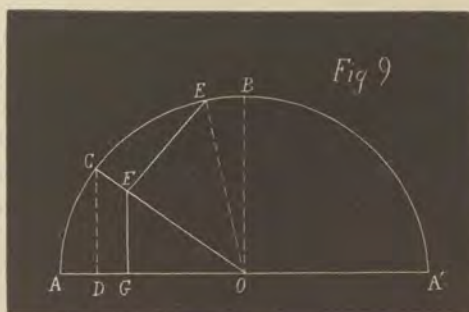
En las figuras á que nos conduzcan las construcciones que vamos á explicar, dibujaremos con línea continua aquellas que son necesarias en la práctica, y de trazos las que únicamente sirven para las demostraciones.

Suma y resta. Nada diremos respecto á la suma y resta de las líneas trigonométricas, por ser operaciones muy sencillas.

Multiplicacion. Primer problema. Calcular gráficamente el producto: $y = \text{sen. } a \times \text{sen. } b$.

Siguiendo la marcha general indicada anteriormente, empezaremos por construir, con un radio igual á la unidad, una circunferencia (fig. 9) $A B A'$, despues formaremos un ángulo $C O A = a$ y se tendrá $C D = \text{sen. } a$. Para encontrar $\text{sen. } b$ en una posicion

conveniente en la fig. 9, construiremos, á partir del radio $O C$, un ángulo $E O C = 90^\circ - b$, y la lon-



gitud $O F$, que es igual al coseno del ángulo $E O C$, será el $\text{sen. } b$; tendremos, pues, $O F = \text{sen. } b$. En esta posicion los senos de a y de b , bajaremos desde el punto F la perpendicular $F G$ al radio $O A$, y la longitud $F G$ representa el producto que buscábamos. En efecto: de la semejanza de los triángulos $C O D$ y $F O G$ resulta la proporcion

$$\frac{O C}{O F} = \frac{C D}{F G},$$

y sustituyendo en lugar de las líneas que entran en esta proporcion sus valores, se saca

$$\frac{1}{\text{sen. } b} = \frac{\text{sen. } a}{F G},$$

de donde

$$F G = \text{sen. } a \text{ sen. } b.$$

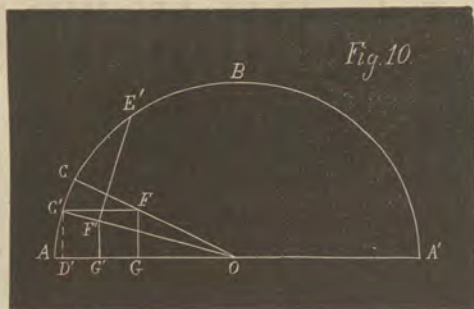
como se deseaba demostrar.

Si el número de factores fuera mayor que dos, si se tuviese, por ejemplo, $y = \text{sen. } a \text{ sen. } b \text{ sen. } c$, seguiríamos el procedimiento siguiente: empezáramos por calcular, segun la regla anterior (fig. 10), el producto de los dos primeros factores, y se tendría:

$$F G = \text{sen. } a \text{ sen. } b$$

despues buscaríamos un arco cuyo seno fuera igual á $F G$, para lo cual basta trazar por el punto F la

recta $F C'$ paralela al radio $O A$, y el arco $A C'$ es el que se busca.



La cuestion queda, pues, reducida á aplicar á los ángulos $A O C'$ y c el mismo procedimientó que hemos usado con los ángulos a y b . Uniremos O con C' , tomaremos á partir del punto C' un arco $E' C' = 90^\circ - c$, bajaremos $E' F'$ normal á $O C'$ y la recta $F' G'$ perpendicular á $O A$ será la longitud que se busca. En efecto: los triángulos $O C' D'$ y $O F' G'$ dan

$$\frac{C' D'}{O C'} = \frac{F' G'}{O F'}$$

ó

$$\frac{\text{sen. } a \text{ sen. } b}{1} = \frac{F' G'}{\text{sen. } c}$$

de donde

$$F' G' = \text{sen. } a \text{ sen. } b \text{ sen. } c$$

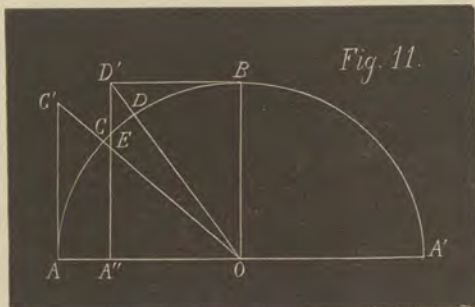
como se deseaba demostrar.

Si los factores son en mayor número se seguirá una marcha análoga.

Segundo problema. Calcular gráficamente el producto

$$y = \text{tang. } a \times \text{tang. } b.$$

Para calcular este producto, haremos lo siguiente: sobre una circunferencia $A B A'$ (fig. 11) tomaremos un



arco $A C = a$ y otro $B D = b$, el primero como indica la figura, desde el origen A y el otro á partir del extremo del cuadrante $A B$. Encontremos despues las tangentes de estos arcos y se tendrá: $A C' = \text{tang. } a$

y $B D' = \text{tang. } b$: desde el punto D' bajemos $D' A''$ normal á $O A$, y $A'' E$ será la longitud que se busca. En efecto: los triángulos $O A C'$ y $O A'' E$ dan

$$\frac{A C'}{A'' E} = \frac{O A}{O A'}$$

ó

$$\frac{\text{tang. } a}{A'' E} = \frac{1}{\text{tang. } b}$$

de donde

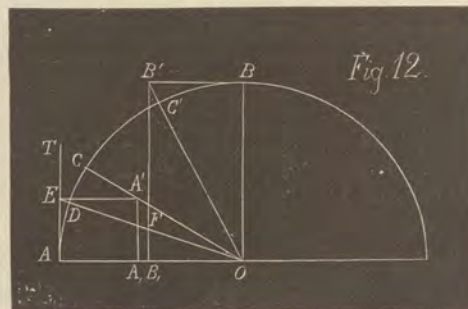
$$A'' E = \text{tang. } a \text{ tang. } b$$

como se deseaba demostrar.

Si los factores fueran mas de dos, tres por ejemplo,

$$y = \text{tang } a \text{ tang } b \text{ tang } c$$

empezaremos por calcular, siguiendo la regla general, el producto $\text{tang. } a \text{ tang. } b$, y despues buscaremos un arco cuya tangente sea igual á esta longitud, para lo cual trazaremos por A' (fig. 12) (si suponemos



que $A' A_1$ es igual á $\text{tang. } a \text{ tang. } b$), una paralela á $O A$ hasta que corte en E á la tang. $A T$, uniendo, por último, el punto E con O , el arco $A D$ es el que se buscaba, pues $\text{tang. } A D = A E = A' A_1 = \text{tang. } a \text{ tang. } b$.

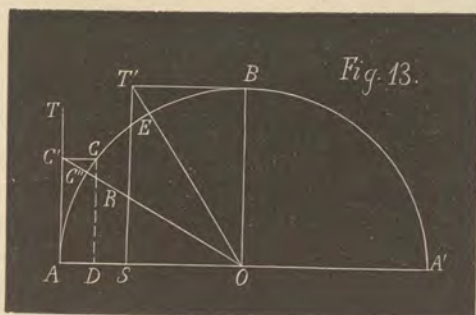
Calculado este arco, ó mejor dicho el ángulo $D O A$, el problema queda reducido, como sucedia cuando los factores eran senos, á aplicar á $A D$ y á c el procedimiento anterior y buscar la magnitud $y = \text{tang. } A D \text{ tang. } c$. Para ejecutar esta operacion, tomo $B C' = c$; trazo $B B' = \text{tang. } c$; bajo $B' B_1$ perpendicular á $O A$ y la longitud $F B_1$ será la recta que se busca, y se tendrá, por lo tanto, $F B_1 = \text{tang. } a \text{ tang. } b \text{ tang. } c$.

Tercer problema. Calcular el producto

$$y = \text{sen. } a \text{ tang. } b.$$

Para resolver este problema empezaremos por encontrar un arco cuya tangente sea igual á $\text{sen. } a$, y despues aplicaremos el procedimiento que hemos dado en el problema anterior, para calcular el producto de

dos tangentes. Para llevar á cabo esta trasformacion basta tomar (fig. 13) sobre la circunferencia A B A',



trazada con un radio igual á la unidad, un arco $AC = a$ y cuyo seno sea CD , despues trazar una paralela $C'C'$ á OA hasta que encuentre en C' á la tangente geométrica AT construida en A , y por último, unir C' con O : el arco AC'' es evidentemente el arco que se buscaba, pues se tiene:

$$\text{tang. } AC'' = AC' = DC = \text{sen. } a.$$

Hecho esto tomemos un arco $BE = b$, encontremos despues su tang. BT' , bajemos la $T'S$ perpendicular á OA , y la distancia RS representa el producto que se buscaba, lo que se podrá demostrar fácilmente por medio de los triángulos OAC' y ORS .

Cuarto problema. Caso en que uno ó mas factores son colíneas, por ejemplo: calcular los productos $y = \text{cos. } a \text{ cos. } b \text{ cos. } c$; $y = \text{cot. } a \text{ cot. } b \text{ cot. } c$; $y = \text{sen. } a \text{ cos. } b$; $y = \text{tang. } a \text{ cot. } b$, etc.

Para resolver este problema basta poner las colíneas en funcion del arco complementario, y aplicar despues las reglas anteriores; así las expresiones propuestas toman las formas siguientes:

$$y = \text{sen. } (90 - a) \text{ sen. } (90 - b) \text{ sen. } (90 - c);$$

$$y = \text{tang. } (90 - a) \text{ tang. } (90 - b) \times \text{tang. } (90 - c);$$

$$y = \text{sen. } a \text{ sen. } (90 - b);$$

$$y = \text{tang. } a \text{ tang. } (90 - b),$$

cantidades todas que sabemos calcular.

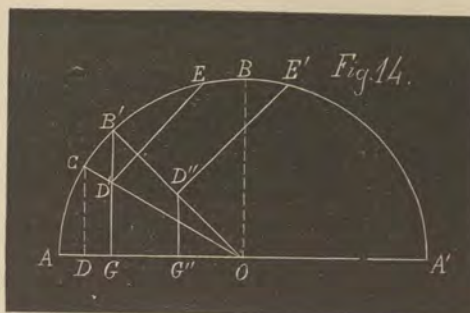
En el caso particular en que se nos dé

$$y = \text{cos. } a \text{ cos. } b,$$

se puede calcular directamente este producto por medio de la construccion siguiente:

Trazo, como siempre, la semicircunferencia ABA'

(fig. 14) de radio unidad; tomo $AC = a$ y $CE = b$; construyo los cosenos de estos arcos y tendré



$OD = \text{cos. } a$ y $OD' = \text{cos. } b$; bajo $D'G$ perpendicular á OA y la distancia GO será la magnitud que se busca. En efecto: los triángulos semejantes OCD y $OD'G$ dan

$$\frac{OC}{OD} = \frac{OD'}{OG}$$

ó

$$\frac{1}{\text{cos. } a} = \frac{\text{cos. } b}{OG}$$

de donde

$$OG = \text{cos. } a \text{ cos. } b$$

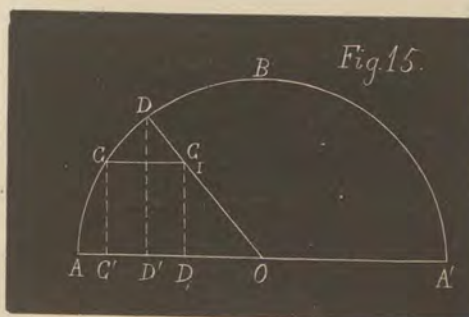
como se deseaba demostrar. Si tuviéramos $y = \text{cos. } a \text{ cos. } b \text{ cos. } c$ bastaria prolongar $D'G$ hasta B' , unir O con B' ; tomar $B'E' = c$; bajar $E'D''$, que da $OD'' = \text{cos. } c$, y trazar, por último $D''G'$; la longitud OG'' es el producto que se busca, como es fácil demostrar siguiendo una marcha análoga á las anteriores.

DIVISION DE LÍNEAS TRIGONOMÉTRICAS.

Problema primero. Calcular el cociente

$$y = \frac{\text{sen. } a}{\text{sen. } b}.$$

Tracemos (fig. 15) una circunferencia ABA' , y á



partir del origen A tomemos un arco $AC = a$ y otro $AD = b$, construyamos despues los senos de estos arcos, $C'C_1 = \text{sen. } a$ y $D'D_2 = \text{sen. } b$, y dibujemos, por último, la recta $C'D_2$ paralela á OA : la longitud OC_1 es el cociente que se busca. En efecto: los triángu-

los OC_1D_1 y ODD' , siendo C_1D_1 la perpendicular bajada desde C_1 sobre OA , son semejantes y dan

$$\frac{C_1D_1}{DD'} = \frac{OC_1}{OD}$$

ó

$$\frac{\text{sen. } a}{\text{sen. } b} = OC_1$$

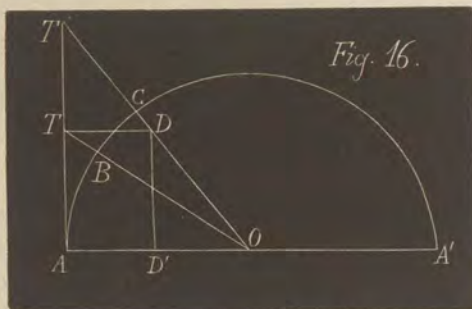
como se deseaba demostrar.

Problema segundo. Calcular el cociente

$$y = \frac{\text{tang. } a}{\text{tang. } b}$$

Se sigue una marcha análoga á la del problema anterior.

Sea ABA' (fig. 16) la circunferencia, $AB = a$



$AC = b$; $AT = \text{tang. } a$ y $AT' = \text{tang. } b$; por T trazo TD paralela á OA y por D la DD' normal á OA : la longitud OD' es el cociente que se busca. En efecto: los triángulos OAT' y $OD'D$ dan

$$\frac{AT'}{DD'} = \frac{OA}{OD'}$$

ó

$$\frac{\text{tang. } b}{\text{tang. } a} = \frac{1}{OD'}$$

de donde

$$OD' = \frac{\text{tang. } a}{\text{tang. } b}$$

como se deseaba demostrar.

Problema tercero. Calcular el cociente

$$y = \frac{\text{sen. } a}{\text{tang. } b}$$

Este problema puede reducirse fácilmente al anterior y su resolución es entonces idéntica.

Problema cuarto. Caso en que entran las colíneas.

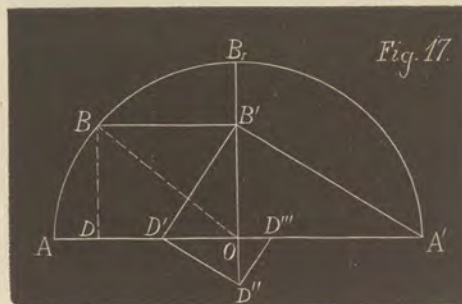
Para resolver este problema se substituyen las colíneas por las líneas del arco complementario corres-

pondiente, y queda reducida la cuestión á una de las anteriores.

Elevacion á potencias. Problema primero. Elevar á una potencia cualquiera $\text{sen. } a$. Sea y este valor y se tendrá:

$$y = \text{sen.}^n a.$$

Sea ABA' (fig. 17) la circunferencia y $AB = a$; tomemos $BD = \text{sen. } a$, y por el punto B tracemos la paralela BB' á OA . Una vez llevado $\text{sen. } a$ á la posición $B'B'$, unamos $A'B'$, tracemos $B'D'$ perpendicular



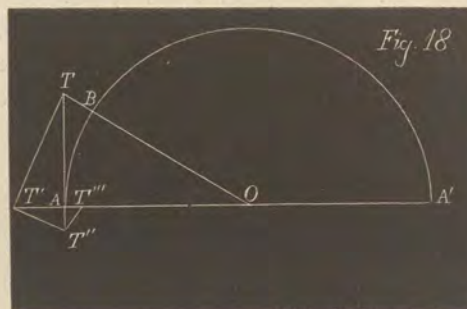
á $A'B'$, despues $D'D''$ á $B'D'$ y así sucesivamente. Es fácil demostrar, recordando lo expuesto en nuestro segundo artículo, que

$$OD' = \text{sen.}^2 a, OD'' = \text{sen.}^3 a \dots$$

Problema segundo. Calcular la potencia

$$y = \text{tang.}^n a.$$

Sea $AB = a$ (fig. 18); $AT = \text{tang. } a$; levanto TT'



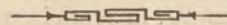
normal á OT , $T'T''$ perpendicular á TT' y así sucesivamente y tendré:

$$AT' = \text{tang.}^2 a, AT'' = \text{tang.}^3 a \dots$$

Problema tercero. Cuando las potencias se refieren á las colíneas se sigue una marcha análoga.

Extraccion de raíces. Aplicaremos la regla general indicada en los artículos anteriores.

E. DE ECHEGARAY.



CENTENARIO DE LA ESCUELA DE MINAS.

Cien años se cumplieron el 14 de Julio próximo pasado, desde que por un decreto del rey Carlos III, se fundó en España la enseñanza oficial de la Minería.

Para conmemorar este acontecimiento, el Gobierno, de acuerdo con lo propuesto por la Junta de profesores de la Escuela de Minas, dispuso la acuñación en bronce de una medalla que representa el grabado adjunto, la publicación de un libro que reseñase la historia y vicisitudes de la Escuela, libro que con gran acierto redactó el Ingeniero jefe Sr. Maffei, y por fin la celebración de una reunión pública que tuvo lugar en el Paraninfo de la Universidad central, con una numerosa concurrencia en que estaban en

mayoría las notabilidades científicas de nuestro país.

En este acto, el Director de la referida Escuela de Minas, Sr. Sanchez Tirado, pronunció un brillante y erudito discurso haciendo la historia del establecimiento de enseñanza que hoy dirige. Empezó por recordar que al dictar el rey Carlos III la Real orden de 14 de Julio de 1777, fundando en España la enseñanza de la Minería, solo existían en Europa tres Escuelas de Minas; la de Freiberg, establecida en 1767; la que en 1770 mandó crear en Schemnitz la Emperatriz María Teresa, y la que en 1772 fué instalada en San Petersburgo. Tributo el justo homenaje de gratitud que España en general y la industria minera en particular debe al insigne Ministro de Hacienda D. Luis Lopez Ballesteros, quien, á la vez que oyendo los consejos del inolvidable Elhuyar, fundó la mo-

1777.



1877.

derna legislación minera, amplió la enseñanza estableciendo en Madrid cátedras de Química y Docimasia, en las que recibían su instrucción jóvenes que, con el carácter de alumnos pensionados, pasaban después á completar en Almaden su educación de Ingenieros de Minas. Con este sistema se formaron hombres tan eminentes como los Larrañaga, Caravantes, Maestre, Prado y otros que aun viven, y hasta alguno, como del Río, que no contento con prestar en la Península señalados servicios, pasó á fundar la Escuela de Minería de Méjico.

Continuando la enumeración de los progresos que en la enseñanza de la profesion del Ingeniero de Minas se han realizado en España, reseñó cómo tuvo lugar en 1836 la traslación de la Escuela de Minas á Madrid, ampliando á la vez la enseñanza y poniéndose al frente de las nuevas cátedras creadas los señores Gomez Pardo, Ezquerria del Bayo y Amar de la Torre,

que con anterioridad habian sido enviados á Alemania para importar en nuestro país los adelantos de la Minería. A ellos se deben las primeras explicaciones en España de las asignaturas de Metalúrgia, Geología y Paleontología.

Señaló tambien el Sr. Tirado cómo mas tarde se han realizado nuevas é importantes reformas en la Escuela de Minas, tales como la fundación de una cátedra de Química analítica en 1843, hecho que dió origen á que acudieran á la enseñanza del establecimiento, no solo los que aspiraban á ser Ingenieros, sino cuantas personas querian aprender y seguir los progresos de la química. Después de consignar los esfuerzos hechos por los gobiernos para que la Escuela de Madrid haya llegado al nivel de sus similares en el extranjero, continuó su discurso el Sr. Tirado señalando brevemente los trabajos que el Cuerpo de Minas tiene á su cargo; y al recordar el estableci-

miento minero de Almaden, dedicó sentidas frases á la memoria de los Ingenieros Monasterio y Buceta, mártires sacrificados en aras de la abnegacion y el deber.

Terminó el discurso recordando la generosidad del Sr. Gomez Pardo al dejar en su testamento un importante legado á la Escuela de Minas, y manifestando gratitud en nombre de todos los Profesores, al Presidente del Consejo de Ministros, al Director general de Instruccion pública, al Rector y Claústro de la Universidad y á las personas todas que honraron con su presencia el acto.

El Sr. Cárdenas, Director general de Instruccion pública, en nombre del Gobierno, felicitó al Cuerpo y á la Escuela de Minas con las mas entusiastas y lisonjeras frases por los progresos que la enseñanza de la Minería habia hecho en España, y por el próspero y feliz estado en que hoy se encuentra la Escuela de Madrid.

Tambien el Director de la Comision del Mapa geológico dijo algunas palabras en nombre del Cuerpo de Ingenieros de Minas, y el acto concluyó con la apertura del sobre que contenia el nombre del autor de la Memoria que la Junta de Profesores de la Escuela de Minas habia considerado digna de un premio de los instituidos por el legado Gomez Pardo, resultando que el autor de la Memoria premiada era nuestro respetable jefe y amigo el Excmo. Sr. D. Luis de la Escosura.

Sucesos del interés del conmemorado el 14 de Julio próximo pasado, si honran á algunos individuos, honran tambien á la patria.

JUSTO M. LUNAS,
Ingeniero de Minas.

EL RADIÓMETRO.

Cada uno de los nuevos descubrimientos que vienen á enriquecer el campo de las ciencias fisico-matemáticas contribuye eficazmente, ya á corroborar las teorías establecidas para la explicacion de otros fenómenos de análoga naturaleza, ya á remplazar las antiguas por otra nueva que dé cuenta razonada de mayor número de fenómenos y de experiencias antes nó conocidas, ya por fin á determinar mayor conexion y enlace entre hechos que parecian independientes, marchando de esta suerte hácia la unidad de la ciencia, punto de mira de cuantos se ocupan en su progreso y desarrollo, y carácter esencial de su naturaleza. Si en el órden teórico se observa esta tendencia hácia la unidad, en el de las aplicaciones su-

cede por el contrario que se aumentan y diversifican, bien sea mejorando y perfeccionando los procedimientos anteriores, ó bien dando lugar á otros nuevos, que uniendo á la sencillez mayor exactitud y utilidad en los resultados, proporcionan cada dia mayores ventajas á las necesidades de la vida. Esto precisamente ha tenido lugar con el moderno aparato cuyo nombre encabeza estas líneas, y en cuya descripcion, teoría y aplicaciones mas importantes vamos á ocuparnos.

A principios de 1875 (20 de Abril), daba el célebre físico inglés Mr. William Crookes una conferencia (lecture) en la Sociedad Real de Lóndres acerca de sus recientes investigaciones sobre el efecto producido por la radiacion térmica y luminosa en balanzas muy delicadas, suspendidas en una capacidad vacía de aire lo mejor posible, y presentaba el aparato que últimamente habia construido con objeto de estudiar estos fenómenos, al cual daba el nombre de *Radiómetro*. Este consiste en una ampolla ó pequeño globo de vidrio de 7 á 8 centímetros de diámetro, en cuyo interior se verifica el vacío con una buena máquina neumática (la bomba de Sprengel), cerrándolo despues herméticamente. En el centro del globo hay un molinete formado por cuatro brazos horizontales y perpendiculares entre sí, compuestos de hilos de vidrio ó de aluminio: en el punto de cruzamiento de los brazos se ha dispuesto una pequeña cavidad, que se apoya sobre la punta de un estilete vertical, de la misma manera que tiene lugar en las agujas de las brújulas, resultando un sistema extraordinariamente movable en un plano horizontal al rededor del estilete. En los extremos de los brazos se disponen paletas, ó sean unas delgadas laminitas verticales, de mica, de aluminio ó de discos de médula de sauco, siendo las cuatro iguales y teniendo una cara cubierta con negro de humo, y la otra en su estado natural: las cuatro caras ennegrecidas están situadas en el mismo sentido. Algunas veces estas paletas están formadas de dos laminitas de diferentes sustancias metálicas unidas entre sí.

Expuesto este aparato á la radiacion de los rayos solares, á los de un foco luminoso, como una bujía, ó á la de los colores del espectro, desde los ultra-rojos hasta los de violeta, entra el molinete en movimiento mas ó menos rápido, como si las caras ennegrecidas se vieran rechazadas y atraídas las opuestas, ó lo que es lo mismo, marchando las segundas delante de las primeras. Pero si en el aparato existe aire ú otro gas á una presión bastante sensible, entonces el movimiento es en sentido inverso al del caso anterior, y esto mismo tiene lugar cuando se quita el foco luminoso que habia producido el movimiento directo.

En los experimentos que poco despues de la época

citada llevó á cabo Mr. Crookes, obtuvo los resultados que se consignan en el siguiente cuadro:

TIEMPO NECESARIO PARA PRODUCIR UNA REVOLUCION.

Origen de la radiacion.	Tiempo en segundos
1 bujía á 20 pulgadas de distancia.....	182
» 40 » »	45
» 5 » »	44
2 bujías 5 » »	5
4 » 5 » »	3
8 » 5 » »	1,6
1 bujía 5 » interponiendo un vidrio verde	40
» 5 » » » azul..	38
» 5 » » » p ú r - pura.	28
» 5 » » » naran- ja..	26
» 5 » » » amari- llo..	21
» 5 » » » rojo- claro.	20
Luz solar difusa, ténue.....	2,3
» » intensa.....	1,7
Luz solar directa (10 de la mañana).....	0,3
» » (2 de la tarde).....	0,25

Estos fenómenos y otros muchos mas que previamente habia realizado, y cuya descripcion por brevedad omitimos, entrañan una de las mas árduas y complejas cuestiones de la física moderna, y como es natural, despertaron grandísimo interés en el mundo científico, proponiéndose los principales físicos, tanto de Inglaterra como de Francia, Alemania é Italia, modificar de todas las maneras posibles las condiciones de los experimentos, á fin de poder fundar con datos suficientes, y con arreglo á los principios científicos, la teoría de tan curiosos como importantes movimientos.

Tres son hasta ahora las hipótesis principales que se han presentado, con objeto de explicar científicamente los fenómenos observados en este aparato; mas á pesar de esta multiplicidad hay fundamentos para esperar que en un plazo mas ó menos corto pueda darse razon con una sola teoría de fenómenos que ahora parecen contradictorios. Esto es lo que ha pasado en todas las grandes cuestiones físicas, bastando á nuestro propósito recordar la historia de las teorías de la luz, las de la electricidad estática, las del galvanismo y tantas mas, en las que despues de ser objeto de gran controversia entre los físicos mas notables, se ha llegado en el dia á una sola explicacion que da cuenta razonada y científica de todos los fenómenos observados, por mas divergentes y opuestos que á primera vista aparezcan.

Primeramente se creyó que una accion mecánica

directa de la radiacion sobre las paletas del molinete podria ocasionar su movimiento en el interior del radiómetro. Tal hipótesis tenia en su apoyo otras acciones mecánicas producidas directamente por la luz, como sucede, por ejemplo, al precipitarse unos sobre otros los átomos heterogéneos de una mezcla de cloro é hidrógeno, la trasformacion del fósforo ordinario en fósforo rojo ocasionada por los rayos ultra-violeta, etc., etc. En este supuesto, la accion mecánica de la luz no sería mas que un nuevo ejemplo de trasformacion de una forma de la energía física en otra distinta, en el concepto de que la parte de la fuerza viva de la radiacion absorbida por el cuerpo va aumentando el movimiento molecular, que en ciertas condiciones puede ocasionar el movimiento de la masa total. Pero esta hipótesis es ya insostenible, despues del experimento verificado por el físico Schuster. Ésta consiste en suspender el radiómetro de dos hilos, de suerte que sea tambien el recipiente ó ampolla sumamente móvil al rededor de su eje de figura. En tal estado, si la causa del movimiento del molinete es exterior al aparato, ó lo que es lo mismo, si está producida por la accion impulsiva y directa de la radiacion, no deberá girar mas que el molinete; pero si, por el contrario, depende el movimiento de los flúidos mas ó menos enrarecidos que el recipiente contiene (como ya se sospechaba de antemano), ó por cualquier otro efecto interior, deberá girar la ampolla en sentido inverso que el molinete, por efecto de la reaccion. Hecha la prueba, se vió que tenia lugar el segundo supuesto, y que el recipiente, cuando se interceptaba la radiacion, volvía á su posicion primitiva.

Otros experimentos han venido despues á confirmar el de Schuster, siendo el mas decisivo el hacer flotar el radiómetro en agua é impedir por medio de grasa que se adhiera al líquido, tal como lo verificó el profesor Righi.

Una vez establecido por los experimentos antedichos que la causa de la rotacion del molinete reside en el interior de la ampolla, se han presentado las tres teorías á que antes hemos hecho referencia, para explicar la causa del movimiento. Estas tienen por fundamento los siguientes principios físicos: la 1.^a la accion dinámica que pueden desarrollar los gases encerrados en una capacidad; la 2.^a, que no excluye á la anterior y hasta puede combinarse con ella, se apoya en el hecho de que todo cuerpo sólido mantiene tenazmente adherida á su superficie una capa de aire mas ó menos gruesa; y la 3.^a tiene por base las atracciones y repulsiones eléctricas.

Tratemos de examinar ahora las principales razones que cada uno alega en su favor, y mas adelante veremos los experimentos que vienen á confirmarlas.

Accion dinámica de los gases. Estando formados

los gases por un gran número de moléculas en constante movimiento rectilíneo en todas direcciones y con velocidades que dependen de la temperatura, la presión que ejercen sobre una superficie no es otra cosa que la suma de los repetidos choques que ésta experimenta por las moléculas gaseosas en la unidad de tiempo, y tal presión crece, según la ley de Mariotte, en razón directa de la densidad del gas, porque á igualdad de temperatura será proporcional al número de moléculas que vengan á chocarla en dicho tiempo. También crece la presión, según la ley de Volta, en razón de la temperatura absoluta del gas, de la cual es función la fuerza viva de que se encuentran dotadas las moléculas.

Basados en estos principios Reynolds, Dewar, Tait y otros físicos distinguidos, explican el movimiento de rotación del radiómetro de la siguiente manera:

Mientras hay igualdad de temperatura en el interior de la ampolla, permanecerá el mismo movimiento de las moléculas gaseosas del interior, y siendo igual la presión sobre las caras opuestas de las paletas, permanecerán en reposo. Pero si se expone el instrumento á la influencia de la radiación, se elevará la temperatura, ya sea de la superficie interna de la ampolla, ya de una de las caras de cada paleta, y entonces las moléculas gaseosas, al chocar contra ellas, elevarán por el contacto su temperatura y volverán con velocidad mayor de la que tenían antes de chocar; tendrá lugar lo contrario si chocan en una superficie de temperatura mas baja que la suya. Por este motivo adquirirán las moléculas mayor velocidad al chocar contra las caras ennegrecidas de las paletas, y la disminuirán al reflejarse contra la parte opuesta de las paredes de la ampolla.

De esta manera se modificará la fuerza viva de las partículas gaseosas al verificarse los sucesivos choques, ya con las caras ennegrecidas de las paletas, ya con la pared de vidrio de la ampolla, creciendo al volver de las primeras y disminuyendo al verificarlo de las segundas, dando lugar al movimiento del molinete con tanta mas rapidez cuanto mas intensa sea la radiación, exista mayor diferencia entre los poderes absorbentes de las caras opuestas de las paletas y mayor sea, hasta cierto punto, la rarefacción del gas interior. En efecto; si el gas se encuentra poco enrarecido, sucederá, que al volver las moléculas de las paletas, chocarán con otras moléculas que las desviarán de su dirección, llegando difícilmente á la pared de la ampolla, y estas frecuentes colisiones de las moléculas entre sí tenderán á uniformar con rapidez la temperatura, y, por consecuencia, la presión del gas en el interior del aparato. Por el contrario; si es excesivo el enrarecimiento del gas, disminuirá el efecto producido á causa del menor número de las moléculas y de los choques que ocasionen. Cuando la densidad del

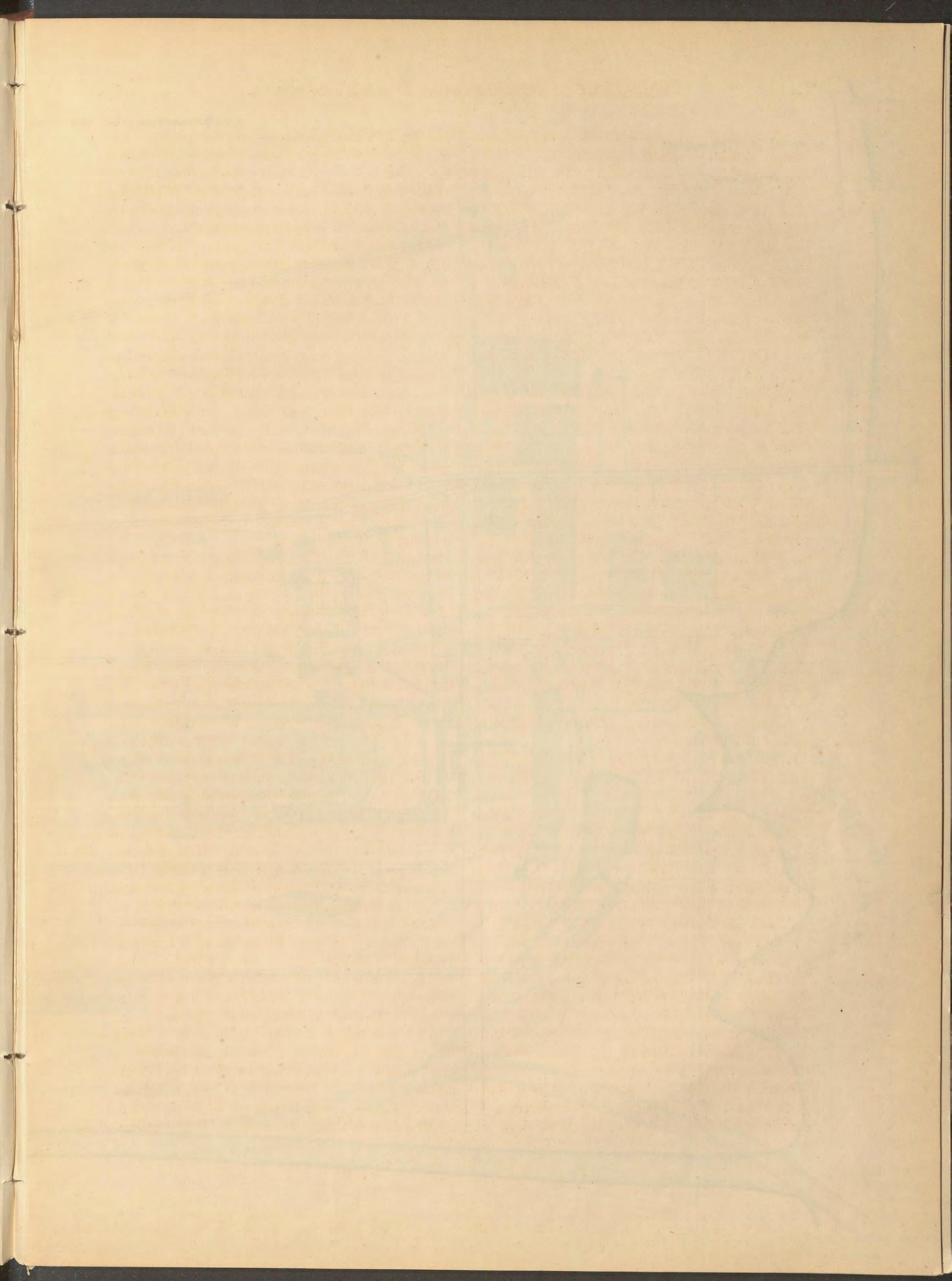
aire ó gas interior sea mayor que la conveniente, entonces gira el molinete en sentido inverso, en razón á que el aire que se encuentra en contacto con las caras ennegrecidas de las paletas, al elevar su temperatura disminuye su presión sobre ellas, mientras que en las opuestas se mantiene con mayor intensidad.

Capa de aire adherida á las paletas. El hecho en que se funda esta teoría está perfectamente demostrado por los experimentos con que Waideler explicó las *imágenes de Moser*, si bien es cierto que la capa de aire puede modificar su adherencia al variar la temperatura, disminuyendo aquélla cuando ésta crece. A consecuencia de esto, y una vez expuesto el instrumento á la acción del calor ó luz radiante, las caras ennegrecidas de las paletas adquirirán una temperatura mas elevada que las opuestas, y transmitida esta mayor temperatura á la capa de aire ó gas contigua, la dilatará, aumentando su presión sobre aquella cara, mientras que la opuesta se encontrará sometida á una presión menor. En estas condiciones es fácil que tenga lugar el movimiento de rotación del molinete en sentido directo, ó sea precediendo la cara no ennegrecida de cada paleta á su opuesta.

Esto no obstante, según el testimonio del Padre Secchi, se han observado radiómetros, que expuestos á una temperatura bastante alta para separar la capa de aire atmosférico adherente á las paletas se han mostrado, sin embargo, insensibles á la radiación solar, concentrada por medio de lentes de gran radio.

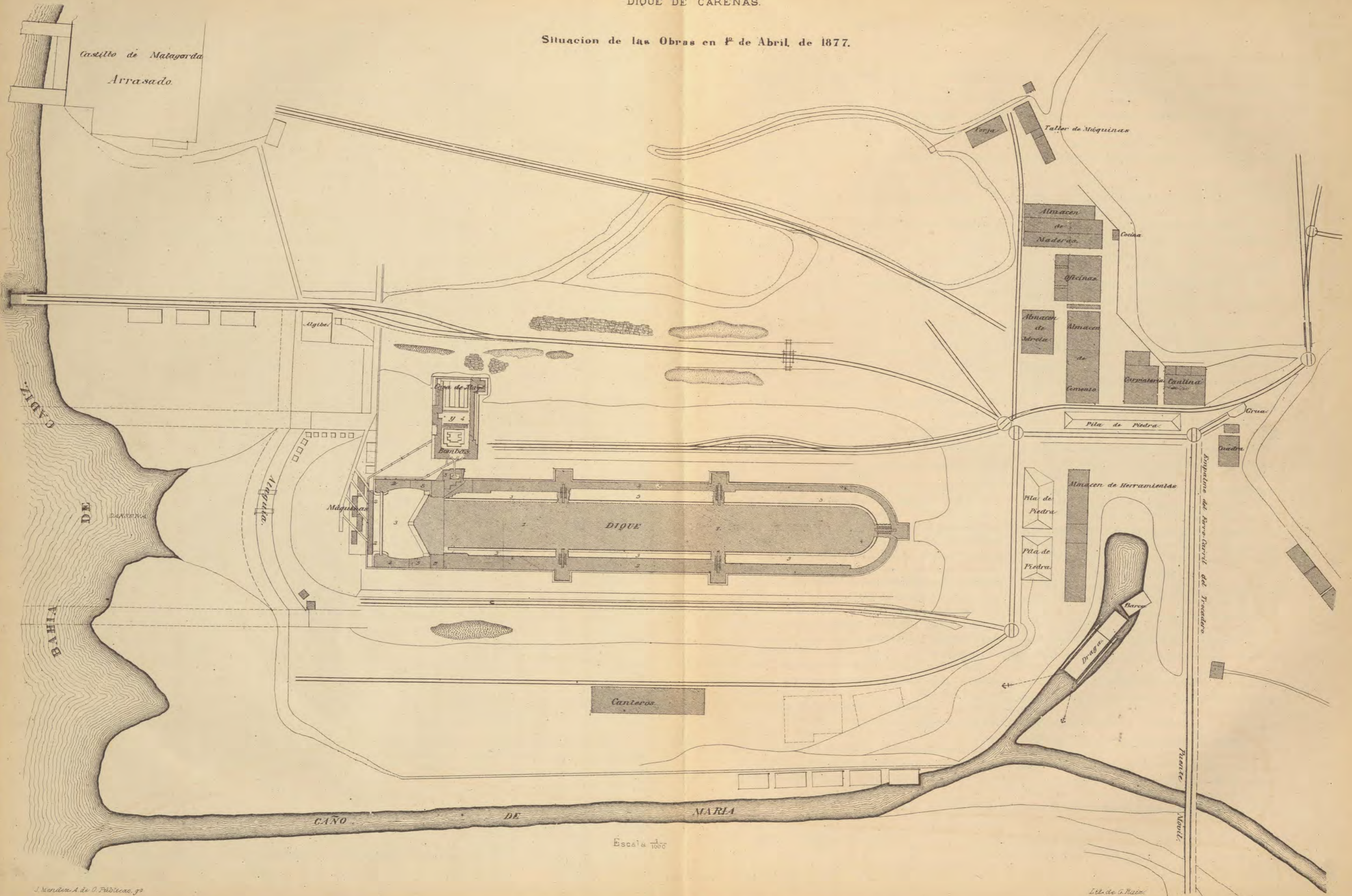
Atracciones y repulsiones eléctricas. Esta teoría, debida á M. Delsaux y al profesor inglés Challis, se funda en el experimento siguiente, que llevó á cabo el primero, después de haberse cerciorado de que los rayos luminosos y caloríficos electrizaran negativamente la superficie exterior de la ampolla de vidrio. Al disco que terminaba el índice de una balanza bifilar eléctrica, al cual se habia comunicado previamente una débil carga positiva, presentó la cara ennegrecida de una pequeña lámina de mica de dos centímetros de lado, y una vez en equilibrio el índice, hizo llegar á la cara ennegrecida de la lámina la luz de un mechero de gas. Inmediatamente observó en el índice una repulsión, y esto probaba que la cara sometida á la acción de la luz se electrizará también positivamente. Invirtiendo la posición de la lámina de modo que presentara al disco su cara opuesta y volviendo á someter á la misma acción luminosa la cara ennegrecida, vió que el índice estaba atraído, luego la cara brillante se electrizará negativamente.

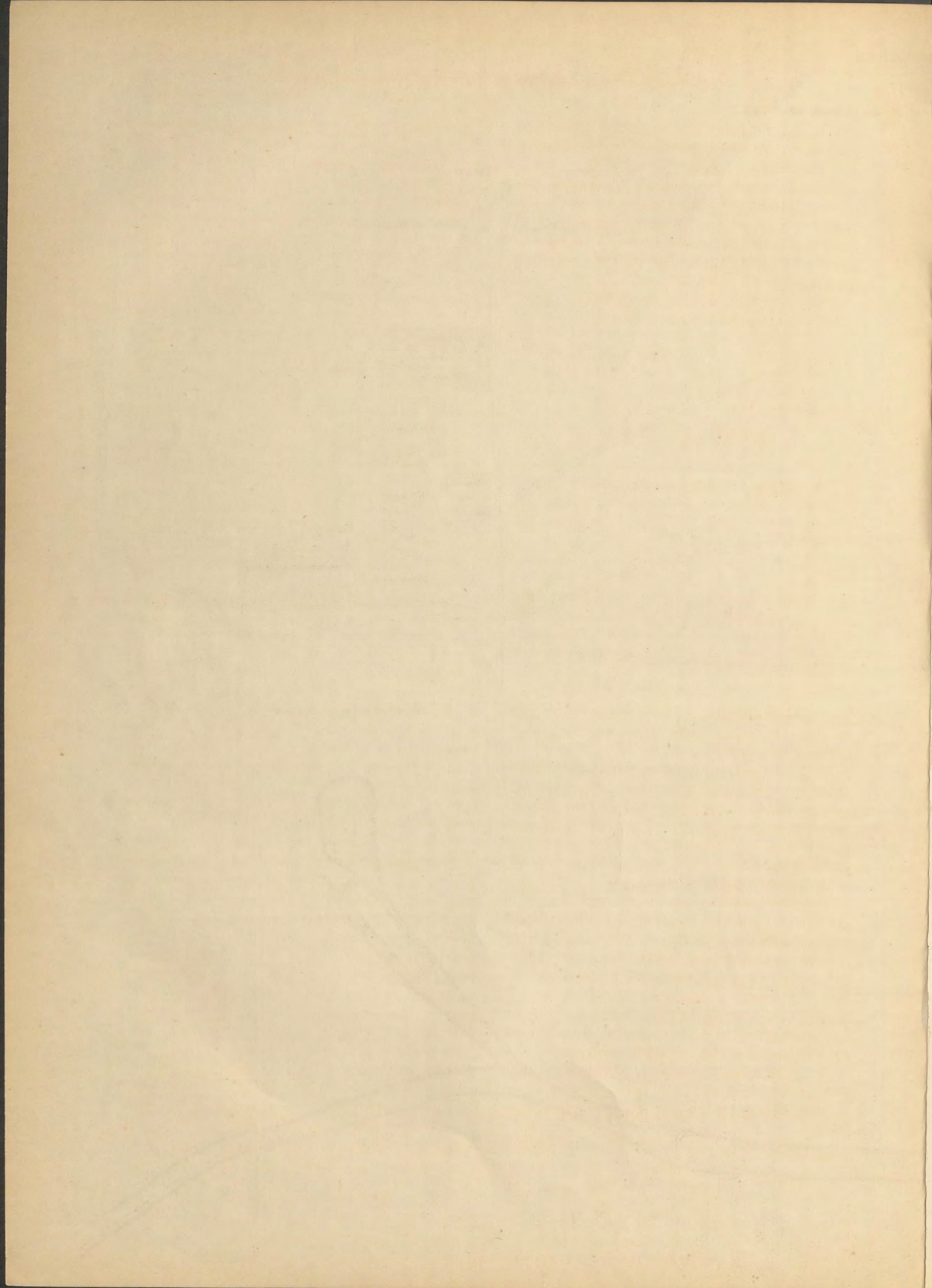
Según esta teoría, al recibir la ampolla del radiómetro una radiación, se electriza negativamente su cara exterior, y con signo positivo la interior, siendo mayor la intensidad eléctrica en la porción próxima al foco luminoso que en la opuesta. Al propio tiempo las aletas próximas al foco se electrizarán negativamente



DIQUE DE CARENAS.

Situacion de las Obras en 1º de Abril de 1877.





en las caras brillantes, y con signo positivo en las ennegrecidas, produciéndose la rotacion del molinete por la atraccion de la pared sobre las caras tersas y la repulsion sobre las ennegrecidas. Al enfriarse el aparato, ya sea de una manera rápida ó lenta, y admitiendo, que segun el principio de reciprocidad, las alas emitirán una cierta cantidad de luz en vez de recibirla ó absorberla, tiene que cambiar de signo su estado eléctrico y producirse, por consecuencia, la rotacion en sentido inverso al que antes tenía, como se observa en numerosos experimentos eléctricos.

(Se continuará)

JOSÉ A. REBOLLEDO.

FABRICACION DE HIELO

Y

MÁQUINAS PARA PRODUCIRLO.

(Lámina XXX.)

I.

Est mihi dulce magis gelidos haurire liquores.

(GALENO.)

La sed ingeniosa ha imaginado, además de transformar la nieve en bebida, dar á las bebidas el frio de la nieve.

(Epigramas de MARTIAL, 64, lib. 5.º)

El agua helada natural ó artificialmente conserva la propiedad indispensable de pureza, si el agua de que procede el hielo es potable.

En España, donde los árabes mas largo tiempo dominaron, se hicieron célebres sus arquitectos por la suntuosidad en la construccion de aljibes y sistema de conservacion de aguas puras y potables, encerrándolas dentro de ciertos edificios, de los que algunos restos se conservan todavía en Córdoba, Cádiz y Granada, donde depositaban las aguas de los terrados procedentes de las lluvias menudas, que son las que producen el agua mas pura por caer mas dividida* y mas mezclada con la atmósfera, y se remudaban con gran facilidad de unos en otros depósitos para limpiar, sanear y refrescar el agua en ellos detenida. Tambien los barroes ó arcillas con que construian sus vasijas ó alcarrazas, de un notable gusto artístico, en los que refrescaban las cristalinas y sanas aguas de sus aljibes ó cisternas, se hicieron célebres; y fueron los que nos dejaron estos hábitos de refinamiento ó cultura que todavía se conservan en ciertos pueblos de España (1), donde mayor tiempo imperaron, legándonos

(1) Andújar.

de sus costumbres domésticas, tanto sus métodos de filtracion y saneamiento, como los de enfriamiento en verano. Pocos pueblos podrán ofrecer como España, tradiciones árabes de gusto, limpieza y hasta de lujo artístico para servir en los días calurosos un vaso ó alcarraza de agua fresca, aun en las casas mas pobres, como se hallan todavía en Andalucía y Valencia, hasta en los mas apartados pueblos que no tienen manantiales ó rios próximos.

Los romanos tomaron de los griegos y pueblos africanos el uso de aguas, bajo diversas aplicaciones internas y externas, é hicieron estudios científicos sobre estas aplicaciones higiénicas y salutíferas, llegando al mayor refinamiento del lujo en sus costumbres, como hoy todavía no hemos alcanzado: así que dejaron en todos los pueblos por ellos conquistados, asombrosas construccionen balnearias y acueductos y canales de riego para el uso público; cuyas descripciones nos admiran, sin que entremos en detalles de la suntuosidad y sibaritismo con que los mas ricos hacian uso de aguas tibias, heladas ó enfriadas, saturadas y compuestas de sales ó aromas para sus usos internos ó externos, ya como remedio preservativo, higiénico ó placentero, ó ya como curacion para casi todas las enfermedades.

Desde los mas remotos tiempos data el conocimiento experimental de la propiedad de ciertas aguas por sus bondades ó perjuicios. *Herodoto* hace mencion de una fuente portentosa que rejuvenecia á los viejos y á los jóvenes daba la temperancia de la edad madura; y cuenta tambien que habia en Etiopía otra fuente, á cuya virtud debian los etíopes su longevidad. *Pausanias* refiere otra fuente cerca de Argos, que aumentaba los encantos del que bebia y se lavaba en sus aguas, porque en ellas se habia bañado la diosa Juno; y *Plinio* cuenta tambien de otros manantiales que habia en la Arcadia y Campania, que daban fecundidad á las mujeres con solo usarlas.

Todas estas citas que los antiguos sabios refieren de las virtudes de ciertas aguas, las explicaban, las mas veces, por medio de una trasmision teológica ó fabulosa apropiada de sus muchas divinidades, sin que las ciencias médica y la química (hoy su primer auxiliar), y empíricas entonces, investigaran la causa de esas propiedades en la diversa aplicacion terapéutica, y la razonasen científicamente. La química moderna, con su filosofía analítica de descomposicion de cuerpos y sustancias asimilables ó repelentes, ha venido á auxiliar todas las demas ciencias y artes para enseñar *el porqué de todas las cosas*. Al estudio analítico de las aguas y de los gases en todas sus propiedades y aplicaciones, se viene dedicando desde fines del siglo pasado, y son ya tan portentosos los descubrimientos realizados, y de tal magnitud las fuerzas motrices y los nuevos elementos de vida que ha comu-

nicado á todas las ciencias y á todas las artes del saber humano, que bien puede asegurarse que á estos estudios especiales sobre líquidos y gases, con sus múltiples combinaciones y aplicaciones, deben los hombres y los pueblos de la presente generacion un modo tal de ser y de vida tal, que en anteriores generaciones no disfrutaban los mas poderosos y los mas sabios, lo que hoy se pone al alcance de los mas pobres y mas rústicos. Tal es el poder hoy de la química, por efecto de sus modernos adelantos, en todas las industrias, que muchos delirios se creen realizables por la química y la mecánica, cual se soñó en los primeros rudimentos de esta ciencia al buscarse la *piedra filosofal*; y cuyos empíricos descubrimientos dieron origen á la química moderna, como nueva ciencia que ha venido con su filosofía analítica á regenerar todas las demas depurando sus errores y verdades y haciéndolos demostrables por la experimentacion.

II.

El hielo es el estado concreto, sólido, que adquiere el agua sometida á una temperatura baja, determinando ese cambio de estado el punto de partida de la escala termométrica; ó sea el *cero*. Es, pues, el hielo agua cristalizada, cuyos fenómenos de cristalización vamos á exponer ligeramente.

Ordinariamente los cuerpos en su estado natural, al congelarse, sabido es que disminuyen de volúmen; pero el agua ofrece la anomalía inversa de esta ley general: tiene su mayor densidad á los 4° centígrados, y se dilata de los 4° á los 0° al disminuir la temperatura. Por eso el hielo es mas ligero que el agua en estado líquido, y sobrenadan en ella los trozos que de aquél se forman. En un principio los físicos manifestaron opiniones opuestas, sobre si la congelacion empezaba en el fondo ó en la superficie de las aguas, porque las aguas del fondo debian tener mayor temperatura que las aguas superiores: hoy dia la opinion está fija y concluyente por la observacion incontestable de que la congelacion del agua en reposo principia por los bordes de la capacidad que la contiene. Empieza por haces de filamentos, formando ángulos agudos, nunca rectos, que vienen á constituir un tejido que se va espesando á medida que el frio aumenta, hasta formar un sólido concreto. Antes de llegar á este estado, como el agua al helarse aumenta de volúmen, va comprimiendo el núcleo líquido desde las paredes ó bordes de la capacidad en que se halla, y expulsando una parte del aire interpuesto en pequeños glóbulos que se escapan principalmente del fondo y del centro, en burbujas, á veces tan visibles, que tienen 2 ó 3 milímetros de diámetro, segun que la congelacion es mas ó menos pronta.

Como consecuencia de este fenómeno, resulta que el hielo formado repentinamente y que ha perdido poco de su aire interpuesto es opaco; y por el contrario, es mas trasparente cuando se ha formado con mayor lentitud por efecto de una temperatura menos baja. De esta propiedad del agua al congelarse saca un gran partido la fabricacion del hielo, como veremos al tratar del hielo trasparente, al fin de estos apuntes.

En el momento de pasar el agua desde el estado líquido al de sólido opaco ó trasparente, adquiere un volúmen mas considerable, á pesar de perder una gran cantidad de aire atmosférico y de gases que envuelven los glóbulos ó partículas de agua, cuyos gases y aire se escapan ó desprenden, á consecuencia de la presion cristalizadora de la masa en romboedros, que se adhieren unos á otros al solidificarse el agua y formar el hielo. Este aumento de volúmen desde la periferia al centro de la masa congelada, se reconoce á la simple vista al helarse un vaso lleno de agua, porque se rebasan los bordes primitivos del líquido. Tambien se comprueba esta forma de cristalizar y esta fuerza de adherencia de los bordes al centro, en los cuerpos blandos en suspension que flotan en el agua, como el corcho ó la madera, los cuales se quedan incrustados en el hielo y reducido el volúmen de la parte inmergida, cual tapon embotellado.

Muschembrok ha regulado esta fuerza de dilatacion en 27,720 libras, que calculó como necesaria para ocasionar la ruptura de una esfera de cobre llena de agua y herméticamente cerrada, sometida á un considerable descenso de temperatura, abriéndose la esfera en dos trozos y apareciendo helado el contenido interior de la bomba ó esfera, con mayor diámetro.

M. Biot, asociado á los trabajos de Gay-Lussac y de Arago, sobre el poder refrigerante de los gases, bajo la misma influencia de esta fuerza expansiva, consiguió la ruptura de un cañon de fusil, cuyas paredes tenian un dedo de espesor.

El agua al congelarse, vemos, pues, que aumenta de volúmen, y segun que la congelacion es mas intensa y mas duradera, así el hielo que resulta es mas fuerte y mas compacto: bien entendido, que hablamos de los hielos que se forman en nuestros climas; porque en los países del Norte la congelacion se verifica por un exceso tal de accion de la causa originaria, que el resultado es excepcional, y la extremada condensacion del agua aumenta la dureza á un punto que pudiera decirse se verifica una sobre-congelacion. Como ejemplos de la mayor dureza que produce el aumento del frio, puede citarse la terrible helada de 1863, en que resistiendo la superficie del Támesis el paso de los carruajes, se mandó medir el espesor del hielo y no tenía mas de 11 pulgadas. En 1740 se construyó en San Petersburgo, con sillares de hielo,

un palacio de siete metros de altura: y entre otros ejemplos curiosos de esta dureza del hielo, pueden citarse las lentes hechas por Scoresby, físico y capitán ballenero, que tenían las mismas propiedades que las de cristal, de reconcentrar los rayos solares é inflamar algunas materias que se colocaban en su foco.

Parece hallarse en contradicción el hecho de que la congelación repentina, efecto de un gran frío, produzca hielo opaco, por no haberse desprendido gran parte del aire interpuesto, y el hecho de la gran compacidad y admirable transparencia de los hielos del Norte, formados bajo la influencia de un excesivo frío. Este fenómeno se explica por esa acción continuada, que determina una extremada condensación; así es que cristalizando el agua en formas del sistema romboédrico, si se examina un trozo de esos hielos del Norte con lente ó microscopio, se ven esos cristales tocándose por todas sus caras y presentando un todo tan homogéneo, que al atravesarlos la luz no experimenta reflexión parcial sobre las caras interiores, como si fuese un cristal puro.

El hielo natural, la nieve y la escarcha se componen de cristales del mismo sistema, pero entre ellos dejan intervalos que impiden á la luz atravesarlos en línea recta; por eso aparecen como traslucientes respecto á la transparencia perfecta de aquel hielo antes citado. Volveremos sobre estas explicaciones oportunamente.

El estudio especial sobre las congelaciones artificiales de los líquidos para conocer su *calor latente* es muy moderno: Braun en 1759 fué el primero que congeló el mercurio, introduciéndole en una mezcla de nieve y de ácido nítrico, que produce una temperatura de 40° bajo cero. Despretz consiguió hacer muy consistente y viscoso al alcohol, pero sin lograr solidificarle. Algunos líquidos de origen orgánico y el sulfuro de carbono, resisten también á todos los medios conocidos de congelación. De estos estudios han nacido indudablemente los primeros ensayos para producir el hielo artificial en grandes proporciones para las industrias.

El empleo más frecuente hecho hasta aquí del hielo, ha sido el de enfriar las bebidas y el de conservar las sustancias alimenticias. Esta última propiedad del hielo aumenta en su aplicación de día en día, por el mayor consumo que se hace de pescados, efecto de la facilidad de comunicaciones: más adelante citaremos los vagones que en América recorren las vías férreas á distancias fabulosas, trasportando viandas y legumbres conservadas por el hielo.

De esta acción conservatriz del hielo se refiere como ejemplo encomiástico que los rusos hallaron en Siberia, envuelto en un enorme bloque de hielo un animal sin representación viviente en el globo, el *Mammoth*, que es el *Elephas primigenius*. Según *D'Or-*

bigny este bloque, trasportado á las orillas del mar Glacial, dió de sí un individuo, el único completo de esta especie, con sus carnes en buen estado de conservación y hasta su piel cubierta de lanas rojas y de crines negras que tenían hasta 42 centímetros de longitud. Fenómeno curiosísimo de conservación por el hielo, pues que ese animal fué en aquel bloque envuelto hacía muchos miles de años.

El hielo y la nieve son admisibles para los usos domésticos, si son puros; si no lo son, ya por el sitio donde se han formado, ó por el agua que les ha dado origen, pueden ser hasta muy nocivos en algunos casos. Aristóteles, Estrabon y otros, han escrito y afirmado que hasta en el hielo se formaban gusanos.

En nuestros días nos hallamos en posesión de una multitud de fenómenos y aplicaciones, cuya antigüedad contada por siglos nos exige de averiguar quiénes fueron los inventores ó primeros concedores de ellas. El uso de las bebidas enfriadas es una de estas aplicaciones que es necesario ir á buscar en los tiempos remotos, hallando los primeros indicios entre los hebreos.

Salomon en sus *Proverbios*, dice: «Como el frío de la nieve en el día de la siega, del mismo modo el mensajero fiel da reposo al alma de quien la ha enviado:» de donde se deduce que el sabio rey se refería á la nieve conservada por el estío, con destino á enfriar las bebidas.

Los griegos y principalmente los romanos, conocían esa delicia de usar las bebidas frías, añadiendo ese refinamiento más á las voluptuosidades de su mesa.

Horacio alaba mucho el agua refrescada por medio del hielo.

Virgilio en su *Bucólica* (égloga 10) hace marchar á Latona fatigada y anhelante, en busca de agua helada.

Estos poetas, según se lee en una de las citas al encabezar estos apuntes, llegaron hasta resolver de un modo preciso, qué debe ponerse primeramente en el vaso, según prueba este hemistiquio.

*Sextantes Calliste duos infunde falerni
Et super æstivas alcime funde nives.*

En los escritos de Hipócrates se lee que hacía refrescar el agua poniéndola al sereno de la noche, en cántaros que se rociaban con agua frecuentemente, y después se abrigan con paja para preservarla, ya fría, del calor. Como medicamento también se usó desde los primeros tiempos.

Séneca en su libro *Res natura*.

Galeno y otros muchos le citan y establecen sobre él métodos de curación.

En nuestros tiempos es también un eficaz agente terapéutico, y se citan curaciones notables con su auxilio, en casos de fiebre amarilla, cólera y angina lardácea.

Neron fué el primero, segun refiere Plinio, que hizo hervir el agua antes de refrescarla, sin duda porque su médico Andrómaco tomó de Hipócrates este método. En la antigüedad existian ya varias maneras de enfriar el agua, y se comprende perfectamente, siendo una necesidad natural que por medios naturales podian tambien satisfacerse. Galeno cita que en Alejandria y en el Egipto, exponian al viento las vasijas que rociaban con frecuencia. En la India se refresca hoy dia del mismo modo natural el agua del Ganges, aprovechando la grande evaporacion que en aquel país es extremada, exponen las vasijas de estaño cubiertas de un saco remojado frecuentemente, entre tres palos que las sostienen en suspension y oscilantes como un péndulo.

Aristóteles suponía que el agua se refrescaba echando en ella cantos ó pedernales.

Esta necesidad de emplear las bebidas frias rebajadas algunos grados de la temperatura ordinaria en las estaciones de gran calor, ha sido, pues, de todos los tiempos y de todas las civilizaciones, por lo mismo que es una necesidad natural que proporciona un placer inmediato. De aquí el remontarse la vulgar industria de conservar la nieve y los hielos para refrescar las bebidas en verano, á tiempos muy remotos.

En la historia de Alejandro de Macedonia, se lee que obligó á los habitantes de Petra, en Asia, á abrir grandes fosos que llenaban de nieve, cubriendo ésta despues con ramajes y hojas.

Heliogábalo hizo abrir en una altura un gran pozo, donde metia toda la nieve que hacía recoger en las montañas de los alrededores de Roma, para emplearla durante los calores del estío.

Monardes, médico en tiempo de los Reyes Católicos, refiere que los reyes de Granada hacian traer la nieve de los altos picos de su reino; y que su empleo era ya entonces muy general en toda Castilla; y las personas de alta condicion hacian construir edificios para contenerla en las altas montañas. En Francia no fué el uso del hielo tan generalizado ni tan antiguo, porque natural es que los habitantes de los países mas cálidos hayan sido los primeros en proporcionarse ese deleite y hayan discurrido con mayor persistencia sobre los medios de conseguirlo; así es que el uso del hielo, de tan antiguo empleado por hebreos, griegos y romanos en sus placeres de mesa, no era aun muy conocido en Francia hasta fines del siglo xvi.

Cuando Francisco I tuvo en Niza una conferencia con el Papa Pablo III y el emperador Carlos V, al médico de aquel monarca le llamó la atencion ver que se echaban trozos de hielo en el vino para refrescarlo. Los helados propiamente dichos no se conocian en Francia antes de 1660.

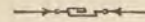
El florentino Procopio sirvió á Luis XIV una especie de confitura helada y fundó una botilleria con su

nombre, que era el punto de reunion de los desocupados de aquel tiempo, cuya botilleria subsistió mas de 200 años con el mismo nombre. Hoy es el consumo de helados un refinamiento del lujo en todos los países, y cuanto mayor es su civilizacion, mayor es tambien ese consumo, pudiendo decirse que si es el hielo el punto de partida para medir la temperatura, tambien mide el grado de cultura, siendo ya una satisfaccion de la que no se privan ni los ricos ni los pobres, en ciertos países.

En América se hace un uso tal del hielo, que puede decirse es un artículo de primera necesidad; y no solo consumen cantidades importantes, sino que dedican otra parte á la exportacion, como veremos mas adelante.

(Se continuará.)

RAFAEL GRACIA CANTALAPIEDRA.
Ingeniero de Minas.



FARO DE EDDYSTONE.

Segun vemos en una nota leida ante la Asociacion británica en Plymouth, por Mr. James N. Douglass, ingeniero del Trinity House, el famoso faro de Eddystone está llamado á desaparecer.

Luego de haber sufrido inalterable desde 1759 los embates repetidos del tempestuoso Canal de la Mancha, la construccion de Smeaton ha venido á flaquear por los cimientos, ó mejor, ya que no la fábrica del faro, ha cedido al ímpetu del mar la roca que lo sostiene.

Se ha observado que á consecuencia de las vibraciones de la torre, producidas por el choque incesante de las olas, vibraciones que se transmiten por los cimientos al suelo, y tambien por la accion directa del mar, el duro gneiss sobre el que está fundada aquélla, se desagrega y desmorona, encontrándose hoy minado en gran parte.

Temiéndose, y con razon, próxima la ruina de faro, se ha determinado en consecuencia erigir otra nueva torre, y reconocida la roca, se ha encontrado á 120 piés del faro una porcion que ofrece todas las garantías apetecibles para asentar sobre ella una construccion duradera.

Al erigir la nueva torre propónese el Trinity House mejorar las condiciones todas del faro actual. Proyéctase el plano focal á 150 piés del nivel de las pleamares, aumentándose así el alcance hasta 19 millas geográficas en vez de las 13 que tiene hoy. El aparato, que es de segundo orden, se cambiará por uno de primero, y la torre llevará tambien las señales de niebla que se consideren mejores.

Algunos entusiastas admiradores de Smeaton proponen desmontar, despues de construida la torre proyectada, el faro actual y trasladarlo al interior, donde se erigiria de nuevo como monumento á la gloria de aquel ingeniero y del pueblo inglés, monumento mas digno por cierto, bajo este concepto, de figurar en el Reino-Unido, que no la célebre aguja de Cleopatra allí trasladada á costa de grandes sacrificios.

U.

ÁRBOL FLEXIBLE.

Aparato de trasmision á distancias variables, cualquiera que sea la inclinacion y la direccion.

Este aparato difiere esencialmente de los empleados de ordinario, pues en vez de ser rígido y fijo, es flexible y puede manejarse á voluntad como si fuera un tubo de caout-chouc.

Tal cualidad permite transmitir á cualquier distancia y siguiendo cualquier direccion un cierto movimiento; y no es el objeto el que ha de trasportarse al sitio donde debe producirse el trabajo, sino, por el contrario, el instrumento ó herramienta es lo que se lleva hasta el objeto. Es evidente que de esta propiedad puede sacarse un partido muy ventajoso, sobre todo cuando se trata de objetos muy pesados.

El *árbol flexible* se compone de un vástago formado por capas concéntricas de resortes de alambre en espiral, resortes arrollados uno sobre otro y en diversos sentidos alternativamente. El número de estos resortes varia evidentemente segun sea el trabajo que deba producirse y la fuerza que se ha de transmitir.

Las diversas espirales están en las extremidades fuertemente unidas entre sí. En un extremo se sujeta una polea con su armadura, la cual recibe el movimiento, bien por la trasmision general, bien por un volante movido á mano; el otro lleva la herramienta, que se sujeta al árbol como las bayonetas á los fusiles.

Los resortes que constituyen el árbol flexible están cubiertos con un cuero grueso, consolidado por el interior con un alambre arrollado, lo cual protege al árbol de los choques.

El montaje es excesivamente sencillo: basta fijar en la trasmision del taller un cono de poleas, colocar la correa de modo que el *árbol flexible* quede suspendido, y para producir adherencia, ejercer una traccion sobre el gancho de la chapa de la polea, ya por medio de un peso, ya por una cuerda sujeta á un punto fijo.

Entre los numerosos trabajos á que el *árbol flexible* puede aplicarse, citaremos los siguientes: taladros en metales; limpieza en el cepillo metálico; pulimento de piedras, trabajos de ebanistería, taracea, car-

ruajes; taladros de minas, canteras y explotaciones hulleras, etc., etc.

Muchos funcionan ya en diferentes partes, y sus precios son bastante económicos, variando desde el núm. 0, de seis milímetros de diámetro, que cuesta 120 francos, al núm. 9, de 34°,5, cuyo precio es de 575.

R. y V.

SECCION MERCANTIL.

MERCADOS ESPAÑOLES.

OVIEDO. — Gijon 1.º de Setiembre de 1877. — Los precios corrientes que alcanzan hoy los carbones asturianos en esta plaza, aunque con algunas variantes convencionales segun clase é importancia de los pedidos, son los siguientes:

Tonelada de 1 000 kilogramos puesta á bordo de los buques por los drops:

	Reales.
<i>Carbon cribado</i> seco, gran llama, para vapores.	74
» » medio graso para la industria y vapores.	74
» » graso para la metalúrgia.	74
» » para gas, rendimientos en gas, 28 á 30 metros por cada 100 kilogramos de carbon.	78
» » rendimientos en coke, del 62 al 66 por 100.	78
<i>Menudos</i> para gas, rendimientos, 26 á 28 metros por cada 100 kilogramos de carbon.	62
» rendimiento en coke del 60 al 62 p. 100	60
» carbon especial para fraguas.	30
» bruto para caleros.	36
» lavado, carbon seco.	42
» » » graso y medio graso.	42
<i>Aglomerados</i> á 74 reales los 1 000 kilogramos.	
<i>Coke</i> 95 id. id.	

En los cargaderos no hay existencias y la extraccion diaria se coloca fácilmente en el mercado, aunque á decir verdad, está bastante limitada para poder dejar satisfechos á los mineros, que podrian suministrar cantidades mucho mayores.

HIERROS. — Nótase alguna mayor actividad en las grandes fábricas de Astúrias. Los precios presentan tendencia al alza.

MERCADOS EXTRANJEROS.

CARBONES. — Los mercados francés y belga siguen presentando el mismo aspecto indiferente, reinando la misma calma y la ausencia de negocios. En Ingla-

terra se pide hoy mucho para la exportacion, sobre todo, el carbon para gas y para uso doméstico.

HIERROS. — En Bélgica los precios lejos de tender al alza, parece que descienden de dia en dia, y en Francia no ha cambiado sensiblemente la situacion anterior. En Inglaterra parecia que empezaba alguna animacion; pero duró bien poco, en cuanto se conocieron los datos estadísticos que acusin un aumento en las existencias á pesar de la escasa produccion, debido á las escasas ventas del mes de Agosto.

COBRE. — Escasa animacion en el mercado de metales; algunas clases de cobre han bajado en la plaza de Lóndres y otras están estacionarias. En las demas plazas no ocurre nada digno de mencion.

PLOMO. — En el mercado de Lóndres el plomo español vale L. 19-2-6 á 19-15. En París el mismo, á entregar en el Havre, 50 francos. En el Havre el plomo dulce español de 1.^a fusion 50,50 á 51 francos los 100 kilogramos. En Hamburgo la marca Rein y comp.^a 24 á 25 marcos. En Stettin 52 á 53 marcos y en Rotterdam 13 $\frac{1}{4}$ florines, la misma procedencia.

MERCADO DE METALES.

LÓNDRES 17 DE AGOSTO.

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
Laton.						
Planchas, por libra.....	»	»	»	»	»	40 $\frac{1}{2}$
Yellow metal.....	»	»	7 $\frac{1}{2}$	»	»	7 $\frac{3}{4}$
Cobre.						
Barras de Chile, por tonelada..	67	10	»	68	»	»
English tough best.....	73	»	»	76	»	»
Planchas.....	78	»	»	79	»	»
Hierros.						
Welsh, barras, por tonelada...	»	62	»	»	80	»
Staffordshire, d ^o	»	50	»	»	85	»
Fundicion núm. 4, Cleveland..	»	44	6	»	»	»
Plomo.						
Inglés, por tonelada.....	20	»	»	20	5	»
Español.....	49	45	»	49	17	6
Planchas.....	22	»	»	22	10	»
Plata.						
Onza.....	»	4	40 $\frac{1}{2}$	r	»	»
Azogue.						
Frasco.....	7	45	»	r	r	»
Acero.						
Fundido de 1. ^a , por ton.....	34	»	»	50	»	»
Inglés para resortes.....	44	»	»	22	»	»
Estaño.						
Straits, por tonelada.....	64	40	»	65	»	»
Banca.....	»	»	»	»	»	»
Inglés refinado.....	75	»	»	78	»	»
Hojas de lata.						
De leña I. C., por caja.....	»	21	»	»	22	»
De coke, id.....	»	49	»	»	20	»
Zinc.						
Planchas inglesas, por tonelada.	40	45	»	44	»	»
Alambre.....	46	40	»	49	40	»

Carbones.

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
Newcastle y Durham, por ton..	6	8	»	»	11	6

Coke.

Durham, por tonelada.....	»	20	»	»	22	»
Cleveland.....	»	9	6	»	11	»

U.

NOTICIAS.

Preventivo contra el humo.—Para impedir la sofocacion por el humo, basta echarse por la cabeza una funda de almohada empapada en agua, á la cual se haya abierto un agujero á la altura de los ojos para ver el camino. La experiencia enseña que este es el mejor medio provisional de que puede echarse mano en caso de apuro. El vicealmirante inglés Jernigham dice, que cuando mandaba en Plymouth el buques-escuela *Cambridge*, hizo el primer experimento con el respirador de una funda de almohada. Para esto quemó unas 12 libras de pólvora suelta en un rincon del puente del buque, rodeado de una especie de biombo, siendo tan denso el humo producido, que aun los que se hallaban fuera del sitio cercado tuvieron que echarse boca abajo en el puente para respirar. Se le encasquetó á un marinero en la cabeza una funda mojada de almohada ordinaria, con un agujero para los ojos, y con una manga para apagar incendios en la mano entró en el cuarto, donde permaneció diez minutos sin novedad.

Así como en la época del frio se buscan los medios de abrigar y calentar los edificios, en la época del calor no se sabe cómo refrescar las habitaciones de un modo económico.

Hace poco tiempo que se ha ensayado el siguiente método para enfriar la atmósfera de cualquier habitacion durante la canícula. Consiste en colgar una sábana ó frazada, por la parte de afuera de una ventana en la cual dé el sol. El lienzo está empapado de agua, y la evaporacion produce una temperatura deliciosa en el cuarto. Fácil es mantener la humedad en la sábana, poniendo encima de la ventana un tubo lleno de agua y un pedazo de franela que actúe como sifon, poniendo en contacto el agua con la sábana. Tambien el tubo puede estar cerrado en los extremos, y llevar abiertos en todo su largo pequeños agujeros por donde se escape el agua poco á poco. La ventana, por supuesto, ha de estar abierta.

Noticias recibidas últimamente de Nueva-York confirman los satisfactorios resultados que presenta la explotacion del camino de hierro aéreo de dicha ciudad. Se designa con este nombre en Nueva-York una via férrea, sustentada por una sola fila de columnas

de fundicion á 4,50 metros sobre el piso de la calle.

Hay una compañía para explotar este sistema; bajo la denominacion de *New-York elevated railroad Company*. Autorizada con este objeto, comenzó en 1867 y terminó en 1870 una línea que comienza cerca de la Bateria, en el extremo Sur de la ciudad, y sube unos cuatro kilómetros por la avenida novena, la de Washington, hasta la estacion del camino de hierro Hudson River.

Las columnas de fundicion que sostienen la via tienen 0^m,20 de diámetro, y se hallan á distancia unas de otras de 7^m,50. Cada una de ellas se bifurca en su parte superior, en sentido perpendicular al de la via, para recibir una traviesa, en la que descansan dos viguetas de hierro que sostienen los carriles. En las aceras, y á distancias de 800 metros, se han instalado máquinas, de las que cada una pone en movimiento un tambor, al que se arrolla un cable remolcador.

La regularidad del plano de las ciudades americanas se presta desde luego á este género de instalacion, cuyo establecimiento no podria ensayarse en Europa.

Segun los datos que contiene el *Prontuario alfabético-geográfico-estadístico y administrativo*, publicado recientemente por el Sr. Guillen, jefe de negociado en el Ministerio de la Gobernacion, pueden clasificarse las capitales de las provincias de la Península é islas adyacentes segun el número de habitantes en el órden siguiente:

Madrid, 367 284; Barcelona, 215 965; Valencia, 153 457; Sevilla, 118 888; Málaga, 97 943; Murcia, 82 620; Zaragoza, 67 539; Granada, 60 500; Cádiz, 57 020; Palma de Mallorca, 54 421; Valladolid, 44 871; Córdoba, 44 418; Santander, 39 011; Almería, 34 315; Oviedo, 31 880; Coruña, 29 823; Alicante, 28 909; Bilbao, 26 357; Búrgos, 24 426; Pamplona, 22 654; Castellon, 21 929; Lugo, 21 699; Jaen, 20 998; Tarragona, 19 002; Pontevedra, 18 997; Vitoria, 18 684; Gerona, 18 606; Lérida, 18 421; Badajoz, 17 970; San Sebastian, 17 902; Toledo, 17 273; Albacete, 16 626; Salamanca, 16 292; Santa Cruz de Tenerife, 14 482; Zamora, 14 197; Palencia, 13 201; Logroño, 12 756; Huelva, 11 722; Ciudad-Real, 11 684; Orense, 10 955; Cáceres, 10 844; Segovia, 10 346; Teruel, 10 342; Leon, 10 296; Huesca, 10 246; Ávila, 7 963; Cuenca, 6 931; Guadalajara, 6 574, y Soria, 6 320.

Oxidacion del hierro.—Generalmente se cree que la oxidacion del hierro tiene por causas principales la humedad y el oxígeno. Sin embargo, segun los experimentos del Dr. Calvert, resulta que el ácido carbónico es el agente principal de tal efecto, y sin el cual las otras sustancias ejercen una influencia insignificante.

En el oxígeno seco el hierro no se oxida nada, y muy poco cuando contiene humedad, mientras que la oxidacion es sumamente rápida en una mezcla de ácido carbónico húmedo y oxígeno. Si se sumerge en agua saturada con oxígeno una pieza de hierro pulimentada, se oxida muy poco; pero si se añade ácido carbónico, se verifica la oxidacion con tanta rapidez que se da lugar á un precipitado oscuro en muy corto tiempo.

De aquí puede deducirse, que preservando el hierro del contacto del ácido carbónico húmedo se puede evitar fácilmente su oxidacion.

Ciudad submarina.—Segun vemos en los periódicos suizos, y especialmente en la *Gaceta de Laussane*, se ha descubierto una ciudad submarina en el fondo del lago Lemán, cerca de la aldea de Saint-Prex.

Unos buzos hallaron primero un vaso antiguo de forma etrusca, y sospecharon la existencia de una ciudad por las irregularidades simétricas del fondo del lago. Despues hicieron exploraciones las autoridades municipales de Morges y Saint-Prex y descubrieron bajo una capa de fango los tejados de las casas. Hasta ahora no se ha hecho la exploracion en grande escala, como se propone hacerla el canton de Vaud; pero en lo que se ha podido descubrir hay unas doscientas casas de ladrillo rojo y una gran torre cuadrada que se eleva hasta 15 piés de la superficie del lago, y que se creia una roca.

Cuando se lleven á cabo las excavaciones tendremos una ciudad sepultada en el agua, como ya existen otras sepultadas en tierra y en lavas.

Por el Ministerio de Hacienda, se ha cedido al cardenal arzobispo de Toledo el solar de la derribada casa del Platero, para construir en él un nuevo templo dedicado á Santa María de la Almudena.

Madera incombustible é impermeable.—Un nuevo procedimiento para conseguir este doble objeto es el adoptado por el Sr. Jolacci. Las sustancias empleadas son: sulfato de zinc, 55 lib.; potasa americana, 22 libras; alumbre amoniacal, 44 lib.; óxido de manganeso, 22 lib.; ácido sulfúrico á 60°, 22 lib.; agua de río, 55 lib. Estas sustancias, con excepcion del agua y el ácido sulfúrico, se mezclan en una caldera, en la que se echa el agua á una temperatura de 45°, y cuando ha tenido lugar la solucion, se vierte poco á poco el ácido.

Para preparar la madera, se coloca en una capacidad conveniente, sobre una rejilla, y separadas las piezas por intervalos de cinco milímetros. En este estado, se inyecta la composicion por medio de una bomba, hasta llenar completamente el receptáculo, y

se pone en estado de ebullicion durante tres horas. Despues se saca la madera y se seca al aire libre.

Segun el inventor de este nuevo procedimiento, se convierte la madera en un cuerpo petrificado, y las mas intensas llamas solo carbonizan muy poco la superficie.

Aplicacion del teléfono.—Hasta ahora no se habia podido establecer comunicacion oral en minas de gran profundidad con la superficie exterior del suelo; pero se ha ensayado en Inglaterra con este fin el teléfono, habiendo dado muy buenos resultados. El aparato unido á un alambre de cobre recubierto, se bajó por el pozo de ventilacion de una profunda mina, y al cabo de un cuarto de hora se oia con toda claridad arriba lo que se hablaba en el fondo, demostrando su conveniencia para las minas en estas condiciones. Hicieron uso del aparato personas que nunca le habian visto ni le conocian, encontrándole sencillo, eficaz, barato y de fácil instalacion. Un aparato de alarma llama la atencion en un extremo cuando se quiere hablar desde el otro.

Conforme á nuestras indicaciones, y á propuesta del Sr. Concha y Alcalde, arquitecto y concejal del Ayuntamiento de Madrid, ha acordado éste prorogar hasta cuatro meses el plazo de admision de los proyectos de la Necrópolis y variar las escalas de los planos. (Véanse las noticias oficiales.)

SECCION OFICIAL.

Gacetas de Setiembre de 1877.

MINISTERIO DE FOMENTO.

Gaceta del 7.—Real decreto de 5 de Setiembre de 1877 estableciendo un aumento en los derechos de carga y descarga de las mercancías en el puerto de Bilbao destinado á las obras del puerto.

Real decreto de 5 de Setiembre de 1877 creando una comision con objeto de determinar el estado de la ganaderia en España y las causas de su decadencia.

MINISTERIO DE LA GOBERNACION.

Gaceta del 8.—Real orden de 28 de Agosto de 1877 disponiendo que á los 10 dias, á contar de la fecha de la Real orden, se proceda á nueva subasta para la construccion de la linea telegráfica desde la estacion del ferro-carril de Zaragoza á la estacion de telégrafos del Estado en la misma poblacion.

CONCURSOS.

La importancia de este concurso nos obliga el copiar íntegro el anuncio de la *Gaceta*.

AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE MADRID.—*Secretaría.*—La excelentísima Corporacion municipal de esta villa ha tenido á bien acordar en sesion de 5 del actual que los artículos 2.º de las bases y 3.º de la Instruccion que para los proyectos referentes á la construccion de una Necrópolis fueron publicados en la *Gaceta de Madrid* de 19 de

Agosto próximo pasado, sean sustituidos por los que á continuacion se expresan:

«Art. 2.º Los trabajos deberán presentarse en la Secretaría del excelentísimo Ayuntamiento dentro del plazo de cuatro meses á contar desde la fecha de la publicacion de este concurso hasta las doce del dia en que espire.

Art. 3.º La planta de los edificios comprendidos podrá acompañarse á una escala de 1 por 200, ó sean 0,005 milímetros por metro, y además los alzados de aquellas partes que se juzguen dignas de ser representadas para dar idea del estilo y carácter arquitectónico.»

Lo que se pone en conocimiento de los Sres. Arquitectos que hayan de tomar parte en el concurso á los efectos oportunos.

Madrid 19 de Setiembre de 1877.—P. A. del Sr. Secretario, el Oficial mayor, Juan Sanz y Melendez.

VACANTES.

Toledo.—El Ayuntamiento anuncia en la *Gaceta* del 18 la provision por concurso de la plaza de arquitecto municipal con sueldo de 2500 pesetas y gratificacion de 500.

SUBASTAS.

Valencia.—El 26 del presente se subastará la adquisicion de 1200 toneladas de carbon de piedra por 48150 pesetas. (*Gaceta* del 11.)

Idem.—En el mismo dia 26 se adjudicarán en subasta 500 metros cúbicos de piedra para el afirmado de los muelles por 4312,50 pesetas.

Orense.—El 23 de Octubre la Diputacion provincial subastará la continuacion de las obras de la primera seccion del camino de Borborá al confin de la provincia de Pontevedra por 148842,70 de peseta.

NOTICIAS OFICIALES.

Compañía general española de tranvías.—Publica la *Gaceta* del 16 la escritura por la cual segun acuerdo del Consejo queda aumentado el capital con 250000 pesetas.

Banco de España.—La *Gaceta* del 12 publica las condiciones bajo las cuales se procederá al pago de los intereses y amortizacion de las obligaciones del Banco y Tesoro de las series interior y exterior creadas por la ley de 3 de Junio de 1876.

Sociedad económica Matritense.—La *Gaceta* del 13 publica el programa ordinario para los premios que esta Sociedad concederá en 1877.

La Venturosa.—Se requiere á los accionistas de la mina *Limosnera* para que satisfagan los dividendos en el término de 15 dias bajo pena de declarar caducadas sus acciones. (*Gaceta* del 13.)

Compañía del ferro-carril del Norte.—El 21 del presente se procederá al sorteo para la amortizacion de 63 obligaciones hipotecarias especiales del ferro-carril de Alar á Santander de las emitidas en 8 de Mayo de 1874. (*Gaceta* del 15.)

Banco hipotecario de España.—Desde el 1.º de Octubre queda abierto el pago del noveno cupon de las cédulas de esta Sociedad. Tambien se abre el pago en dicho dia de las cédulas amortizadas en el último sorteo. (*Gaceta* del 16.)

Ferro-carril del Norte.—La Compañía celebrará subasta para adquirir 60000 kilogramos de aceite de oliva el 1.º de Octubre.

Idem.—Desde 1.º de Octubre se pagará el cupon número 7 de las obligaciones emitidas en virtud del contrato de compra del ferro-carril de Alar. (*Gaceta* del 16.)

La Esperanza, sociedad minera.—La *Gaceta* del 19 inserta la copia de escritura de constitucion de la nueva Sociedad (Linares).

NOTA. El exceso de material y el carácter especial de nuestra publicacion, nos impide publicar en la sucesivo los Avisos á los navegantes que se publican en la *Gaceta*.