

JOSE E. PINOCHET LE-BRUN  
Profesor de Ciencias Físicas i Naturales

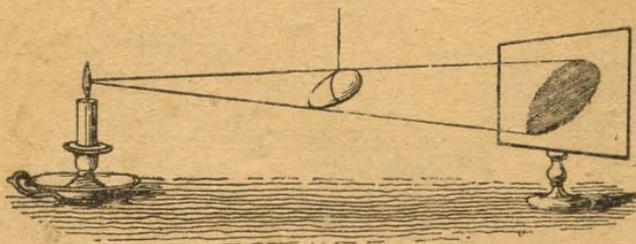
---

LECCIONES  
DE *BIBLIOTECA NACIONAL  
SECCIÓN CONTROL*  
FÍSICA, QUÍMICA I COSMOGRAFÍA

---

TESTO ARREGLADO EN CONFORMIDAD A LOS PROGRAMAS VIENTES

LIBRO I



CUARTA EDICION

---

SANTIAGO DE CHILE  
LA COMPAÑIA AMERICANA  
135, CALLE AHUMADA

---

1902







JOSÉ E. PINOCHET LE-BRUN  
Profesor de Ciencias Físicas i Naturales

T  
530  
P657e  
1902  
1<sup>o</sup>

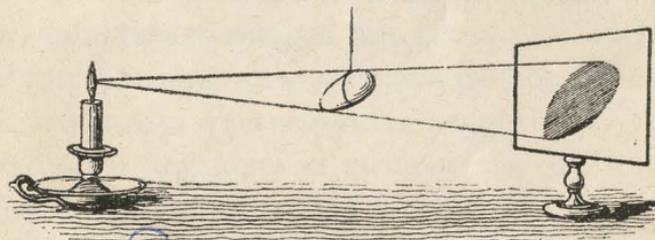
---

**LECCIONES**  
DE  
**FÍSICA, QUÍMICA I COSMOGRAFÍA**

---

TESTO ARREGLADO EN CONFORMIDAD A LOS PROGRAMAS VIENTES

**LIBRO I**



2. 11206

**CUARTA EDICION**

SANTIAGO DE CHILE  
**LA COMPAÑIA AMERICANA**  
135, CALLE AHUMADA

1902

MUSEO PEDAGOGICO  
CARLOS JOAQUIN URIZ  
BIBLIOTECA

---

ES PROPIEDAD DE LA COMPAÑÍA AMERICANA

---

13 OCT. 1981

---

Impreso por la IMPRENTA MODERNA, 2015 Moneda, Santiago.



## PRÓLOGO DE LA 3.<sup>a</sup> EDICION

---

Tengo la satisfaccion de ofrecer por tercera vez a mis honorables colegas mis LECCIONES DE FÍSICA I QUÍMICA, primer año, adicionadas con la materia de Cosmografía que, segun los programas vijentes, corresponde tambien al primer año de humanidades.

La edicion anterior de estas LECCIONES apareció juntamente con el material de II i III años. He preferido, sin embargo, darles ahora la forma que tuvo la primera edicion, porque la esperiencia me ha demostrado que hai ventaja para los alumnos en ofrecerles la materia de cada año en testos separados.

Creo innecesario repetir aquí que estas LECCIONES están destinadas a servir a los alumnos para

que repasen en ellas la materia que, objetiva i experimentalmente, habrá tratado de antemano el profesor.

Me permito, sin embargo, recomendar a mis colegas que exijan a los alumnos el mayor número de ejercicios—ya sean éstos orales o escritos—tanto para desarrollar en ellos el espíritu de investigación, como para fijar en la forma mas completa los conocimientos adquiridos.

El señor Cárlos Malsch, profesor de química de la Universidad, designado para que informara a la Facultad de Filosofía i Humanidades a cerca del valor de estas **Lecciones** como testo de enseñanza, recomienda su aprobacion, i entre otras cosas dice lo siguiente, en un fragmento de su

#### INFORME

*“Las **Lecciones** del señor Pinochet Le-Brun corresponden al primer año de humanidades i tratan toda la materia de enseñanza prescrita para este año en los programas respectivos de instruccion secundaria, de una manera correcta, bastante detallada i sobre todo fácilmente*

**comprensible para la inteligencia no perfectamente desarrollada de un niño”.**

Este informe fué aprobado por la Facultad de Humanidades.

EL AUTOR.

Talca, Diciembre de 1899.







## LECCIONES DE FÍSICA

---

### 1

#### PESO DE LOS CUERPOS.—EL HILO A PLOMO

Los cuerpos, cuando se abandonan en el espacio **caen**, es decir, se precipitan sobre el suelo. Esto se debe a que la Tierra posee una fuerza poderosa que tiende a atraer todos los cuerpos a su centro. Esta fuerza se llama **gravedad**.

Cuando queremos levantar un cuerpo cualquiera, o sea, separarlo de la superficie de la Tierra, tenemos que hacer un esfuerzo, pues la gravedad trata de llevarlo al centro.

*El esfuerzo que hacemos para impedir que un cuerpo caiga es el **peso** del cuerpo.*

*Experimento 1.º*—Si en una pieza en que hai aire echamos humo de cigarro, ¿hácia donde se dirige el humo?

¿Qué sucederia con el humo si en la pieza no hubiera aire?

Como se vé, en el aire los cuerpos que pesan ménos que él suben en vez de bajar.

*Esp. 2.º*—Atemos en el extremo de un hilo un cuerpo cualquiera i dejémoslo caer, sujetando el otro extremo del hilo.

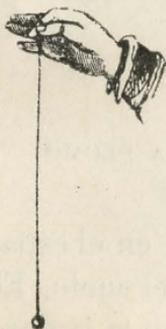


Fig. 1

Repitamos el experimento con muchos cuerpos.

¿Qué posicion toma el hilo?

¿Qué línea recorren los cuerpos al caer?

Esta línea, por su posicion, se llama **la vertical**.

Si atamos en el extremo de un hilo una bolita de plomo i lo dejamos tomar la posicion vertical, tendremos lo que se llama un **hilo a plomo o una plomada** (Figura 1).

¿Para qué puede servir el hilo a plomo?

¿Hai algunos objetos que necesitan estar en posicion vertical? Indíquense algunos.

Para averiguar si una muralla está vertical bas-

ta aplicarle al lado, en la parte superior, el hilo de la plomada: si forma ángulo con ella, o sea, si se aparta mas en la parte inferior que en la superior la muralla no está vertical i se dice que se halla *desplomada*.

¿Qué fuerza obliga a los cuerpos a caer sobre la superficie de la Tierra? A causa de esta fuerza ¿qué propiedad poseen los cuerpos? Indíquense algunos cuerpos que en vez de caer se retiran de la superficie de la Tierra. ¿Por qué sucede esto? ¿Qué direccion siguen los cuerpos al caer? ¿Qué es el hilo a plomo? ¿Para qué sirve?

## 2

### CAIDA DE LOS CUERPOS

*Esperimento 1.º*—Tomemos dos monedas de veinte centavos i desde una misma altura dejémoslas caer a un mismo tiempo.

¿Cuál de las dos cae con mayor lijereza?

*Esp. 2.º*—Tomemos dos hojas de papel de la misma superficie i del mismo peso; dejémoslas caer como en el esperimento anterior.

¿Qué sucede?

*Esp. 3.º*—Hagamos lo mismo con dos motas iguales de algodón, bien escalmenadas.

¿Qué se observa?

¿Qué relacion hai entre las superficies de los cuerpos empleados en los esperimentos anteriores?

¿Qué relacion hai entre los pesos de los mismos cuerpos?

*¿Qué sucede cuando se dejan caer desde cierta altura cuerpos de igual superficie e igual peso?*

*Esp. 4.º*—Tomemos ahora una de las hojas de papel empleadas en el esperimento 2.º i arruguémosla hasta reducir lo mas posible su tamaño.

En seguida dejémosla caer junto con la hoja estendida.

¿Cuál cae con mayor lijereza?

¿Qué relacion existe entre el peso de las dos hojas?

¿Cuál tiene mayor superficie?

*Esp. 5.º*—De las dos motas de algodón empleadas en el esperimento 3.º comprimamos una entre los dedos hasta disminuir bastante su volúmen; dejémosla caer en seguida junto con la mota escarmenada.

¿Cuál cae con mayor lijereza?

¿Qué relacion existe entre el peso i la superficie de las dos motas?

¿Qué sucede cuando se dejan caer cuerpos de igual peso i de diversa superficie?

La causa de que los cuerpos que tienen mayor superficie caigan con mas lentitud es la resistencia del aire.

*Esp. 6.º* Dejemos caer horizontalmente i a un mismo tiempo una moneda de veinte centavos i un disco de papel de la misma superficie. (Fig. 2).



FIG. 2



FIG. 3

¿Cuál cae con mayor rapidez?

*De dos cuerpos de igual superficie i de diverso peso, ¿cuál cae con mayor lijereza?*

*Esp. 7.º* Coloquemos sobre una moneda, puesta horizontalmente, un disco de papel de una super-

ficie un poco menor que la de la moneda; dejemos caer en seguida ambos cuerpos. (Fig. 3).

¿Qué se observa?

¿Por qué caen a un mismo tiempo estos cuerpos siendo que separados cae uno mucho mas tarde que el otro?

Para responder a esta pregunta debemos tener presente que la moneda ocupa un lugar en el espacio i que cuando ella se mueve, el lugar que ántes ocupaba queda vacío por un instante. Por este motivo la moneda dejará un vacío detras de sí en toda su carrera, de modo que el disco de papel no experimenta la resistencia del aire.

¿Qué diferencia hai entre la rapidez del disco de papel al caer en el aire i al caer en el vacío?

La resistencia que el aire opone a la moneda en unos dos metros de caída es insignificante, de modo que su rapidez al caer en el aire es casi exactamente la misma que en el vacío.

Si la moneda i el disco de papel estuvieran en un espacio vacío, ¿con qué rapidez caerian ámbos cuerpos?

*¿Cómo caen los cuerpos en el vacío? \**

---

(\*) Si el profesor tiene un tubo de Newton de que disponer podrá hacer mas evidente esta conclusion.

### 3

#### EL NIVEL DEL AIRE

Si colocamos el hilo a plomo sobre la superficie del agua tranquila de un depósito, veremos que ésta tiene una dirección perpendicular a la vertical.

Todo plano perpendicular a la vertical se llama **plano horizontal**.

Así como el hilo a plomo sirve para indicar la posición vertical, hai un aparatito que indica la dirección horizontal. Este es el **nivel de aire**.

Tomemos un tubito de vidrio de unos diez centímetros de largo, cerrado por uno de sus extremos i acodado suavemente en el medio; echémosle agua i tapemos el extremo abierto de modo que quede adentro una burbuja de aire. Coloquemos este tubo en una tablita acanalada i fijémoslo bien a ella de modo que la parte acodada quede hacia arriba. Con esto habremos construido un *nivel de aire*.

Demos al aparatito una dirección oblicua. ¿Dónde quedará la burbuja de aire?

Coloquemos el instrumento sobre una tabla que

esté flotando en el agua. ¿Dónde se colocará la burbuja?

Si el agua está tranquila, ¿qué posición tendrá la tabla?

Señalemos con una lima de acero las partes del tubo que coinciden con los extremos de la burbuja.

Si colocamos sobre un plano horizontal este aparato, ¿dónde se detendrá la burbuja?

Cuando la burbujita de aire se coloque entre las dos rayitas marcadas en el nivel, ¿qué posición tendrá éste?

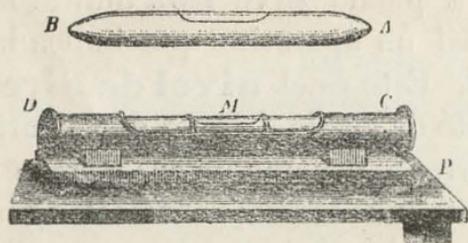


FIG. 4

mente acodado en el medio i que contiene en su interior agua i una burbuja de aire.

Este tubo está dentro de una cajita metálica, i la burbuja debe quedar en el centro del tubo, en la parte M, cuando esté el aparato en posición horizontal.

Con el mismo objeto que el nivel de aire puede servir el aparatito que representa la figura 5, for-

El aparatito que representa la figura 4 es un nivel de aire i está compuesto de un pequeño tubo A B, ligeramente

MUSEO PEDAGOGICO  
CARLOS GUARDU ORTIZ  
BIBLIOTECA

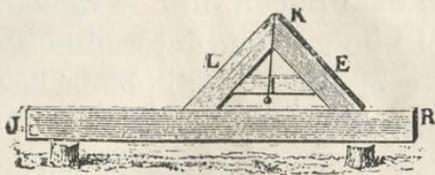


Fig. 5

mado por tres listones de madera que forman un triángulo isóceles  $LKE$ , i cuya base  $LE$  tiene una señal que marca exactamente el medio. Si hacemos que desde el vértice  $K$  cuelgue una plomada, ésta pasará por la señal cuando el aparato se halle sobre un plano horizontal. En caso contrario, habrá que levantar o bajar uno de los extremos.

En la figura 5 el tablon  $JR$  ¿está horizontal? Si no está, qué extremo habrá que levantar?

¿Qué posición tiene un plano horizontal con respecto al hilo a plomo? ¿Con qué aparatos puede determinarse si un plano es horizontal?

#### 4.

### ESPERIMENTOS ACERCA DEL CENTRO DE GRAVEDAD

*Experimento 1.º*—Tomemos un pedazo de carton; suspendámoslo atravesándolo por un alfiler al-

rededor del cual pueda jirar, i fijémoslo en la pared. Con el hilo a plomo determinemos la vertical que pasa por el alfiler e indiquémosla en el carton por una línea (Fig. 6).

Suspendamos en seguida el carton por otro punto cualquiera, A, i tracemos sobre él la vertical que pasa por el alfiler, cuando el carton queda quieto.

Hagamos lo mismo suspendiendo el carton por otro punto, B por ejemplo.

¿Qué sucede con las tres verticales trazadas?

Suspéndase el carton por otros puntos i trácense las verticales que pasan por los puntos de suspension.

¿Qué sucede con estas nuevas verticales?

El punto en que se unen las verticales se llama **centro de gravedad**.

Repítanse los esperimentos anteriores con varios otros cuerpos.

*Si se suspende un cuerpo sucesivamente por di-*

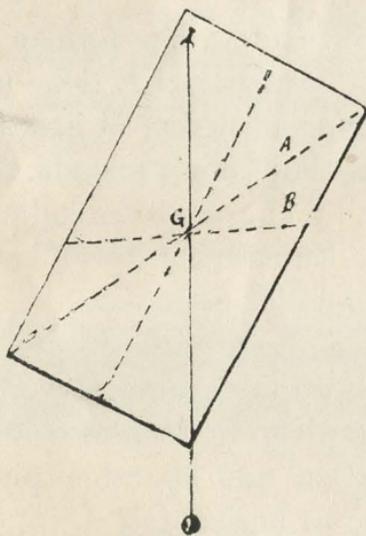


FIG. 6

*ferentes puntos i se le deja reposar ¿por dónde pasa siempre la vertical del punto de suspension?*

Determinemos en la misma forma el centro de gravedad de una argolla de metal, o de un anillo de lata o de carton, suspendiendo estos cuerpos por un hilo (Fig. 7).

¿Dónde se encuentra ahora el centro de gravedad?

Como se vé, hai casos en que el centro de gravedad no se encuentra en el cuerpo mismo, sino fuera de él.

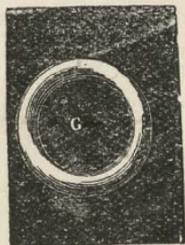


FIG. 7

En los cuerpos de forma simétrica, compuestos de una materia homogénea, el centro de gravedad se halla en el centro del cuerpo.

Así en la esfera se halla este punto en el centro; un cilindro o un prisma rectos u oblicuos tienen el centro de gravedad en la mitad del eje. En un cono o en una pirámide se encuentra el centro de gravedad en la cuarta parte de la línea que une el vértice con el centro de la base, a partir de ésta.



5.

NOCIONES ACERCA DEL EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS

*Experimento 1.º*—Tomemos una tablita de forma regular; determinemos su centro de gravedad; atravesémosla por un eje en uno de sus extremos i esperemos que la tabla deje de moverse (Fig. 8).

El estado en que se encuentra ahora se llama **equilibrio**.

Desviemos este cuerpo de la posición de equilibrio i abandonémoslo a sí mismo. ¿Qué sucede después de un rato?

Como este equilibrio, una vez perdido, se recobra fácilmente, se llama **equilibrio estable**.

Tracemos la vertical que pasa por el eje.

¿Dónde se encuentra el centro de gravedad cuando el cuerpo se halla en equilibrio estable?

Como se vé, *un cuerpo suspendido por un eje tiene equilibrio estable siempre que su centro de gravedad se halle en la vertical del eje de suspensión i bajo este eje.*

¿Podría hallarse el centro de gravedad en la vertical del eje de suspensión, pero *encima* de este eje?



FIG. 8

*Esp. 2.º*—Hágase el experimento (Fig. 9).

¿Puede mantenerse en equilibrio el cuerpo en esta posición?

Este equilibrio, una vez perdido, ¿se recobra fácilmente?

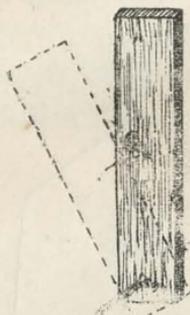


FIG. 9

Por tener propiedades contrarias al equilibrio estable, se llama éste *equilibrio inestable*.

*Un cuerpo suspendido por un eje se halla en equilibrio inestable cuando su centro de gravedad está en la vertical del eje i sobre éste.*

*Esp. 3.º*—Suspendamos el mismo cuerpo por un eje colocado en su centro de gravedad (Fig. 10).

¿Sobre qué vertical se halla el centro de gravedad?

Demos a este cuerpo diversas posiciones.

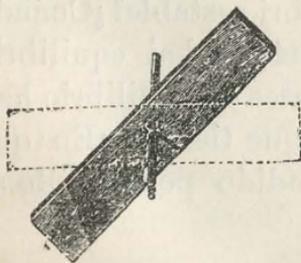


FIG. 10

¿En cuántas posiciones puede permanecer en equilibrio?

El cuerpo, en la figura 10, se halla en *equilibrio indiferente*.

*Para que un cuerpo suspendido por un eje ad-*

*quiera este equilibrio es necesario que el centro de gravedad se halle en el eje de suspension.*

*Esp. 4.º — Determinemos el centro de gravedad de un pedazo de carton i suspendámoslo por un hilo (Fig. 11).*

¿Dónde se encuentra el centro de gravedad cuando el carton está en equilibrio?

Como podrá notarse, *un cuerpo suspendido por un hilo sólo tendrá equilibrio cuando su centro de gravedad se halle en la prolongacion del hilo.*

¿Cuántas clases de equilibrio puede tener un cuerpo suspendido por un eje? ¿Qué condicion es indispensable para que un cuerpo suspendido por un eje tenga cualquier clase de equilibrio? ¿Cuándo hai equilibrio estable? ¿Cuándo hai equilibrio inestable? ¿Cuándo hai equilibrio indiferente? ¿Por qué estas clases de equilibrio han recibido las denominaciones que tienen? ¿En qué condiciones un cuerpo suspendido por un hilo se halla en equilibrio?

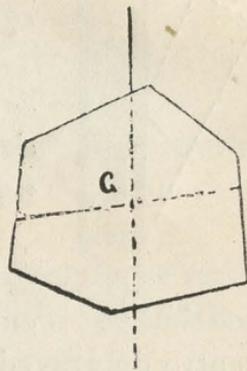


FIG. 11

6.

LA PALANCA

*Esperimento 1.º*—Tomemos una barra de madera o de metal, de unos cincuenta centímetros de largo, i suspendámosla por un hilo atado en su parte media i sujeto en un punto fijo. Pongamos en uno

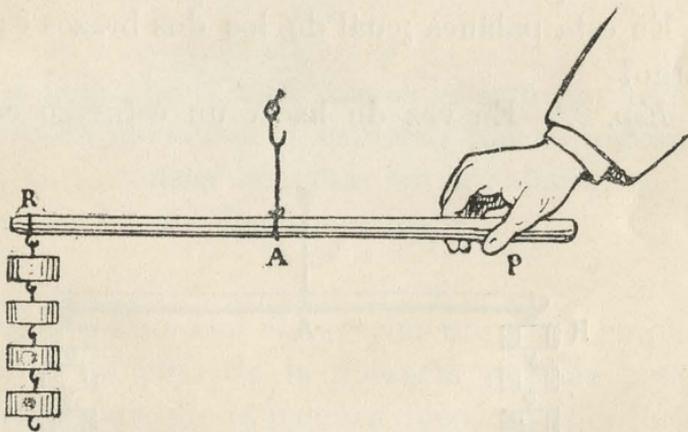


FIG. 12

de los extremos de la barra cierto número de pesas i hagamos sobre el otro extremo un esfuerzo para levantarlas (Fig. 12).

La barra es, en este caso, un aparato que en física se llama **palanca**.

La parte central A se llama *punto de apoyo*; el esfuerzo hecho en un extremo de la palanca para levantar las pesas que hai en el otro extremo es una fuerza que se llama **potencia**; el esfuerzo que hacen las pesas por su propio peso es otra fuerza que se llama **resistencia**.

La distancia que hai del punto de apoyo a la potencia es el *brazo de palanca* de la potencia, i la distancia del mismo punto a la resistencia es el brazo de palanca de resistencia.

En esta palanca ¿cuál de los dos brazos es mas largo?

*Esp. 2.º*—En vez de hacer un esfuerzo con la

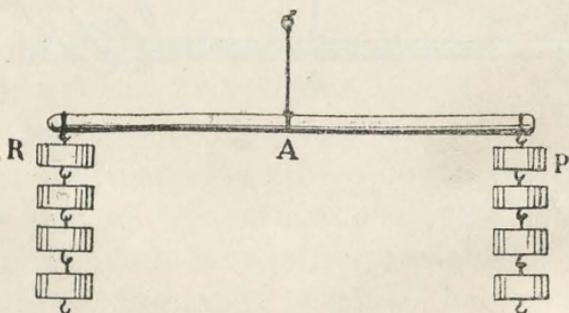


FIG. 13

mano en un extremo de la palanca, pongamos el número de pesas que sea necesario para que el aparato quede en equilibrio (Fig. 13).

¿Qué posición tiene la palanca cuando está en equilibrio?

¿Qué fuerza representa el nuevo peso colocado en la palanca?

¿Cuál de las dos fuerzas es mayor?

Como se vé, *cuando los dos brazos de palanca tienen la misma longitud, para que haya equilibrio las dos fuerzas deben ser iguales.*

*Esp. 3.º*—En lugar de apoyar la palanca por su parte media, apoyémosla cerca del extremo en que obra la potencia i comparemos el esfuerzo hecho por nuestra mano con el esfuerzo que se necesita hacer para levantar las pesas sin la palanca.

¿Cuál de las dos fuerzas es mayor?

*Esp. 4.º*—Como en el experimento 2.º, reemplacemos el esfuerzo de la potencia por las pesas necesarias para que la palanca quede en equilibrio (Fig. 14).

¿A qué fuerza corresponde el brazo menor?

El brazo mayor de palanca ¿a qué fuerza corresponde?

Cuando la resistencia es menor que la potencia i la palanca se mantiene en equilibrio, se dice que la resistencia tiene *ventaja* sobre la potencia.

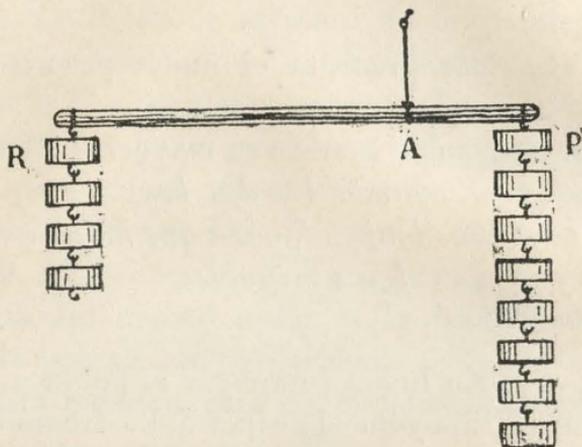


FIG. 14

*Esp. 5.º*—Apoyemos la palanca en un punto mas cercano a la resistencia i comparemos el esfuerzo de la potencia con el de la resistencia.

*Esp. 6.º*—Reemplacemos el esfuerzo de la mano por pesas, de modo que la palanca se mantenga en equilibrio (Fig. 15).

¿Cuál de las dos fuerzas es mayor?

¿A cuál de ellas corresponde el brazo mayor i a cuál el brazo menor de la palanca?

Cuando la potencia, en el equilibrio de la palanca, es menor que la resistencia, se dice que tiene ventaja sobre esta última fuerza.

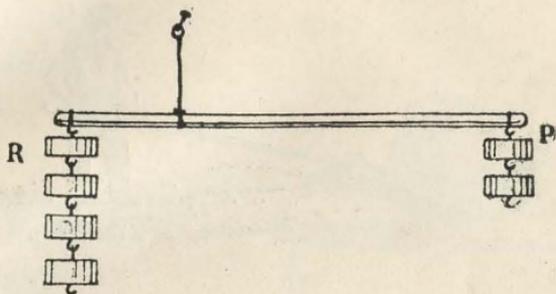


FIG. 15

Como se vé, si los brazos de una palanca son desiguales, para que tenga equilibrio *debe corresponder la fuerza mayor al brazo menor, i la fuerza menor al brazo mayor de palanca.*

Diariamente vemos que se emplea la palanca con diferentes fines. Así, por medio de este sencillo aparato se puede levantar, con poco esfuerzo, un gran peso; para lo cual basta emplear una palanca cuyo brazo de potencia sea bastante largo (Fig. 16).

¿Dónde se halla la potencia? ¿Dónde está la resistencia?

¿Cuál de estas fuerzas tiene ventaja?

Las tijeras, la barreta, el azadon, la pala, el martillo para sacar clavos, son otras tantas palancas de uso mui frecuente.

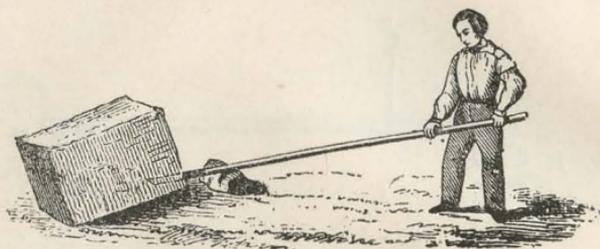


FIG. 16

Indíquese la colocacion de la potencia, la resistencia i el punto de apoyo en las palancas mencionadas.

7.

LA BALANZA

Saquemos los platillos de una balanza comun (Fig. 17), i comparemos el aparato que resulta con la palanca que hemos estudiado.

¿Qué clase de palanca es ésta?

¿Qué relacion existe entre las lonjitudes de los dos brazos de palanca?

¿En qué parte se halla el punto de apoyo?

Colocando en su lugar los platillos, como se vé en la figura, tenemos lo que se llama una *balanza*.

¿En qué puntos de la palanca se encuentran los platillos, i qué representan éstos?

Cuando los platillos están vacíos ¿a qué lado se inclina la balanza? Cómo se llama la posición que tiene el aparato?

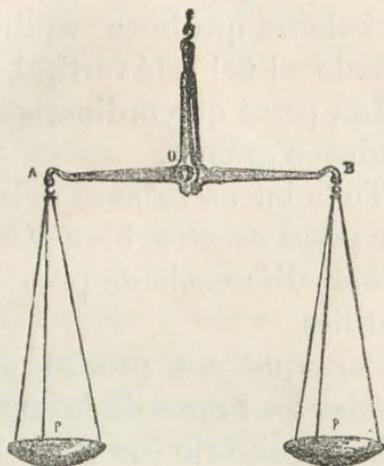


FIG. 17

¿Qué posición tienen la cruz i el fiel cuando la balanza está en equilibrio?

¿Qué posición tiene el fiel con respecto a la cruz?

*Experimento 1.º*—Tomemos dos objetos del mismo peso i coloquemos uno en cada platillo de la balanza.

¿En qué posición permanece el aparato?

*Esp. 2.º*—Coloquemos pesos diversos en los platillos

¿Qué posición toma la balanza?

Para hacer uso de este aparato se coloca en uno de los platillos el cuerpo que se quiere pesar i en el otro cierto número de pesas hasta que la balanza quede en equilibrio, lo que sucederá cuando el fiel esté vertical.

Las pesas que ordinariamente se usan están avaaladas en gramos.

Toda buena balanza debe ser *precisa*, es decir, dar pesos exactos, i *sensible*, o sea, inclinarse a la menor diferencia de peso que haya entre ambos platillos.

Para que sea precisa deben ser exactamente iguales los brazos de la cruz, pues sólo en este caso habrá equilibrio con pesas iguales (§ 6, esp. 2.º)

Para que sea sensible una balanza conviene:

a) Que los brazos de la cruz sean bastante largos;

b) Que los brazos de la cruz i los platillos sean livianos; i

c) Que el centro de gravedad de la cruz esté bastante cerca del punto de apoyo, pero sin coincidir con él.

Ya sabemos que para que haya equilibrio estable, el centro de gravedad debe estar debajo del punto de suspension o de apoyo, (§ 5, esp. 1.º)

¿Qué sucedería si el centro de gravedad coincidiera con el punto de apoyo?

¿Qué sucedería si el centro de gravedad estuviera mas arriba que el punto de apoyo?

## 8.

### EL CALOR

*Experimento 1.º*—Tómese un tapon de corcho i colóquese en uno de sus extremos un clavo de bronce de cabeza grande i lisa. Frótese la cabeza de este clavo sobre una tabla i póngasele en seguida sobre la mano o sobre un trocito de cera.

¿Qué sucede?

*Esp. 2.º*—Frótense fuertemente las manos una con la otra.

¿Qué se siente?

*Esp. 3.º*—Pásese repetidas veces i con fuerza un pedazo de lija sobre un trozo de madera; tóquense en seguida con la mano ámbos cuerpos.

¿Qué se observa?

*Esp. 4.º*—Hágase lo mismo que en el experimento anterior reemplazando la madera por un pedazo de fierro i la lija por una lima de acero.

¿Qué se nota al tocar estos cuerpos?

¿Qué se ha hecho en los experimentos anteriores con el clavo, las manos, la lija, la madera, el hierro, etc?

¿Qué resulta cuando se afila un cuchillo en un molejon o cuando se corta un pedazo de madera con un serrucho?

En jeneral, *¿qué sucede cuando se frota un cuerpo cualquiera?* (\*)

*Esp. 5.º*—Dense repetidos golpes con un martillo sobre un trozo de plomo.

Hágase lo mismo con un pedazo de madera, de cobre, de hierro, etc. Tóquense con la mano los objetos recién golpeados.

¿Qué sensacion se nota?

¿Qué sucede cuando se hace chocar un pedazo de acero con una piedra de fuego?

¿Qué se observa cuando un caballo golpea fuertemente con sus herraduras las piedras del camino?

En jeneral *¿qué ocurre cuando se golpea un objeto cualquiera?*

Cuando se golpea con fuerza un objeto, éste no sólo recibe el golpe, sino que tambien se ejerce sobre él una presion mas o ménos grande. Es esto

---

(\*) Siempre que sea posible convendrá hacer el experimento de Tyndall.

principalmente lo que sucede cuando, para acuñar una moneda, se carga con gran fuerza sobre el disco metálico el molde que la ha de sellar.

Los efectos obtenidos en los experimentos anteriores tienen por causa, no sólo el choque, sino también la presión.

*¿Qué sucede cuando se ejerce presión sobre un cuerpo?*

*Esp. 6.º* — El aparato que representa la figura 18, llamado *eslabon neumático*, consta de un tubo cilíndrico de vidrio, de paredes gruesas, provisto de un émbolo *M*, i en cuyo fondo se encuentra una yesca.

Si bajamos el émbolo ejerciendo una gran presión en *A*, al mismo tiempo que se comprime fuertemente al aire del cilindro, se vé que la yesca se inflama.

*¿A qué se debe el calor producido en este experimento?*

Este fenómeno puede observarse también con otros gases.

*¿Cuáles son los efectos que produce el frotamiento, el choque i la presión de los cuerpos?*

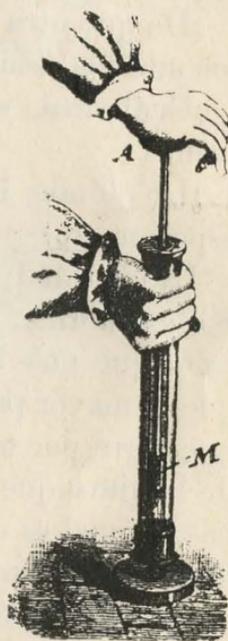


FIG. 18

*Esp.* 7.<sup>o</sup>—Espóngase al sol durante un rato los siguientes cuerpos:

Un pedazo de hierro,  
otro de cera i  
otro de hielo.

¿Qué le sucede a cada uno de estos cuerpos?

¿De qué otra manera se habrían podido obtener los mismos resultados?

¿Cuál será, entónces, la causa de estos fenómenos.

¿De dónde habrá provenido el calor en este experimento?

La cantidad de calor que la Tierra recibe del Sol es enorme. Para formarnos una idea del gran calor que nos llega de este astro, bastará saber que la mayor parte de la enorme cantidad de agua que corre por todos los rios del mundo, proviene de la nieve que hai en las cumbres de las montañas, la cual es derretida por el calor del Sol. Las innumerables nubes que se forman constantemente en nuestra atmósfera i que encierran una gran cantidad de agua, han sido levantadas de la superficie del suelo por el calor solar.

Se ha calculado que el calor quo nos llega del Sol durante un año bastaria para derretir una capa de hielo 32 metros de espesor que rodeara completamente a la Tierra.

Cierta cantidad de rayos solares pueden reunirse en un solo punto por medio de unos aparatitos de cristal llamados *lentes*.

¿Qué se notará en el punto en que se reúnen estos rayos?

*Esp. 8.º*—Reúnanse por medio de una lente los rayos solares, haciendo que caigan sobre un trozo de madera u otra sustancia combustible.

¿Qué se observa?







## LECCIONES DE QUÍMICA

---

### 9.

#### EL HIERRO. Fe.

Examinando este metal en sus diversas formas podremos distinguir en él las siguientes propiedades:

es jeneralmente de color gris,

sólido,

pesado,

duro,

se puede convertir en hojas o láminas,

se puede convertir en hilo o alambre,

es tenaz,

se puede pulir,

es elástico,

sonoro i

fusible.

Los cuerpos pueden sea *sólidos*, como el hierro, el cobre, la piedra, la madera; *líquidos*, como el agua, el alcohol, el aceite, o *gaseosos*, como el aire.

Ciertos cuerpos sólidos pueden convertirse en líquidos por medio de un gran calor, lo que se hace jeneralmente en hornos especiales. Por tener esta propiedad el hierro, se dice que es *fusible*.

Comparando el peso del hierro con el del agua, vemos que miéntras un litro de agua pesa un kilogramo, un decímetro cúbico de hierro pesa, poco mas o ménos,  $7\frac{1}{2}$  kilogramos, siendo así el mas liviano de los metales de uso frecuente.

El hierro es uno de los metales mas duros, i su dureza puede aumentarse mucho convirtiéndolo en *acero*, que es hierro con pequeñas cantidades de carbon.

Por la propiedad que tiene de convertirse en láminas, se dice que es *malleable*, i que es *ductil* porque se convierte en hilos.

Un hilo de hierro de dos milímetros de grueso necesita un peso de 250 kilogramos para cortarse. Esta resistencia de los hilos metálicos para sopor-tar un peso mas o ménos grande se conoce con el nombre de *tenacidad*. El hierro es uno de los metales mas tenaces.

Convertido en acero, es el mas elástico de todos los metales.

La propiedad que tiene de ser sonoro es aprovechada frecuentemente en las fábricas, donde para llamar a los trabajadores se suele usar, en vez de campana, una barra de hierro suspendida por un cordel.

Cuando se deja el hierro espuesto al aire húmedo se cubre de *moho* u *orin*; esto se debe a que toma del aire i del agua parte de las sustancias que estos cuerpos contienen.

El hierro es mui abundante en la naturaleza, pero jeneralmente no está puro, sino combinado con otras sustancias, formando los *minerales* de hierro. Cuando se halla puro se llama *hierro nativo*.

Para obtener el fierro de uso industrial en grandes cantidades, se funden los minerales mas importantes de este metal, juntamente con carbon i otras sustancias que facilitan la fusion, en hornos altos.

Cuando se ha reunido bastante cantidad de hierro fundido, se abre un conducto que da salida al metal i éste corre como un chorro de fuego líquido por canales de arena preparados de antemano, donde se enfria i endurece.

El metal como sale del horno se llama *hierro fundido* o *fundicion de hierro*; contiene bastante cantidad de carbon i es mui duro i quebradizo.

Esta fundicion de hierro se convierte en *hierro dulce* o *maleable* por medio de la *afinacion*, que consiste en fundirla en contacto de gran cantidad de aire, lo que tiene por objeto hacer que la mayor parte del carbon se combine con el gas *oxígeno* del aire, para formar productos gaseosos que se desprenden.

Este *hierro dulce* que resulta es el mas puro de los que se usan en la industria, pero todavía contiene algo de carbono.

El *acero* es una variedad de hierro que contiene ménos carbon que la fundicion, pero mas que el hierro dulce. Se obtiene, ya sea quitándole parte de su carbon a la fundicion, ya haciendo que el hierro dulce tome una nueva cantidad de carbon.

El acero es dúctil i maleable i mas fusible que el hierro. Se pone mui duro i quebradizo enfriándolo bruscamente en agua helada. Esta operacion se llama *temple del acero*.

El hierro dulce i el acero tienen la importante propiedad de soldarse consigo mismo cuando se les calienta a una alta temperatura.

El hierro, en sus tres formas, tiene inmensas aplicaciones en la industria i en las artes.

El hierro dulce, que, como sabemos, es el mas puro, se emplea, por ser maleable, para la fabricacion de herramientas, piezas de máquinas, rieles,

barrotes de ventanas, alambre, planchas i láminas de hierro, etc.

El hierro fundido sirve para hacer cañones, calderos, cocinas económicas, patas de bancas, escritorios, etc. Estos objetos tienen el inconveniente de ser quebradizos.

El acero se emplea para fabricar instrumentos cortantes, como navajas, cuchillos, hachas, útiles de cirujía, etc.

Cuando se cubre de zinc el hierro, se dice que está *galvanizado*. En planchas se usa éste para cubrir los techos, i en alambre, para telégrafos i cercos; es mui útil porque espuesto al aire húmedo no se oxida.

La plancha de hierro cubierta de una capita del metal blanco llamado *estaño*, es lo que se conoce con el nombre de *lata* u *hojalata*.

Uno de los minerales de hierro, la *magnetita*, tiene la propiedad de atraer al hierro i al acero; es mas conocido con el nombre de *pedra-iman*.

El acero puede tambien convertirse en iman, constituyendo entónces el *iman artificial*, que es mas poderoso i mas útil que el anterior. Con él se fabrica la brújula, instrumento mui útil, principalmente a los marinos, por la propiedad que tiene de indicar casi exactamente el norte.

Las estrellas fugaces que suelen caer en la Tie-

rra contienen muchas veces hierro o están formadas casi exclusivamente de este metal.

¿Cuáles son las principales propiedades del hierro?

¿Cuánto mas pesa el hierro que el agua en igualdad de volúmen?

¿En qué consiste la maleabilidad?

¿Qué es la ductilidad?

¿Qué experimenta el hierro espuesto al aire húmedo?

¿Cómo se halla el hierro en la naturaleza?

¿Qué es la fundicion de hierro?

¿Qué es el hierro dulce?

¿Qué es el acero?

¿En qué consiste el temple del acero?

¿Cuáles son las principales aplicaciones del hierro?

¿Qué es la piedra iman?

## 10.

### EL COBRE. Cu

Este cuerpo es un metal sólido, de color rojo, de olor desagradable cuando se frota; es dúctil, maleable i tenaz i mas blando que el hierro dulce.

Es abundante en la naturaleza. Se le encuentra, ya sea puro, i entónces se llama *cobre nativo*, ya

sea en forma de minerales, como la *pirita de cobre* i la *malaquita*. Con estos minerales se halla a veces el *vitriolo azul*, compuesto de cobre que se usa como desinfectante.

Minerales de cobre se encuentran en Estados Unidos, Bolivia, Inglaterra i otros países. En Chile hai minas abundantes de este metal.

El cobre es probablemente el metal que primero conoció el hombre, pues se halla puro en la naturaleza, principalmente en Estados Unidos, Bolivia i Chile.

Este metal tiene muchas aplicaciones en la industria.

La ductilidad de este metal es bastante grande. Los alambres de cobre se usan en las instalaciones eléctricas; el alambre que se emplea para teléfonos, luz eléctrica, timbres eléctricos, se hace ordinariamente de cobre.

Es mas maleable que el hierro. Las planchas de cobre se emplean para cubrir el casco de los buques, con el objeto de proteger la madera contra la putrefaccion. En forma de láminas se usa tambien para cubrir techos.

La dureza del cobre es menor que la del hierro: miéntras que este último metal raya al mármol, el cobre puede ser rayado por este cuerpo.

Es uno de los metales mas tenaces, pues para

romper un hilo de dos milímetros de diámetro se necesita un peso de 137 kilogramos.

Es el mas sonoro de los metales. El bronce que se usa en las campanas es formado en gran parte de cobre.

Un decímetro cúbico de cobre pesa cerca de 9 kilogramos.

Para fundir el cobre se necesita un calor mui elevado, pero se funde mas fácilmente que el hierro.

*Esperimento.*—Tomemos una barra de cobre de unos 15 centímetros; calentémosla por uno de sus extremos i sujetémosla con la mano por el otro extremo.

¿Qué se siente despues de un momento?

Hagamos lo mismo con la barra de hierro.

¿Qué se nota?

Como puede verse, estos dos metales conducen fácilmente el calor a traves de su masa.

Hágase el esperimento anterior en un trocito de madera.

¿Se esperimenta lo mismo?

Los metales son *buenos conductores* del calor i la madera es *mala conductora*.

De cobre se hacen calderas, alambiques i muchos útiles de cocina, pero debe cuidarse de mantenerlos en completo aseo, pues los ácidos, las grasas i aun el agua misma atacan al cobre en con-

tacto del aire, formando cuerpos venenosos, lo que no sucede si el contenido está hirviendo. Por el mismo motivo, nunca deben guardarse alimentos en vasijas de cobre.

Para evitar este inconveniente del cobre se cubren por el interior estos útiles con una capita de estaño, que impide la formación del veneno.

Como el cobre no posee la propiedad de imantarse, se emplea para cajas i soportes de la brújula que usan los marinos.

Cuando dos o mas metales se unen para formar un cuerpo de propiedades distintas a las de los primitivos, se da al que resulta el nombre de *aleacion*. El cobre, juntándose con otros metales, forma varias aleaciones que tienen grande importancia. Una de ellas es el *laton*, formado de tres partes de zinc i una de cobre; es sustancia mui útil, se enmohece con dificultad i es mas dúctil que el hierro i que el cobre. Se hacen de laton alambres mui delgados para fabricar cedazos finos; la misma aleacion se emplea para fabricar instrumentos de música, de matemáticas i para máquinas de reloj.

Uno de los usos mas importantes del laton es el que tiene en la fabricacion de alfileres, en la cual se consume cerca de la mitad del zinc que circula en el comercio. El color blanco de los alfileres se debe a una capita de estaño que poseen.

El *bronce* es otra aleacion, compuesta de cobre i estaño. Es mui duro i sonoro; se le emplea para hacer estatuas, campanas, cañones, etc. La cantidad de cobre i estaño varía en el bronce segun el uso a que se le destina.

Para obtener puro el cobre se estraen de las minas grandes trozos de la roca que contiene el mineral, reventándola con pólvora. En seguida se *chanca* esta piedra con el martillo para reducirla a pequeños trozos o pedacitos, separando la piedra bruta, despues de lo cual se le somete a nuevas operaciones en hornos a propósito.

Estos mismos procedimientos mecánicos se emplean para obtener los demas metales que se estraen de las minas.

El mineral de donde se estraee con mas frecuencia el cobre es la *pirita*.

¿Cuáles son las principales propiedades del cobre?

¿Cómo se mide la dureza de este cuerpo?

¿Cómo se mide su tenacidad?

¿Cuánto mas pesado es el cobre que el agua?

¿Cómo se encuentra este metal en la naturaleza?

¿Cuáles son sus minerales mas comunes?

¿En qué paises abunda el cobre?

¿Qué aplicaciones tiene?

---

## 11.

### PLOMO Pb.

Es un metal sólido, color gris azulado; es el mas blando i ménos tenaz de los metales de uso frecuente; es mui poco dúctil, pero puede reducirse a láminas delgadas; es mas denso que el cobre; se funde fácilmente.

El mineral mas abundante de plomo es la *galena*.

Este metal es abundante en Estados Unidos, Alemania, España, Inglaterra, Italia i Francia.

El color i el brillo del plomo sólo pueden notarse cuando el metal está recién cortado, pues se empañña con gran facilidad en contacto del aire, tomando el oxígeno de éste i formando un *óxido de plomo* que impide la oxidacion interior.

El plomo puede cortarse fácilmente con un cuchillo i aun rayarse con la uña.

Es tan poco tenaz que un hilo de plomo de dos milímetros de espesor se corta con un peso de  $9\frac{1}{2}$  kilogramos.

Por este motivo no pueden fabricarse hilos delgados de plomo, pues se corta al ser estirado.

Un decímetro cúbico de plomo pesa 11 kilogramos i 35 gramos. Como se vé, pesa mas que el hierro i que el cobre en igualdad de volúmen.

Para fundir el plomo basta el calor de la llama de una vela.

Sobre el papel deja un trazo gris.

El plomo tiene muchísimas aplicaciones: con él se hacen cañones para cañerías de gas i agua potable. Las municiones se fabrican vertiendo plomo fundido sobre cedazos de distintos gruesos i dejándolo caer de grande altura sobre el agua. Las gotitas por sí solas toman al caer una forma esférica.

Una aleacion formada de plomo i otro cuerpo llamado *antimonio* sirve para fabricar los caracteres de imprenta. El plomo, mezclado con el estaño en la proporcion de una parte del primero por dos del segundo, se emplea para soldar i se conoce con el nombre de *soldadura*.

Un compuesto de este metal, el *albayalde*, se usaba mucho en pintura para dar color blanco; pero hoi dia se reemplaza por otra sustancia, porque tiene el inconveniente de ennegrecerse con el tiempo; ademas, los pintores que lo manejan están espuestos a contraer la enfermedad llamada *cólico de plomo*.

El *minio*, que es un compuesto del plomo, sirve para dar a la pintura el color lacre. Se usa tambien para fabricar cristal fino, mui trasparente, i cristal para lentes.

El mineral de donde se estrae mas comunmente el plomo es la *galena*, compuesto de plomo i azufre (*sulfuro de plomo*).

Para extraer el metal se coloca la galena en el pavimento de un horno en capas de poco espesor, i en seguida se calienta bastante en presencia de gran cantidad de aire que penetra por aberturas laterales; es necesario revolver la materia para que toda se ponga en contacto con el aire.

Esta operacion se llama *tostacion*. Cuando ésta se halla bastante adelantada, se cierran las aberturas laterales del horno i se le aplica gran calor.

Por la accion del oxígeno del aire, una parte del sulfuro se convierte en *óxido de plomo* i se forma un gas de olor fuerte i penetrante llamado *anhidrido sulfuroso*.

Despues tienen lugar en la masa nuevos fenómenos que dan oríjen a la formacion de plomo metálico, el que, por ser cóncavo el fondo del horno, va a reunirse al centro, de donde sale por un conducto que lo lleva a vasijas especiales; este conducto sólo se abre cuando se ha reunido bastante cantidad de plomo fundido.

Queda un residuo que se llama *mata*, la que debe fundirse con nueva cantidad de galena, para extraerle el plomo que contiene.

¿Cuáles son las principales propiedades del plomo?

¿Por qué no dura el brillo de este cuerpo?

¿Qué relacion hai entre el peso del plomo i el peso de un volúmen igual de agua?

¿Qué calor basta al plomo para fundirse?

¿Cuáles son las principales aplicaciones de este metal?

¿Qué aleaciones forma?

¿Qué otros compuestos de plomo se utilizan?

¿Cuál es el mineral mas comun del plomo?

¿Cómo se estrae puro este metal?

## 12.

### EL VIDRIO.

Es un cuerpo sólido trasparente, de color variado, brillante, bastante quebradizo, mui duro, fusible i mas pesado que el agua, pero mas liviano que los metales que hemos estudiado. No se altera en contacto del aire.

Es un producto artificial que presta útiles servicios al hombre.

El brillo que posee el vidrio es mui diferente del que tienen los metales.

La dureza de este cuerpo es bastante grande, pues sólo pocos cuerpos pueden rayarlo.

*Experimento.*—Tomemos un tubito de vidrio i calentémoslo por su parte media en una lampari-

lla de alcohol. Podremos notar que el vidrio se ablanda a tal punto que se puede doblar i estirar fácilmente. Si calentamos la punta delgada de un tubito de vidrio, podremos ver que se forma una gotita de vidrio líquido, lo que manifiesta que es bastante fusible.

Estirado el vidrio hasta formar con él un hilo delgado, podremos notar que es bastante elástico, pues se le puede arquear sin que se quiebre.

Muchísimas son las aplicaciones que tiene el vidrio: se emplea para ventanas, espejos, tapas de reloj, para hacer botellas, vasos, lentes, etc.

Una clase bastante fina de vidrio se conoce con el nombre de *crystal* i se emplea para vajillas de lujo i para lentes de ciertos instrumentos.

Para fabricar el vidrio comun se emplea una mezcla de arena, creta i una sustancia llamada *carbonato de sodio*, a la cual se agrega cierta cantidad de vidrios quebrados. Esta composicion se modifica algo para obtener vidrios de distintas clases i colores.

Estas materias mezcladas se esponen en el interior de un horno a una temperatura moderada hasta que formen una masa compacta; ésta se introduce en vasos de arcilla llamados *crisoles*, donde se le somete a un gran calor. Despues que el vidrio está completamente fundido, se le saca de

los crisoles i se le da la forma que se desea; pues la masa es tan blanda como la cera.

Para fabricar botellas i demas vasijas de vidrio, se emplea un tubo de hierro terminado en dos esferas, el que se introduce en el crisol que contiene el vidrio; al retirar el tubo queda adherida una parte de la masa, que el obrero sopla i convierte en botella. Como esta masa es bastante blanda, se hincha i forma la vasija, que el obrero modifica hasta darle la forma deseada.

Cuando el vidrio se somete a un gran calor i en seguida se enfria bruscamente, adquiere mucha dureza; esta operacion se denomina *temple del vidrio*. En estas condiciones es al mismo tiempo mui quebradizo, i al quebrarse se reduce totalmente a polvo. Esto puede demostrarse fácilmente fundiendo el vidrio i dejándolo caer en gotas al agua fria; se obtiene así las llamadas *lágrimas báltavas* (fig. 19), que tienen la forma de una pera termina-



Fig. 19

da en un apéndice; estas lágrimas son mui duras, pero si se quiebra la punta del apéndice, inmediatamente se reducen a polvo con lijera detonacion.

Por el mismo motivo los objetos de vidrio que no se han enfriado lentamente son mui quebradizos, i basta un pequeño cambio de temperatura para que se quiebren.

Por el contrario, los lentamente enfriados i sobre todo los vasos mui delgados de vidrio resisten un gran calor sin quebrarse.

Indíquense las principales propiedades del vidrio.

¿Cómo se puede apreciar la dureza de este cuerpo?

¿Cuáles son los principales usos a que se destina el vidrio?

¿De qué sustancias se compone?

¿Cómo se fabrica?

### 13.

#### LA ARCILLA

Esta es una materia de color blanco, mui porosa, casi infusible, cuando está pura, compuesta de las sustancias llamadas *silice* i *alúmina*, unidas a cierta cantidad de agua. Cuando se le acerca a la lengua se adhiere fuertemente a ella.

Mezclada con el agua forma una pasta pegajosa que se puede amoldar.

Sometidos a la accion de un gran calor, los objetos de arcilla mui pura se ablandan. Para comunicar lustre a su superficie hai que emplear arcilla impura.

Los objetos de loza alemana o inglesa adquieren lustre cuando se echa, al final de la operacion, cierta cantidad de sal marina en el interior del horno en que se les cuece.

Una arcilla mui pura, llamada *caolin*, sirve para la fabricacion de la porcelana.

El color blanco de la arcilla es modificado por sustancias estrañas que suele contener, las que le dan diversos colores.

La *greda* no es otra cosa que arcilla impura, mezclada con arena comun i cierta cantidad de *orin* o *moho*; tiene un aspecto barroso i un color rojizo. Se une fácilmente al agua, con la que forma una pasta que sirve para hacer ollas, cántaros, alcarrazas, (\*) etc., los cuales, para que se endurezcan, se someten a la accion del fuego en el interior de un horno. Despues de cocida la greda adquiere un color mas intenso i bastante consistencia. Para comunicarle lustre se emplea un barniz de galena, o de una mezcla de litarjirio con arcilla bien molida.

Con una greda semejante a la anterior, aunque con mas arena, se fabrican ladrillos, tejas, maceteros, etc.

---

(\*) Alcarrazas son botellas de greda porosa que conservan mui fresca el agua a causa de la evaporacion que se produce en su superficie.

La greda i la arcilla son sustancias mui comunes, se encuentran en casi todos los paises; los lechos de los lagos i de los arroyos son formados principalmente de esta sustancia.

Los terrenos formados por la greda son pegajosos i conservan fácilmente la humedad.

¿De qué sustancias se compone la arcilla?

¿Para qué sirve?

¿Qué es la greda?

¿De qué se fabrica la loza?

¿Cómo se quita la porosidad a los objetos de loza?

¿Con qué se fabrica la porcelana?

¿De qué se hacen los ladrillos?

¿Dónde se encuentra la arcilla?

¿Qué propiedades tienen los terrenos gredosos?

## 14.

### LA CRETA

Es una sustancia blanca, sólida, inodora, fácilmente pulverizable, de granos sumamente finos i quebradiza.

Es tan blanda que se raya con la uña i puede, por esto, reducirse fácilmente a polvo. Al pasarla sobre una superficie deja un trazo blanco.

La creta es insoluble en el agua, pero en este líquido se disemina formando una mezcla que se emplea para limpiar vidrios i objetos de metal, como servicios de plaqué, etc.

Cuando se vierte vinagre o cualquier ácido sobre la creta, se nota una gran efervescencia. Lo que se desprende en forma de burbujas es un gas llamado *anhidrido carbónico*, que entra en la composición de la creta.

Cuando se le calienta a una alta temperatura se descompone i se desprende el anhidrido carbónico que contiene.

Cuando se mezcla creta con aceite de linaza se forma una pasta llamada *masilla* o *mástic*, usada por los vidrieros.

Si se observa la creta con un microscopio se podrán notar en ella muchísimos restos de animalitos pequeñísimos conocidos con el nombre de *foraminíferos*. En 500 gramos de creta pueden hallarse no ménos de diez millones de estos animalitos. Ahora, si se toma en cuenta que existen depósitos de creta de 300 metros de espesor i de una estension considerable, podrá tenerse una idea del número incalculable de estos seres invisibles a la simple vista que han existido en otras épocas i cuyos restos constituyen en gran parte las formaciones de la creta, abundantes en Inglaterra, en

los alrededores de Paris, en Dinamarca, en Rusia i en varios otros países.

Con creta se fabrica la *tiza*, para lo cual basta diseminarla en el agua, separar las sustancias extrañas, dejar que se aconche e introducirla en moldes donde se la deja secar.

¿Cuáles son las principales propiedades de la creta?

¿Qué sucede cuando se pone esta sustancia en contacto con un ácido?

¿Qué acción ejerce el calor sobre la creta?

¿Qué aspecto presenta al ser observada con el microscopio?

¿Qué usos frecuentes tiene?

## 15.

### LA SUSTANCIA CÓRNEA

Materia orgánica, de origen animal, fibrosa, algo trasparente, de color variado i de olor desagradable cuando se quema.

Es la sustancia que constituye los cuernos que poseen muchos animales rumiantes, como la vaca, el carnero, las cabras, etc. Conviene tener presente que las astas que llevan algunos rumiantes, como el ciervo i el reno, no están formadas de sustancia córnea sino de hueso.

Tambien son de sustancia córnea las uñas de todos los animales vertebrados, los pelos de los mamíferos i la cubierta de escamas i placas que tienen ciertos animales, como el quirquincho, el pangolin, las tortugas, etc.

Esta sustancia, adelgazada hasta formar placas de poco grueso, es bastante trasparente.

Es dura a la temperatura ordinaria, pero si se la introduce en agua caliente, se ablanda lo bastante para poder modificar su forma i ser cortada fácilmente con cuchillo.

Cuando se la calienta al fuego se quema, produciendo un mal olor que es característico de esta sustancia.

La mayor parte de la sustancia córnea que se consume se estrae de los animales vacunos. Estos cuernos son huecos i en su interior se halla una prolongacion de los huesos del cráneo. Para separarlos de este armazon de hueso se les tiene remojando en agua durante algunos dias, con lo cual puede desprenderse fácilmente el cuerno; en seguida se corta la punta, que es maciza, i se usa para mangos de bastones, etc.; el resto se ablanda en agua hirviendo, se aplana entre planchas de hierro calientes i se corta para darle la forma que mas convenga.

Pueden hacerse planchas grandes soldando va-

rias piezas por la acción del calor, i prensándolas en seguida para que se adhieran.

Esta sustancia tiene muchísimas aplicaciones: sirve para hacer peinetas, vasos, mangos, botones, etc.

De los cascos o pezuñas de los bueyes se saca también bastante partido, pues sirven, como los cuernos, para hacer peines i botones.

Para Europa se esportan, de todas partes de Sud-América, enormes cantidades de cuernos, los cuales nos vuelven en seguida transformados en objetos útiles. Hai también en Chile varias fábricas de peinetas de cuerno.

¿Qué clase de materia es la sustancia córnea?

¿De dónde se obtiene ésta?

¿De qué son las astas?

¿Qué influencia ejerce el calor sobre el cuerno?

¿Cómo se beneficia esta sustancia?

¿Cuáles son sus principales aplicaciones?

## 16.

### LA MADERA

Esta es una sustancia orgánica vegetal, de color i dureza muy variables, de estructura fibrosa, combustible i resistente.

Todos sabemos que la madera se obtiene de los árboles; es por eso un producto vegetal. Según sea el árbol de donde se saque tiene propiedades bastante diversas.

Una de las cualidades que mas varían es el color. También la dureza es muy variable, pues mientras algunas maderas pueden destruirse con la uña, otras son muy duras, como las del *ébano* i del *boj*. Por este motivo es también muy variable la resistencia.

Hai maderas, como la de *álamo*, que se destruyen fácilmente en el agua i otras que adquieren allí gran dureza, como la del *roble* i la del *pino*.

Algunas maderas, como las del *sándalo*, del *cedro* i del *aloe*, tienen olor, pero otras son inodoras.

El peso varía mucho en la madera, pero, por regla jeneral, es menor que el del agua en igualdad de volúmen. La madera de *ébano* es mas pesada que el agua.

Para convencernos de que la madera es porosa, bastará hacer en una tabla cualquiera una depression i colocar en ella cierta cantidad de agua; ésta, despues de un tiempo mas o ménos largo, habrá mojado la superficie inferior. El resultado será mas rápido si se elije una tabla obtenida por cortes trasversales de un tronco

La madera tiene la propiedad de absorber el

agua de la atmósfera, por lo cual se hincha en invierno; por esta razón las puertas se ponen *forzadas* cuando el aire está húmedo.

Golpeando repetidas veces con un martillo un pedazo de madera, pueden separarse las *fibras* de que se compone. Cuando se trata de partir una tabla puede verse que ofrece mucho mayor resistencia en el sentido de su longitud que en el de su ancho, pues en este último caso no se *rompen* las fibras sino que se *separan* unas de otras.

Para la elaboración de la madera se emplean maquinarias muy diversas, con las cuales se la puede *aserrar* i convertirla en tablas, vigas, listones, etc.; se la puede *cepillar*, alisando su superficie; *tornear*, para darle formas artísticas i caprichosas, etc.

La madera puede *pulirse*, con lo cual adquiere un bonito aspecto. Para la confección de muebles la madera no sólo se pule sino que además se cubre de una capa de barniz, lo que le da un aspecto mucho más bello.

La madera está espuesta a ser corroida por ciertos insectos que se alimentan de su sustancia, los cuales la destruyen reduciéndola a polvo.

Cuando está espuesta a la humedad i al aire se destruye también, perdiendo toda su dureza i consistencia a causa de una putrefacción que se pro-

duce en ella. De esta descomposicion resulta una sustancia parda que, mezclada con la tierra, es mui útil para el alimento de las plantas: es conocida con el nombre de *humus*.

Para impedir que la madera se destruya por las causas indicadas se hace que una sustancia desinfectante penetre en los tubos que la recorren. Lo que con mas frecuencia se usa es el *alquitran* o el *vitriolo azul*. Cuando está recién cortado el árbol se envuelve el extremo cortado por un saco impermeable que contenga la materia desinfectante, la que es absorbida por la planta, pues todavía no ha perdido completamente la vida.

Un procedimiento análogo se puede seguir para teñir las maderas, empleando anilinas de colores.

Sometida a la accion del fuego, la madera arde, produciendo llama i dejando un residuo de cenizas. Por la propiedad que tiene de arder se dice que es *combustible*. Es mui conocido el uso que en las casas se hace de la madera o leña como combustible.

Con madera se fabrica el *carbon de leña*. Del espino chileno se hace el conocido con el nombre de *carbon de espino*.

Existen en la naturaleza grandes depósitos de *antracita de hulla* o *carbon de piedra* i de *lignita* formados por enormes cantidades de madera pro-

venientes de estensos bosques que han existido en otras épocas i que, cubiertos por la tierra, se han *carbonizado*, formando las capas que hoi dia constituyen las minas de carbon, mui abundantes en Inglaterra, Alemania, Béljica, Francia, Chile i muchos otros paises. En nuestro pais son notables las minas de Lota.

Como se vé, la madera presta útiles servicios al hombre: sirve para la construccion de casas, muebles, embarcaciones, como combustible, para hacer carbon, etc.

¿De qué estructura es la madera?

¿Por qué flota en el agua?

¿Qué propiedades manifiesta cuando se la pone al fuego?

¿Por qué causas puede destruirse la madera?

¿Cómo se evita su destruccion?

¿Cómo se ha formado el carbon de piedra?

## 17.

LA GOMA DE DURAZNO, DE GUINDO I DE CIRUELO

Son sustancias vejetales de color amarillento cuando están en trozos, pero blancas si están en polvo; transparentes, de aspecto vítreo cuando secas, viscosas cuando frescas; se disuelven en el agua i forman con éstas un líquido mucilajinoso. No

cristalizan (son *amorfas*); no tienen olor i son insípidas.

Se obtienen por secrecion de los árboles cuyo nombre llevan, i constituyen la *goma de pegar* que se consume ordinariamente.

Hai otra clase de goma mas pura, perfectamente soluble en el agua, i de color blanco; se la llama *goma arábica* i se obtiene por secrecion de ciertas acacias de la Arabia.

Estas diversas clases de goma se emplean para pegar papel u otros objetos; las estampillas i el papel engomado están cubiertos por una de sus superficies con una capa de esta sustancia.

¿Qué es la goma de pegar?

¿De dónde se obtiene?

¿Para qué sirve?

Indíquese las propiedades de las diversas clases de goma.

## 18.

### LA RESINA DEL PINO (TREMENTINA)

Es una sustancia amorfa, blanda, insoluble, en el agua, pero soluble en el alcohol i en el éter; se funde fácilmente i se destruye por la accion del calor.

Se obtiene por secrecion del tronco de ciertos

árboles de la familia de las coníferas, como son las distintas especies de *pinos*.

Para obtener la trementina se hacen en el tronco de los pinos incisiones acanaladas, verticales, desde el suelo hasta unos 70 centímetros de altura, i se recoje en una escavacion hecha al pié del árbol la *resina bruta*, de consistencia semi-líquida, pero que al contacto con el aire se solidifica.

Para purificar esta resina es necesario filtrarla, despues de fundida, en filtros de paja.

Si se introduce en calderas la trementina mezclada con agua, i despues de evaporarla por el calor se recojen los vapores condensados (*destilacion*), se obtiene una sustancia líquida, incolora, mui volátil, llamada *aguarraz* o *esencia de trementina*, mui usada por los pintores, i deja como residuo la *colofonia* o *pez de Castilla*, que es una sustancia de color pardo rojizo, cristalina, amorfa, soluble en el alcohol i en el éter, pero no en el agua.

Esta sustancia se emplea para frotar con ella los arcos de violin i para fabricar *lacre*.

La trementina que queda adherida al tronco; la que se mezcla con la tierra i la que impregna los filtros que se han empleado, tambien se aprovecha: se quema en hornos cerrados, sin corriente de aire, i se obtiene la llamada *pez negra*, que se emplea para forrar los barriles de cerveza.

Indíquense las propiedades de la trementina.

¿Cómo se obtiene esta resina?

¿Cómo se la purifica?

¿Qué resulta de su destilacion?

¿Qué es la pez negra?

## 19.

### LA SAL COMUN

Es ésta una sustancia mineral, sólida, blanca, cristalizada, de aspecto vítreo, mui soluble en el agua i de gusto salado agradable.

Se encuentra en abundancia en la Naturaleza. Se la puede hallar, ya en estado líquido, disuelta en el agua del mar, i en muchos manantiales de agua salada, ya en estado sólido, en el interior de ciertas minas, i entónces se llama *sal jema*.

La sal es mui usada para condimentar los alimentos, i en la industria, para conservar las carnes.

La sal estraída del mar o de manantiales tiene un aspecto granulado, debido a la agrupacion de pequeñas partículas de forma cúbica; es bastante blanda i quebradiza.

Si se la deja espuesta al aire húmedo atrae la humedad del aire; por este motivo en invierno la sal permanece mojada. Esta propiedad que tiene de atraer la humedad se llama *delicuescencia*.

*Experimento.*—Tómese algunos gránulos de sal i échense sobre las brasas. Se verá que los granos se despedazan i saltan con fuerza, produciendo un sonido llamado *decrepitation*, que se debe a que entre las partículas de la sal hai pequeñas cantidades de agua, la que al calentarse se evapora i rompe los trocitos de sal.

Se podrá notar tambien que la sal se funde i colora la llama de amarillo.

La estraccion de la sal se hace por tres procedimientos diversos, segun sea que se obtenga del mar, de los estanques salados o de las minas de sal jema.

En el primer caso se hace llegar el agua del mar a grandes depósitos, en los cuales se detiene el agua por algun tiempo para que el calor del sol la haga evaporarse, despues de lo cual queda en el fondo un depósito de sal marina.

De los manantiales de agua salada se obtiene la sal haciendo caer repetidas veces el agua sobre ramas de árboles colocadas al aire libre; con este procedimiento cierta cantidad de agua se evapora i la sal permanece en el agua restante. Las instalaciones en que se hace esta operacion se llaman *edificios de concentracion*, porque allí se *concentra* la disolucion, o, lo que es lo mismo, disminuye la cantidad de agua conservándose la misma cantidad de sal.

Después de concentrado el líquido se echa en grandes calderos espuestos a la acción del fuego. con lo que se forma un depósito de sal después de evaporarse el agua.

El último procedimiento consiste en extraer las masas de sal del interior de las minas de esta sustancia.

Los mas abundantes depósitos de sal jema se encuentran en Alemania, en las minas de Stassfurt, Wieliczka (Polonia), en Inglaterra, Francia i España.

La sal jema es trasparente, tiene la forma de cubos perfectamente regulares, i bastante grandes. (Fig. 20).

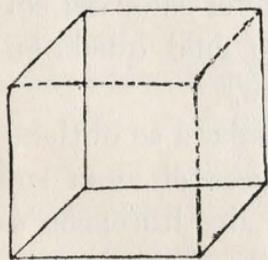


FIG. 20

*cristalizado.*

En los cristales cúbicos de sal jema se pueden distinguir:

1.º) Seis *caras*, que son planos cuadrados, paralelas de dos en dos;

Cuando se parte uno de estos cubos, los trozos que resultan tienen también la forma cúbica.

Estas formas geométricas en que se encuentran ciertas sustancias se llaman *cristales* i se dice que el cuerpo está

2.º) Doce *aristas*, que son las líneas en que se unen dos caras; i

3.º) Ocho *vértices*, que son los puntos en que se unen las aristas (\*).

Podrá observarse que no hai ángulos entrantes. Es ésta una condicion necesaria de todo cristal: solo tienen ángulos salientes.

¿Cuáles son las principales propiedades de la sal comun?

¿Dónde se encuentra esta sustancia?

¿Qué es la delicuescencia?

¿En qué consiste la decrepitacion?

¿Cómo se estrae la sal comun?

¿Qué son los edificios de concentracion?

¿En qué forma cristaliza esta sustancia?

¿Cuáles son las partes de un cristal cúbico?

## 20.

### EL AZÚCAR

Es una sustancia blanca cristalizada, de sabor dulce, mui soluble en el agua i mas pesada que este líquido. Al calor de una vela se funde i toma el aspecto de un líquido incoloro que al solidificarse

---

(\*) Convendria comparar estos cristales con un cubo grande de madera.

se asemeja mucho al vidrio. A una temperatura bastante alta se convierte en una materia oscura, no cristalizada (amorfa), amarga i soluble en el agua. Esta materia se llama *caramelo*.

El azúcar es una sustancia orgánica de oríjen vegetal. Es un buen alimento; se usa para conservar frutas, carne, (jamones), etc.

El azúcar se encuentra en el jugo de una planta llamada *caña de azúcar* o *caña dulce*, orijinaria de la India i cultivada actualmente en muchos otros paises del Asia, Europa, África i América. Tambien se encuentra el azúcar en la raiz de la *remolacha* o *betarraga*.

Para obtener el azúcar de caña se cortan los tallos de la planta en pedazos pequeños, los cuales se comprimen entre cilindros de hierro para sacarles el jugo que contienen.

Este jugo se calienta por el vapor en grandes calderas i se mezcla con una *lechada de cal* (cal disuelta en agua); las impurezas del jugo forman con la cal compuestos insolubles que se van a la superficie i forman la espuma. Esta operacion se llama *defecacion*, i las calderas en que se ejecutan, defecadoras.

Es necesario quitar al azúcar el exceso de cal, lo que se consigue haciendo pasar por el jugo una corriente de gas *ácido carbónico*, que forma con la

cal un compuesto insoluble (carbonato de calcio).

De las defecadoras se traslada el líquido a unos cilindros llenos de *carbon animal*, jeneralmente de huesos triturados. Estos cilindros se llaman *filtros* i sirven para retener todas las sustancias sólidas que el jugo contenga en suspension, i para descolorarlo.

El líquido ya purificado se *concentra*, o, lo que es lo mismo, se evapora para quitarle la mayor parte del agua que contiene. Esta concentracion no se puede hacer a una alta temperatura; por eso para favorecerla se hace el vacío sobre el líquido.

Cuando el jugo, tomado entre el pulgar i el índice, forma *hilo* o *pelo*, se dice que está *en punto*. En este estado el líquido se introduce en toneles con agujeros, donde por enfriamiento cristaliza. En seguida se abren los agujeros i se deja correr la parte del jugo que no ha cristalizado i que constituye la *melaza*. El azúcar que cristaliza en los toneles es el azúcar *mascabado* o azúcar *bruto*.

Este azúcar se disuelve nuevamente en agua, se le agrega un 5 por ciento de carbon animal pulverizado, se ajita i se le agrega una corta cantidad de sangre de buei, lo que produce una espuma que arrastra todas las impurezas del líquido. Se le hace pasar en seguida por filtros de carbon animal granulado para descolorarlo por completo. Des-

pues se concentra el líquido evaporándolo en el vacío; en seguida se introduce en moldes de lata barnizada de forma de conos truncados, con una abertura por su parte mas estrecha, la que debe estar cerrada al introducir el jugo en los moldes. Al cabo de dos dias se destapa el molde para que corra el jarabe que queda en su interior; despues de lo cual se tiene azúcar perfectamente blanco.

Indíquense las principales propiedades del azúcar.

¿De dónde se estrae esta sustancia?

¿Cómo se obtiene el azúcar?

¿En qué consiste la defecacion?

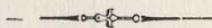
¿Qué es la melaza?

¿Qué es el azúcar mascabado?





## LECCIONES DE COSMOGRAFIA



### 21.

#### FORMA DE LA TIERRA

*Esperimento 1.º*—Tomemos una vela escendida; coloquémosla delante de una pantalla, i entre ambos objetos pongamos un cuerpo opaco de forma irregular (Fig. 21).

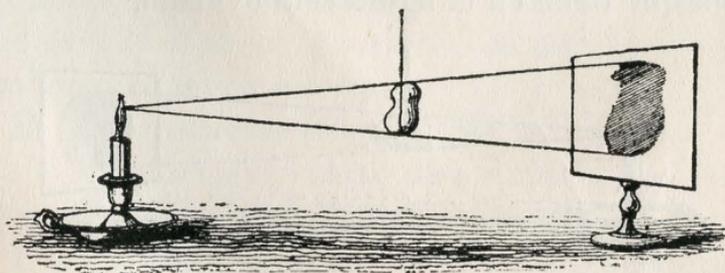


FIG. 21

Veremos que este cuerpo produce sobre la pan-

talla una sombra irregular, que tiene semejanza con la forma del cuerpo.

Demos al objeto opaco diversas posiciones i veremos que la sombra varía de forma pero se conserva irregular.

*Esp. 2.º*—En vez del cuerpo irregular que hemos empleado, usemos uno que tenga la forma de un huevo (Fig. 22).

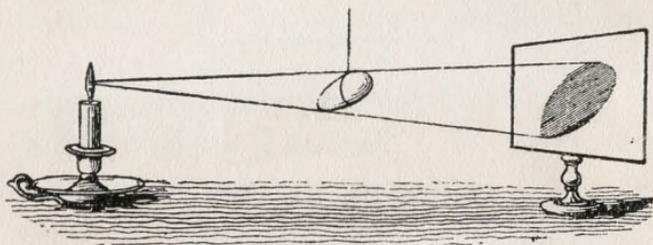


FIG. 22

La sombra que proyecta sobre la pantalla guardará relacion con la forma del objeto: en la posición que tiene en la figura será ovalada.

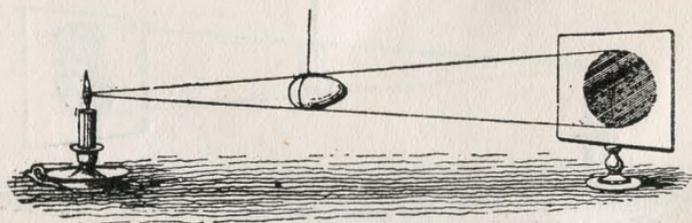


FIG. 23

Pero si colocamos el huevo en la posición que

indica la figura 23, la sombra proyectada será completamente circular.

Tengamos presente que esta sombra circular corresponde a una posición determinada del cuerpo.

Si hacemos el mismo experimento con un cilindro o un cono, veremos también que en ciertas posiciones dan estos cuerpos una sombra circular.

*Esp. 3.º*—Reemplacemos los cuerpos opacos empleados anteriormente por una esfera (Fig. 24).

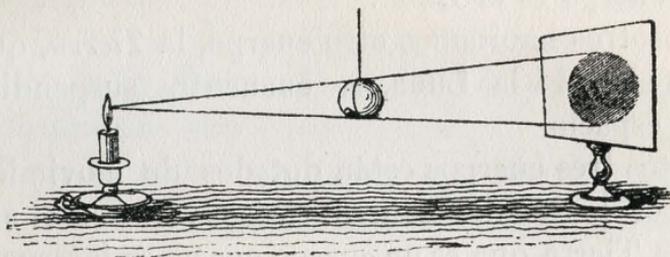


FIG. 24

Como se vé, la sombra tiene forma circular.

Cambiamos la posición de la esfera i veremos que en las diversas posiciones de este cuerpo su sombra se conserva circular.

En los experimentos anteriores hemos visto:

1.º) Que la mayor parte de los cuerpos no pueden proyectar una sombra circular;

2.º) Que algunos, como un huevo, un cono, un cilindro, pueden en ciertas posiciones, producir una sombra circular; i

3.º) Que *únicamente la esfera proyecta en todas sus posiciones una sombra circular.*

Hai en la esfera celeste un cuerpo sumamente luminoso i de gran tamaño; el que nos proporciona la luz i el calor durante el dia. Ese cuerpo es el *Sol*.

Hai tambien en el cielo otro cuerpo que se nos presenta a veces como un disco de color blanco, i que nos alumbra suavemente durante las noches. Este cuerpo es la *Luna*.

Nosotros habitamos otro cuerpo, la *Tierra*, que, como el *Sol* i la *Luna*, se encuentra suspendida en el espacio.

Estos tres cuerpos están dotados de movimientos, por los cuales ocurre varias veces en el año que la *Tierra*, que es un cuerpo opaco, se interpone entre el *Sol*, cuerpo luminoso, i la *Luna* (Fig. 25).

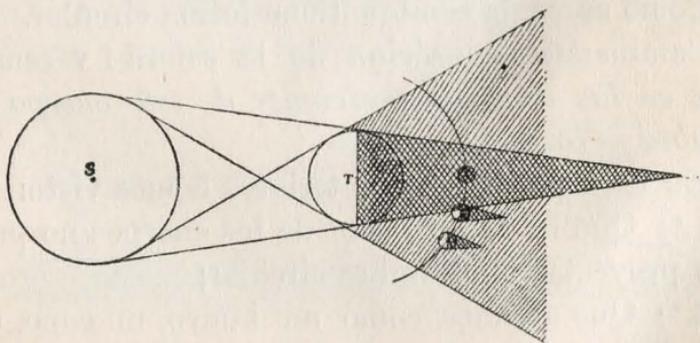


FIG. 25

En este caso el *Sol* hace las veces de la vela de

nuestro experimento; la Tierra, del cuerpo opaco, i la Luna, de la pantalla.

Como se vé en la figura, la Tierra, al recibir la luz del Sol, proyecta una sombra, dentro de la cual penetra la Luna, la que, por esta razon, se oscurece. Es esto lo que se llama un *eclipse de Luna*.

Ahora bien, en todos los millares de eclipses observados se ha notado que la sombra de la Tierra, proyectada sobre la Luna, tiene siempre una forma circular; i como en los diferentes eclipses la Tierra ha tenido posiciones diferentes, podemos decir que *la Tierra en sus diversas posiciones proyecta siempre una sombra circular*.

I como únicamente la esfera proyecta siempre una sombra circular, es claro que *la Tierra es un cuerpo esférico*.

## 22.

### OTRAS PRUEBAS DE LA REDONDEZ DE LA TIERRA

Los antiguos tuvieron ideas mui diversas acerca de la forma de la Tierra, pero en jeneral creyeron que tenia una superficie plana.

Hoi dia, por la simple observacion de lo que ocurre a nuestro alrededor, podemos convencernos de que la superficie de la Tierra no es plana.

Fijémonos en la figura 26, que representa una montaña rodeada de cerros o colinas. Imaginemos un individuo colocado en el punto K en la llanura, al pié de la montaña. Observando a su alrededor,

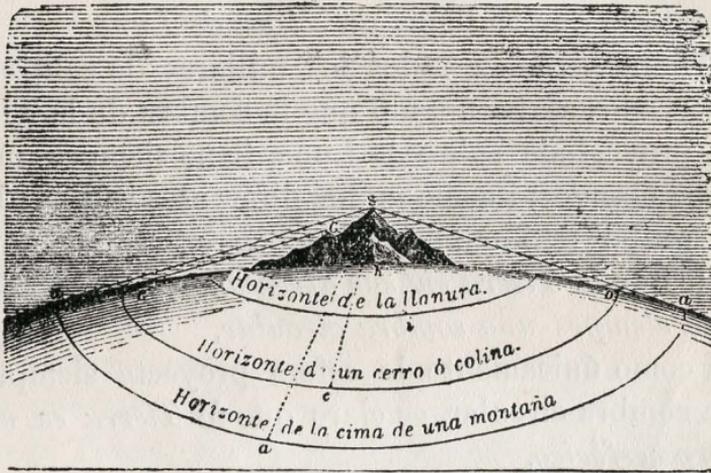


FIG. 26

verá este individuo una parte de la llanura, limitada por una línea circular, mas allá de la cual nada podrá ver, ni aun valiéndose de los mejores anteojos. Esta línea que limita la vista del observador se llama *horizonte visual* o *aparente*.

Si en vez de situarse en el punto K el observador sube a la colina, al punto C por ejemplo, podrá observar nuevos objetos situados en la llanura, que no alcanzaba a ver ántes, i su horizonte—siempre circular—será ahora mas estenso.

Si en seguida se coloca en la cumbre de la montaña, en el punto S, su horizonte será mucho mas vasto, i tendrá siempre la forma de un círculo.

Si la Tierra fuese plana, el límite de la vista del observador seria el mismo, cualquiera que fuese la altura a que se encontrara, i siempre podria ver una estension mayor con el auxilio de anteojos de larga vista.

Lo que limita, pues, la vista del observador en una llanura es la *curvatura de la Tierra*.

La forma circular del horizonte en todas partes de la superficie de la Tierra, es tambien una prueba de la curvatura de ésta.

Los mares tienen la misma superficie curva que las llanuras. Para demostrarlo basta observar desde la playa el alejamiento de un buque (Fig. 27).



FIG. 27

El observador verá que desaparece primero el casco, en seguida la parte baja de los palos, i por último, las velas mas altas del buque.

Si la Tierra fuera plana, el buque entero se iria haciendo mas difícil de distinguir a medida que se

alejara; pero cuando ya los ojos del observador no pudieran verlo, se notaria claramente con un anteojo. Esto no ocurre a causa de la curvatura de la Tierra.

Un viajero colocado en la cubierta de un buque ¿en qué forma dejaria de ver los edificios, las montañas i la playa?

Los viajes que se han hecho por mar alrededor de la Tierra han demostrado claramente que el astro que habitamos es un cuerpo aislado en el espacio i que tiene la forma redonda.

El primero de estos viajes fué llevado a cabo en 1519 por el navegante portugues Hernando de Magallanes, al servicio de España. La espedicion salió del puerto de San Lúcar con rumbo al occidente; llegó al continente americano; descubrió el estrecho que hoi se conoce con el nombre de Magallanes, i despues de atravesarlo, navegó por el océano Pacífico, llegó al archipiélago filipino, donde tuvo que luchar con los indíjenas; allí murió el jefe de esta memorable espedicion, en la pequeña isla de Mactan, combatiendo con los indios, el 27 de abril de 1521.

Sebastian del Cano, al mando de la única nave que no se habia perdido, llegó por fin al puerto de San Lúcar, despues de tres años de su partida i habiendo navegado siempre al oeste.

Fué ésta la primera expedición que dió una vuelta completa alrededor de la Tierra.

Después se han hecho muchos otros viajes alrededor de nuestro globo, con los cuales se ha puesto en evidencia su aislamiento i su redondez.

Todas las pruebas que hemos enumerado nos convencen de que la Tierra no es plana, *pero únicamente la que se funda en los eclipses de luna nos demuestra que es un cuerpo esférico.*

Esta esfericidad, sin embargo, no es perfecta, pues se ha comprobado que la Tierra es un poco achatada en las rejiones polares.

## 23.

### MOVIMIENTO DE ROTACION DE LA TIERRA

Cuando viajamos en un tren notamos que las casas, los árboles i todos los objetos que se divisan parecen correr en sentido contrario del movimiento del tren.

Como se comprende, esto es sólo una ilusión, pues cuando nos parece ver que los objetos caminan en cierto sentido, lo que realmente ocurre es que el tren marcha en sentido contrario, mientras que los objetos permanecen inmóviles.

El movimiento que posee el tren en este caso

es un movimiento *verdadero* o *real*, miéntras que los objetos poseen un movimiento *aparente*.

En el cielo sucede una cosa análoga. Nosotros vemos que el sol aparece todas las mañanas por el oriente i atraviesa el cielo hasta ocultarse por el occidente; vemos que la luna hace el mismo movimiento durante las noches; i si nos fijamos con atencion, podremos notar que todas las estrellas del cielo ejecutan el mismo movimiento que el sol i la luna.

Notaremos tambien que todas las estrellas, al cabo de un dia (24 horas) vuelven a ocupar el mismo lugar del cielo que ocupaban el dia anterior a la misma hora, o lo que es lo mismo, que las infinitas estrellas del cielo dan una vuelta completa alrededor de la Tierra justamente en 24 horas.

Durante muchísimo tiempo se creyó que toda la esfera celeste daba realmente una vuelta completa alrededor de nuestro globo i que la Tierra permanecia constantemente fija; pero los astrónomos han demostrado que, al contrario, es la Tierra la que se mueve realmente i que, por este movimiento, *creemos ver* que los demas astros jiran alrededor de la Tierra.

Sucede con esto lo mismo que les pasa a los viajeros de un tren con los objetos que están fuera de él.

El movimiento de la Tierra es un **movimiento real**; el que parece que ejecutan los demas astros (el Sol, la Luna i las estrellas) alrededor de la Tierra, es un **movimiento aparente** i se conoce con el nombre de **movimiento diurno**, porque tiene lugar en un dia, o en 24 horas.

Como los astros en su movimiento diurno caminan de oriente a poniente, es claro que el movimiento real de la Tierra tiene lugar en sentido contrario, esto es, *de occidente a oriente*.

La tierra ejecuta este movimiento alrededor de una línea imaginaria que la atraviesa, pasando por su centro, de la misma manera que un trompo se mueve alrededor de la línea que une la cabeza con la púa. Esta línea alrededor de la cual jira la Tierra se llama *eje terrestre*.

Sus dos extremos son los *polos*; uno se llama *polo norte, setentrional o boreal*; el otro se llama *polo sur, meridional o austral*.

El movimiento que ejecuta la Tierra alrededor de su eje se llama *movimiento de rotacion*; es un movimiento real que se verifica de occidente a oriente i en el término de 24 horas.

A causa del movimiento de rotacion de la Tierra tiene lugar el movimiento diurno de la esfera celeste: éste es un movimiento aparente, por el cual parece que todo el cielo da vueltas alrede-

dor de la Tierra; *se ejecuta en las mismas 24 horas en que tiene lugar el movimiento de la rotacion de la Tierra, pero de oriente a occidente.*

## 24.

### CÍRCULOS MÁXIMOS I CÍRCULOS MENORES. ORÍJEN DEL SISTEMA MÉTRICO

Ya sabemos que la Tierra es un cuerpo aislado en el espacio i de forma esférica. Sabemos tambien que está dotada de un movimiento de rotacion alrededor de uno de sus diámetros llamado *eje terrestre*, i cuyos extremos son los *polos*.

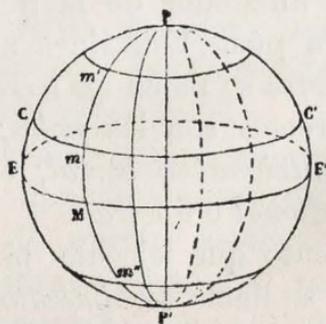


FIG. 28

Podemos imaginarnos la Tierra como la representa la figura 28. La línea PP' será el eje terrestre; los puntos P i P' serán los polos.

Imaginémos un plano que pase por el centro

de la Tierra i sea perpendicular al eje; este plano formará en la superficie terrestre un círculo EE' llamado *ecuador*, que divide al globo en dos partes iguales llamadas *hemisferios*: el que contiene el polo norte se llama hemisferio norte; el otro, hemisferio sur.

Todos los demas círculos perpendiculares al eje terrestre, i, por consiguiente, paralelos al ecuador, reciben el nombre de *paralelos*, como el CC'. Estos paralelos son tanto menores cuanto mas cercanos al polo se encuentran. El ecuador no es otra cosa que el mayor de los paralelos terrestres.

Podemos considerar tambien en la Tierra otros planos: los que pasan por el eje, como el PMP'. Estos han recibido el nombre de *meridianos* i dividen a la Tierra en dos hemisferios: uno oriental i el otro occidental, segun el lado del meridiano a que se encuentran.

¿Qué posicion tienen los meridianos con respecto al ecuador i a los paralelos?

¿Cuántos meridianos tiene la Tierra?

¿Podrán trazarse en la figura 28 meridianos mayores o menores que el PMP'?

Como se vé, en la Tierra se distinguen ciertos círculos que pasan por su centro, como el ecuador i los meridianos, i la dividen en dos partes iguales: éstos son los círculos máximos o mayores; i

se distinguen otros que no pasan por el centro i que dividen a la Tierra en dos partes desiguales, como los paralelos; éstos son los círculos menores.

Sabemos que todo círculo se considera dividido en 360 partes iguales llamadas grados. Los distintos círculos que se toman en consideracion en el estudio de la Tierra, es decir, el ecuador, los paralelos i los meridianos, se dividen tambien en 360 grados, lo que hace mucho mas fácil el estudio de las distintas rejiones de la Tierra.

Antiguamente se empleaban en los pesos i medidas unidades completamente diversas en los distintos paises, i aun en las diferentes provincias de una misma nacion. Esta desigualdad era un serio inconveniente que el Gobierno frances trató de subsanar a fines del siglo XVIII, encargando a la Academia de Ciencias de Paris que confeccionara un sistema universal de pesos i medidas.

Esta corporacion quiso tomar como unidad del nuevo sistema una medida fija e invariable. Con este objeto hizo medir diversos arcos de meridiano en distintas partes de la Tierra: cerca del ecuador, cerca del polo norte i en las rejiones intermedias, i de estas medidas se llegó a la conclusion de que la cuarta parte de un meridiano (PE o PE', Fig. 28), o sea la distancia de uno de los polos al ecuador, dividida en *diez millones* de

partes iguales, daba una estension que podia servir de unidad de lonjitud.

A esta estension se le dió el nombre de **metro**: de modo que la distancia PE (Fig. 28) del polo al ecuador, segun aquellas medidas, era igual a *diez millones de metros*.

Algun tiempo despues se reconoció un pequeño error en estas medidas i se estableció que *la distancia al ecuador es de 10 millones i 856 metros*, lo que aumentó el valor del metro en una cantidad pequeníssima.

**El metro, por consiguiente, es casi exactamente una de las partes que resultan de dividir la distancia de un polo al ecuador en 10 millones de partes iguales.**

Del metro se derivan todas las unidades que constituyen el *sistema métrico decimal*, empleado actualmente en casi todos los paises civilizados.

*Observacion.*—Para medir la distancia de un polo al ecuador no basta averiguar la lonjitud de un grado i multiplicarla por 90, como pudiera creerse, porque siendo la Tierra algo achatada en los polos, los meridianos no son verdaderos círculos i los grados no son iguales entre sí: son menores los que están cerca del ecuador i mayores los cercanos a los polos.

25.

VERTICAL.—HORIZONTE.— DIRECCIONES  
CARDINALES

Ya hemos visto en física que si atamos al extremo de un hilo una bolita de plomo u otro cuerpo cualquiera mas pesado que el aire, al suspenderlo por el otro extremo, el hilo tomará una direccion determinada e invariable que hemos llamado *vertical*.

Sabemos tambien que es ésta la direccion que siguen todos los cuerpos al caer, haciendo abstraccion de la resistencia del aire. El aparatito con que determinamos la direccion vertical es el *hilo a plomo*, o *plomada* (Fig. 29).



FIG. 29

Sabemos tambien que el hilo a plomo es perpendicular a la superficie de las aguas tranquilas, i que esta superficie tiene una direccion horizontal.

El aparato que sirve para determinar esta direccion es el *nivel de aire* (Fig. 4).

La vertical de un lugar de la Tierra es una línea ilimitada que se prolonga por sobre nuestras cabezas hácia la esfera celeste, a donde penetra en un punto llamado *cenit*; i que, despues de atravesar la

Tierra, bajo nuestros piés, penetra tambien en el cielo en otro punto opuesto llamado *nadir*.

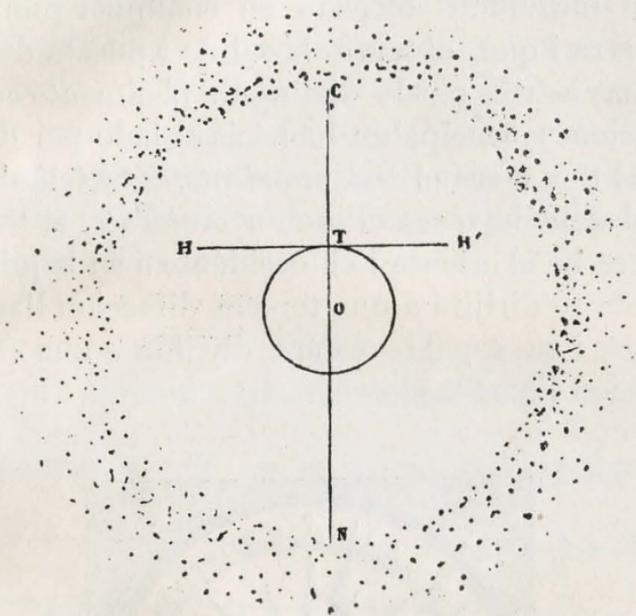


Fig. 30

Para el punto T de la Tierra (Fig. 30), la línea CN será la vertical, C será el *cenit* i N el *nadir*.

Un plano HH', perpendicular a la vertical i que pase por el punto T será el **horizonte real** de ese punto.

Ya sabemos que la línea que limita la vista de un observador se llama **horizonte visual** i que éste tiene una forma completamente circular para

un observador situado en una llanura o en alta mar (Fig. 26).

Un individuo colocado en cualquier punto de la Tierra i que observe la salida i puesta del Sol i demas astros, puede distinguir fácilmente cuatro direcciones principales: 1.<sup>a</sup> hácia el lado por donde sale el Sol, o sea el *este* u *oriente*; 2.<sup>a</sup> hácia donde el Sol se pone, o sea el *oeste* u *occidente*; si tiene a su derecha el oriente i el occidente a su izquierda, su vista se dirigirá a una tercera direccion llamada el *norte* i su espalda estará dirigida a una cuarta direccion llamada el *sur*.

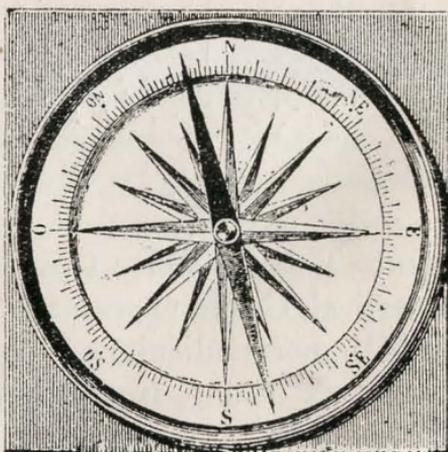


FIG. 31

Estas cuatro direcciones se conocen con el nom-

bre de **direcciones cardinales** i se representan por medio de la figura 31, conocida con el nombre de *rosa de los vientos*. Entre estas direcciones principales pueden señalarse otras cuatro intermedias, llamadas: *nor-este (NE)*, *nor-oeste (NO)*, *sur-este (SE)*, *sur-oeste (SO)*. I todavía entre estas ocho direcciones indicadas pueden señalarse otras ocho direcciones mas, indicadas en la figura por rayos intermedios.

## 26.

### LATITUD I LONJITUD TERRESTRE

Supongamos que en el plano rectangular AB

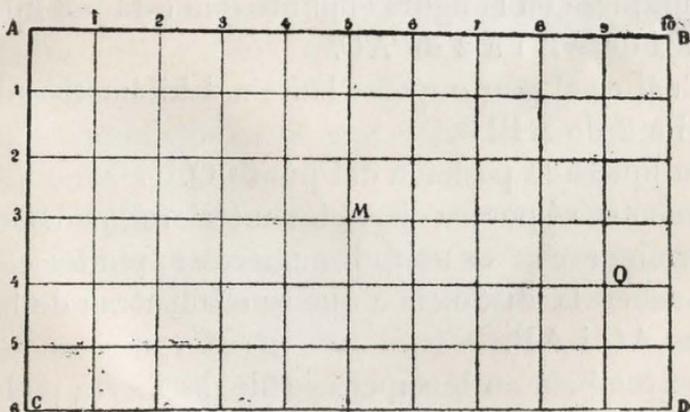


FIG. 35

CD (Fig. 32), que tiene 10 kilómetros de largo

por 6 de ancho, queremos encontrar un punto que esté a 5 kilómetros de la línea AC i a 3 de la línea AB.

Naturalmente lo primero que deberemos hacer será caminar desde el punto A cinco kilómetros en la dirección AB, alejándonos de la línea AC, hasta llegar al punto de esa línea señalado en la figura con el número 5, i desde ahí caminaremos tres kilómetros alejándonos de la línea AB i en dirección perpendicular a ella, hasta llegar al punto M, que será el que deseamos encontrar.

¿Qué será necesario hacer para hallar un punto que diste 7 kilómetros de la línea AC i 4 de la AB?—¿Cuál será este punto?

Indíquese en la figura el punto que está a 3 kilómetros de AB i a 2 de AC.

¿Cuál es el punto que se halla a 4 kilómetros de AC i a 2 de AB?

Indíquese la posición del punto Q.

Como se vé por los ejercicios anteriores, podemos determinar con exactitud numerosos puntos con sólo saber la distancia a que se encuentran de las líneas AC i AB.

Así también en la superficie de la Tierra podemos fijar exactamente la posición de cualquier punto, sabiendo a qué distancia se encuentra de dos líneas fundamentales, que son: 1.º el *ecuador*,

que, como sabemos, es un círculo máximo perpendicular al eje terrestre i que divide a la Tierra en dos hemisferios; i 2.º uno de los círculos meridianos, que, como hemos visto, son círculos máximos que pasan por el eje terrestre. Ordinariamente se elije el meridiano que pasa por Paris, o bien el que pasa por Greenwich, en Inglaterra.

Hai que tener presente, sin embargo, que en la Tierra las distancias, para determinar la posición de un lugar, no se miden por metros sino por grados.

Para esto se considera dividido el ecuador en 360 partes iguales llamadas *grados*? Otro tanto se hace con los paralelos i los meridianos.

Como cada meridiano tiene  $360^\circ$ , la distancia de un polo a otro, que comprende la mitad del meridiano, tendrá  $180^\circ$ , i la distancia de un polo al ecuador, que es la cuarta parte de un meridiano, tendrá  $90^\circ$ .

Para fijar la posición de un punto es necesario conocer la distancia, en grados, de ese punto al ecuador; medida sobre un meridiano, esa distancia se llama **latitud**. Así la distancia del punto L al ecuador (Fig. 33), indicada por la línea LR, será su *latitud*.

Pero como todos los puntos que están en el paralelo que pasa por L tienen esa misma distancia

al ecuador, o sea, esa misma latitud, será necesario conocer la distancia del punto  $L$  a un meridiano conocido para fijar su posición. Si nos guiamos por el meridiano de Paris, i  $POP'$  representa este meridiano en la figura, tendremos que determinar la distancia  $LO$  del punto  $L$  a ese meridiano.

Esta distancia es la **lonjitud** del punto  $L$ .

Todos los puntos situados en el arco  $PLP'$  del meridiano que pasa por  $L$  tienen esa misma lonjitud.

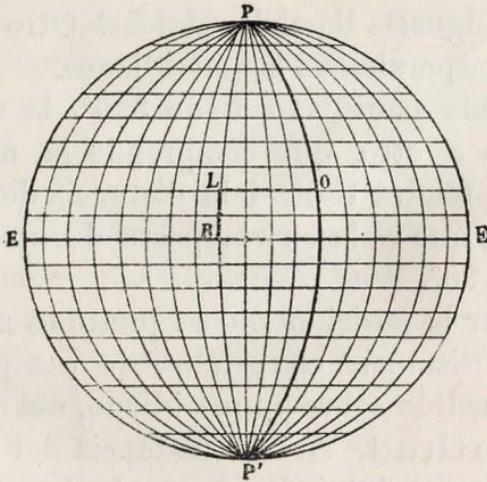


FIG. 33.

Como se vé,<sup>f</sup> *latitud es la distancia de un punto al ecuador.*

La latitud menor que puede tener un punto es *cero grados*, que corresponde a todos los lugares situados en el ecuador. La mayor latitud es de  $90^\circ$ , que sólo la tienen los polos.

Si el punto se halla en el hemisferio norte se dice que tiene una *latitud boreal*; si está en el hemisferio sur, tendrá *latitud austral*.

*Lonjitud es la distancia de un punto al meridiano convenido* (de Paris o de Greenwich). La mayor lonjitud que puede tener un punto es de  $180^\circ$ , i corresponde a los puntos situados en el mismo meridiano de oríjen, pero en el lado opuesto de la Tierra.

La lonjitud puede ser *oriental* u *occidental*, segun el lado a que se encuentre el lugar del meridiano convenido.

Vemos, pues, que es mui importante saber determinar la latitud i la lonjitud de un punto para averiguar su posicion, ya sea en la superficie de la Tierra, ya en una carta jeográfica.

Supongamos que se trata de buscar en el globo jeográfico un lugar que tenga una latitud boreal de  $15^\circ$  i una lonjitud occidental de  $40^\circ$ . A partir del ecuador, buscaremos sobre el meridiano de Paris PBP' (Fig. 34), la latitud de  $15^\circ$ ; sobre el paralelo que pase por ese punto se hallará el lugar que buscamos; pero como su lonjitud es occidental,

buscaremos sobre el ecuador el grado 40 hácia el oeste del meridiano de Paris; en el meridiano que pasa por este punto se hallará el lugar que buscamos. Pero como también debe encontrarse en el paralelo que se halla  $15^\circ$  al norte del ecuador, es claro que el lugar buscado estará en el punto en

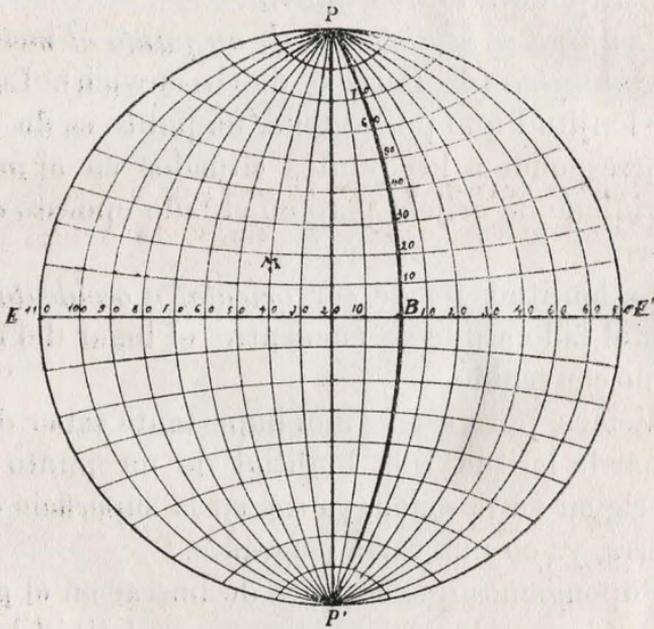


FIG. 34.

que se cortan el paralelo i el meridiano que hemos determinado, o sea en el punto M de la figura.

*Ejercicios.* 1). Búsquese en el globo un lugar que se encuentre a  $95^\circ$  de longitud occidental i a  $23^\circ$  de latitud norte.

2). ¿Cuál es la longitud i la latitud de Santiago de Chile?

3). ¿Cuál es la diferencia de latitud que hai entre Santiago i Concepcion?

4). ¿Qué diferencia de longitud hai entre Valparaiso i Nueva York?

5). ¿Qué diferencia de longitud hai entre Lima i Paris?

6). Encuéntrese la diferencia de latitud i de longitud que hai entre Lóndres i San Petersburgo.

7). Id. entre Santiago i Buenos Aires.

Id. entre Berlin i Montevideo.

8). Encuéntrese el punto que está situado a  $83^{\circ}$  de latitud austral i a  $85^{\circ}$  de longitud oriental.

9). ¿A qué equivale la longitud de  $190^{\circ}$ ?

10). ¿Qué puntos tienen  $180^{\circ}$  de longitud?

11). ¿A cuántos grados del polo norte se halla un punto que tenga  $38^{\circ}$  de latitud boreal?

12). ¿Id. un punto situado a  $25^{\circ}$  de latitud austral?

13). ¿Qué latitud tendrá un lugar situado a  $17^{\circ}$  del polo sur?

14). ¿A qué latitud se hallan los puntos situados a igual distancia del polo sur que del ecuador?



# ÍNDICE

---

	Pájs.
PRÓLOGO DE LA 3. <sup>a</sup> EDICION .....	3
<b>Lecciones de Física</b>	
1 Peso de los cuerpos. El hilo a plomo.....	7
2 Caída de los cuerpos.....	9
3 El nivel de aire.....	13
4 Experimentos acerca del centro de gravedad.....	15
5 Nociones acerca del equilibrio de los cuerpos .....	18
6 La palanca.....	21
7 La balanza.....	26
8 El calor.....	29
<b>Lecciones de Química</b>	
9 El hierro .....	35
10 El cobre.....	40
11 El plomo.....	45
12 El vidrio.....	48
13 La arcilla.....	51
14 La creta.....	53
15 La sustancia córnea.....	55
16 La madera.....	57
17 La goma de durazno, de guindo i de ciruelo.....	61
18 La resina del pino (trementina).....	62
19 La sal comun.....	64
20 El azúcar.....	67
<b>Lecciones de Cosmografía</b>	
21 Forma de la Tierra.....	71
22 Otras pruebas de la redondez de la Tierra.....	75
23 Movimiento de rotacion de la Tierra.....	79
24 Círculos máximos i círculos menores.—Oríjen del sistema métrico.....	82
25 Vertical.—Horizonte.—Direcciones cardinales.....	86
26 Latitud i longitud terrestres.....	89

# LA COMPAÑIA AMERICANA

Casilla 1227

— SANTIAGO —

Ahumada 135



PUBLICA POR CUENTA PROPIA O AJENA

## TESTOS DE ESTUDIO



Libros ya publicados por esta casa:

<b>Física</b> , tomo I, por Luis L. Zegers. Ilustrado con 266 grabados, rústica.....	\$ 8.00
Id. Id. empastado.....	10.00
(Tomos II i III en prensa)	
<b>Libro de Lectura</b> , t. I, por Retamal Ealboa, con grabados	0.80
” ” II ” ” ” ”	1.00
” ” III ” ” ” ”	1.30
<b>Método de Ingles</b> , por I. H. LaFetra.....	1.50
<b>Pictorial Primer</b> ” ” ” .....	1.25
<b>Second Reader</b> .....	1.50
<b>First Steps in Spelling</b> .....	1.25
<b>Libro de Lectura</b> , tomo III, por Fidel Pinochet Le-Brun	1.00
<b>Física, Química i Cosmografía</b> , libro I, por José E. Pinochet Le-Brun .....	1.00
Id. Id. libro II, por José E. Pinochet Le-Brun.....	1.25
Id. Id. ” III ” ” ” ” ” .....	1.50