

LUIS MANOSALVAS



EL ELECTRICISTA



PRELIMINARES Y LEYES FISICAS



APLICACIONES INDUSTRIALES



FOLLETO I



QUITO



Tip. de la Escuela de Artes y Oficios



1904

F781

5 0710715
M2856

BIBLIOTECA NACIONAL	
QUITO - ECUADOR	
COLECCION GENERAL	
Nº	AÑO
PRECIO	DONACION

PROSPECTO

~~~~~

Impulsado por el deseo de facilitar el estudio de electricidad, especialmente para aquellos que no están muy versados en la física general, y deseando que la juventud Ecuatoriana pueda estar al alcance de los progresos de la ciencia, que conozca y maneje al insigne agente, y se halle apto no sólo para los varios sistemas de comunicación sino para otras varias aplicaciones industriales y electroterápicas, que pronto llegarán á nosotros y avanzarán tal vez con nosotros en vista de la aptitud cerebral que nuestra juventud manifiesta, y como el principio fundamental para el progreso es el estudio de las ciencias físicas, quiero ayudar en algo con mi pequeño contingente. Estas ciencias facilitan distinguir la naturaleza del ente, la sustancia,

la causa, la comparación; esas deducciones que hacen descubrir lo comun y diferente y aparecer las causas que rigen á la naturaleza, para que la poderosa luz de la verdad alumbrando al mundo le arranque secretos que engrandecen á las naciones y alivian á la humanidad.

Esta publicación se hará en pequeños cuadernos, advirtiéndose que principia con preliminares físicos y reglas fundamentales absolutamente necesarias para las apreciaciones electrotécnicas.



## PRELIMINARES FISICOS

---

### Física.

---

✕ Es una de las ciencias que indagan las fuerzas, energías y movimientos para el origen y naturaleza de los fenómenos producidos por los cuerpos puestos en contacto ó influidos por los mismos ú otros agentes.

✕ La física se divide en experimental y racional. La experimental tiene por objeto descubrir los fenómenos corporales, examinarlos detenidamente y demostrar las causas físicas que los producen por medio de experimentos que los hagan evidentes. La racional tiene por objeto comparar unos con otros los fenómenos, manifestar sus semejanzas, demostrar sus diferencias y descubrir las causas á que obedecen sus arreglos y desarreglos.

• Los fenómenos físicos no alteran la sustancia corpórea, mas los químicos alteran la constitución íntima del cuerpo.

### *Ley física.*

· X Ley física es la regla á que está sujeto el fenómeno.

### *Hipótesis.*

· X Es una suposición ó conjetura que se hace para explicar un fenómeno.

### *Teoría.*

· X Es descubrir los principios por medio de los cuales logra sus fines la práctica, es la explicación del conjunto de fenómenos, leyes y consecuencias relativas á una sola causa.

### *Causa y Agente.*

· X Es el motivo ó cosa que produce un efecto. No hay efecto sin causa ni fenómeno producido sin agente; al agente se le llama energía y energía significa acción ó trabajo interior. Esta energía se manifiesta de varios modos, formas y estados, se la denomina energía mecánica, calorífica, acústica, luminosa, eléctrica, química, etc.

### *Cuerpo.*

· X Es toda porción limitada de materia, y se compone de un principio pasivo inerte llamado *materia* y un principio activo llamado *forma*.

### *Masa.*

· X Es la cantidad de materia.

### *Densidad.*

· X Es la cantidad de materia en la unidad de volumen.

### *Materia.*

✧ Es la sustancia de que está compuesto el cuerpo. El cuerpo se forma de partículas, moléculas y átomos. Partícula es la más pequeña porción de materia que alcanza á la división mecánica. Moléculas, las separadas por medios físicos como la evaporación, la fusión, la disolución. Átomos, los elementos ya indivisibles obtenidos por reacciones químicas. La molécula no puede dividirse sin que se altere la materia sustancial del cuerpo. Desconócese la naturaleza del átomo, y se juzga que existen dos clases de átomos: ponderables é imponderables; ponderables, aquellos que estan sometidos á la acción de la gravedad, é imponderables ó etéreos á los demás. A todos los átomos se les supone dotados de una cualidad dinámica que motiva las variadas transformaciones de los cuerpos. Muchos físicos aseguran, que la materia imponderable ó etérea llena los espacios del universo hasta el más pequeño poro de la materia ponderable, sin que hasta ahora se alcance á conocer la acción recíproca de estas dos sustancias.

El átomo es el primer principio de la sustancia corpórea, de la unión de varios átomos se forma una molécula; las moléculas ordenadas de varios modos y proporciones, dan por resultado la diferencia sustancial del cuerpo: así, por ejemplo, tomando por materia prima algodón, tendremos que elaborado nos da por resultado telas para distintos usos.

### ✧ *Estados de los cuerpos.*

Los estados son tres: el sólido, líquido y gaseoso. El estado sólido manifiesta alguna forma y volumen, presenta alguna resistencia para su división y puede ser sometido el cuerpo á la tracción, flexión y torsión. El estado líquido es la facilidad con que las moléculas se deslizan ó resbalan unas sobre otras,

virtud por la cual toma el líquido la forma exacta de la vasija que le contiene y se derraman por orificios pequeños en formas de hilos y gotas. Es constante su volumen, mientras no cambie de temperatura. El estado gaseoso, (la evaporación), es un estado más móvil que el líquido, se cree que sus moléculas en vez de atraerse se repelen mutuamente, y que animadas por esta fuerza de repulsión tienden á separarse más y más, no se puede conservar en vasijas abiertas y carecen de forma y volumen.

Los fenómenos de agregación se explican porque se supone que existen en cada molécula dos fuerzas antagonistas, de atracción y repulsión, es decir un agente desconocido que pone al cuerpo en varios estados.

Son propiedades generales de los cuerpos la extensión, la impenetrabilidad, la porosidad, la inercia, la movilidad, reposo, divisibilidad, compresibilidad, dilatabilidad, contractibilidad, elasticidad, atracción, cohesión, adherencia, tenacidad, ductilidad, dureza, etc.

#### *Impenetrabilidad.*

✕ Es la resistencia que oponen los átomos para dejarse penetrar así mismos, sino á medida de la porosidad del cuerpo.

#### *Inercia.*

✕ Es la resistencia que la materia opone al movimiento.

#### *Movilidad.*

✕ Es la propiedad que tienen los cuerpos de poder ocupar varios puntos del espacio, bajo la acción de las fuerzas.

#### *Movimiento.*

✕ Si un cuerpo cambia de posición en el espacio, se dice que está en movimiento.

*Reposo.*

✓ Es la posición de un cuerpo que permanece fijo en un mismo punto del espacio.

*Divisibilidad*

✓ Es el sorprendente grado de fraccionamiento á que está sometido un cuerpo; pues las sustancias olorosas son fraccionamientos gaseosos que llegan á la nariz.

*Porosidad.*

✓ Es la propiedad que un cuerpo tiene de poseer entre sus moléculas espacios vacíos de su propia materia. Son porosos muchísimos cuerpos, unos más que otros, principalmente todos aquellos de volumen aparente que se dilatan y contraen, los filtros, esponjas, etc.

*Compresibilidad.*

✓ Es la disminución aparente de un cuerpo mediante la compresión.

*Dilatabilidad.*

✓ Es la propiedad que un cuerpo tiene de aumentar de volumen cuando se eleva su temperatura.

*Contractibilidad.*

✓ Es la disminución de volumen por sustracción de calor.

*Elasticidad.*

✓ Es la fuerza en virtud de la cual las moléculas de los cuerpos separadas de su estado de equilibrio, mediante una causa cualquiera, vuelve cada una

á tomar su posición primitiva, cuando cesa la fuerza modificante. Es la deformación molecular de un cuerpo, durante la cual está vencida la fuerza de cohesión por la modificante.

*Atracción.*

✕ Es la fuerza en virtud de la cual las moléculas de los cuerpos tienden á aproximarse.

*Cohesión.*

✕ Es una fuerza de atracción que mantiene unidas á las moléculas de un mismo cuerpo.

*Adherencia.*

✕ Es una fuerza de atracción entre las moléculas de dos cuerpos diferentes.

*Tenacidad.*

✕ Es la fuerza de cohesión. Es la resistencia que oponen los cuerpos á dividirse por tracción.

*Ductilidad.*

✕ Es la propiedad de variar de forma sin dividirse.

*Dureza.*

✕ Es la resistencia que oponen los cuerpos á ser rayados.

*Mecánica.*

✕ Es una parte de la física que estudia los movimientos en sí, en su origen, sus consecuencias y sus aplicaciones.

---

# EL ELECTRICISTA

---



Se divide en la Cinemática, la Estática y la Dinámica.

✓ Cinemática.—La Cinemática estudia el movimiento en sí que implica espacio y tiempo, la velocidad de un objeto cualquiera que cambia de lugar, como sería un cuerpo que cae, un proyectil que cruza, un tren que pasa, etc. con más ó menos rapidez, con una constante ó una variable.

× Móvil.—Es todo cuerpo que se halla en movimiento.

× Punto material.—Es esa inercia, esa resistencia al movimiento en diversos grados caracterizados por sus masas. Todo cuerpo debe ser considerado como un sistema de puntos materiales.

× Trayectoria.—Es el lugar geométrico de los puntos que sucesivamente ocupa un móvil en el espacio. El móvil es un punto geométrico, su trayectoria una línea recta ó curva que indica el movimiento rectilíneo ó curvilíneo. Los movimientos son uniformes y variados, uniforme es cuando un móvil recorre espacios iguales en tiempos iguales, ya sea la trayectoria rectilínea ó curvilínea.

× Velocidad.—Es la relación del espacio recorrido con el tiempo empleado en recorrerlo, ó bien la relación del aumento de espacio con el aumento de tiempo. Siendo  $v$  la velocidad,  $e$  el espacio y  $t$  el tiempo, tendremos:  $v = \frac{e}{t}$  Así, por ejemplo, la velocidad terrestre del movimiento uniforme curvilíneo en el Ecuador es de 463 metros por segundo. Para encontrar el espacio recorrido por un cuerpo, se multiplica el espacio recorrido en el primer segundo de caída, por el cuadrado del tiempo de caída. Para encontrar la velocidad de un cuerpo en un momento dado, se multiplica la intensidad de la gravedad por el tiempo de caída.

✓ Movimiento variable.—Es la recorreción de un móvil en tiempos iguales, espacios desiguales; su trayec-

toria puede ser rectilínea ó curvilínea. La velocidad media durante un tiempo dado es igual al cociente del aumento de espacio sobre el aumento de tiempo, siendo  $v$  la velocidad media,  $\nabla e$  aumento de espacio,  $\nabla t$  aumento de tiempo, tendremos la ecuación

$$V_m = \frac{\nabla e}{\nabla t}$$

Se llama movimiento rectilíneo uniformemente variado, el que aumenta ó disminuye la velocidad cantidades iguales, en tiempos desiguales; si aumenta, el movimiento es uniformemente acelerado y sería un cuerpo que cae; si disminuye, el movimiento es uniformemente retardado, y sería un cuerpo lanzado hácia arriba. La cantidad de espacio variado por la velocidad en la unidad de tiempo, se llama aceleración. Las velocidades crecen proporcionalmente á los tiempos, y los espacios recorridos son proporcionales á los cuadrados de los tiempos empleados en recorrerlos, así es que: si se ha recorrido un metro en el primer segundo, dos en el segundo, tres en el tercero, etc. tendremos, que los espacios serán de uno, cuatro, nueve, etc.

### *Movimientos absoluto, relativo y aparente.*

Es movimiento absoluto si un móvil  $m$  se mueve en un sistema  $p$  fijo ó que se cree tal; pero si el punto ó sistema  $p$  cambia á su vez de lugar con arreglo á otro sistema ó punto  $c$  que se le supone fijo, entonces el móvil  $m$  tiene movimiento absoluto con respecto á  $c$  y movimiento relativo con respecto á  $p$ .

Se llama movimiento aparente según la situación del observador, si este forma parte en el sistema  $p$ , el movimiento entre  $m$  y  $p$  será para el observador movimiento aparente, y si forma parte en el sistema  $c$ , el movimiento aparente será entre  $m$  y  $c$ .

La consideración de estos movimientos conducen á la resolución de varios problemas con respecto á composiciones y resultados.

Si  $m$  está animado de movimiento relativo porque  $p$  está animado con un arrastre debido al sistema  $c$ : quiero después de conocidos estos dos movimientos, hallar el movimiento absoluto del móvil  $m$  en el sistema  $c$ . Este resultado sería el movimiento compuesto ó la resultante de los otros movimientos compuestos.

El mencionado problema sirve también para hallar  $m$  movimiento componente, dado el otro componente y la resultante.

Esto sirve para apreciar los movimientos de arrastre, traslación, rotación, etc., unos por causa de otros.

### *Fuerzas.*

✕ Fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de un cuerpo. Los elementos que caracterizan la fuerza son: el punto de aplicación, su dirección y su intensidad. Las fuerzas son instantáneas y continuas; instantáneas, si obran en un momento, como el choque de dos cuerpos: continuas, cuando actúan por largo espacio de tiempo, como un arrastre.

#### *Fuerza constante.*

✕ Es aquella que conserva igual intensidad.

#### *Fuerza variable.*

✕ Es aquella cuya intensidad aumenta ó disminuye.

#### *Fuerza neutralizada.*

✕ El estado de un cuerpo puesto en reposo ó movimiento que no se modifica después de estar actua-



do por otras fuerzas en virtud de que estas últimas se neutralizan mutuamente.

Hablando de las fuerzas equilibradas sucede que cuando el cuerpo queda en reposo, se denominan *fuerzas estáticas*, y cuando éstas le imprimen al cuerpo, movimiento, desaparece el equilibrio y entonces se llaman *fuerzas dinámicas*.

#### † *Estática.*

Es una parte de la mecánica que estudia las fuerzas neutralizadas.

#### † *Dinámica.*

Es una parte de la mecánica que estudia las fuerzas en movimiento.

#### † *Sistema de fuerzas.*

Es la combinación de varias fuerzas para una fuerza sola, para un efecto.

Las fuerzas se representan gráficamente con líneas, teniendo en cuenta los elementos ya mencionados, como son: el punto de aplicación, su dirección é intensidad. Esta, será manifestada en la mayor ó menor longitud de línea.

#### † *Componente.*

Se llama así cada una de las fuerzas de que se compone el sistema; así es que estas fuerzas ó líneas componentes son las que actúan sobre un punto ó una línea que representa las fuerzas.

#### † *Resultante.*

Es la fuerza única que por sí sola dé el efecto del sistema.

✦ Supongamos que en el punto  $A$  (fig. 1<sup>a</sup>.) aplicamos dos fuerzas la representada por  $AB$  y la representada por  $AC$ : como estas fuerzas actúan sobre un mismo punto, la resultante se obtendrá trazando un paralelogramo ó sean las líneas de puntos paralelas á  $AB$  la una y á  $AC$  la otra, tirando la diagonal desde el vértice  $A$  al opuesto  $R$ , tendremos la resultante de las dos fuerzas; es decir que esta única aplicada en el punto mencionado  $A$ , equivale á las dos  $AB$  y  $AC$ . Si las fuerzas en vez de dos son más, como manifiesta la (fig. 2<sup>a</sup>.) que concurren al punto  $A$  cuatro fuerzas la  $AB$ ,  $AC$ ,  $AD$  y  $AE$ , tendremos después de lo ya explicado con las dos fuerzas para la resultante  $AR$ , construir otro paralelogramo con esta resultante y la tercera componente  $AD$ , y nos dará la resultante  $AR'$  de las tres fuerzas componentes  $AB$ ,  $AC$  y  $AD$ : si con esta resultante  $AR'$  construimos un paralelogramo con la cuarta componente  $AE$ , tendremos la diagonal  $AR''$  resultante de las cuatro fuerzas componentes  $AB$ ,  $AC$ ,  $AD$  y  $AE$ . Se llama este sistema el paralelogramo de las fuerzas.

Como se dijo, el *punto de aplicación* de una fuerza es donde ésta ejerce su acción; ese sentido hacia el cual la fuerza tiende á variar el punto de aplicación, se llama *dirección de la fuerza*, é *intensidad* su mayor ó menor potencia con relación á la unidad.

✦ *Dos fuerzas aplicadas á un punto y en la misma dirección, su resultante es igual á la suma de ambas.*

✦ *Dos fuerzas opuestas aplicadas á un punto, su resultante es igual á la diferencia, y actúa en dirección de la mayor.*

✦ *Dos fuerzas paralelas del mismo sentido y aplicadas en dos puntos de un cuerpo sólido, su resultante es igual á la suma de las dos y paralelas á ambas, y el punto exacto de aplicación es aquel que divide á la recta que une los dos puntos de aplicación de las fuerzas en partes inversamente proporcionales á las intensidades de sus componentes.*

† *Dos fuerzas paralelas opuestas y desiguales, su resultante es igual á su diferencia, paralela á ambas, su dirección, en el sentido de la mayor el punto de aplicación se encuentra en la recta que une los puntos de aplicación de los dos componentes hacia la mayor, y la distancia á los puntos de aplicación de los dos componentes está en razón inversa de las intensidades de dichas fuerzas.*

† *Fuerzas equilibradas.*

Son aquellas que actuando sobre un cuerpo se neutralizan mutuamente. Deben reunirse las condiciones siguientes: 1<sup>a</sup>. la suma de las proyecciones de las fuerzas sobre los ejes rectangulares será nula para cada uno de ellos. 2<sup>a</sup>. que también la suma de los momentos de fuerza con relación á los ejes rectangulares sea nula para cada una de ellas. Cumpliendo con las mencionadas, el cuerpo solicitado por estas fuerzas permanecerá en equilibrio porque su destrucción es mutua y así podemos formar triángulos y polígonos de fuerzas neutralizadas.

El momento de fuerza puede ser con relación á un punto ó á un eje; en el primer caso, es igual al valor absoluto, es decir igual al producto de la fuerza multiplicado por la distancia al punto dado de posición; y si las fuerzas son paralelas, al de aplicación de su resultante. En el segundo caso con relación al eje, es la proyección de esta fuerza sobre un plano perpendicular al mismo en el punto donde atraviesa el plano.

Centro del momento se llama el punto respecto al cual se toma el momento de la fuerza.

Par de fuerzas, son dos paralelas que actúan en sentido opuesto; si estas fuerzas son iguales producirán el equilibrio: si la intensidad de la fuerza con relación á la masa del cuerpo es suficiente para producir movimiento, girará sobre su eje con movi-

miento de rotación, pero entonces los dos puntos de aplicación de las fuerzas se hallarán en una recta que no coincida con la dirección de las mismas.

### *Peso.*

× Es la intensidad de la resultante de todas las fuerzas iguales que la gravedad imprime á las moléculas de un cuerpo. Es también peso absoluto la presión ejercida por un cuerpo sobre el plano que le sostiene.

Siendo  $P$  el peso del cuerpo,  $G$  la gravedad,  $M$  la masa del cuerpo, tendremos la expresión de la masa

$$M = \frac{P}{G}$$

de donde el peso es  $P = MG$ ; por consiguiente: el peso absoluto de un cuerpo es proporcional á la masa y á la intensidad de la gravedad. Este peso varía desde el Ecuador hacia el polo por ser proporcional á la gravedad.

### *Trabajo.*

× Un cuerpo en su caída es capaz de levantar á otro de igual peso y á una altura igual á su caída, ahora el cuerpo que cae actúa como potencia y el peso que eleva como resistencia. Se llama trabajo motor, el producto del peso que cae multiplicado por su altura. Se llama trabajo de resistencia, el producto del peso que eleva multiplicado por su altura. De lo expuesto resulta que: *El trabajo motor es igual al trabajo de resistencia*; es decir que el trabajo de potencia es trabajo gastado y el de resistencia es trabajo producido. Estas igualdades no resultan en la práctica por los rozamientos y más dificultades que resultan á vencer.

### *Gravedad.*

× Gravedad es la fuerza de atracción que la tierra ejerce sobre los cuerpos.

Hay también una atracción universal, y es una fuerza en virtud de la que todos los cuerpos del universo se atraen mutuamente: se llama asimismo gravitación, la mutua atracción de los astros.

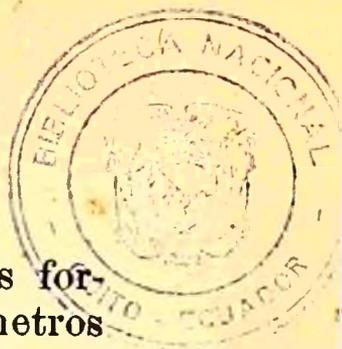
La ley de Newton es: *todos los cuerpos del universo se atraen mutuamente en razón directa del producto de sus masas é inversa del cuadrado de sus distancias.*

La gravedad tiene su dirección, su punto de aplicación y su intensidad: la dirección está encontrada por la trayectoria que seguirá un cuerpo grave al caer libremente en un sitio. El aparato destinado para esto es la plomada, la dirección de una plomada en equilibrio es normal á la superficie libre de las aguas líquidas en reposo. Una plomada se desvía sensiblemente de la vertical cuando se halla vecina á una gran masa de materia como una montaña ó un continente, según La-Condamine y Bouguer el Chimborazo ejerce una acción de 7'5 y el monte Schihallien, en Escocia hasta 11'.

Todo plano que pasa por la vertical de un punto se llama plano vertical, y todo plano perpendicular á esta vertical se llama plano horizontal.

Por ejemplo, la superficie de las aguas tranquilas en las inmediaciones de la vertical es un plano horizontal. *Horizonte visual de un punto*, se llama á la circular que corta el casquete del cielo, á ese plano horizontal que pasa por la vista del observador.

Como la superficie terrestre es una superficie convexa, haciendo abstracción de sus desigualdades accidentales, las verticales de los distintos puntos de los lugares no son paralelas entre sí; así es que, la vertical de un lugar es, pues, una recta perpendicular al plano tangente en un punto de, una superficie convexa, plano tangente que se confunde con la superficie misma por su gran extensión. Así también, la falta de paralelismo entre las verticales no se puede notar facilmente en distancias menores de 31 me-



tros sobre la superficie terrestre á la que apenas forma un ángulo de  $1''$ , á la distancia de 1860 metros forma un ángulo de un  $1'$ , y á la de 111 kilómetros se forma un ángulo de un grado. La superficie terrestre no es esférica, porque las perpendiculares á los planos tangentes en los distintos lugares no van á cortarse en el centro de la tierra, y como es, pues, esferoidal y aplanada en los polos, y presenta ciertas irregularidades de forma en sus meridianos; además está animado nuestro planeta de movimiento de rotación en sentido directo, resulta que la dirección de la plomada no sólo depende de la gravedad.

Tomando en cuenta que la vertical tiene una dirección constante en un mismo punto del globo, decimos que los cuerpos que caen tienen movimiento rectilíneo, cuya causa es una fuerza constante en dirección llamada gravedad.

El estudio de esta fuerza nos demuestra que su acción es idéntica para todos los cuerpos graves que su movimiento es uniformemente acelerado, y por consiguiente la fuerza de gravedad es constante en intensidad y en dirección sobre todos los cuerpos y sus partículas.

**Peso.**—Es la intensidad de la resultante de todas las fuerzas iguales que la gravedad imprime á las moléculas de un cuerpo.

**Centro de gravedad.**—Es el punto de aplicación del peso de un cuerpo.

Galileo á fines del siglo XVI emitió las leyes del descenso ó caída de los cuerpos de la manera siguiente:

*Todos los cuerpos caen en el vacío con igual velocidad.— Los espacios recorridos por un cuerpo que cae libremente en el vacío, son proporcionales á los cuadrados de los tiempos empleados.— Las velocidades adquiridas son proporcionales á los tiempos empleados desde el principio del descenso. Las velocidades de caída en el aire varían con la naturaleza del cuer-*

po, y es debida la mencionada propiedad á la resistencia del aire. Para observar prácticamente las dichas leyes, y evitar dificultades que ocasiona la rapidez de la caída, se hace uso de planos inclinados.

✕ **Equilibrio.**—Se dice cuando el peso de uno ó más cuerpos se reducen á una sola fuerza, cuyo punto de aplicación está en el centro de gravedad.

### *Palancas.*

✕ **Palanca** es una barra inflexible, recta, curva ó angular dispuesta de tal modo que pueda girar libremente sobre un obstáculo llamado *fulcro* ó punto de apoyo. En toda palanca se consideran, *el punto de apoyo* y sus aplicaciones, como son: *la resistencia y la potencia*. *Potencia* se llama las fuerzas que tienden á producir un efecto útil; y *resistencia* á las fuerzas que al mismo efecto se oponen.

*Brazos de una palanca* son las distancias que median entre sus tres puntos; y por la colocación que pueden tener estos tres puntos se considera á las palancas de tres géneros. Pertenecen al primero, cuando el punto de apoyo está situado entre la potencia y la resistencia, esto sería una balanza ordinaria; pertenecen al segundo, cuando la resistencia está situada entre el punto de apoyo y la potencia, como sería el manipulador de Morse; pertenecen al tercer género, cuando la potencia está situada entre el punto de apoyo y la resistencia, esto sería un brazo que soporta en un extremo una lámpara eléctrica.

✕ **Balanza.**—Es un aparato destinado á comparar el peso de un cuerpo con el de otro.

✕ **Polea.**—Es un cilindro de poca altura apoyado en su centro de rotación; en la parte convexa tiene una hendidura por donde pasa la cuerda y se denomina garganta, canal ó cajera.

✕ **Tornillo.**—Es un cilindro cuya superficie convexa es recorrida en hélice por un plano inclinado.

7 *Hidrostática é hidrodinámica.*

Es la parte de la mecánica que estudia los caracteres de los líquidos. Hidrostática, aquella que trata del equilibrio y presión de estos, é hidrodinámica aquella que trata del movimiento de los mismos. (La elevación de las aguas se denomina hidráulica). Los líquidos son perfectamente elásticos, y cuando se ejerce una presión sobre la superficie de un líquido en equilibrio, la presión se trasmite íntegra en todos sentidos á cualquier porción plana de pared igual á la superficie comprimida. (Este es el principio de Pascal, la igualdad de presión).

Todas las presiones que se ejercen en el interior de un líquido en equilibrio sobre las paredes del recipiente son fuerzas perpendiculares á la superficie de presión, deduciéndose de esto su perfecta fluidez y absoluta simetría. Estas virtudes han sido de importantes aplicaciones; por ejemplo, la prensa hidráulica de Bramah en el año de 1796. La presión que un líquido ejerce sobre el fondo del recipiente es igual al producto de la superficie del fondo por la distancia vertical al nivel.

La ley de equilibrio de los líquidos en vasos comunicantes se aprovecha en muchas cosas, especialmente para los surtidores de agua en las poblaciones.

Los cuerpos sumergidos en un líquido son comprimidos por éste en todos sus puntos, y estas presiones son mayores cuanto mayor es la profundidad; así es que el cuerpo sumergido es más ó menos comprimido según sea la distancia al nivel. Las presiones más notables son las de abajo hacia arriba que se llama *empuje de los líquidos*. Arquímedes emitió el siguiente enunciado: *Todo cuerpo sumergido en un líquido en equilibrio pierde una parte de su peso, igual al peso del líquido desalojado*; así también el cuerpo sumergido experimenta una presión de abajo hacia arriba, igual al peso del líquido desalojado.

La superficie de los líquidos en equilibrio, no mixcibles, es plana y horizontal, y se sitúan en orden á sus densidades, obedeciendo al empuje mayor ó menor que experimenta cada porción de líquido. Así es que, por más que se agiten en un recipiente líquidos de esta clase, recobrando el reposo, vuelven á colocarse en orden á sus densidades. Esta ley se cumple también entre un líquido y un gas no soluble, cuya aplicación nos da por resultado el *nivel de aire*, aparato que sirve para hallar la diferencia de altura entre planos horizontales, determinar la horizontalidad de superficies planas, ejes, etc.

Todo cuerpo que se sumerge está sometido á dos fuerzas verticales y de sentidos contrarios, el peso del cuerpo que obra de arriba hacia abajo llamado  $P$ , cuyo punto de aplicación es su centro de gravedad  $g$ , y la fuerza de empuje  $P'$  que obra de abajo hácia arriba, cuyo punto de aplicación es el centro de empuje  $e$ ; siendo homogéneos los cuerpos, los centros  $g$  y  $e$  serán comunes á  $P$  y  $P'$ , fuerzas opuestas, si no son homogéneas, los centros  $g$  y  $e$  serán distintos. Como las mencionadas fuerzas son contrarias, tienen una resultante igual á su diferencia, y podemos considerar tres casos:

1°. Que la fuerza del peso del sólido es mayor á la fuerza de empuje del líquido,  $P - P' > 0$ ; siendo 0 nada tendremos:  $P > P'$ , y el cuerpo sólido cae al fondo con uniformidad de movimiento;

2°. Que la fuerza del peso del sólido es igual á la fuerza de empuje del líquido,  $P - P' = 0$ ; siendo  $P = P'$ , se establece el equilibrio y el cuerpo sólido permanece en cualquier punto de la masa líquida; y

3°. Que la fuerza del peso del sólido es menor que la fuerza de empuje de la masa líquida,  $P - P' < 0$ ; y si  $P > P'$ , el cuerpo sólido, por más que se le sumerja en el líquido, vuelve hacia la superficie con movimiento uniformemente acelerado; á estos últimos se les denomina *cuerpos flotantes*.

Para que los cuerpos flotantes permanezcan en equilibrio deben realizarse dos condiciones: que el peso del líquido desalojado sea igual al peso del sólido sumergido, y que sus centros de gravedad y empuje se hallen en una misma vertical, entonces la superficie libre del líquido manifiesta en el cuerpo flotante un plano horizontal que se llama *plano de flotación*. Los centros de gravedad y empuje serán perpendiculares á este plano de flotación; y para que este equilibrio sea ó no estable, depende de la posición del centro de empuje con relación al centro de gravedad, para que separados algo el uno del otro de su vertical, pierda el equilibrio y la tendencia á volver á él le haga inestable. Lo expuesto es aplicable á los navíos y á muchos aparatos industriales.

### *Volumen y densidades.*

X Para encontrar el volumen de un cuerpo, Arquímedes proporciona varios modos. Uno de los mejores consiste en suspender el cuerpo de la balanza hidrostática y pesarlo primero al aire libre y después sumergido en el agua pura, entonces la pérdida del peso representa el peso, y el agua desalojada, el volumen. Siendo 5 los gramos de peso, serán también 5 los centímetros cúbicos de agua desalojada.

Densidades.—Se llama *densidad absoluta* la masa de la sustancia contenida en la unidad de volumen. Al contrario, se llama *volumen específico* el volumen que ocupa la unidad de la masa de la sustancia.

Para determinar la densidad de un cuerpo se busca el volumen y su peso, el cociente del peso por el volumen da la densidad.

Se llama *peso específico* de una sustancia el peso de un centímetro cúbico de esta sustancia.

Para encontrar la densidad de un líquido se emplea la misma balanza hidrostática. Se suspende del

garfio de uno de los platos una bola de vidrio hueca, se establece el equilibrio con el otro plato, y entonces se sumerge sucesivamente en el agua destilada y en el líquido cuyo peso específico se averigua: cada vez que se pierden los equilibrios tanto con el agua pura como con el líquido que se averigua, se restablece añadiendo pesos; y se determinará el peso del agua desalojada y luego el del líquido en igualdad de volumen. Tendremos, pues, que la densidad es:  $n = \frac{P}{P'}$

**Aerómetro.**—Son unos aparatos que rápidamente determinan las densidades, pero sólo aproximadamente con pesos determinados y volumen variable: se los adopta prácticamente con los nombres de *pe-sa-ácidos*, *pe-sa-sales*, *pe-sa-licores*, *pe-sa-jarabes*, etc., en éstos no se determina sino el grado de concentración, habiendo Baumé y otros físicos dádoles una graduación arbitraria para cada uso particular, Gay Lussac ha construido también sus densímetros y volúmetros, y son unos aerómetros de peso constante graduados racionalmente de modo que en el acto se manifiesta la densidad y peso específico; es decir, los volúmenes de la unidad de peso de los líquidos.

*Peso específico de los cuerpos más empleados.*

|                    |       |                             |      |
|--------------------|-------|-----------------------------|------|
| Platino. . . . .   | 23.00 | Orystal de roca. . . . .    | 3.52 |
| Oro. . . . .       | 19.36 | Diamante. . . . .           | 3.50 |
| Mercurio . . . . . | 13.60 | Orystal. . . . .            | 2.88 |
| Plomo. . . . .     | 11.35 | Mármol. . . . .             | 2.84 |
| Plata .. . . .     | 10.47 | Azufre. . . . .             | 1.99 |
| Cobre . . . . .    | 8.78  | Marfil. . . . .             | 1.91 |
| Latón . . . . .    | 8.39  | Acido sulfúrico. . . . .    | 1.84 |
| Arsénico . . . . . | 8.31  | Acido nítrico. . . . .      | 1.52 |
| Acero. . . . .     | 7.81  | Sulfuro de carbono. . . . . | 1.26 |
| Hierro. . . . .    | 7.78  | Acido clorhídrico. . . . .  | 1.24 |
| Estaño. . . . .    | 7.29  | Fósforo. . . . .            | 1.17 |
| Zinc. . . . .      | 6.86  | Agua de mar. . . . .        | 1.03 |

|                               |      |                  |      |
|-------------------------------|------|------------------|------|
| Agua destilada á 4° . . . . . | 1.00 | Capulí. . . . .  | 0.73 |
| Cera. . . . .                 | 0.96 | Cerezo. . . . .  | 0.71 |
| Hielo . . . . .               | 0.93 | Arrayán. . . . . | 0.70 |
| Boj. . . . .                  | 0.91 | Pino. . . . .    | 0.56 |
| Pujín. . . . .                | 0.90 | Cedro . . . . .  | 0.56 |
| Haya. . . . .                 | 0.85 | Coreho. . . . .  | 0.24 |

*El nivel de agua.*

X

Este aparato se funda en el equilibrio de un líquido contenido en vasos comunicantes. Es un tubo de latón en cuyos dos extremos acodillados están colocados los vasos comunicantes, en donde se pone el agua, y sirven para determinar la diferencia de niveles entre dos puntos.

Si queremos saber á qué altura se encuentra el punto *A*, que manifiesta ser alto, con relación al punto *B*, que manifiesta ser bajo, se coloca en *A* una mira, que es una regla formada de dos correderas para subir y bajar á voluntad, termina esta regla en una placa que tiene en su centro un punto de referencia. Un observador colocado en el punto *B* con el nivel, coloca el aparato horizontalmente sobre un trípode, de tal manera que la visual atraviere tangencialmente las dos superficies de los líquidos contenidos en los dos vasos comunicantes, que se hallan colocados verticalmente en los codillos del tubo horizontal, y llegue al punto de referencia en *A*, en donde un ayudante subirá ó bajará la mira hasta que el observador alcance la coincidencia. Invertiendo el orden, es decir, colocando en *B* la mira y en *A* el nivel se repite la nivelación, entonces, la distancia entre la primera y segunda posición del punto de referencia en las nivelaciones nos dará la altura buscada.

Hay también otros varios niveles, como el de burbuja de aire, etc.

*Neumática.*

✦ Es la parte de la mecánica que estudia los caracteres y propiedades físicas de los gases. Gas, es aquel cuerpo que se halla en su tercer estado físico en condiciones atmosféricas ordinarias.

Sus principales propiedades son: expansibilidad y compresibilidad, fluidez, gravedad y elasticidad.

Pueden aplicarse varios principios de la hidrostática á los gases pesados, y se tiene la estática de los gases.

✦ *Atmósfera.*—Es la capa de aire que envuelve la superficie terrestre en todos sus puntos, y es arrastrada con ella en sus movimientos. Esa fuerza elástica del aire en un mismo plano horizontal es constante en todos los puntos del globo y varía en razón inversa de su altura. Aquella propiedad se denomina *presión atmosférica*.

La presión atmosférica se ejerce en todos sentidos.

Los cálculos de la altura atmosférica han dado resultados variables, desde 70 kilómetros hasta 340. A pesar de la poca densidad del aire, el peso de la atmósfera es de 582.000 kilómetros cúbicos de cobre maciso.

*Medida de presión atmosférica.*

✦ Torricelli en el año de 1643, tomando un tubo de vidrio de 80 centímetros de largo y 7 mm. de diámetro y cerrado por un extremo, le llenó de mercurio, y tapándole provisionalmente con el dedo para que no caiga el mercurio le introdujo este extremo en una probeta llena del mismo metal, entonces colocado el tubo verticalmente y retirando el dedo, bajó la columna de mercurio, más ó menos, á unos 76 centímetros, y permaneció en este punto. Pues, esta elevación y permanencia obedece á la presión atmos-

férica; y con Torricelli diremos que, en igualdad de superficies, la de la columna en su peso y la de presión atmosférica, esta presión es igual al peso de una columna de mercurio de 76 centímetros de altura.

Siendo la columna de mercurio de un centímetro cuadrado de base y su altura de 76, tendremos un volumen de 76 centímetros cúbicos; y como un centímetro cúbico de mercurio pesa 13,6 gramos, los  $76 \times 13,6 = 1.033,6$  gramos.

Estos experimentos condujeron á formar unos aparatos llamados barómetros que sirven para medir la presión atmosférica. El primer tipo es, como se nota, el barómetro de Torricelli, á éste le suceden los perfeccionamientos, como son de Fortin, de Gay-Lussac, de Regnault, el estático, el barógrafo, etc. También se construyen barómetros sin mercurio, denominados *aneroides* ó metálicos, como son: el de Vidi, Baurdon, etc.

Uno de los más notables usos del barómetro es la previsión del tiempo, y con tal objeto se adopta una graduación especial, que da por resultado los estados atmosféricos siguientes:

|                                                   |   |   |   |
|---------------------------------------------------|---|---|---|
| Muy seco, á los 785 milímetros de altura.         |   |   |   |
| Buen tiempo, fijo, á los 776 milímetros de altura |   |   |   |
| Buen tiempo, á los 767 milímetros de altura.      |   |   |   |
| Tiempo variable, á los 758 milímetros de altura.  |   |   |   |
| Viento ó lluvia „ „ 749                           | „ | „ | „ |
| Mucha lluvia „ „ 740                              | „ | „ | „ |
| Tempestad „ „ 731                                 | „ | „ | „ |

### *Estática de los gases.*

✕ El principio de Arquímedes relativo á los líquidos en equilibrio, se extiende también á los gases, y como estos son pesados ejercen presiones normales sobre los cuerpos sólidos sumergidos en los gases, cuyo enunciado es como sigue: *Todo cuerpo sumergido en un gas, pierde una parte de su peso igual al peso*

*del gas que desaloja.* Se demuestra con un aparato denominado baróscopo

Cuanto se dice de los cuerpos sólidos sumergidos en los líquidos, se aplica á los sólidos sumergidos en los gases.

1°. *Si el cuerpo es más denso que el aire, cae al suelo.*

2°. *Si el cuerpo tiene la misma densidad que el aire, el cuerpo flota.*

3°. *Si el cuerpo es menos denso que el aire, obedece al empuje y se eleva hasta encontrar capas de aire de análoga densidad.*

Los cuerpos que generalmente obedecen á las dos últimas leyes son: los aeróstatos, los vapores, las nubes, el humo y otros. Aeróstatos son, globos de tela impermeable llenos de un gas más ligero que el aire atmosférico, como sería el hidrógeno, aire caliente, etc.

Este es el principio para los grandes progresos aereos.

✕  
*Los gases se comprimen.*

✕  
El físico Mariotte fue el primero que manifestó que los gases se comprimen; y para esto empleó un aparato por él ideado llamado tubo de Mariotte, y emitió el enunciado siguiente: *Los volúmenes ocupados por una masa dada de gas, á temperatura constante, son inversamente proporcionales á las presiones que soporta.* Han seguido las modificaciones y demás perfeccionamientos hechos por los señores Regnault, Ørsted, Arago y otros físicos modernos, viniendo en seguida el estudio experimental de la compresibilidad de los gases en diversas temperaturas, y dándonos por resultado muchas aplicaciones utilísimas como son: el pase del estado gaseoso al líquido, y otras.

Sus leyes se están estudiando detenidamente.

Se han ideado para presiones grandes unos aparatos llamados *manómetros*, y hay de tres clases: de aire libre, de aire comprimido y metálicos. Los primeros son aquellos en que la fuerza elástica que se quiere medir es equilibrada por una columna de mercurio ú otro líquido contenido en un tubo al aire libre; los segundos, aquellos en que la mencionada fuerza es equilibrada por una masa de aire comprimido en un vaso cerrado; los últimos, aquellos en que la repetida fuerza es equilibrada por un muelle arrollado circularmente y susceptible de elasticidad.

La unidad de medida para estas presiones ó tensiones gaseosas es la *atmósfera*, ya conocida, igual á 1,033 kg. por centímetro cuadrado.

Estos aparatos han sido perfeccionados por los Sres. A. Leduc, Regnault, Galli—Cajalat, Amagat, Bourdón, Gailletet, etc. dando por resultado aplicaciones utilísimas.

### *Expansibilidad.*

Es la propiedad de difusión que los gases tienen para mezclarse unos con otros, debido á su poca densidad y mucha elasticidad. Dos superficies gaseosas puestas en contacto] tienen sus moléculas fácil camino para moverse entre sí; viene la mezcla homogénea y se establece el equilibrio molecular.

Las mezclas gaseosas obedecen á la ley de equilibrio de Mariotte, con respecto á la densidad de los líquidos: en el caso de haberse mezclado íntimamente, no se separan como en los líquidos en orden á sus densidades. Siendo la mezcla gaseosa de una gran masa, sin separarse, y obedeciendo á la presión, las capas son unas más densas que otras á medida que bajan.

Berthollet, como resultado de sus experimentos, emite los enunciados siguientes:

1°. *Mientras no existe acción química, los gases se mezclan con mayor ó menor rapidéz de una manera íntima y permanente;*

2°. *En temperatura constante: En la mezcla de varios gases, la fuerza elástica final es igual á la suma de las fuerzas elásticas de cada uno de ellos, ocupando sólo el volumen total.*

Hablando de la absorción de los gases por los líquidos, más claro la disolución, vienen las leyes de Henry, de Dalton, etc. Con la expansibilidad de los gases se ha conseguido aplicaciones de grande importancia, como son las máquinas neumáticas. Éstos son unos aparatos que permiten hacer el vacío en un espacio cerrado. Sus perfeccionamientos se deben á Boyle, á Papín, Senguerd: Babinet agregó á las anteriores máquinas una llave que permite llevar el enrarecimiento mucho más allá del límite normal. Bianchi, á beneficio de un manubrio y de un movimiento de rotación, dió al émbolo el movimiento de vaivén, fácil y rápido que permite un vacío más completo y en mayor escala: siguen nuevos perfeccionamientos, de Carré, Alvarguiat, de mercurio: en estas máquinas se emplea una columna de mercurio como émbolo, y el espacio perjudicial desaparece.



### *Bombas.*

Si gracias á la expansibilidad se puede enrarecer los gases en un recipiente; así también, invirtiendo el orden de las válvulas de una máquina neumática, se puede comprimir una masa gaseosa, de tal manera que, si tiene alguna salida, se dilatará como un resorte metálico, obedeciendo á su elasticidad. Bombas son, pues, unas máquinas de un solo cilindro y de simple efecto.

Las modificaciones son: la máquina de compresión de Regnault, la bomba Gailletet, las trompas aspirantes é insuflantes. Éstos aparatos son de doble

efecto; aspiran aire en un recipiente para comprimirlo en otro y de una manera automática; de esta clase son: la trompa de agua del Sr. Alvergnyat, la trompa de Sprengel, las máquinas insuflantes, la trompa aspirante é insuflante de Alvergnyat, trompa de mercurio de Sprengel y Ohabaud.

Las aplicaciones industriales que se han hecho con el aire comprimido, el enrarecido ó á la vez con ambos son admirables y numerosas: la expansión se verifica rápidamente ó con intermitencias á voluntad; en esto se funda el telégrafo neumático, el freno Westinghouse para los caminos de hierro atmosféricos, relojes, fusiles, escopetas, el automóvil Mekarski, máquinas perforadoras, que han perforado hasta 12.000 metros en menos de tres años; y la absoluta facilidad y seguridad con que se ejecutan los trabajos submarinos con ese aparato Triger y con la escafandra, etc., etc.

### X Hidrodinámica.

Como se dijo, es el movimiento de los líquidos. Si en un vaso que contiene un líquido pesado y en equilibrio, se practica en su parte inferior un orificio, sale el líquido y se pierde el equilibrio; entonces la velocidad de cada molécula en su salida obedece al enunciado de Torricelli, que es como sigue:

*La velocidad de un líquido que sale por un orificio es igual á la que tomaría un cuerpo que cae libremente en el vacío, desde la superficie libre hasta el orificio.*

Siendo  $V$  la velocidad,  $A$  la altura desde el orificio á la superficie del líquido, y  $g$  la gravedad, tendremos:

$$V = \sqrt{2 g A}$$

El Sr. Bernouilli emitió su fórmula, suponiendo que el orificio se practicaba en una pared delga-

da, que su diámetro era muy pequeño, que las moléculas líquidas que á cada instante salen del vaso por el orificio obedecen directamente á la superficie libre, y que la gravedad es la única fuerza que interviene en la salida del líquido, y aplicó el teorema de las fuerzas vivas para el corto tiempo en que una pequeña masa de líquido sale. La fórmula es:

$$V = \sqrt{2g \left( A + \frac{S-S'}{p} \right)}.$$

$V$  es la velocidad de la salida del líquido,  $p$  el peso específico de éste,  $S$   $S'$  las superficies libres tanto de arriba como del orificio, cuyas presiones se ejercen sobre el líquido.

Como esta salida se efectúa al aire libre,  $(S-S')$  es el peso de una columna de aire que tiene por base la unidad de superficie, altura  $(A)$  la distancia entre el orificio y la superficie de arriba,  $p$  el peso específico del aire. La fórmula es entonces:

$$V = \sqrt{2gA \left( 1 + \frac{p'}{p} \right)}.$$

Quando la superficie de un líquido no se halla á libre atmósfera sino en un contacto limitado, cuya presión es mayor ó menor, obedece á la fórmula siguiente de Bernouilli:

$$V_0 = \sqrt{2g \left( A_0 + \frac{p_0 - p''}{p} \right)}.$$

$A_0$  es la inicial, la altura entre el orificio y la superficie libre,  $V_0$  la velocidad con que principia la salida,  $p_0$  la presión inicial interior, y  $p''$  la presión inicial exterior.

Ahora mientras  $p''$  es constante,  $p$  disminuye conforme se vacia el vaso por el aumento de volumen del aire confinado. En tanto que la carga inicial  $A_0$  disminuye, toma un valor decreciente, la diferencia de presión entre  $p_0 - p''$  disminuye también,

hasta que se anula, habiendo alcanzado el absoluto valor  $Ap$  la cantidad que se halla bajo el signo radical, y se contiene la salida.

Estas leyes aplicadas industrialmente nos han dado aparatos utilísimos para el comercio y otras industrias. Se pueden contar entre éstos las bombas aspirantes, bombas impelentes, bombas aspirantes é impelentes, pipetas, bombas de salida continua, sifones, etc., etc.

Los líquidos son también compresibles. Cantón fué el primero en 1861 que manifestó que los líquidos eran de esta naturaleza, y después de comprobado por varios físicos, se admitió la compresibilidad de los líquidos, emitiendo el enunciado que sigue: *Existe un coeficiente de compresibilidad según la fórmula siguiente:*

$V$  y  $V'$  los volúmenes del líquido, antes y después de comprimido,  $P$  y  $P'$  las presiones,  $C$  el coeficiente de compresibilidad, ó sea esa variación que sufre la unidad de volumen con el aumento de presión de una atmósfera. En el supuesto, de que el coeficiente  $C$  es constante entre los límites de las presiones  $P$  y  $P'$ , este coeficiente varía con la presión y la temperatura. Para la disminución de volumen tenemos:

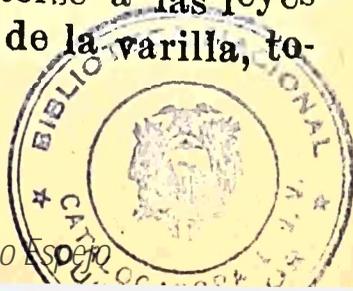
$$V - V' = CV (PP'); \text{ de donde } C = \frac{1}{V} \frac{V - V'}{P' - P}$$

Amagat y Ørsted han obtenido con aparatos especiales los coeficientes de compresibilidad de varios líquidos.

### *Capilaridad.*

X El estudio de los fenómenos capilares, trata de esa forma convexa ó cóncava que los líquidos toman al rededor de un cuerpo sólido cuando se sumerge en un líquido.

Si una varilla de vidrio mojada se la sumerge en un líquido, éste dejando de someterse á las leyes de la hidrostática, se eleva en torno de la varilla, to-



mando una superficie convexa, cuando debía ser horizontal. Así también, si un cuerpo sólido se sumerge en un líquido, sin mojarle previamente, el líquido se deprime y toma la forma de una superficie cóncava al rededor del cuerpo sumergido: además, las curvaturas cóncava ó convexa mencionadas, afectan también á las paredes del vaso que contiene el líquido.

Los fenómenos relacionados son más aparentes cuando la varilla es hueca. A estos tubos se los denomina *tubos capilares*.

Leyes de la ascención de los líquidos en los tubos capilares. —El Sr. Turin las enunció, y muchos físicos las han comprobado del modo siguiente:

1<sup>a</sup>. *Dado un mismo líquido é idéntica temperatura, á las alturas medias obtenidas en los diversos tubos capilares se encuentran en razón inversa de los diámetros de estos tubos.*

2<sup>a</sup>. *Dado un mismo líquido y la misma temperatura, las alturas medias alcanzadas son independientes de la forma capilar, por encima y por debajo del menisco, así como de la sustancia de las paredes del tubo y de su grueso.*

3<sup>a</sup>. *Para diversos líquidos y á una misma temperatura, las alturas medias alcanzadas en un mismo tubo capilar varían con la naturaleza del líquido.*

4<sup>a</sup>. *Para todos los líquidos, las alturas medias elevadas en un mismo tubo capilar disminuyen hasta la nulidad cuando la temperatura aumenta.*

Gay—Lussac emitió lo siguiente:

*La altura de un líquido entre dos láminas verticales y paralelas es igual á la mitad de la de un tubo que tuviera por diámetro la distancia de las láminas; además, la altura entre dos láminas está en razón inversa de la distancia.*

A los fenómenos de la capilaridad se debe la ascención de aceites por las mechas en las lámparas; ed líquidos en esponjas, papel secante, azúcar, etc.

*Acústica*

λ Es el tratado del oído, el estudio de los sonidos con relación á la producción, á la percepción y á la propagación. Sonido es el resultado de oscilaciones rápidas, que las moléculas de los cuerpos elásticos ejecutan, habiéndose perturbado su equilibrio á causa de un choque ó rozamiento, y como tienden á recobrar su posición primitiva, ejecutan movimientos vibratorios rápidos de amplitud decreciente.

Música, se llama los sonidos que afectan nuestro sentimiento, á esas sensaciones que provocan al corazón, y pueden apreciarse armónicamente.

Ruido, es la mezcla confusa de varios sonidos discordantes.

Cuerpo sonoro es el que puede emitir sonido; vibración simple, el movimiento de ida ó el de vuelta; vibración doble, el de vaivén.

El sonido se propaga en todos los cuerpos elásticos: en los gases, en el aire, en los vapores; en los líquidos, en los sólidos, como la madera, en la tierra, pero no se propaga en el vacío.

La velocidad del sonido depende del medio elástico que lo trasmite; y se llama velocidad del sonido, el mayor ó menor tiempo que se tarda en recorrerlo; esta propagación del sonido en los gases, líquidos y sólidos es desigual y se verifica en intervalos más ó menos largos. Para encontrar la velocidad del sonido en el aire, los Sres. Gay-Lussac, Arago, Mathien, Bouvard, Pony y Humboldt, se situaron formando dos grupos en dos alturas, á la distancia de 18.612 metros, y cada cinco minutos que manifestaban los cronómetros, se disparaba un cañonazo que alternativamente verificaba cada grupo, y anotando cuidadosamente el tiempo transcurrido entre la aparición del fogonazo y el estampido, hallaron el dato siguiente: que se tarda 54' 6 para atravesar los 18.612 metros. Dividido esto por lo anterior resulta que

la velocidad media es de 340.89 metros por segundo; y como esta velocidad se modifica con la temperatura, los experimentos anteriores se han practicado á 16°; cuando la temperatura es de 10° la velocidad del sonido es de 337 m., y si de 0°, la velocidad es de 333 metros por segundo. El viento no modifica la velocidad del sonido; pero ejerce su acción en cuanto á la intensidad. Los diferentes sonidos se propagan con velocidades iguales. Dada una misma temperatura, la naturaleza del gas influye en la velocidad del sonido, crece con la elasticidad, y decrece con su densidad. En los líquidos y sólidos se propaga con mayor velocidad, llegando la propagación á 1.435 metros por segundo en los líquidos, y á 3.496 metros por segundo en los sólidos, y más aún en los metales y maderas.

Llamando  $V$  á la velocidad de propagación,  $e$  á la fuerza elástica del medio, y  $d$  á su densidad, tendremos:

$$V = \sqrt{\frac{e}{d}}$$

Esto manifiesta que la velocidad de propagación crece como la raíz cuadrada de la elasticidad, y en razón inversa de la raíz cuadrada de su densidad.

Velocidades encontradas por Dulong á 0° temperatura:

|                           |      |        |     |          |
|---------------------------|------|--------|-----|----------|
| Ácido carbónico. . . . .  | 261  | metros | por | segundo. |
| Oxígeno. . . . .          | 317  | ”      | ”   | ”        |
| Aire. . . . .             | 333  | ”      | ”   | ”        |
| Óxido de carbono. . . . . | 337  | ”      | ”   | ”        |
| Hidrógeno. . . . .        | 1269 | ”      | ”   | ”        |

*Idea del fenómeno de propagación.*

Dice un físico que la idea de propagación del sonido en un medio elástico, es fácil de concebir del modo siguiente; cae una piedra en un lago, choca y

deprime el agua; al ruedo del centro de depresión se eleva el líquido en forma de un relieve circular que va extendiéndose sobre la superficie del agua, hasta que va perdiendo su espesor mientras se aumenta su anchura: á este relieve circular se le denomina *onda condensada*. El líquido después de sufrir la depresión inicial se levanta en forma convexa, y da por resultado una cavidad circular que se propaga como la anterior en círculos concéntricos al punto de partida: á esta última se denomina *onda dilatada*. La primera nace de la presión, la segunda de la dilatación, y el conjunto de las dos es una *onda completa*.

Se ha observado que, cuando se verifica la onda, el líquido no acompaña á ésta en su movimiento, sino que se propaga la onda sólo con un movimiento de oscilación al través de las capas concéntricas del agua; así es que, las partículas líquidas se mueven en dirección perpendicular al movimiento de las ondas. Las vibraciones orientadas de esta manera, se llaman *vibraciones transversales*.

El agua del centro no volverá inmediatamente al reposo, después de verificadas las ondas condensada y dilatada, sino que seguirá ejecutándose una serie de oscilaciones concéntricas que darán origen á ondas sucesivas y es igual al espacio que ha recorrido el movimiento durante el tiempo de una oscilación completa que el centro de agitación le imprimió.

Siendo  $d$  la distancia,  $t$  la duración de la oscilación completa y  $v$  la velocidad de propagación en el agua, tendremos:

$d=vt$ . Esto se llama longitud de ondas.

✓ **Ondas sonoras.**—El sonido se propaga en el aire de la manera indicada; pero como las vibraciones de un cuerpo sonoro se transmiten en torno suyo en la atmósfera, estas ondas en vez de circulares son esféricas, y la vibración está en sentido del rayo sonoro, longitudinalmente.

Siempre que las ondas sonoras en su propagación encuentran un obstáculo, vuelven sobre sí mismas, y á la vuelta parece que nacen de un segundo centro sonoro, formando así mismo nuevas ondas concéntricas. A este último fenómeno se le llama *reflexión del sonido*, reflexión que obedece á las siguientes leyes:

1°. *El rayo sonoro incidente y el reflejado se hallan en un mismo plano, perpendicularmente á la superficie reflectora.*

2°. *El ángulo de reflexión es igual al incidente.* La perpendicular á la superficie de reflexión (al obstáculo) forma hacia uno y otro lado los ángulos de incidencia y reflexión.

Colocado un observador entre las ondas de propagación emitidas por el sonido inicial y las ondas de reflexión, oirá dos sonidos; y á este fenómeno de repetición aérea se denomina *eco*.

Cuando la distancia de la superficie reflectora es menor de 34 metros, los sonidos directo y reflejado se confunden, sobre todo en una habitación desocupada en donde hay muchos puntos de reflexión y libre de obstáculos que lo ensordecen. A este fenómeno se le llama *resonancia*.

#### *Intensidad modificada.*

Las circunstancias que modifican la intensidad del sonido son: la distancia del cuerpo sonoro, la amplitud de las vibraciones, la densidad del aire, la dirección de corrientes aéreas y los cuerpos sonoros próximos.

Sigue el reforzamiento por medio de tubos, la teoría de los tubos sonoros, la elevación del sonido, sus vibraciones, la clasificación de sonidos musicales, análisis sintético de los sonidos y percepción de éstos: este último revuelve el oído del hombre.

El estudio de la acústica da por resultado admirables aplicaciones industriales, que sería larguísimo

enumerarlas, tomando en cuenta que sólo me propongo tratar de electricidad.

### Óptica.

La parte de la física que estudia los fenómenos luminosos se denomina *óptica*; ésta se divide en dos secciones, *óptica elemental* y *óptica física*. La primera comprende sencillamente los fenómenos luminosos de fácil reproducción y observación; la segunda se hace cargo de hipótesis, cálculos, consecuencias y experimentos delicados y con aparatos precisos.

✕ **Cuerpos luminosos é iluminados.**—Luminosos son aquellos que conservando luz propia la emiten; como el sol y otros cuerpos en incandescencia, é iluminados aquellos que reciben luz de otro origen, y la transmiten en otra dirección; como hace la luna, y otra multitud de cuerpos.

Los cuerpos son opacos, transparentes, translúcidos: *opacos*, aquellos que la luz no los atraviesa, como serían los metales, las rocas, las maderas, etc.; *transparentes ó diáfanos*, aquellos que la luz los atraviesa con facilidad, de tal manera que los objetos se miran claramente al través de ellos, como serían el vidrio, el agua, los gases, etc., y *translúcidos*, aquellos que la luz los atraviesa, pero de tal modo que los objetos mirados al través de ellos carecen de claridad para poder distinguir sus formas, como sería el vidrio esmerilado, el papel grasoso, etc.

**Medio.**—El espacio dentro del cual se verifica un fenómeno se llama *medio*; este medio puede ser transparente y *homogéneo*: se dice transparente cuando la luz puede propagarse al través de él, como el aire, el agua, el vidrio, y *homogéneo* cuando su estructura y densidad son iguales en todos sus puntos.

*La luz se propaga en línea recta en todo medio homogéneo.*

La dirección rectilínea que al propagarse sigue la luz, se llama *rayo luminoso*, y el conjunto de rayos, *haz*, y un haz abierto, *pincel*.

El espacio que un cuerpo opaco impide que penetre la luz, se llama *Sombra*, y el problema de las sombras determina geoméricamente la forma y extensión de la sombra, que tal ó cual cuerpo opaco motiva hallándose delante de un manantial.

Si se coloca tras el cuerpo opaco una pantalla se manifiesta la sombra bruscamente; si este cuerpo es de forma esférica, es cono luminoso tangente con el cuerpo opaco, cuyo vértice se halla en el punto mismo del manantial y divide al dicho cuerpo esférico en dos emisferios, iluminado el uno y oscuro el otro. Si el manantial luminoso es también una esfera, aparece la sombra y la *penumbra*; esta última es una región ni oscura ni clara; esta sombra media va degradándose desde su zona central á la periférica. Este fenómeno obedece á la acción de dos conos luminosos tangentes á la superficie del cuerpo opaco; conos que se originaron por la forma del manantial, dando por resultado, la completa sombra uno de los dichos conos, y la penumbra, el otro.

Siempre que un cuerpo opaco intercepta la luz, una de sus caras queda iluminada completamente, y la opuesta debe quedar completamente oscura; pero las pantallas y otros cuerpos inmediatos iluminan en algún tanto la región oscura reflejando la luz que ellos reciben. Esta reacción se llama *reflejo*. Si las pantallas ó cuerpos que reflejan son de colores, los reflejos participan de estos tonos.

Las imágenes que aparecen cuando se practican pequeños orificios en una cámara oscura, imágenes con sus mismos colores é invertido el orden de posición, obedecen á las leyes de la propagación rectilínea de la luz. Si se desprende de un manantial un haz luminoso divergente que penetra en la cámara, y forma sobre la pantalla una imagen triangular

análoga á la abertura, la luz, obedeciendo á las leyes mencionadas en su movimiento, forma dos conos, cuyo común vértice es el orificio de la cámara oscura, sus bases son el foco luminoso del úno, y la parte iluminada de la pantalla, la del ótro, en donde aparece la imagen más ó menos alargada, según la posición oblicua de la pantalla.

✦ **Velocidad de la luz.**—Ésta se propaga con admirable velocidad; y á beneficio de experimentos hechos por Røemer con un satélite de Júpiter, se tiene el primer dato numérico que fué de 375.070 kilómetros por segundo, y á causa de otras circunstancias astronómicas desconocidas entonces, el dato de Røemer no fue exacto. Los cálculos de Delambre en 1789 hechos con los pasos de Venus, le dieron por resultado que la velocidad era de 310.000 kilómetros por segundo; mas los Sres. Fizeau, Foucault y Cornu, con procedimientos no astronómicos sino absolutamente físicos, obtuvieron, el primero en 1839, que la velocidad era de 315.000 kilómetros por segundo; el segundo en 1862, que era de 298.000 kilómetros por segundo, y Cornu en 1875, que era de 300.400 kilómetros por segundo. Los físicos tomando en cuenta las muchas dificultades para la precisión, y creyendo más exacto, han adoptado ser de 300.000 kilómetros por segundo la mencionada velocidad.

### ✦ *Catóptrica.*

Es una parte de la óptica que estudia la reflexión de la luz y sus aplicaciones.

*Reflexión* es el fenómeno producido por una superficie pulimentada, cuando sobre ella cae un rayo luminoso. *Rayo incidente*, ó que cae, es la dirección que la luz toma al caer sobre un espejo. *Rayo reflejado* es la dirección que el espejo da á luz después de reflejada; *ángulo de incidencia*, el formado por el rayo incidente y la superficie; *ángulo de reflexión*,

el formado por la misma superficie y el rayo reflejado. Las leyes al respecto son las siguientes:

1<sup>ª</sup>. *El rayo incidente y el reflejado se encuentran en un mismo plano á la superficie normal reflectora; y*

2<sup>ª</sup>. *El ángulo de reflexión es igual al de incidencia.*

+ **Difusión.**—Se da este nombre á la luz irregularmente reflejada, y que no obedece á las leyes anteriores, ó porque las superficies son mal pulimentadas ó por otras causas, dando por resultado el que unas veces obedece á dichas leyes y otras se despidan en todas direcciones.

+ **Espejos.**—Toda superficie pulimentada que refleja reproduciendo la imagen de los objetos iluminados, se llama *espejo*. Los espejos son planos, esféricos, convexos y cóncavos, parabólicos, etc. Las imágenes se reproducen según la forma é inclinación de éstos.

### *Dióptrica.*

+ Es la parte de la óptica que estudia las leyes de la refracción.

*Refracción* es esa desviación que manifiesta el rayo luminoso cuando pasa oblicuamente de un medio á otro de diferente densidad ó naturaleza; como el aire, el agua, el aceite, etc.: este cambio de dirección aparece en la superficie que separa los dos medios. Una barilla sumergida en el agua aparece quebrada en el punto de la superficie de separación entre los dos medios, que son el aire y el agua. Se realiza este fenómeno, porque los rayos que proceden de los puntos sumergidos se inclinan de la normal al salir del agua. Sucede lo mismo con muchos objetos sumergidos en el agua y que el ojo sufre la impresión.

+ **Leyes.**—1<sup>ª</sup>. *El rayo incidente y el refractado se encuentran en un mismo plano perpendicular á la superficie refringente.*

2ª. *Sea cual fuere la oblicuidad del rayo incidente, el seno del ángulo de incidencia y el seno del de refracción tienen una razón constante.*

Los rayos luminosos que atraviesan oblicuamente la superficie de dos medios transparentes, como el aire, el agua, etc., inciden en la superficie y continúan en línea recta.

✕ **Láminas.**—Cuando una lámina es transparente y de caras paralelas, los rayos emergentes son paralelos á los incidentes.

✕ **Prismas.**—Prisma es un ángulo diedro transparente. Los fenómenos que manifiestan los prismas cuando un rayo luminoso los atraviesa son dos: la desviación del rayo hacia la base del aparato y la dispersión de la luz, si es compuesta. Con los experimentos se hace uso de prismas triangulares.

✕ **Lentes.**—Son unos medios transparentes terminados por superficies curvas y planas, que combinadas dan seis clases de lentes, entre convergentes y divergentes. Llama *biconvexa* la lente de dos caras esféricas; *plano convexa*, la de una cara esférica y otra plana; *cóncavo convexa*, la que tiene una cóncava y la otra esférica; *bicóncava*, la de dos caras cóncavas; *plano cóncava*, la de una plana y otra cóncava, y la última *convexa cóncava*, que tiene una cara convexa y la otra cóncava. A la tercera lente se la llama también *menisco convergente* y á la última *menisco divergente*. Son *convergentes*, las que son más gruesas en su centro que en sus bordes, como las tres primeras, y *divergentes*, las que tienen más gruesos sus bordes, como las tres últimas.

En las lentes de superficies esféricas, los centros esféricos se llaman *centros de curvatura*, y la recta que une los centros se llama *eje*: este eje es perpendicular á los centros.

✕ **Foco.**—Es el punto en donde van á reunirse los rayos refractados, y *distancia focal* es la que media entre el centro de la lente y el foco.

Centro óptico.—Éste se sitúa en el eje principal de modo que todo rayo que por él pasa no sufre desviación angular.

### *Acromática.*

Es una parte de la óptica que estudia los colores del espectro solar. Newton observó que, cuando atraviesa un medio la luz blanca (la producida por el sol ó un cuerpo incandescente), no sólo había desviación sino descomposición de esta luz blanca en varias luces coloreadas. Se denomina el fenómeno *dispersión*. Cuando un haz luminoso se refracta á la entrada y salida de un prisma en un plano vertical, va á producir una imagen ya no blanca sino coloreada con los tonos del *arcoiris*; á esta imagen se denomina *espectro solar*, y sus colores son siete y se distinguen en el orden siguiente: *violado, indigo, azul, verde, amarillo, anaranjado y rojo*.

El espectro solar está constituido de espectros luminosos, caloríficos y químicos.

Con el estudio detenido de los focos, rayos, espejos, prismas, lentes, espectros, etc., se han hecho aplicaciones industriales importantes, como son: microscopios, anteojos, telescopios, instrumentos de meridiano y ecuatoriales, aparatos de proyección, la linterna mágica, los aparatos de Malterni y otros.

### *Visión.*

Es un fenómeno de la luz que emitida ó reflejada por los cuerpos hace producir en nosotros una sensación que revela la presencia de éstos. El ojo es un órgano que físicamente puede compararse con una cámara oscura, siendo la niña la ventanilla, la córnea y cristalino la lente convergente, y la retina, la pantalla en donde se manifiesta la imagen. La persistencia de impresión en la retina varía con las intensidades de la retina y de la luz.

× *Optica física.*

Luz.— Es el resultado de un movimiento vibratorio del éter. La sustancia que vibra en un rayo luminoso es un nuevo medio llamado éter que penetra en el universo sin obstáculo ni dificultades; esas vibraciones son rápidas, y sus ondas más ó menos grandes.

Las vibraciones y longitud de onda varían con los colores del espectro solar.

Siendo  $N$  el número de vibraciones,  $V$  la velocidad de la luz (300 millones de metros por segundo), y  $A$  la longitud de la onda, se tiene:

$$N = \frac{V}{A}.$$

La longitud media de una onda luminosa es igual á la mitad de un millonésimo de metro, y el número de vibraciones es de 600.000 miles de millón por segundo.

× *Polarización.*

Es el estudio de las propiedades especiales que la luz manifiesta reflejándose y refractándose; y aquella que no puede reflejarse ó refractarse nuevamente y producir una sola imagen al través de medios birrefringentes, se llama polarización. Al incidir un haz luminoso sobre un romboedro de espato, se producen dos haces, un ordinario y un extraordinario que corresponden, la imagen ordinaria al úno y la extraordinaria al ótro, imágenes de igual intensidad; y si se dispone de manera que éstas se sobrepongan, el brillo de la región común se duplica. Todas estas modificaciones sufridas por la luz al reflejarse ó refractarse según cierto ángulo, se denomina *ángulo de polarización*.

Los diversos procedimientos de polarización de la luz y detenido estudio de la polarización por reflexión; (la por refracción simple, la natural, la rotatoria su coloración etc., y los fenómenos de intèrferencia,)

dieron por resultado los polariscopios y diversos sacarímetros.

Leyes emitidas por Arago y Fresnel con respecto á las interferencias de los rayos polarizados:

1<sup>a</sup>. *Dos rayos polarizados en un mismo plano interfieren entre sí lo mismo que dos rayos naturales.*

2<sup>a</sup>. *Dos rayos polarizados en dos planos perpendiculares no interfieren en el caso en que interferirían dos rayos naturales.*

### X *Fotografía.*

Es el arte de dibujar y grabar por medio de la luz. La *foto-química* estudia la transformación de las radiaciones luminosas en trabajo químico; y hablando del espectro solar se dijo que ciertas vibraciones luminosas podían producir efectos de combinación y descomposición química.

Este arte comprende todos los procedimientos que permiten fijar la imagen de los objetos por acción de la luz sobre sustancias sencibles á ésta.

Los primeros descubrimientos se debe á Niepce y á Daguerre en el siglo XVIII: han seguido las modificaciones, como *la instantánea, la fotocronografía, la micrográfica, la ortocromática y la heliocromía, etc.*

### X *Fotometría.*

Es la parte de la óptica que se ocupa de comparar las intensidades luminosas, sirviéndose para ello de las unidades fotométricas.

### Y *Luz eléctrica.*

Luz, es una sustancia tenuísima, incoercible, imponderable; esto es, que no se la puede pesar, ni encerrar en vasijas, (como se dijo en la teoría de las ondulaciones); es un movimiento vibratorio de cuya

rapidez dependen los efectos de coloración, y de su amplitud su intensidad.

Luz es, pues, el resultado de un movimiento vibratorio del éter, muy rápido y que se propaga en línea recta en un estado homogéneo, y cuya longitud de onda es muy pequeña.

Las vibraciones del éter afectan á la retina, según la mayor ó menor longitud de la onda; así, la onda cuya longitud produce la sensación del verde, y la que produzca la amarillenta, será mayor; y si es menor la onda, no producirá sensación alguna y las ondulaciones serán oscuras.

La temperatura á que debe elevarse el cuerpo sometido á estudio para la emisión de las radiaciones luminosas con el espectroscopio, varía con la naturaleza de los cuerpos; así, el oro se aprecia á los 417 grados, el platino á los 370 y el hierro á los 377. El brillo luminoso incandescente aumenta rápidamente; el ojo percibe pocas radiaciones de longitud de onda más grande ó más pequeña, cuando es completa la incandescencia é intensa á la temperatura de unos 525 grados.

Luz eléctrica es la producida por las corrientes eléctricas. Cuando en los dos reóforos de una batería se sitúan dos carbones en forma cónica, compuestos especialmente de la hulla producida en las retortas del gas, se obtiene una serie de chispas, y á medida de la cantidad de corriente, una luz deslumbradora llamada *eléctrica*. La elevada temperatura que alcanzan los carbones en su contacto, la volatilización y transporte de moléculas de carbón de un polo á otro, siendo dos veces más el del positivo al negativo, que el de éste á aquél, forman un continuo vaivén de moléculas que basta para cerrar el circuito, dando por resultado el arco voltaico, debido á la resistencia que opone en este punto del circuito y á la incandescencia de un conductor gaseoso, resistente, cuyo brillo es considerablemente aumentado, como toda lla-

ma, por la presencia de partículas sólidas de carbón.

Matteucci ha demostrado la identidad entre el arco y las demás partes del circuito; y, todas las particularidades del arco las manifiesta claramente el microscopio fotoeléctrico de Foucault.

La intensidad de esta luz depende, como hemos dicho, de la cantidad de corriente; esta cantidad se obtiene á medida de la extensión, número y calidad de los elementos empleados en la batería

Las pilas que mejores resultados han dado son las de Bunsen con bicromato de potasa, con 20 elementos de esta clase se obtiene una serie de chispas; con 50, un arco luminoso brillante poco más ó menos de 600 bujías; con 92 pares, se tiene una intensidad que equivale á la mitad de la luz solar; con 600 pares, es irresistible y entonces se la mira con el auxilio de vidrios opacos, y sus efectos son iguales á los del sol.

A esta luz se le ha dado muchos usos, y si no se le ha generalizado más, es por su mucho costo; pero ahora, gracias á las interesantes investigaciones de los físicos modernos, la tenemos ya sin gran costo para nuestro factotum.

#### *Unidades fotométricas.*

En 1884 adoptaron como unidad para la luz blanca la bujía *Violle*, cuya intensidad es igual á la emitida por un centímetro cuadrado de platino á la temperatura de solidificación.

El Congreso de Electricistas en 1889, adoptó la bujía decimal, que es igual á  $\frac{1}{20}$  de la *Violle*. El tipo adoptado en Francia es la lámpara *cárcel*, que consume en una hora 42 gramos de aceite colza refinado, con una llama de 40 mm. En Inglaterra, la unidad práctica es el *candl*, que consume 120 gr. de esperma por hora: tiene menos de una pulgada de diámetro, equivaliendo la *Violle* á 15—392 *candls*.

En Alemania se usa el *Kersen*, bujía de parafina de 20 mm. de diámetro, y que arde con una llama de 5 cm. de altura. La *Violle* equivale á 15—808 *Kereen*.

Los principios fotométricos obedecen á los enunciados siguientes:

1°. *La cantidad de luz recibida en una superficie dada, varía en razón inversa del cuadrado de su distancia al foco luminoso.*

2°. *La cantidad de luz recibida oblicuamente es proporcional al coseno del ángulo que forman los rayos luminosos con la normal á la superficie alumbrada.*

3°. *Las intensidades de dos focos luminosos que producen en las mismas condiciones la misma iluminación, son directamente proporcionales á los cuadrados de sus distancias respectivas á la superficie iluminada.*

Siendo las intensidades de dos focos que dan una misma iluminación en una superficie orientada del mismo modo, respecto de cada una, se tiene:  $I$  la intensidad del primero,  $I'$  la intensidad del segundo,  $d$  y  $d'$  las distancias, que son diferentes. La cantidad de luz emitida por el primer foco sobre la pantalla es igual á  $\frac{I}{d^2}$ , la cantidad de luz emitida por el se-

gundo foco sobre la pantalla es igual á  $\frac{I'}{d'^2}$ : se tiene,

pues;  $\frac{I}{d^2} = \frac{I'}{d'^2}$ ; de donde  $\frac{I}{I'} = \frac{d^2}{d'^2}$ .

Esta ley se aplica á los fotómetros.

## CUADRO DE RELACION ENTRE LAS UNIDADES FOTOMETRICAS

| Unidades fotométricas | Violle | Carrels | Estrella | Alemana | Inglesa | Hefner altench |
|-----------------------|--------|---------|----------|---------|---------|----------------|
| Violle. . . . .       | 1.000  | 2.080   | 16.1     | 16.4    | 18.5    | 18.9           |
| Carrels. . . . .      | 0.481  | 1.000   | 7.75     | 7.89    | 8.91    | 9.08           |
| Estrella. . . . .     | 0.062  | 0.130   | 1.00     | 1.02    | 1.15    | 1.17           |
| Bujía Alemana. . .    | 0.061  | 0.127   | 0.984    | 1.00    | 1.13    | 1.15           |
| Bujía Inglesa. . .    | 0.054  | 0.112   | 0.870    | 0.888   | 1.00    | 1.02           |
| Lámpara Hefner. .     | 0.053  | 0.111   | 0.853    | 0.869   | 0.98    | 1.             |

*Fotómetros.*

\* Son unos aparatos destinados á medir los focos luminosos, manifestando el número de bujías á que equivale el foco. Bujía es la antigua unidad de medida luminosa; esta medida fotométrica adoptada como talón, varía según los países; la esteárica en Francia; la de parafina en Alemania; la de blanco de ballena en Inglaterra; la Cárcel en España, que equivale á 6, 5 bujías francesas y á 7, 5 de las Alemanas é inglesas.

Muchos son los auxilios que los fotómetros prestan; ellos nos permiten apreciar la intensidad luminosa del sol; fijar sus diferencias en todas sus faces; compararla con la de los planetas; clasificar las estrellas fijas por sus magnitudes; comparar y medir el brillo aparente de las demás luces para muchas cosas útiles, &., &.

Los fotómetros son muchos: merecen que se recomienden por su sencillez, los de los Sres. Rumford, Ritchie, Bunsen, Buret, Bougner, Janssen, Arago, Babinet y Wheaststone. El de este último consiste en una caja cilíndrica de 5 centímetros de diámetro; de base á base atravezada por un eje que se le mueve por medio de un manubrio; el eje lleva un brazo, en cuya extremidad gira un piñón que engrana en unos dientes practicados en la circunferencia de la caja, adquiriendo, en consecuencia, dos movimientos, uno de rotación sobre su propio eje y otro de traslación al rededor del centro de la caja; sobre el piñón y sobre un corcho lleva una esferilla de vidrio azogado. Toda luz cerca de la esferilla produce un punto luminoso que por reflexión, durante la rotación, describirá un círculo brillante; si las luces son dos, se presentarán á la vista dos círculos luminosos, cuyo aspecto varía con la intensidad de las luces. Cuando en los fotómetros la intensidad de las luces son iguales, hay que elevar al cuadrado las distancias del fo-

tómetro á las luces, y dividiendo el un resultado por el otro, tendremos las bujías.

El fotómetro de Bunsen es una pantalla de papel blanco en cuyo centro se halla una mancha de aceite. Mirada la mancha por reflexión es más oscura que el papel, y mirada por transparencia, más blanca. Colocada la pantalla entre los focos de comparación, se los aleja ó acerca hasta que desaparezca la mancha, quedando las dos caras uniformemente iluminadas, en este estado no hay más que medir las distancias de los focos á la pantalla, y elevando al cuadrado dividir la una para la otra, cuyo resultado es la intensidad luminosa según la unidad que de tipo haya servido.

Para las luces de colores, el Sr. Grove interpone entre la vista y la pantalla un medio coloreado, y se tiene mejor exactitud.

### *Calor.*

Aquella causa que altera las sensaciones, que modifica y cambia de estado los cuerpos, permitiendo que los sólidos se fundan, que los líquidos se evaporen, y otros se dilaten, se llama *calor*; y aquella causa, cuyos efectos son inversos á los mencionados se llama *frío*.

El calor se produce, porque se cree que las moléculas del cuerpo están animadas de un movimiento vibratorio rápido, pero de escasísima amplitud que motiva el origen del calor: esta acción se trasmite á distancia á beneficio del *éter*, medio que se le juzga infinitamente elástico.

Dilatación.—Todos los cuerpos se dilatan; en primer escala los gases, después los líquidos y por último los sólidos: la dilatación de estos últimos se demuestra con un aparato llamado *pirómetro de cuadrante*, también con el aparato del Sr. *Gravesande*: éste se compone de un anillo por el cual pasa libremente una bola

de cobre del mismo diámetro que el anillo; se prueba calentando la bola, y entonces, la bola no pasa por el anillo por haberse dilatado. Siendo la bola hueca, y que la salida termine en un pequeño tubo, se coloca en ella mercurio, entonces calentando la bola y cerrando con el dedo la salida, se nota la dilatación de los gases por la impulsión verificada al dedo.

Así también, los cuerpos se contraen cuando han vuelto á su primitivo estado calorífico. Los cuerpos se dilatan hasta cierto límite, viniéndoles á ciertos cuerpos sólidos la fusión, y á los líquidos la evaporación.

**Termometría.**—Se llaman así los medios empleados para medir la temperatura, *termómetros* los aparatos graduados que sirven para esta apreciación, y *termoscopios* los que indican las variaciones. Para estos aparatos se utiliza la dilatación de los líquidos y gases, siendo el mercurio la sustancia más apropiada para temperaturas altas, el alcohol para las bajas, también el tolueno. También hay termómetros de peso que consisten en apreciar, no ya la dilatación del mercurio en el vástago graduado, sino dejar pasar el mercurio que sale del depósito por la dilatación y pesarlo, entonces del peso que el mercurio tuviere se deduce la temperatura.

Hay termómetros *ordinarios*, de *precisión*, de *máxima y mínima*, de *Rutherford*, de *derrame*, de *inversión*, *pirómetros*, *termomultiplicadores*, estos últimos se fundan en corrientes termoeléctricas.

Hemos dicho que los sólidos se dilatan, y el coeficiente de dilatación en estos cuerpos son de tres clases: la *dilatación lineal*, la *dilatación cúbica* y la *dilatación superficial*; el coeficiente de dilatación lineal es esa prolongación que adquiere la unidad de longitud de un cuerpo cuando su temperatura aumenta desde 0°, y la cúbica el aumento que en el mismo caso adquiere la unidad de volumen. A beneficio de estos experimentos se tiene el dilatómetro de *Fizeau*, el compensador *Martin*, etc.



Los líquidos se dilatan, y su dilatación es *aparente y absoluta*; la *aparente* es ese aumento de volumen que parece que adquiere el líquido en su recipiente; y *absoluta*, el aumento de volumen real que el líquido conserva en su continente; en el primer caso, las paredes del termómetro son las que se dilatan, y en el segundo, el líquido es el que se calienta: esto motiva el poderse distinguir en los líquidos un coeficiente de *dilatación aparente*, y otro de *dilatación absoluta*. Los gases se dilatan en mayor escala que los demás cuerpos y tienen sus coeficientes de dilatación.

El estudio detenido de las dilataciones nos da por resultado los *termómetros de mercurio*, de *gas*, la *termometría de precisión*, etc.

**Fusión acuosa y solidificación.**—Se disuelve un cuerpo por efecto de la afinidad molecular entre éste y un líquido; como el azúcar en el agua, y se llama *fusión acuosa*. Hay también *fusión ígnea*; es decir, que el calor seco motiva la disolución. *Solidificación* es el paso del estado líquido al sólido.

Los fenómenos de *fusión y solidificación* obedecen al enunciado siguiente:

1°. *La solidificación para cada cuerpo se produce á una temperatura fija, que es la difusión.*

2°. *Desde que empieza hasta que termina la solidificación, permanece constante la temperatura.*

Todos los líquidos que lentamente pasan al estado sólido, se cristalizan en formas geométricas. El agua, el bismuto, el hierro colado, el antimonio, y otros, se dilatan al solidificarse; así también, el mercurio, el azufre, el fósforo, la cera, la estearina, y otros muchos más se contraen al solidificarse. En general, en los cuerpos que se dilatan pasando del estado sólido al líquido, y que se contraen en el caso inverso, la presión exterior impide el aumento de volumen y facilita la contracción; por consiguiente, el aumento de presión exterior aumenta la temperatura para la

fusión. En las sustancias que al pasar del estado sólido al líquido se contraen, y que en caso inverso se dilatan, la presión exterior tiene efectos inversos á los antedichos; es decir, favorecen la solidificación, oponiéndose á la fusión. Lo indicado ha sido demostrado por muchos físicos.

**Mezclas frigoríficas.**—La desaparición del calor por fusión acuosa se aprovecha para producir fríos artificiales: se obtiene mezclando sustancias de afinidad recíproca, como el agua y sal, un ácido y una sal; estas mezclas ocasionan grandes descensos de temperatura. Las *neveras* son unos aparatos para helar, sirviéndose de una mezcla de cloruro de calcio y hielo triturado.

**Vaporización.**—Es ese estado gaseoso cuando un líquido se evapora, si este vapor se efectúa lentamente manifestándose sólo en la superficie del líquido, se dice que hay *evaporación*, mas si el fenómeno se verifica en toda la masa líquida, se llama *ebullición*.

Los cuerpos son fijos y volátiles, fijos aquellos que no se evaporan como serían los aceites, y cuerpos volátiles los líquidos, el éter, el alcohol, las sustancias olorosas, el hielo, el arcénico, el alcanfor, los metales, etc.

Como resultado de varias experiencias tenemos las leyes siguientes:

1<sup>a</sup>. *Los líquidos en el vacío se evaporan instantáneamente.*

2<sup>a</sup>. *Los vapores de líquidos diferentes en temperatura igual, no son de igual tensión.*

Un detenido estudio de los Sres. Gay-Lussac, Vatt, Dalton, Regnault, Galletet y Colardeau, dió por resultado las tablas que manifiestan las tensiones máximas del vapor de agua desde 0° hasta más de 350°.

*El agua canta.* Se dice así al ruido que precede á la ebullición por causa de la formación y condensación de las primeras burbujas de vapor. Las leyes de ebullición son las siguientes:

1°. *Empieza la ebullición á temperatura determinada, varía con el líquido, y es idéntica con sustancias que se hallan en las mismas condiciones de presión, es decir, su punto de ebullición.*

2°. *Empieza la ebullición y se estaciona la temperatura.*

3°. *Mientras hierve, la fuerza elástica del vapor es igual á la presión exterior que se ejerce en su superficie.*

La ebullición se verifica á medida de la presión atmosférica: en el vacío absoluto la ebullición se verificaría á 0°, porque la tensión del vapor es entonces de 4.6 mm. Cuando se aumenta la presión se dificulta la ebullición, y cuando disminuye se facilita.

Se modifica el fenómeno cuando en un vaso cerrado se quiere producir vapor; entonces, los vapores que se desprenden no encuentran salida, la tensión aumenta, lo mismo que la densidad es cada vez mayor, la temperatura crece; pero el desprendimiento que constituye la ebullición no se realiza; así es que, la temperatura de un líquido en vaso abierto no puede pasar de su punto de ebullición; pero en vaso cerrado se eleva mucho.

Lo expuesto da por resultado los *hipsómetros*, que son unos aparatos que sirven para medir las alturas, la *marmita de Papin* que sirven para aumentar la acción disolvente de los líquidos por la elevación de temperatura. Así también la evaporación rápida produce frío, y con sus aplicaciones se obtiene el hielo artificial.

**Licuefacción y solidificación de los gases.**—Faraday y Davy liquidaron algunos gases de los conocidos como permanentes, sirviéndose para esto de aparatos y sustancias que por su reacción química produzcan estos gases y se compriman á sí mismos y se liquiden, encontrándose sometidos á la acción de mezclas frigoríficas. Los perfeccionamientos al tubo de Faraday sucediéronse por los Sres. Thilorier, Golladon,

Natterer, Berthelot, Melsens, Andrews, Gailletet, Pictet, Wroblewski, Olszewski; y por último, desde 1884 hasta ahora, han seguido los perfeccionamientos, hasta que se ha descubierto que no existe gas permanente. Linde líquida para el comercio gases refractarios, como son: oxígeno, ázoe, aire hidrogenado, argón, metargón, el nior; se venden también liquidados el cloruro de mitilo, el ácido sulfúrico, el ácido carbónico, el acetileno.

**Higrometría.**—Es el estudio físico que determina proporcionalmente el vapor contenido en la atmósfera ó en un volumen limitado de aire.

No depende la humedad atmosférica de la cantidad de vapor de agua que contiene, sino de la tensión del vapor: cuando el aire atmosférico está caliente puede estar éste muy seco aún con mayor cantidad de vapor de agua, y muy húmedo con poco vapor de agua cuando el aire atmosférico está frío. Hay más vapor de agua en verano que en invierno, porque la elevada temperatura ha hecho al vapor alejarse de su punto de saturación.

Los aparatos que sirven para determinar el estado higrométrico del aire se denominan *higrómetros*.

**Calorimetría.**—Tiene por objeto medir las cantidades de calor que aparecen y desaparecen cuando se efectúan variaciones de temperatura, dilataciones, cambios de estado, reacciones químicas; y calorímetros á los aparatos que sirven para estas apreciaciones.

**Caloría.**—Es el calor necesario para elevar á 1° de temperatura un gramo de agua pura.

**Calor de fusión.**—Es el número necesario de calorías que un gramo de este cuerpo necesita para pasar del estado sólido al líquido sin más elevación de temperatura.

**Calor de vaporización.**—Es el número de calorías que un gramo de este líquido absorbe para convertirse en vapor sin más aumento de temperatura.

**Propagación.**—Un foco calorífico se propaga por *conductibilidad y radiación*: se dice por *conductibilidad* á la propiedad que tienen los cuerpos de transmitir el calor de molécula en molécula al través de su masa. y por *radiación* al calor transmitido de un cuerpo á otro al través del espacio; fenómeno que se verifica á todas las distancias y en todas direcciones. Un cuerpo gana ó pierde recibiendo ó cediendo calor al medio ambiente que le suministra ó le sustrae, según su estado calorífico.

Los cuerpos conducen el calor, unos más y otros menos: buenos conductores son los metales, y malos la madera, el vidrio, resinas, sustancias orgánicas, líquidos y gases.

Por medio de algunos experimentos han hallado los Sres. Wiedemann y Franz los coeficientes de conductibilidad de algunos cuerpos; tomando como 1000 el de la plata se tiene:

|                  |      |                   |     |
|------------------|------|-------------------|-----|
| Plata . . . . .  | 1000 | Hierro. . . . .   | 119 |
| Cobre . . . . .  | 736  | Acero. . . . .    | 116 |
| Oro . . . . .    | 532  | Plomo. . . . .    | 85  |
| Estaño . . . . . | 155  | Platino . . . . . | 84  |

La conductibilidad de los líquidos y los gases es muy escasa, el calor se trasmite en su masa por transporte ó cambio de lugar de las moléculas.

**Rayo calorífico.**—Así se llama la línea según la cual se propaga el calor, y *haz calorífico* el conjunto de rayos. Hay radiación luminosa y radiación oscura; la luminosa emiten los cuerpos luminosos, como el sol y sustancias incandescentes; la oscura emiten el agua caliente y otras sustancias no luminosas.

El calor radiante se propaga en el vacío. Se llama intensidad de un foco calorífico la cantidad de calor que normalmente envía sobre la unidad de superficie la unidad de distancia en donde se halla el cuerpo calentado.

**Enfriamiento.**—Es el descenso de temperatura, y velocidad de enfriamiento; es este descenso en la uni-

dad de tiempo. La velocidad media de enfriamiento en un cuerpo es proporcional al exceso de su propia temperatura sobre la del ambiente.

Prévost emite la hipótesis siguiente: Todo cuerpo de cualquier temperatura emite y recibe en todas direcciones constantemente calor; se enfrían aquellos cuya temperatura es más elevada, porque los rayos que emiten son más elevados que los que reciben, y se calientan aquellos cuya temperatura es menos elevada, porque los rayos que reciben son más intensos; llega un momento de identidad, pero el cambio de calor entre los cuerpos no cesa, porque cada uno de ellos emite tanto cuanto recibe y la temperatura permanece constante, situación que se llama equilibrio móvil de temperatura.

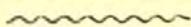
Los cuerpos que dejan pasar el calor al través de su masa, se llaman *diatérmanos*, como son: el aire, la sal, el espato de Islandia, el vidrio, el cristal de roca, la cal sulfatada, el alumbre, el hielo, etc.; otras sustancias, como los metales, se denominan *atérmanas*; y *poder diatérmico* de un cuerpo, á la relación de las cantidades de calor, más ó menos grandes, que reciben y dejan pasar. Gracias al poder diatérmico de las capas atmosféricas, estamos á baja temperatura; pues, los rayos solares que atraviesan quemarían todo. El poder diatérmico de los cuerpos se utiliza para separar la luz del calor que nacen de un mismo foco: unas veces se deja pasar la luz impidiendo pase el calor, otras al contrario impide pase la luz y sólo pase el calor.

**Calefacción.**—Es disponer de la manera más conveniente los hornillos, chimeneas, etc., con el objeto de utilizar de los manantiales de calor para la economía doméstica y la industrial. Los manantiales comunes de combustión son: la madera, el carbón, el coke, el gas, petróleo y la electricidad.

**Termodinámica.**—Es el estudio del calor que producen ó absorben las acciones mecánicas, las má-

quinas en movimiento, los choques, los frotamientos y resistencias producen calor. Existe una relación entre el trabajo y el calor, la resistencia al trabajo motor engendra calor y viciversa el aumento de trabajo destruye al calor de donde viene el enunciado siguiente: *á toda cantidad de calor desaparecido corresponde una cantidad determinada de trabajo efectuado; así también por todo trabajo verificado aparece una cantidad de calor.* Este es el equivalente mecánico del calor y del trabajo.

**Máquinas térmicas.**—A todo aparato cuyo movimiento ó trabajo se efectúa consumiendo calor, se llama *Máquina térmica*; los tipos generalizados son: *las máquinas de vapor, las máquinas fijas, las marinas, las locomotoras y locomóviles.*



## UNIDADES DE MEDIDAS

---

Estas fueron fundadas y adoptadas por las Sociedades Británica en 1852, la Real de Londres en 1865, el Congreso de Electricistas en 1881, y la de Francia en 1895.

Medir una cantidad es concretar las veces que está contenida la unidad. Hay muchas unidades de medidas: geométricas, mecánicas, eléctricas, caloríficas, etc.; pero todas guardan cierta relación entre sí: la intensidad de una fuerza es el valor que ésta representa comparada con otra que se ha tomado por unidad, cuya relación determina el efecto; y como un peso determinado puede producir el mismo efecto, se ha convenido en comparar las fuerzas con los pesos, tomando en mecánica como unidad de comparación el kilogramo. Todo cuerpo impelido por una fuerza física, al moverse en el espacio recorre un trayecto, y para recorrerlo necesita tiempo. En consecuencia, para medir las fuerzas, energías, movimientos, etc. es necesario relacionar las unidades de medida entre sí, como son: las de masa, peso, longitud, tiempo, etc. La cantidad de fuerza es la resultante de aquella que actuando sobre la unidad de masa, le imprime en la unidad de tiempo, un espacio recorrido igual á la unidad de longitud. Siendo la electricidad un agente que imprime fuerzas, energías, movimientos, etc., preciso es medir sus magnitudes, sus resistencias, sus intensidades, sus potenciales, sus cantidades, etc., y manifestar todas estas cualidades numéricamente.

El conjunto de cantidades, unidades fundamentales y medidas derivadas lleva el nombre de *siste*

ma; y sistema *C. G. S.* (cegesimal) se llama á las fundamentales, *longitud, masa, tiempo*; siendo la unidad de longitud el centímetro (cm.), la unidad de masa *C. G. S.* el gramo (*g*), que es la masa de un centímetro cúbico de agua tomada al máximum de densidad, á 4° *C* (temperatura), y la unidad de tiempo *C. G. S.* el segundo (*s*).

**Superficie.**—Siendo la superficie igual al producto de dos superficies, la unidad de superficie es el centímetro cuadrado (cm<sup>2</sup>).

**Volumen (*V*).**—Es el centímetro cúbico (cm<sup>3</sup>).

**Angulo (*a*).**—El ángulo se mide por la relación de la longitud del arco del círculo comprendido dentro del ángulo y descrito desde el vértice; es decir, la relación de las dos longitudes. La unidad *C. G. S.* del ángulo ó radiante, es el ángulo por el cual la longitud del arco es igual al radio. Las unidades prácticas son el grado, el minuto y el segundo.

$$1 \text{ radiante} = \frac{360^\circ}{2R} = 50^\circ 17' 44''.$$

**Velocidad (*v*).**—La velocidad de un móvil animado de un movimiento uniforme es el cuociente del espacio recorrido por el tiempo:

$$v = \frac{e}{t}.$$

Las dimensiones son,  $\frac{L}{T}$ , ó  $LT^{-1}$ .

La unidad *C. G. S.* de velocidad es el centímetro por segundo (cm. *s*).

Las unidades prácticas de velocidad son: el metro por segundo (m. *s*), el metro por minuto (m: *m*) y el kilómetro por hora (km: *h*).

La velocidad angular (*w*) de un móvil girando al rededor de un eje es igual al cuociente del despla-

zamiento angular por el tiempo empleado en describir este ángulo:

$$w = \frac{a}{t}.$$

Dimenciones  $T^{-1}$ .

Para medir un ángulo en radianes, la unidad C. G. S. de velocidad angular será el *radiante por segundo*. Las unidades prácticas son: la *vuelta por segundo* ( $v: s$ ) y la *vuelta por minuto* ( $v: m$ ).

1 vuelta por segundo =  $2 R$  radianes por segundo.

1 vuelta por minuto =  $\frac{2 R}{60} = 0.1041$  radiante por segundo.

Una polea dando  $n$  vueltas en  $t$  segundos, tiene una velocidad angular igual á  $w = \frac{2 R n}{t}$  radianes por segundo.

La aceleración ( $a$ ) de un cuerpo animado de un movimiento uniformemente variado, es el cuociente del acrecentamiento de velocidad ( $d v$ ) por el aumento de tiempo ( $d t$ )  $a = \frac{d v}{d t}$ .

Unidad de tiempo es el segundo.

Unidad de espacio, el milímetro.

Unidad de masa mecánica, la masa del miligramo.

Unidad de velocidad, la velocidad de un móvil que recorre uniformemente un centímetro en un segundo.

Unidad de aceleración es el que recorre dos centímetros por segundo.

Unidad de fuerza es la que imprime á la unidad de masa el movimiento de aceleración ó unidad de aceleración, y se llama *dyne*.

Unidad de trabajo es el desplazamiento realizado por una dyne, trabajo que sigue la propia dirección, y se llama *erg*.

Unidad de potencia de un motor es la cantidad de trabajo que se produce en la unidad, ó lo que es lo mismo, el motor que desarrolla un erg por segundo.

Unidad de magnetismo es una fuerza igual á una dyne producida por una cantidad magnética sobre otra cantidad magnética igual á un centímetro de distancia.

Unidad de campo magnético es aquel en el cual la unidad de magnetismo ejerce una atracción ó repulsión igual á una dyne.

Unidad de momento magnético se llama el magnetismo contenido en los polos de un imán, cuya saturación á un centímetro de cada polo, es igual cada uno á la unidad de magnetismo.

Unidad de corriente, es la que atravesando un circuito en forma de círculo, cuyo radio sea un centímetro, ejerza en su centro sobre la unidad de magnetismo una fuerza igual á una dyne.

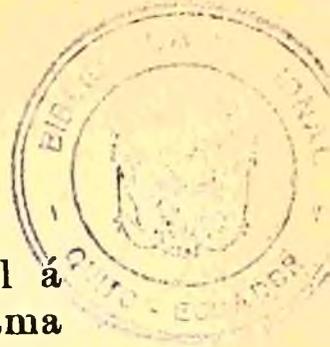
Unidad de electricidad, es la cantidad de este agente que en un segundo atraviesa un conductor recorrido por la unidad de corriente.

Unidad de resistencia, es la de un conductor por el que, la unidad de corriente bajo forma calorífica gasta un erg por segundo.

Unidad de fuerza electromotora ó diferencia de potencial, es la que comunica la unidad de energía á la unidad de electricidad.

Unidad de capacidad es la de un condensador cuyas armaduras estuvieren cargadas con la unidad de electricidad para una diferencia de potencial igual á la unidad.

Unidad secundaria de corriente es igual á la décima parte de la unidad absoluta, y se llama *ampere*; un galvanómetro de regular sencibilidad puede ser graduado en millamperes.



Unidad secundaria de electricidad es igual á la décima parte de la unidad absoluta y se llama *coulomb*.

Unidad secundaria de resistencia, es la igual á 10 unidades absolutas y se llama *ohm*.

Unidad de resistencia Siemens es la antigua unidad de Pouillet, y vale 0,943 del ohm.

La antigua unidad de resistencia para los telégrafos franceses era un kilómetro de alambre de hierro de cuatro milímetros de diámetro, y vale diez ohms.

Unidad secundaria de fuerza electromotora ó diferencia de potencial es la igual á 10 unidades absolutas, y se llama *volt*.

Unidad secundaria de capacidad eléctrica es la igual á 10 de unidad absoluta y se llama farad; con arreglo á la unidad fundamental de los condensadores se ve que un condensador de un farad se carga con un coulomb en cada una de sus armaduras para una diferencia de potencial de un volt.

Todas estas medidas tienen sus múltiplos y submúltiplos, así como en el sistema métrico, deca, hecto, kilo, etc.; así también en estas medidas el *magu* para el múltiplo, magadyne, que equivale á un kilogramo del peso; el kilodyne es una fuerza que vale mil dynes; el megergs vale un millón de ergs; microdyne es una fuerza igual á un millonésimo de dyne; el microfarad vale un millonésimo de farads, etc.

*Múltiplos.*

|                     |         |             |
|---------------------|---------|-------------|
| Deca . . . . .      | 10      | veces mayor |
| Hecto. . . . .      | 100     | ” ”         |
| Kilo . . . . .      | 1.000   | ” ”         |
| Miria . . . . .     | 10.000  | ” ”         |
| Mego ó Meg. . . . . | 100.000 | ” ”         |

*Submúltiplos*

|                   |                      |            |
|-------------------|----------------------|------------|
| Deci. . . . .     | $\frac{1}{10}$       | ó 0,1      |
| Centi. . . . .    | $\frac{1}{100}$      | ó 0,01     |
| Mili. . . . .     | $\frac{1}{1.000}$    | ó 0,001    |
| Micro ó mere. . . | $\frac{1}{1000.000}$ | ó 0,000001 |

**Volt.**—Es el tipo de unidad para la presión de corriente ó diferencia de potencial eléctrico, y es igual á cien millones de unidades *C. G. S.* de fuerza electromotriz. Prácticamente, es igual á la fuerza electromotora que sostiene la corriente de 1 ampere en un conductor cuya resistencia es de un ohm. La desarrollada por un elemento Daniell, es igual á un volt.

**Ohm.**—Es el tipo de unidad para la resistencia. Las unidades fundamentales son: el centímetro, el gramo y el segundo; la unidad de resistencia así definida se llama unidad absoluta ó *C. G. S.* La unidad secundaria de resistencia es igual á cien millones de unidades absolutas, se llama *ohm*. Prácticamente hablando, el *ohm* es la resistencia que opone al paso de la corriente una columna de mercurio á 0° *C.* (temperatura) de 1.06 metros de longitud y 1 mm. cuadrado de sección. La masa del mercurio químicamente purificado es de 14.4521 gramos.

Se construyen patrones secundarios que representan múltiplos y submúltiplos de ohm, y son carretes de alambre aislado con seda doble para evitar en estos hilos los efectos de selfinducción.

**Conductancia.**—Es una cantidad constante inversa á la resistencia ohm y se llama (*mho*), conductancia (*G*).

$$G = \frac{I}{E}.$$

**Resistibilidad.**—Tomando un conductor de distinta naturaleza pero de la misma longitud y sección que el *ohm*, se notará caracterizado por un factor propio; esto es lo que se llama resistencia específica ó *resistibilidad*. La unidad práctica de resistencia específica, es el *ohm-centímetro* igual á la unidad *C. G. S.*, es decir, igual á un centímetro cuadrado. El *micro-ohm centímetro* es igual á 1.000.000 de veces menor que el *ohm*.

La resistencia de un conductor de sección constante es igual al producto de su resistibilidad multiplicada por su longitud y dividido por su sección.

**Ampere.**—Es una unidad electromagnética *C. G. S.*, igual á una corriente constante que deposita en un segundo una masa de plata de 0.00118 miligramos de una solución de nitrato de plata. Prácticamente hablando, es igual á la intensidad de la corriente cuya fuerza electromotriz es de un volt atravesando la resistencia de un *ohm*.

**Coulomb.** (Ampere-segundo). — Es la cantidad de electricidad que atraviesa un conductor durante un segundo con la intensidad de un ampere.

1 coulomb = 1 ampere  $\times$  por un segundo.

La ley de Faraday es  $Q = It$ .

Para calcular una corriente de 10 amperes durante dos horas, es necesario en  $Q = It$  expresar  $t$  en unidades *C. G. S.*; es decir, en segundos para tener  $Q$  en amperes-segundos ó coulombs.

Tendremos:  $Q = 10 \times 2 \times 60 \times 60 = 7.200$  coulombs.

Por ser el coulomb unidad demasiado pequeña, se hace uso del *ampere-hora* que es la cantidad de corriente que corresponde atravesando un conductor con la intensidad de un *ampere* en una hora, ó sea á 3600 coulombs.

1 Ampere-hora = 3.600 coulombs.

**Farat.**—Las unidades de capacidad eléctrica son: la unidad absoluta (*C. G. S.*) y la unidad práctica;

la absoluta es una unidad particular que depende de las unidades fundamentales que se llama unidad (C. G. S.): esta unidad sería demasiado grande para las aplicaciones de corrientes. La unidad secundaria, la unidad práctica de capacidad es la que le ha reemplazado, y es igual á un décimo de la unidad absoluta y se llama *farad*, esta unidad es igual á la capacidad de un conductor que pueda cargar un *coulomb* con la potencia de un *volt*; más claro, la capacidad de un condensador que contione una cantidad de un *coulomb* cuando la diferencia de potencial entre sus armaduras es de un *volt*. Prácticamente, el *farad* es una unidad demasiado grande y se hace uso del *microfarad* que es igual á un millón de veces menor.

*La expresión de capacidad.*

La capacidad  $C$  de un conductor es igual al producto de la cantidad  $Q$  dividida para la diferencia de potencial  $E$ .

$$C = \frac{Q}{E}. \text{ La cantidad de electricidad: } Q = CE.$$

Capacidad inductiva ó específica de los dieléctricos es aquella que, cuando un condensador aislado por sólo el aire se le reemplaza á éste por otro dieléctrico, se nota que la capacidad aumenta. La relación de las dos capacidades se llama capacidad inductiva ó específica del dieléctrico

*Capacidades específicas ó inductivas de los principales dieléctricos.*

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Aire. . . . .                  | 1         |
| Petróleo. . . . .              | 1,6 á 2   |
| Parafina. . . . .              | 1,8 á 2,5 |
| Esencia de trementina. . . . . | 2,2 á 2,3 |
| Caucho puro. . . . .           | 2,1 á 2,8 |
| Caucho vulcanizado. . . . .    | 2,5 á 3   |
| Ebonita. . . . .               | 2,2 á 2,8 |
| Azufre. . . . .                | 2 á 3,8   |

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| Gutapercha. . . . .       | 2,4 á 4,2   |
| Goma laca. . . . .        | 2,7 á 3,8   |
| Cristal. . . . .          | 3 á 7       |
| Mica. . . . .             | 4 á 8       |
| Aceite de recino. . . . . | 4,4 á 4,8   |
| Alcohol. . . . .          | 24,3 á 27,4 |
| Agua. . . . .             | 75,7 á 82   |

**Joule.**—Es la unidad de trabajo producido por una cantidad de electricidad de un *coulomb* bajo la fuerza de un *volt*: ó lo que es lo mismo, es igual á un *coulomb* multiplicado por un *volt*.

**Watt.**—Es la unidad de potencia que representa la intensidad de un *ampere* y la fuerza de un *volt*; es decir, es igual á un *ampere* multiplicado por un *volt*, que también se llama *ampere—volt*.

**Caballo de vapor.**—Es una unidad que sirve para expresar la relación entre la fuerza mecánica de un motor y la potencia eléctrica necesaria para producir este mismo trabajo.

La unidad práctica de potencia mecánica es el kilográmetro por segundo; y para avaluar la cantidad práctica de potencial que una máquina puede realizar por unidad de tiempo, se emplea el *caballo de vapor*, que equivale á 75 kilográmetros por segundo.

Eléctricamente hablando, la unidad de potencia está representada por el *watt* ó *ampere—volt*; y para saber la potencia necesaria para producir el trabajo llamado *caballo de vapor*, hay que relacionar á esta unidad con el *watt*.

Son necesarios 736 watts de potencia eléctrica para producir el trabajo *caballo de vapor*; á estos 736 watts de potencia eléctrica se denomina *caballo eléctrico*.

#### *Energía de corriente eléctrica.*

Con arreglo á la definición de potencial, una cantidad  $Q$  de electricidad que pasando de un poten.

cial  $E_1$  á un potencial  $E_2$  más débil, produce un trabajo  $W$  igual á

$$(1^{\circ}) \quad W = Q (E_1 - E_2).$$

Quando se considera un aparato receptor atravesado por una corriente  $I$  producida por una diferencia de potencial  $E$

$$(2^{\circ}) \quad E = E_1 - E_2.$$

La ley de Faraday para la cantidad de electricidad correspondiente á un tiempo es:

$$Q = It.$$

Reemplazando en la expresión (1<sup>o</sup>)  $Q$  por el valor precedente y  $E_1 - E_2$  por  $E$ , se tiene:

$$(3^{\circ}) \quad W = EIt.$$

La potencia correspondiente  $P$  es:

$$(4^{\circ}) \quad P = \frac{W}{t} = EI.$$

En caso de que  $E$  é  $I$  sean variables, siempre la potencia es igual al producto de la diferencia de potencial  $E$  por la intensidad  $I$ , y el trabajo dá la expresión

$$W = S^t EI^{at}$$

Como se ha dicho ya, la energía de las corrientes eléctricas se transforma en energía térmica, química y mecánica.

La relación (4<sup>o</sup>),  $P = EI$  permite encontrar el valor de la unidad práctica de potencia *watt*: esto es, la potencia correspondiente á una diferencia de potencial de 1 volt, cuya intensidad es de 1 ampere, como se dijo:

1 unidad de potencia = 1 volt — ampere = 1 Watt.

La unidad de potencia *C. G. S.* es el *erg* por segundo; el Watt tiene el valor igual á 10'' *ergs* por segundo.

1 Watt = 10'' *ergs-segundos* =  $\frac{1}{9.81}$  kilográmetros por segundo.

La relación (3<sup>a</sup>.)  $W = EIT$  permite encontrar la unidad práctica de trabajo ó *Joule*, siendo igual á 1 volt-ampere-segundo ó 1 volt-coulomb ó 1 Watt-segundo, y se denomina *Joule*.

1 unidad práctica de trabajo = 1 Watt-segundo = 1 *Joule*.

1 *Joule* es = 10'' *ergs*.

1 Watt hora = 3600 Watt-segundos = 3600 *Joules*.

1 *Joule* =  $\frac{1}{9.81}$  kilográmetro =  $\frac{1}{4.17}$  calorías (*gd*).

Generalmente en la práctica se cuenta, 10 joules por 1 kilográmetro y 10 Watts por 1 kilográmetro por segundo.

El caballo de vapor ó los 75 kilográmetros por segundo, tiene en Watts un valor igual á

$$75 \times 9.81 = 736 \text{ Watts};$$

puesto que 1 Watt vale  $\frac{1}{9.81}$  kgm.: seg.

1 caballo de vapor es = 736 Watts.

1 poncelet vale 100 kgm. seg.; por consiguiente equivale á:

$$100 \times 9.81 = 981 \text{ Watts.}$$

1 poncelet = 981 Watts.

Se puede considerar prácticamente al poncelet con el valor de 1000 watts ó un Kilo-Watt.

La energía ó potencial de los condensadores cargados, cuando se los descarga, dan lugar á la aparición de una cantidad de energía que se puede manifestar bajo la forma térmica, química ó mecánica, el equivalente de energía que ha sido gastada para la carga.

Si la capacidad es  $C$  y el potencial de carga  $E$ , la cantidad de energía correspondiente es:

$$W = \frac{1}{2} CE^2 = \frac{1}{2} CE = \frac{1}{2} \frac{C^2}{C}$$

En estas fórmulas,  $W$  está expresada en joules cuando  $C$  está en farads,  $E$  en volts y  $Q$  en coulombs.

Es un condensador de 10 micro-farads bajo la diferencia de potencial de 1000 volts, encerraría una cantidad de energía igual á

$$W = \frac{1}{2} \frac{10}{10^6} 1000^2 = 5 \text{ joules.}$$

Si esta energía se expresa en kilogrametros se tiene:

$$W = 5 \text{ kgm.}$$

#### *Acciones térmicas de las corrientes.*

Cuando una corriente  $I$  atraviesa un conductor homogéneo de resistencia  $R$ , siendo la diferencia de potencial entre las extremidades  $E$  se produce durante un tiempo  $t$  un gasto de energía:

$$W = E I t.$$

Luego  $E$ ,  $R$  é  $I$  están unidos por la relación de ohm:

$$E = R I.$$

Resulta que

$$W = RI^2t.$$

Esta relación es conocida con el nombre de *ley de joule*; pues toda la energía eléctrica se transforma en el conductor en calor.

Un conductor atravesado por una corriente se calienta hasta que la potencia disipada por radiación y convección sea igual á la potencia eléctrica que se gasta debida al efecto joule:

$$P = RI^2$$

Según los casos, se tomará por expresión de la energía una de las relaciones siguientes:

$$W = Q E = E I t = R I^2 t = \frac{E^2 t}{R},$$

y por expresión de la potencia una de las siguientes:

$$P = E I = R I^2 = \frac{E^2}{R}.$$

### FORMULAS

1°. Ampere =  $\frac{\text{volt}}{\text{ohm}}$ , ó sea  $I = \frac{E}{R}$ .

2°. volt = ampere  $\times$  ohm, ó sea  $E = I \times R$ .

3°. ohm =  $\frac{\text{volt}}{\text{ampere}}$ , ó sea  $R = \frac{E}{I}$ .

La primera nos permite hallar la intensidad en amperes; la segunda, la fuerza electromotriz en volts, y la tercera, la resistencia en ohms.

### EJEMPLOS:

¿Cuál es la intensidad de una corriente que señala 50 volts de fuerza electromotriz, atravezando un circuito de 8 ohms?

Según la primera fórmula será:

$$I = \frac{50}{8} = 6.25 \text{ amperes.}$$

¿Cuál será la fuerza electromotriz en volts de 6.25 amperes de intensidad que atravieza un circuito de 8 ohms de resistencia?

Según la segunda fórmula será:

$$E = 6.25 \times 8 = 50 \text{ volts.}$$

¿Cuál la resistencia en ohms de un conductor invadido por una corriente de 50 volts de fuerza electromotriz con una intensidad de 6.25 amperes?

Según la tercera fórmula será:

$$R = \frac{50}{6.25} = 8 \text{ ohms.}$$

El kilográmetro es en la industria la unidad de trabajo, igual al desarrollado por un kilogramo que cae de un metro de altura, en el sistema cegesimal un kilográmetro es  $= 981 \times 1000 \times 100 = 98.000.000$  ergs: el kilogramo es  $=$  á 1000 gramos y como el gramo vale 981 dinas el kilogramo es  $=$  á 981.000 dinas, el camino recorrido es de un metro  $=$  100 centímetros, por consiguiente,  $981.000 \times 100 = 98.100.000$  ergs, es el valor del kilográmetro.

Un caballo de vapor es igual á 75 kilográmetros ó lo que es lo mismo es  $= 98.100.000 \times 75 = 7.357.500.000$  ergs.

El caballo hora, es la unidad empleada para manifestar la energía suministrada por los acumuladores durante su descarga.

El caballo hora es  $=$  á 75 kilográmetros multiplicados por 3.600 segundos que tiene la hora, es decir:  $75 \times 3.600 = 270.000$  kilográmetros.

Prescott dice que para cada 120 ohms de resistencia en un circuito se emplea una pila de Grove ó de bicromato de potasa, y si las pilas son de sulfato de cobre serán dos las empleadas.

### *Medir la energía eléctrica.*

La que se gasta en un aparato que le atraviesa un conductor, por ejemplo sea:

*I* Intensidad de la corriente en amperes de un manantial eléctrico;

*E* Diferencia de potencial en las bornas del manantial en volts;

$W$  El trabajo absorbido, que tiene su valor ya sea en kilográmetros por segundo ó caballos de vapor.

$$W = \frac{E I}{9.81} \text{ kilográmetros por segundo.}$$

Esta fórmula sirve para medir ó calcular la energía absorbida, un motor, una resistencia cualquiera etc., etc.

$$W = \frac{E I}{736}. \text{ Esto será un caballo de vapor.}$$

Con las fórmulas siguientes se averigua el calor desarrollado por una corriente:

$R$  Resistencia del conductor;

$E$  La diferencia de potencial á las extremidades de esta resistencia;

$I$  Intensidad de la corriente que atraviesa;

$W$  La energía en kilográmetros producida en el conductor bajo forma de calor que se calcula con una de estas fórmulas:

$$W = \frac{E I}{9'81} = \frac{R I^2}{9'81} = \frac{E^2}{9'81 R} = \text{kgmtrs. por seg.}$$

y en calorías ( $g-d$ ) por las siguientes:

$$W = \frac{E I}{4'16} = \frac{R I^2}{4'16} = \frac{E^2}{4'16 R} \text{ Calorías } (g-d).$$

$$W = 0.2403 E I = 0.2403 R I^2 = \frac{0.2403 E^2}{R}$$

Calorías ( $g-d$ ).

*Para medir la resistencia interior de una pila ó batería.*

Se forma un circuito con el galvanómetro y un reostato, y dando una resistencia  $R'$  se obtiene una desviación  $d$ ; aumentando la resistencia á  $R$  la des-

viación es  $d'$ , siendo  $x$  la resistencia de la pila tendremos: El total de la primera resistencia  $R' + x$ , y el de la segunda  $R + x$  y como las dos desviaciones de un mismo galvanómetro están en razón inversa de las resistencias, tendremos la proporción siguiente:

$$\frac{d}{d'} = \frac{x + R}{x + R'} \text{ de donde restando los consecuen-}$$

$$\text{tes, } \frac{d-d'}{d'} = \frac{x+R - (x+R')}{x+R'} = \frac{R-R'}{x+R'}. \text{ Ahora}$$

bien: el producto de los extremos es igual al de los medios:

$$(d-d') \times (x+R') = d' (R-R');$$

de donde

$$x+R' = \frac{d'(R-R')}{d-d'}, \quad x = \frac{d'(R-R')}{d-d'} - R';$$

verificada esta resta, tendremos:

$$x = \frac{d' R - d R'}{d - d'}$$

esto quiere decir que la resistencia de la pila se conoce: multiplicando la segunda desviación de la aguja ó sea los grados que marque por la resistencia que hayamos introducido y que llamamos  $R$ , de este producto se resta de los grados por la resistencia primeramente hallada; lo que resulte se divide por la diferencia de las desviaciones de la aguja, y del cuociente se resta la resistencia del galvanómetro, esta diferencia será la resistencia de la pila.

¿Qual será la resistencia de una pila si puesta en práctica resulta una desviación de 30 grados por una resistencia de 800 ohms y la otra segunda desviación de 60 grados por una resistencia de 300 ohms, sabiendo que la resistencia del galvanómetro es de 100 ohms?

Tendremos:

$$x = \frac{30 \times 800 - 60 \times 300}{60 - 30} = 200$$

restando 100 ohms resistencia del galvanómetro, queda la resistencia de la pila ó batería que se quiere medir es decir 100 ohms.

Para medir la resistencia de un conductor cualquiera:

Tenemos una pila cuya resistencia interior es 2 ohms y llamaremos  $r$ , un galvanómetro cuya resistencia está marcando 200 ohms y llamaremos  $G$ ; habiendo hecho pasar la corriente de esta pila por un reostato de 500 ohms que llamamos  $R$ , marcó el galvanómetro 50 grados que llamaremos  $d'$  y ahora que le hacemos pasar la corriente por este conductor marca el galvanómetro 25 grados que llamaremos  $d$ : ¿Cual será la resistencia  $x$  de este dicho conductor?

$$x = \frac{d'}{d} (R + r + G) - (r + G)$$

sustituyendo con sus factores tendremos:

$$x = \frac{50}{25} (500 + 2 + 200) - (2 + G) = 1202 \text{ ohms.}$$

Para medir la resistencia de un galvanómetro se procede como para medir la resistencia de las pilas:

$$G = \frac{d' R - d R'}{d - d'}$$

Con una pila de inapreciable resistencia marca 40 grados  $d'$  el galvanómetro haciendo pasar la corriente por un reostato de 700 ohms  $R$ , y en otra segunda desviación marca 60 grados  $d$  haciendo pasar la corriente por otra resistencia de 400 ohms  $R'$ , de tal manera que sustituyendo los valores tendremos:

$$G = \frac{40 \times 700 - 60 \times 400}{60 - 40} = 200 \text{ ohms.}$$

**Shunts.**—Es necesario muchas veces en las mediciones eléctricas desviar parte de la corriente del galvanómetro para reducir la desviación de la aguja dentro de ciertos límites; entonces un alambre, plancha ó carrete de mayor ó menor resistencia se conecta á ambas bornas del aparato que se quiere shuntar y así, la corriente se dividirá inversamente á la resistencia de los dos caminos. Suponiendo que el galvanómetro tiene una resistencia de 99 ohms y el alambre ó plancha del shunts una resistencia de un ohms. Luego un  $\frac{99}{100}$  de la corriente atravesará el alambre del shunt, y el  $\frac{1}{100}$  atravesará el galvanómetro.—En este caso para obtener el verdadero valor de una medición se multiplicará el resultado que marque el galvanómetro por el shunt.

#### *Puente de Wheatstone.*

El producto de los lados opuestos de un cuadrilátero es igual al producto de los otros dos, siempre que los lados contiguos sean proporcionales dos á dos. Siendo proporcionales  $A, B, C, D$ . los lados correlativos del cuadrilátero, tendremos  $A D = B C$ .

Con esta igualdad podemos establecer la siguiente proporción; tomando los primeros miembros por términos extremos, y los del segundo por términos medios, tendremos:  $A : B :: C : D$ , ó sea  $\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$ .

Pues, el puente de Wheatstone fundado en este principio tiene forma de caja rectangular con cuatro lados metálicos, uno de ellos lleva intercalado cierto número de resistencias como un reóstato con sus clavijas para separarla ó intercalarla.

Formando el cuadrilátero  $A, B, C, D$  que manifiesta la figura, 3<sup>a</sup>. cuyos vértices correspondientes á los lados  $AC$  y  $BD$  se unen á los polos de una pila  $P$  y los otros dos  $AB$  y  $CD$  á las bornas de un galvanómetro  $G$ .

Suponiendo que intercalamos resistencias en los lados  $A, B, C, D$ , igualando de tal manera que se tenga  $AD, BC = 0$ , el galvanómetro no se desviará porque el producto es igual y se tendrá  $\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$ .

Siendo  $P$  una pila cualquiera,  $A$  y  $C$  resistencias arbitrarias,  $D$  una resistencia desconocida, si se determina el valor de  $B$  con auxilio del reostato hasta que el galvanómetro marque cero; se tendrá el valor de la resistencia que se busca, es decir

$$A : B :: C : D$$

de donde  $D = B \times \frac{C}{A}$ , y como  $C$  y  $A$  en el puente Wtne. son iguales se tendrá  $D = B$  y como  $B$  es el lado que lleva el reostato, las resistencias introducidas según las clavijas nos darán el valor de  $D$  resistencia buscada.



## EL TIEMPO

---

Pocas son las personas que durante su vida no hayan hecho alguna cosa nueva; así mismo, pocas aprovechan la ocasión para sacar ventaja de sus trabajos. En muchos casos el inventor gasta la mayor época de su existencia; trabaja sin descanso para dar forma material á sus ideas, y tal vez hace invencible obstáculo para su realización esa miserable falta de elementos, aquellos que no acompaña al bruto para engrandecerle, pero sí al sabio para degradarle hasta que le llegue la muerte; entonces, deja á su familia el recuerdo, y para algún otro, el fruto. No por esto debe desanimarse todo el que busca *hombres*, porque esto es oro de más valía: sus cuentas temporales dan un imponderable saldo de gloria, porque los años aseguran la verdad de sus resultados, se enriquece el mundo científico, vive su nombre en la historia; y el inventor se regocija en la eternidad.

La resolución de un problema es siempre útil á la humanidad; muchos iniciadores no dieron importancia á sus inventos, ya por desaliento, ya por parecerles insignificante, lo que más tarde produjo dinero en abundancia. Uno de éstos es el inventor de la ranura necesaria en todos los tranvías, que por falta de patente no puede cobrar el privilegio de usar el carril ranurado, servicio por el cual nadie le da siquiera *las gracias*. Mas, mírese á los inventores de simples juguetes que se venden á centavo, de las puntas de caucho en los lápices, de los asientos de madera perforados que se usan en los vagones, teatros, tiendas etc., de los martillos, de los alfileres, de tinteros, de horquillas, y de los mil artículos que á la Nación y á

sus iniciadores han colmado de honra y fortuna con sólo la importancia del privilegio.

Las invenciones eléctricas son muchísimas; han producido grandes capitales, siguen produciendo y producirán. Hablaré brevemente del príncipe de los agentes, la electricidad, que de su importancia á nadie se le oculta.

El siglo XIX cerró sus operaciones dando al mundo científico y artístico novedades de gran categoría. Entre los inventos notables con que principió el siglo XIX, figura el alumbrado de gas; más, el flujo de la materia imponderable en el interior de los cuerpos, desequilibrada por las acciones químicas, llamada *corriente eléctrica*, le ha reemplazado con admirable ventaja. Los primeros manantiales fueron las baterías eléctricas, cuya regeneración ha dado por resultado nuevos aparatos, llamados acumuladores ó depósitos de guardar corrientes eléctricas, para usar á voluntad; los grandes manantiales, los dinamos productores de grandes intensidades eléctricas para surtir á instalaciones de alumbrado y demás máquinas industriales. Los Sres. The Jasnes Leffel Oía., han construido cuatro turbinas de eje horizontal, y de doble descarga: la rueda de cada una tiene un diámetro de 80 pulgadas; sus cajas son de 12 pies; se instalaron en la caída del Niágara para que la fuerza de la famosa catarata se convirtiese en corriente eléctrica. Esta caída siendo de 205 á 215 pies de alto, desarrollará una fuerza de 1.700 á 2.000 caballos, con una velocidad de 250 revoluciones por minuto. Con este producto se surtirán á todas las instalaciones de alumbrado eléctrico y otras nuevas lámparas que se fabricarán para rivalizar al sol y á la luna durante la noche, y á todas las fuerzas motoras industriales durante el día. ¡Adios oscuridad; todo será luz para el hombre!

La nueva luz metty's-etho, superior á cualquiera de gas acetyleno oxi-hidrógeno ó de calcio, es una

luz cuya intensidad alcanza á 1.000 bujías decimales; funciona facilmente con oxígeno en tanques de acero conectado éste con un tubo de goma á la espita del saturador y con su respectivo regulador. Esta luz se debe usar cuando se carece de la eléctrica; produce muy buenos efectos para las vistas en movimiento y estereópticas. (Los ingredientes son: clorato de potasa, una libra; permanganato de potasa, cuarto de libra; mettyl—etto, cuarto de libra; éter á 735°, una libra, y un cilindro de cal).

El Dr. Perztne trata de las aleaciones que se deben hacer con los metales para conductores que opongan mucha resistencia al paso de la corriente eléctrica y que sea pequeño el coeficiente de temperatura, la aleación de plata con platino ofrece ventajas para la construcción de fototipos permanentes: esta aleación compite con el níquel: el cobre arcenioso, tiene muchas propiedades, aunque es frágil; la manganina, que es una aleación compuesta de cobre, níquel y ferromanganeso en proporciones variables, resiste á la elevada temperatura de 143 grados centígrado; tiene muy pequeña capacidad termoeléctrica; no pasa de dos micro-volts por grado centígrado.

La electricidad blanquea y purifica los aceites y grasas. En un tanque, dividido en dos compartimentos por medio de una pared porosa, se colocan los aceites que se quieren purificar; se agrega un poco de agua con sal, para que éstos se hagan conductores de la corriente, y se ajita sin cesar; los electrodos están unidos á un dinamo de corriente continua; el electrodo positivo, que es de carbón, se sumerge en un departamento, y el electrodo negativo, que es de cobre, en el otro departamento; atraviesa la corriente, y después de poco tiempo se consigue lo deseado.—El motor eléctrico promete alcanzar velocidades tan grandes que apenas resistirá el material rodante de los ferrocarriles: las locomotoras y demás motores á vapor tienen que dejar el campo libre á su

nuevo rival, que si no se enseñorea todavía sobre las vías férreas, es tan sólo por el simple obstáculo de su costo.

La General Electric O°. ha construido tres locomotoras eléctricas para la compañía de Baltimore y Ohío: esta máquina arrastra los trenes que pasan por un túnel de 7.340 pies de largo; hacen sus viajes en un trayecto de tres millas. Los tres llevarán 100 trenes diarios por cada lado; para pasajeros se tendrá el peso máximo de 500 toneladas; viajarán á razón de 35 millas por hora, en una pendiente de 8 por ciento. La máquina construida para este trabajo pesa 96 toneladas, descansa sobre ocho ruedas, éstas sufren un doble peso que cualquiera locomotora á vapor; cada rueda mide 62 pulgadas de diámetro, la altura de la locomotora, medida por la garita del maquinista, mide 14 pies 3 pulgadas; la máquina lleva cuatro motores eléctricos, uno por cada par de ruedas; una araña de acero montada en un mango, que constituye el núcleo de la armadura, es el motor de engranaje; cada brazo de esta araña tiene un doble cojín provisto de un protector de hierro; estos brazos engranan con la rueda motriz. Los motores están colocados en soportes; los imanes están sujetos con pernos, descansan en soportes colgantes de ajuste y suspendidos de muelles elípticos colocados en la armazón; cada motor tiene seis polos con seis juegos de cepillos de carbón unidos á un yugo que gira en un radio de 360 grados. Los carretes de campo magnético están colocadas en cajas de hierro puestas sobre las piezas polares; las armaduras son formadas de discos de hierro laminado, cada rollo de alambre aislado se encaja en una ranura aislada que tiene el cuerpo de la armadura por un lado exterior. El conmutador y la armadura están montados en un mango que descauza en los muñones de la armazón de las ruedas, el diámetro interior de este mango es más grande que el eje; el motor se halla concéntrico al

eje, á favor de un soporte flexible, los cojines de caucho permiten que la armadura gire concéntrica al eje cuando cambia de posición el motor á causa de las desigualdades de la vía. Cuatro barras de hierro provistas de una pieza de cobre forman el aparato de contacto para tomar la corriente eléctrica, los conductores son barras de hierro suspendidas del túnel con aisladores; las conecciones en los motores se hacen con cables; cada motor recibe una corriente de 900 amperes de intensidad con una energía de 700 volts, dando por resultado una fuerza de 360 caballos. Los aparatos reguladores y de medidas se sitúan en el interior de la garita de donde se puede también vigilar los conmutadores; la misma locomotora está provista de su automático corta circuito para los excesos de intensidad eléctrica; el amperometro y voltmetro son de Weston. El aire comprimido usado para los frenos y el silbato se obtiene mediante una bomba neumática de cilindro oscilante, se deposita el aire en dos tanques convenientemente situados.—Creo, pues, fácil aprovecharse del mismo andar de la locomotora para nuevos manantiales eléctricos, disponiendo *ad hoc* dinamos y maquinarias.—Hay ocho outomóviles eléctricos disponibles. Los muchos medios que se han ideado para estos vehículos no dan hasta ahora mejores resultados que el coche del Sr. M. Jeanteaud: el motor eléctrico son acumuladores tipo Julmes; se compone la batería de 38 elementos, cada elemento pesa 15 kilogramos de electrodos con una capacidad de 300 amperes-horas, cuyo periodo de descarga llega á 10 horas, que bastan para buenos resultados, y mejor si dicho Sr. Jeanteaud modificara su vehículo reduciendo el peso para satisfactoria eficacia. Es, pues, un coche de apariencia sencilla; tiene dos asientos para dos personas cada uno, lleva delante un guardalado circular; los acumuladores están colocados bajo los asientos: todo descansa sobre cuatro ruedas; dos delante, que tienen un metro de

diámetro, y dos detrás, que tienen un metro cuarenta centímetros de diámetro; el peso total que éstas soportan es de 3.000 kilos; la parte anterior del coche descansa sobre dos muelles cambiados transversalmente uno sobre otro, sirviendo de soporte central á la caja del coche para que elásticamente se distribuya el efecto causado por los obstáculos y más choques que encontraren las ruedas al paso en su camino. Un eje armado de un engranaje diferencial mueve las ruedas por medio de cadenas; la velocidad que ordinariamente recorre es de 24 kilómetros por hora; la corriente que se le aplica tiene la energía de 70 volts con una intensidad de 70 amperes, produciendo así una fuerza de 7 caballos; cuando sube pendientes se aumenta la corriente, dando una fuerza hasta de 15 caballos; y cuando baja disminuye la corriente hasta 8 amperes para poder regular la marcha.

Para estos coches hay también indicador de velocidades; todo eléctrico.—Hay muchísimos aparatos industriales, cuyos motores son los acumuladores y dinamos: entre éstos de poca potencia es muy generalizado el «Motor de Edison para batería.» Con éste se ponen en acción tornos de joyeros, máquinas de coser, kinetoscopios, anunciadores, abanicadores, pianos eléctricos, aparatos para dentistas, trabajos de laboratorio; y con acumuladores máquinas de acerrar, de colar, de acepillar, de soldar, de aplanchar, etc., etc.

El kinetoscopio de proyección, es una máquina que proyecta produciendo aparentemente seres vivientes, escenas y actos naturales con todos sus movimientos de acción y ocasión, sombra y expresión, sobre un biombo ó telón

El colmo del arte fotografico ha tomado en una membrana transparente en forma de tira de una ó dos pulgadas de ancho y 50 pies de largo, más de 800 fotografías instantáneas, á razón de 45 fotografías por segundo, mientras la dicha membrana está pa-

sando por delante. En esto está fundado el kinetoscopio de proyección; pues, según un adecuado arreglo de lentes se proyectan las figuras sobre el telón, unas tras otras, con admirable rapidez que el ojo no alcanza á percibir intermisión alguna entre ellas, dando por resultado una admirable ilusión de la vista por el movimiento que manifiestan las figuras en las vistas proyectadas. La lente objetivo es de ángulo obtuso que abraza una vista de tres y medio metros á la distancia de 15 metros del biombo, y de uno y medio por dos metros á una distancia de siete y medio metros: así pues, basta alejar ó acercar el kinetoscopio del biombo para aumentar ó disminuir el tamaño de las figuras. La lente condensadora es escogida para que la proyección sea perfecta y clara. La lente estereóptica asegura perfecta armonía entre las figuras estereópticas y la proyección del kinetoscopio. El mecanismo es sencillo, y uniforme su movimiento, y la mejor luz es la eléctrica.

**La comunicación submarina.**— Los mensajes telegráficos al travez de los mares fué también una de las grandes novedades: se verifica por medio de largos cables compuestos de alambres y tendidos en el mar con pesos para que se sumerjan á cierta profundidad; este cable, que es un condensador semejante á la botella de Leyden cuyas armaduras se extienden de orilla á orilla, hace que sus cargas y descargas sirvan para manifestar los signos de comunicación. El aparato del Sr. William Thomson, llamado registro de sífon, es uno de los receptores seguros, cuya descripción la daré cuando se hable de la telegrafía.

**Autómatas eléctricos**— Estos aparatos son muchos y de gran utilidad; existen aplicaciones al fonógrafo, al teléfono. al ferrocarril, á los coches, velocípedos, etc.: más genéricamente existen aplicaciones á todos los agentes físicos. El autómatas fotográfico es aquel que, colocando una moneda en una abertura del aparato, al instante fulgura una luz de magnesia y reci-

be un retrato que se halla ya depositado en un departamento.

La moneda cae en el platillo de una balanza, con el peso el platillo baja, y colocándose en el punto de exposición enciende la luz de magnesia; y como este platillo contiene una placa sensible, la moneda pasa del platillo á un tubo metálico: allí origina la cerrada de un circuito eléctrico; éste pone en acción á un electroimán que atrae á una armadura y pone en movimiento á un mecanismo que empuja la placa al baño en donde se fija la imagen, y sale al departamento en donde el interesado debe tomar su retrato.

Mientras la moneda, al pasar el tubo metálico, cerró el circuito para que se verifique lo dicho, al caer en un depósito hace que se abra el circuito y todo en el aparato vuelva á su estado primitivo, y así hallarse siempre listo para un nuevo retrato.

Hay autómatas que bailan, cantan, silvan, reportan sorpresas, etc. El médico autómata es una estatua de tamaño natural provista de muchas aberturas que representa cada una, según el letrero, varias de las comunes enfermedades: cuando un pasajero adolece de alguna de éstas, como sería un dolor de muela, de cabeza, etc., introduce una moneda en la correspondiente abertura y recibe inmediatamente el medicamento. Asegúrase que estos médicos tienen una gran clientela, porque se equivocan menos que los de carne y hueso, y con la ventaja todavía de conservar el secreto.

Aire comprimido.—Este se usa como fuerza mecánica: ofrece sus servicios con más ventaja; no necesita de válvulas ni otros mecanismos semejantes. Se sube fácilmente agua, lodo, arena, mezclas, etc. También es común para usos semejantes los tubos neumáticos.

En los Estados Unidos existe un importante tubo para conducir cartas á Chestnut Street; mide

dicho tubo 6 pulgadas de diámetro, por una longitud de 5.896 pies. Los paquetes de cartas son conducidos con una velocidad de 30 millas por hora; la presión aérea en la estación principal es de siete libras por pulgada cuadrada, y en la subestación es de cuatro libras por pulgada cuadrada: las cajas portadoras se las coloca en un cajón neumático que funciona movido por la presión acumulada, el compresor es del sistema Clayton dúplex; cuando vuelve el aire á la estación terminando su carrera, va ya nuevamente reducida la presión normal para estar listo á un nuevo desempeño. Este tubo puede conducir hasta 30.000 cartas diarias.

Se construyen locomotoras con aire comprimido; es muy sencillo y de fácil manejo. Hacen las veces de caldera dos tanques de aire de 29 y media pulgadas de diámetro con una capacidad interior de 130 pies cúbicos; su forma es cilíndrica con cabezas convexas y provistas de registros por delante. La presión es de 600 libras por pulgada cuadrada; los tanques tienen válvulas reductoras; además, un depósito auxiliar donde el aire entra á los cilindros con una presión de 100 á 140 libras por pulgada cuadrada, esta presión se gradúa; los cilindros tienen siete pulgadas de diámetro por catorce de golpe; las ruedas son de llantas de acero que miden 24 pulgadas de diámetro. En conjunto, el peso de la máquina es de 18.500 libras.

El aire, una vez comprimido se deposita en grandes tanques de donde se toma cuando se quiere hacer uso, y aún sin funcionar los compresores.

Con este aire se puede dar una fuerza variable; no se necesita en las maquinarias bandas ni otros vehículos, se consigue todo con tubos y llaves para tener listo al motor: la revolución y cambio total de sistema de construcción en las maquinarias está manifestándose.

**Aire líquido.**—La liquidación de los gases fué

asunto de mucha importancia para los físicos; pues, unos gases se liquidaron y otros se resistían mucho, motivo por el que la física dividió los gases en liquidables y fijos; más ahora, los aparatos en donde se verificaba esta liquidación se han perfeccionado mucho y se liquidan todos. Se reúnen como agua en recipientes abiertos para el comercio; son de utilidad considerable por ser el principal agente refrigerador. Los triunfos químicos con la producción directa del carburo de calcio en grande escala anda con paso de gigante en el camino del progreso.

El dinamo, motor eléctrico, es el que ha producido directamente el anterior material la acetilena.

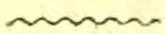
También el análisis del aire ha sido imperfecto, y un nuevo procedimiento ha dado un nuevo componente llamado *argón*.

El bolómetro eléctrico.—Este aparato sirve para descubrir la absorción de los rayos solares por la atmósfera solar y las líneas de absorción de la atmósfera terrestre. Esto sirve á los metereólogos para la predicción del tiempo.

Para determinar el carácter de las partes invisibles del espectro solar sucede que, al recibir el prisma del electroscopio los rayos del sol, se manifiesta en forma de cinta tina luz con los colores del arcoiris atravesada por una multitud de rayas negras muy finas que representan el *absorven* efecto de la atmósfera solar; la posición y carácter de estos demuestran las sustancias químicas que contiene la atmósfera gaseosa, y á qué se debe la absorción. La región visible del espectro desde la fuente de donde nacen, es una pequeña parte de rayos que llegan á la tierra; pues, más allá de la franja violeta del espectro, hay una escala de rayos invisibles, que sólo por sus efectos químicos se alcanza á conocer su existencia; más allá de la franja roja hay también una escala invisible, que sólo por el calor que desarrolla se alcanza á conocer su existencia; y se alcanza á conocer la im-

portancia del ultra rojo, porque sus efectos se aprecian á una distancia diez veces mayor que toda la región luminosa del espectro. La ciencia ha alcanzado con sus ojos misteriosos analizar estos rayos caloríficos y químicos, las placas fotográficas son los ojos que distinguen los rayos químicos y el bolómetro el que señala los invisibles rayos caloríficos. Este delicado aparato señala las líneas de absorción como puntos más fríos que los otros, resolviendo, así, uno de los más admirables problemas de la ciencia. Este bolómetro se compone de un delgado alambre por el que pasa una corriente eléctrica: al moverlo despacio por la escala invisible del espectro y tan luego como toca á las líneas de absorción sufre cierta baja y alta de temperatura. Este efecto se realiza por la acción que ejerce la temperatura sobre el alambre haciéndole mejor ó peor conductor eléctrico. Las mencionadas alteraciones se hacen visibles por medio de un galvanómetro de espejo que refleja su mimico lenguaje en una cinta fotográfica movida por un mecanismo de relojería.

Cuando hable de la *electroterapia* (aplicación de la electricidad á las enfermedades, de los experimentos de Tesla, de la transluminación, de las corrientes oscilantes y demás inventos notables y aplicaciones industriales), que tendrá lugar en el próximo tratado de electricidad, daré cuenta algo minuciosa de los adelantos eléctricos. No dispongo de laboratorios ni otros favorecimientos para la práctica de la tarea que me he impuesto; sin embargo, procuraré poner los medios que estén á mi alcance para su continuación y manifestar siquiera un pequeño fruto de las limitadas aptitudes del autor.



## ∧ ELECTRICIDAD

---

**Origen.**—Esta palabra se deriva de *electron*, ámbar amarillo, conocido entre los griegos como sustancia que posee la propiedad de atraer á los cuerpos ligeros. Hoy es el nombre de un agente físico poderoso, cuya presencia se consigue por medio del frotamiento, la presión, las reacciones químicas, el magnetismo, el calor, la misma electricidad, y otras causas. Este agente es objeto de detenido y ameno estudio para los amantes á las ciencias verdaderas. Su naturaleza es aún desconocida, y se le distingue por sus efectos: los esfuerzos hechos por muchos sabios han dado por resultado las leyes á que está sujeto el desarrollo del mencionado agente.

∧ **Hipótesis y teorías.**—Atendiendo á los efectos luminosos y caloríficos, creían los físicos antiguos que la electricidad era una modificación particular de aquellos; otros, que era un fluido más tenue que el aire y los gases, y susceptible de movimiento ó traslación al través de los cuerpos. Con los experimentos de Dufay, los físicos aceptaron la existencia de dos fluidos, *vítreo y resinoso*. Symmer supuso que eran dos fluidos de distinta naturaleza, cuyo principio consistía en repelerse las electricidades del mismo nombre y atraerse las del contrario, poniéndose en estado neutro, cuando se verificaba la recomposición de éstos.

Franklin rechaza la existencia de los dos fluidos, y supone sólo uno en dos estados, *positivo y negativo*, que obra por repulsión sobre sí mismo y por atracción sobre las moléculas de la materia; *positivo*, cuando el cuerpo observado contiene más cantidad de



fluido que la que en su estado natural pudiera tener; y *negativo*, cuando tenga menos que la que en su estado natural tuviera; viniendo su estado neutro ó el equilibrio cuando, con el contacto, él cuerpo que tiene demás provee al que tiene menos; así por ejemplo: si dos personas de igual fortuna, la una aumentara su caja con la mitad de los bienes de la otra, la aumentada tomaría el nombre de positiva y la disminuída el de negativa; el equilibrio ó reposo, consistiría en que la úna devuelva lo que tomó de la ótra.

Estas teorías acerca de la naturaleza de la electricidad, no explican bien los fenómenos eléctricos; tenemos ahora otras mejores y modernas; como la unidad de los agentes físicos, la de Bigeón, que consiste en la hipótesis del espacio ó medio electrizado; y es como sigue:

La electricidad obra á la distancia, hecho aparentemente cierto; mas si reflexionamos, hallaremos que no tiene ninguna significación física: ó esa acción es directa, ó no es; si directa, necesario es saber su naturaleza y cómo se establece la comunicación entre los cuerpos; y si indirecta, cuál es el medio que enlaza los cuerpos: lo primero supone no haber lazo material, sin el cual no se puede concebir la influencia de un cuerpo sobre otro, tales como las atracciones de un electroimán; en consecuencia: las fuerzas se transmiten por una deformación del medio que llena el espacio entre los cuerpos electrizados.

Entendiéndose por medio en las acciones eléctricas, todo lo que separa un cuerpo electrizado de otro. Estos medios pueden ser sólidos, líquidos, gases, aire, sustancias aisladoras, &c. En el supuesto de que el éter llena los espacios moleculares de los cuerpos, admito que la energía eléctrica se verifica y transmite por la deformación del éter en los vacíos y también en la materia ponderable. Newton atribuye también á un principio etéreo cuyas vibraciones se transmiten por las moléculas de los cuerpos.

λ **Cuerpos buenos y malos conductores.**—Se observa que cuando se frota una barra de lacre ó de vidrio, se manifiesta electrizada sólo la parte frotada, conservando el resto su estado normal, no así los metales que apenas adquieren la propiedad eléctrica en un punto; instantáneamente se propaga en toda su superficie. Resulta que hay cuerpos que transmiten la propiedad eléctrica y otros que la conservan fija en un punto, á los primeros se les llama cuerpos buenos conductores, y á los segundos cuerpos malos conductores; esta distinción no es absoluta, porque no hay cuerpos absolutamente conductores ni absolutamente aisladores, obediendo la conductibilidad de los cuerpos más usados á la lista siguiente, que la dividiremos en tres grupos: llamando al primero, conductores; al segundo, semi-conductores y al último aisladores.

| <i>Conductores</i>    | <i>Semi-conductores</i> | <i>Aisladores</i> |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|
| Plata                 | Aire rarificado         | Lana              |
| Cobre                 | Agua pura               | Seda              |
| Oro                   | Maderas                 | Vidrio            |
| Aluminio              | Porcelana               | Gutapercha        |
| Cadmio                | Marfil                  | Caucho            |
| Zinc                  | Fibra vulcanizada       | Goma laca         |
| Bronce según aleación | Piedra                  | Ebonita           |
| Platino               | Hielo                   | Parafina          |
| Hierro                |                         | Cristal           |
| Niquel                |                         | Aire seco         |
| Estaño                |                         |                   |
| Plomo                 |                         |                   |
| Antimonio             |                         |                   |
| Bismuto               |                         |                   |
| Mercurio              |                         |                   |
| Otras aleaciones      |                         |                   |
| Mallecor              |                         |                   |
| Carbón de retorta     |                         |                   |
| Ácidos                |                         |                   |
| Soluciones salinas    |                         |                   |



+ *Electricidad Estática.*

A este agente de virtudes admirables se le considera unas veces en reposo en la superficie de los cuerpos y otras en movimiento. Se le estudia bajo dos denominaciones, el de *Electricidad Estática*, cuando los efectos son producidos por la electricidad en reposo, y el de *Electricidad Dinámica*, cuando los efectos son producidos por la electricidad en movimiento.

**Desarrollo de electricidad por frotamiento.**—Cuando dos cuerpos se frotan entre sí y separándolos se aproximan sucesivamente á un péndulo eléctrico (fig. 4<sup>a</sup>), cuya esferilla de saúco esté electrizada, se notará que la esferilla es atraída por el un cuerpo y repelida por el ótro; si esto no sucede en algunos de los cuerpos frotados, es porque algun vehículo ó la mano y cuerpo del hombre que frota, le ponía en comunicación con el suelo. En vista de este fenómeno es indudable la existencia, aun cuando no sean de dos distintas especies de electricidades en todos los cuerpos, pero sí que exista una diferencia de estado eléctrico entre los cuerpos frotados, diferencia que la llamamos, para la mejor esplicación de los fenómenos; estado *negativo*, á la menor, y estado *positivo* á la mayor. Todo cuerpo que con otro se frota, adquiere, úno de ellos el negativo y el ótro el positivo; ahora para determinar cuál está cargado del *positivo* y cuál del *negativo*, se toma en cuenta que el vidrio lustroso se electriza siempre positivamente, y si son dos vidrios, el menos lustroso se carga de la negativa; pues, esto depende de muchas causas, de su constitución molecular, de su superficie, temperatura, etc. Han manifestado que, frotadas las sustancias siguientes, se electrizan positivamente con las que les siguen, y negativamente con las que les preceden.

1 Piel de gato.—2 Vidrio pulido.—3 Lana.—4 Papel.—5 Seda.—6 Goma laca.—7 Resina.—8 Vidrio deslustrado.—9 Metales pulimentados.

La ley fundamental á que obedecen los fenómenos eléctricos es: *Dos cuerpos cargados de electricidad del mismo nombre, se rechazan, y dos cargados del contrario se atraen.*

✧ **Campo eléctrico.**—Es el espacio dentro del cual ejerce influencia un cuerpo electrizado sobre otro.

✧ **Carga eléctrica.**—Es la cantidad de electricidad desarrollada por un cuerpo.

✧ **Densidad eléctrica.**—Es el espesor de la carga. La cantidad de electricidad difundida sobre la unidad de superficie.

✧ **Tensión eléctrica.**—La electricidad acumulada en un cuerpo tiende á desprenderse, á difundirse, venciendo los obstáculos que se oponen, pues este trabajo y fuerza se denominan *tensión*.

✧ **Dirección y acumulación eléctrica.**—La electricidad se dirige siempre hacia la superficie del cuerpo abandonando la masa interior; se comprueba esto con la manga de Faraday, con los emisferios móviles de Biot, con la esfera de Coulomb, etc. La manga de Faraday (Fig. 5<sup>a</sup>) es un cono de lino ó cáñamo en cuyo vértice se halla un hilo de seda con el objeto de voltearla por uno y otro lado, cuando convenga; á favor de un aro metálico, se mantiene hueca, aislada sobre un soporte de vidrio. Electrizada la manga, cuando se le aproxima un péndulo, por la parte exterior, es atraída la esferilla de saúco; mas, si se aproxima á la parte interior, es nulo el efecto; volteada la manga sucede el mismo fenómeno, con lo que queda demostrada la dirección de la electricidad á la superficie exterior.

✧ **Unidad de cantidad electrostática.**—Es la carga eléctrica de dos cuerpos que á la distancia de un centímetro se repelen ó atraen con la fuerza de una *dina*.

✧ **Distribución eléctrica.**—Depende de la forma del cuerpo, la distribución eléctrica en la superficie. Para que la capa eléctrica sea uniforme, es necesario que el cuerpo electrizado sea una esfera; pues, ésta

tiende siempre á dirigirse hacia la parte más delgada, á las prominencias, ó puntas del cuerpo, y se acumulan en ellas hasta desprenderse.

**Poder de las puntas.**— Así se llama la propiedad que tienen los cuerpos terminados en punta, de dejar escapar á la electricidad. Como todo cuerpo terminado en punta es un elipsoide, cuyo eje mayor, con relación al eje menor, es indefinido, así como también la resistencia que opone el aire es limitada, sucede que la capa eléctrica acumulada en la punta es de gran tensión y vence toda resistencia, que casi es ninguna; obedeciendo siempre el desprendimiento á las leyes de la mutua acción entre las moléculas electrizadas.

Cuando á un cuerpo conductor electrizado se le pone en contacto con otro de la misma especie, la distribución se verifica en relación al volumen; sucediendo el especial fenómeno de que mientras se distribuye, la capa eléctrica es nula en el punto de contacto, haciéndose sensible cerca de los veinte grados, crece de los veinte á los treinta, disminuye de los sesenta á los noventa grados, y es la distribución uniforme de los noventa á los ciento ochenta.

**× Pérdidas eléctricas.**— La carga eléctrica en los cuerpos no se conserva, pues se pierde por la imperfección del aislamiento, por el aire húmedo, y porque en realidad no existe cuerpo absolutamente aislador, siempre dejan pasar algo de electricidad, unos con más ó menos lentitud que otros.

**× Potencial eléctrico.**— Es la fuerza en virtud de la cual se mueve la electricidad venciendo las resistencias que se oponen, ese esfuerzo viene propiamente de la repulsión de sus propias moléculas.

**× Electricidad por influencia ó por inducción.**— Se llama así cuando un cuerpo conductor electrizado, electriza á otro sin más que aproximarle y sin llegar al contacto. Entonces el cuerpo primitivamente electri-

zado se denomina *inductor*, é *inducido* el sometido á la influencia.

**Límite eléctrico.**—El Sr. Simmer supone que los cuerpos poseen una cantidad ilimitada de electricidad en estado neutro, porque cuando se le sometía á un cuerpo á mayores influencias eléctricas, el cuerpo inducido manifestaba también nuevas cantidades eléctricas. Los físicos se esfuerzan en manifestar límite, pero yo no encuentro: el límite será, pues, cuando la fuerza inductora no alcance á descomponer más electricidad neutralizada.

✕ **Teoría de las chispas.**—Quando dos cuerpos están electrizados de nombre contrario, cuya tensión vence la resistencia que el aire opone entre el intervalo de uno y otro cuerpo, viene una combinación eléctrica produciendo chispa y chasquido, siendo éstos más ó menos fuertes, á medida de la mayor ó menor carga eléctrica. El fenómeno luminoso resultante de la combinación eléctrica al través de todo cuerpo mal conductor, se llama *chispa*. La chispa toma varias formas: recta, curva, sinuosa y angular; se explican bien estas formas admitiendo que entre los conductores existen partículas más ó menos conductoras y separadas por un aire aislador.

**Electroscopios.**—Son unos aparatos destinados á reconocer si un cuerpo está electrizado, y cuál sea el nombre ó estado de la electricidad contenida. Uno de los más sencibles es el de panes de oro, debido á Bennet que consiste en dos láminas de oro angostas, largas y tenues, suspendidas de la extremidad de una varilla metálica que atraviesa el cuello de una campana de vidrio y termina en una bola. La campana de vidrio es barnizada de goma laca, y sirve para resguardar las hojas de oro del aire húmedo. La base que sirve de soporte á la campana es de sustancia buena conductora, de ésta se elevan dos varillas *t*, *t'* que sirven para descargar las hojillas de oro, cuando éstas divergen mucho. Quando se

desea conocer si un cuerpo está ó no electrizado, basta aproximarle á la bola del electrosco- pio, y los pa- nes de oro divergen. Se produce este fenómeno porque, cuando un cuerpo está electrizado, la electri- cidad de éste obra por influencia sobre la bola, atra- yendo hacia ésta la electricidad de nombre contrario, y repeliendo la electricidad del nombre propio hacia los panes, los que, por estar cargados de electricidad del mismo nombre, se repelen y divergen.

Se conoce de qué nombre es la electricidad que contiene un cuerpo, cargandó de antemano las hoji- llas de oro con electricidad conocida. Esta opera- ción se verifica, aproximando el cuerpo cargado de electricidad conocida, hacia la bola de el elec- troscopio, al mismo tiempo que se le toca con el dedo á la dicha bola, entonces efectuándose el fenómeno de electrización por influencia, queda retenido en la bo- la el nombre contrario y repelido el del propio nom- bre hacia el suelo por medio del dedo. Quitados el dedo y el cuerpo inductor, las hojas de oro divergen, porque quedaron cargadas del contrario: ahora, si se desea averiguar el nombre de la electricidad de que está cargado cualquier cuerpo, basta aproximar á la bola del electrosco- pio el cuerpo electrizado, y segui- rán divergiendo las láminas de oro, si la electricidad del cuerpo es contraria, y cesará la divergencia, si es propia.

Electrómetro.—Es un electrosco- pio que á más de las propiedades dichas se puede medir las desviacio- nes de las hojillas de oro ó las de la esferilla del pé- ndulo eléctrico, sin más que añadir una escala gradua- da para medir el ángulo de desviación de la esferilla suspendida.

Máquinas electrostáticas.—Son unos aparatos desti- nados á producir electricidad, mediante el frotamien- to ó influencia solamente.

En 1650 inventó Ottón de Gueriske la primera máquina eléctrica. Consistía ésta en una esfera de

azufre móvil sobre un eje horizontal; mientras la rotación, el observador frotaba la esfera con las manos secas, la electricidad producida por esta acción influía sobre una regla metálica, que se hallaba vecina y suspendida de un hilo de seda, en la que se colectaba la electricidad.

En 1778 el Sr. Ramsden inventó un poderoso manantial eléctrico. Se compone esta máquina, de un disco de vidrio con su eje horizontal y su manubrio, á falta de éste se puede mover el disco entre dos pares de almohadillas compuestas de piel de gato ó tegidas de lana ó tafetán, impregnadas de una amalgama de estaño, zinc, bismuto y mercurio; las almohadillas rozando sobre el vidrio suavemente, producen á causa del frotamiento los estados eléctricos, y se cargan los frotadores del negativo que, debido á un conductor, pasa al suelo. Delante del disco hay dos conductores cilíndricos, sostenidos por cuatro pies de vidrio; á los extremos de los conductores están unidas dos herraduras herizadas con puntas muy próximas á las caras del disco. El positivo del disco en llegando á las puntas de las herraduras, descompone por influencia el estado neutro de los condensadores, atrae el negativo hacia las puntas y repele el positivo á los condensadores; el negativo se desprende por las puntas y neutraliza al positivo del disco, razón por la que se colectan grandes cantidades de positivo en los condensadores.

Se adapta á esta máquina un electrómetro de Hanley para medir el potencial eléctrico.

La máquina de Nayne está fundada en el mismo principio (el frotamiento).

La hidroeléctrica del Sr. Armstrong, está fundada en el frotamiento de las gotitas resultantes de la condensación. Una caldera aislada que produce unos chorros de vapor chocan sobre unos peines unidos á un conductor donde se colecta la electricidad. Manantiales de electricidad estática son: el electroforo

de Volta, la máquina de Holtz, la de Bertsch, la de Carre, la de Winsor, etc. Las máquinas de este género son muchas, y sólo he hecho breve mención de estos manantiales, ofreciendo ocuparme oportunamente.

**Condensadores.**—Son unos aparatos que tienen por objeto acumular grandes cantidades de electricidad en superficies relativamente pequeñas; hay muchos y de varias formas. Uno de los mejores es la botella de Leyden, llamada así por el lugar en donde fué inventada.

El inventor Cuneus en 1746, imitando á su profesor Musschenbroeck las demostraciones físicas, se propuso electrizar el agua que se hallaba en una botella, y con este fin, introdujo en el cuello de dicha botella una barilla que se hallaba suspendida en el condensador de una máquina; tomó en la mano la botella, y después de dar movimiento á la máquina para la operación eléctrica, quiso separar con la otra mano la barilla que se hallaba introducida en el cuello, y recibió instantaneamente una fuertísima conmoción. Musscheubroeck repitió el experimento con sorprendente resultado, el Abate Nollet repitió también el experimento é hizo sentir la conmoción á doscientos cuarenta hombres formados en cadena.

Hoy, la botella de Leyden es como sigue: un frasco de vidrio en cuyo interior, en vez de agua, tiene láminas delgadas de estaño, cobre, oro ó cualquier sustancia conductora; en su exterior, en vez de la mano de Cuneus, está cubierto con una hoja de estaño hasta cerca del cuello; por el tapón del frasco atravieza una barilla metálica, quedando un extremo en contacto con las hojillas interiores, y por el otro termina en una bola exterior.

**Teoría del condensador.**—Al electrizar la armadura interior (las hojillas de estaño) por medio de la varilla cuya bola exterior se la pone en contacto con el condensador de la máquina, se carga la armadura interior de electricidad positiva, la que, ejerciendo

una acción de influencia al través de la materia aislante (el frasco de vidrio) sobre la armadura exterior (la hoja de estaño pegada en el exterior del frasco), descompone su estado neutro, y la electricidad negativa es atraída hacia la cara que mira al frasco, siendo repelida la positiva hacia el suelo, por estar en comunicación la armadura exterior con el suelo, ya sea por medio de la mano del observador ó por un conductor puesto para el objeto.

La electricidad negativa de la armadura exterior ejerce también su acción de influencia sobre la armadura interior; entonces esta mutua acción de atracciones que ejercen las electricidades contrarias al través de la lámina aisladora, dan por resultado acumulación de grandes cantidades eléctricas en las superficies de las dos caras de la lámina aisladora, produciendo cuando se recomponen fuertes conmociones y chispas de gran longitud é intensidad.

Se descargan los condensadores poniendo en comunicación las dos armaduras con cualquier cuerpo conductor; se ha dado el nombre de excitador á un aparato hecho ad hoc para descargar los condensadores; se compone de dos aros de alambre provisto de dos mangos de vidrio para tomar por medio de éstos y descargar sin peligro de sufrir conmoción.

Los condensadores son muchos: el del Sr. *Æpinus*, el de *Volta*, y otros: todos están fundados en la misma teoría.

Con las botellas de *Leyden* se forman baterías reuniendo las armaduras interiores en un punto y las exteriores en otro, con el fin de acumular grandes cantidades eléctricas.

Con la electricidad condensada se consiguen efectos fisiológicos, mecánicos, caloríficos y químicos. Efectos fisiológicos son las violentas conmociones que el hombre y los animales vivos sufren; las contracciones, gestos y movimientos que los muertos manifiestan, como si tuvieran vida. Efectos mecá-

nicos son: los transportes de partículas, los movimientos, los taladros, que con la chispa se hacen al través de vidrios, madera, etc. Efectos caloríficos: la elevación de temperatura, la inflamación de algunas sustancias, la incandescencia de los metales en hilos delgados, al paso de la corriente. Efectos químicos: las composiciones y descomposiciones químicas, que con la chispa y corriente se consiguen, las combinaciones del oxígeno y nitrógeno del aire, el rayo cuando trasforma el oxígeno en ozono etc., las descomposiciones del ácido carbónico, del amoniaco, del ácido clorhídrico.

Leyes de las atracciones y repulsiones eléctricas.—1<sup>a</sup>. *Entre dos cuerpos electrizados las atracciones y repulsiones que se ejercen entre ellos varían en razón inversa del cuadrado de su distancia.*

2<sup>a</sup>. *A igual distancia estas fuerzas son proporcionales al producto de las cantidades de electricidad difundidas en los dos cuerpos; es decir, en razón directa de sus cargas.*

### *Electricidad atmosférica.*

Electricidad atmosférica es aquella que existe en la atmósfera, y cuyos fenómenos al par que admiran, aterran.

Las causas que la producen son muchas, pero las principales son: la vegetación con todas sus funciones, la acción del agua sobre los terrenos, la acción termoeléctrica ejercida por el calor del sol sobre la superficie de la tierra, las descomposiciones y combinaciones producidas por el mismo y la evaporación de moléculas electrizadas á las altas regiones, etc., etc. Hablando de los fenómenos geológicos, y considerando á la atmósfera un campo magnético, hay también una acción de influencia sobre la nube que se mueve en dirección no paralela á la fuerza de campo magnético, y considerando también á la nube relativamente conductora.

Los principales fenómenos de la electricidad atmosférica son el rayo y las auroras polares. Los sabios de los primeros tiempos creyeron que el rayo era el arma vengadora de la divinidad. Descartes en el siglo XVII, atribuyó al calor producido por el choque de una nube con otra, y el médico Boerhave, á la influencia de los gases desprendidos de la tierra. En el siglo XVIII, el físico Wall indicó la analogía entre la chispa producida por la máquina eléctrica y el rayo, el chasquido de ésta y el trueno, pero Benjamín Franklin, había tenido publicadas en 1751 las cartas siguientes:

«Los relámpagos son ondulantes y angulares, como la chispa eléctrica; el rayo hiere con preferencia á los objetos elevados y puntiagudos; pues, bien, todos los cuerpos puntiagudos son más accesibles á electricidad que los de forma redonda».

«El rayo sigue constantemente la dirección del mejor conductor, incendia las materias combustibles, destruye ciertos cuerpos, y mata á los animales; lo mismo hace la electricidad.»

Quiso Franklin realizar su idea en la Torre de Filadelfia; pero como la construcción de ésta no se concluía, elevó en un campo un cometa armado de una punta metálica, hacia una nube tempestuosa, y produjo el efecto inmediatamente que la cuerda que sostenía el cometa se hizo conductora humedeciéndose, y se vieron saltar chispas entre el extremo de esta cuerda y la tierra. Así mismo Dalivar en Francia, ensayó la acción de las puntas sobre la electricidad, y consiguió en 1782, chispas eléctricas colocando unas barras en la Villa de Marly.

Romas reprodujo en 1783 el experimento de Franklin: llevó un cometa cuya cuerda se componía de cáñamo é hilo de cobre; en el extremo inferior de esta cuerda ató un cilindro de metal, de éste colgó un cordón de seda con el que lo sujetó á una gran piedra; se principió á sacar pequeñas chispas del ci-

lindro, aumentándose éstas á medida que la tempestad se desarrollaba, y llegó en su auje á producirse centellas de ocho á diez pies de longitud con un estruendo semejante al tiro de rifle.

Los aparatos empleados para medir la tensión eléctrica en la atmósfera, son muchos; pero los principales son los electroskopios que constan de una varilla de hierro, cuyo extremo superior termina en punta, y el inferior está provisto de un casquete convexo para que las aguas lluvias se despidan; tienen además dos láminas de oro en comunicación con el hierro de la varilla y dentro de una campana de vidrio, y adjunto á ésta un arco graduado, en donde se mide la tensión eléctrica con la mayor ó menor divergencia de las láminas de oro. Por medio de estos aparatos se han conseguido los datos siguientes:

En un cielo despejado y á la elevación de uno á dos metros sobre la tierra, se halla electrizada la atmósfera positivamente, y negativamente el suelo; los electroskopios marcan el *mínimum* de tensión á las dos de la mañana y á dos de la tarde; esta tensión se aumenta en invierno á causa de la humedad del aire, y se altera y varía el nombre eléctrico en tiempo de tormenta.

### *✕ Rayos y relámpagos.*

Rayo es la chispa producida por la descarga eléctrica entre nube y nube, y entre nube y tierra. Cuando la recomposición se efectúa según este último caso, se cree que el rayo cae, no porque materia alguna caiga, sino porque es el encuentro de dos estados contrarios, cuya recomposición produce chispa análoga á la de una máquina eléctrica.

Los relámpagos que aparecen en algunas tardes y noches de verano, y su fulgor dura hasta cerca de un minuto, son una serie de descargas producidas á grandes distancias por esos condensadores de nubes que se forman en la atmósfera, mientras dura alguna

tempestad allá lejos del observador. También hay relámpagos con el nombre de fuegos de San Telmo, y es una pequeña claridad producida por una descarga lenta é inofensiva, generalmente en las partes elevadas. La duración del relámpago es inmedible, será como una millonésima parte de segundo; la longitud de la centella es corta y larga á medida de la distancia de las nubes que se recomponen; son cortas, cuando la nube de estado contrario está cerca; muchas veces son larguísimas que parecen atraviesan el horizonte; esto es debido á la acción por influencia que ejerce una nube sobre otra inmediata, verificándose el mismo fenómeno que se consigue con el tubo centellante.—Se llama trueno la detonación ó ruido que acompaña al rayo, cuya causa es la ruptura del aire, conmoción de los medios y nubes en el instante de la recomposición eléctrica: cuando esta descarga se verifica cerca del observador, la detonación es fuerte é instantánea, como la de un cañonazo; pero cuando dicha descarga se verifica lejos del observador, se modifica, retumba, aumenta y disminuye su intensidad, sobre todo en ciertas comarcas que son variables los ecos á distancias por los diferentes grados de presión aérea. Al parecer se nota que el trueno se manifiesta después del relámpago, sin embargo de ser sucesivos, esto es á causa de la velocidad del sonido que es menor que la de la luz; el sonido recorre 340 metros por segundo y la luz 77.000 leguas por segundo.—Los efectos del rayo son: físicos, caloríficos, mecánicos, magnéticos, químicos y fisiológicos, etc., etc. Pues, el rayo incendia los objetos combustibles; funde el hierro, las líneas telegráficas, la arena formando tubos vitrificados, como son las fulguritas, derriba edificios y muros gigantescos, transporta grandes piedras y otros objetos de un punto á otro, imana las figuras de acero; las agnjas de las brújulas, galvanómetros y demás, se desimanan; se invierten los polos de las agujas; suenan los

aparatos telegráficos; se electriza el aire formando ozono; se combina el oxígeno con el nitrógeno del aire, formando ácido nítrico, que combinado con el amoniaco, da lugar á nitratos, etc.; causa la muerte á los hombres y á los animales; hiere, quema, es causa de sorderas, de parálisis, de epilepcias, fractura los huesos, causa síncope, conmociones; cura también enfermedades incurables y antiguas; y muchísimos fenómenos más.

El choque de retroceso es otro fenómeno especial producido por el rayo cuando una nube influye sobre la tierra, su acción se verifica sobre gran trecho de ésta, en la cual pudieran encontrarse hombres y animales; éstos estarán cargados de electricidad contraria á la de la nube y de la misma que la de la tierra por estar en contacto con ésta; más al verificarse la descarga en un punto, la recomposición de los estados eléctricos en los hombres y animales se efectuará por el punto en contacto con la tierra, por los pies, causándoles la muerte sin herida, ó fuertes conmociones que atacan al sistema nervioso.

El ilustre Franklin, habiendo descubierto la acción de las puntas, se propuso formar el resguardo de la humanidad y edificios en tiempo de tempestad, cuyo nombre es el de Pararrayos.

Consiste en largas barras metálicas colocadas en la partes más elevadas del lugar; el extremo superior de la barra debe terminar en punta; el inferior tendrá de 25 á 30 centímetros de grueso, y se le debe poner en comunicación con el suelo por medio de un conductor. La longitud de la barra no pasará de 9 metros, pudiendo ser de 7, 6, 5, 4 etc, á medida del edificio que se quiera resguardar; más si el edificio es mayor, se pondrán otros pararrayos á distancias convenientes, la punta irá tomando su forma cónica desde la base, si es posible. Para estas barras es preferible el hierro por su dureza y conductibilidad; pero como este metal se oxida fácilmente, se remata

la punta con unos 5 milímetros de platino soldado al hierro, ó en su lugar, un cono de cobre dorado que, á la inalteración reúne su poder conductor; el cable que pone en comunicación la barra con el suelo, debe ser de 3 ó 4 alambres de cobre de un milímetro de diámetro y soldados por el extremo á la base de la barra, y el otro se pondrá en comunicación con la tierra, ya sea introduciendo en un pozo, como un metro dentro del agua y estendiendo sus ramas para la mejor comunicación con el suelo, si no se dispone de pozo, se horada unos 4 ó 5 metros del suelo y se cubren las ramificaciones del cable con cisco de retama. Las cubiertas de zinc y demás conductores que estuvieren en los tejados y paredes se pondrán en comunicación con el conductor del pararrayos.

El pararrayo del señor Hoefler es una modificación del anterior, y consiste en haber sustituido á la punta de platino otra de cobre dorado, y unas coronas de cobre con puntas en toda la barra, separadas entre sí un metro, más ó menos. Las ventajas de este pararrayos saltan á la vista; la punta de cobre dorado conduce mejor la corriente, no se funde con la facilidad que el platino, bajo la acción eléctrica, y las demás puntas que cada corona lleva, son un nuevo neutralizador eléctrico. Hay un nuevo sistema de pararrayos para proteger los edificios, propuesto por el señor Melseus; éste es una caja compuesta de muchas barras, de uno á dos metros de longitud cada una, armadas de varios penachos y conductores para la comunicación con el suelo. Este pararrayo parece que se halla en mejores condiciones para prevenir y preservar hasta de los rayos globulares.

### ✧ *Rayos globulares.*

Este meteoro, causa de muchas preocupaciones vulgares, consiste pues, según el señor Gastón Planté, y en mérito de sus experimentos, en que los rayos glo-

bulares son descargas producidas por un flujo abundante de electricidad que se establece desde una columna rotatoria de aire saturado de vapor hasta la tierra húmeda. La explicación científica es difícil; su forma es de un glóbulo de fuego animado de lento movimiento y á poca altura del suelo, como una ave de rapaña; en su camino parece que se aleja de los objetos que encuentra, y al fin termina haciendo una explosión terrible de rayos y chispas con deslumbrador brillo.

El espacio favorecido por los pararrayos es un círculo de doble radio de la longitud de la barra del pararrayos; por ejemplo: si la longitud de la barra es de seis metros, el círculo defendido será de veinticuatro metros de diámetro. La teoría del pararrayos consiste en proveer de estado contrario á la nube cargada de uno de los estados eléctricos; así, si una nube pasa sobre el pararrayos cargada de estado positivo, ésta ejerce su influencia sobre el pararrayos solicitando el negativo, éste cede por estar en comunicación con la tierra lo necesario para neutralizar á la nube y evitar la descarga, y en caso de verificarse esta descarga por influencia del pararrayos, será en él. Fundados en esta misma teoría, se construyen pararrayos de telégrafos y teléfonos.

### ✧ *Auroras polares.*

Así se llaman unos hermosos y espléndidos fenómenos luminosos que se manifiestan en las regiones circumpolares del globo. Mr. Comte de Amiens, con relación á una vista por él en 15 de Abril de 1869, dice: «A las diez ilumina toda la región noroeste una aurora boreal notable: comiéndase á distinguir hacia las ocho; lánzanse desde el horizonte al cielo bandas de 3 á 8 metros de anchura, que alcanza hasta 70 metros de elevación; su color de un hermoso rojo rosado, á veces violado, cambia frecuentemente de intensidad; su fuerza de proyección se modifica también. Casi inmóviles en ocasiones, palidecen los ra-

yos y hasta aparentan extinguirse, para de nuevo lanzarse en brillantes manojos.

«La aurora ha desaparecido casi por completo á las nueve y media ó diez; poco á poco han ido borrándose las bandas, y á las diez y cuarenta y cinco no quedaba más vestigio de tan espléndido fenómeno, que una iluminación por el noroeste, comparable á la claridad esparcida por la luna. El tiempo había sido muy tempestuoso en la segunda mitad del día.

El astrónomo Mr. Rayet dice que la formación del precioso meteoro va acompañada de un desequilibrio físico y general de la atmósfera, dando por resultado la coincidencia del fenómeno con el cambio brusco de temperatura, con la depresión del barómetro, y con grandes tempestades. Dice, también, Mr. Quetelet que hay una relación periódica entre la aparición de las auroras boreales y las estrellas errantes. La influencia de las auroras boreales sobre las agujas imanadas y líneas telegráficas es notable, por las grandes corrientes de electricidad estática que en las líneas recorren, no se pueden transmitir mensajes, pero los aparatos funcionan automáticamente y sin baterías mientras dura el meteoro; á causa de estos efectos se opina que la formación de auroras boreales obedece á la gran influencia de corrientes eléctricas desprendidas desde la tierra hacia la atmósfera, debida á la gran acumulación en los polos del globo. El Sr. Balfour Steuart dice que las auroras boreales podían ser corrientes secundarias inducidas, debidas á cambios insignificantes aunque rápidos, producidas por el magnetismo terrestre y por otras influencias desconocidas. Peltier cree que las corrientes de vapor arrastradas desde el Ecuador hacia los polos y electrizadas se estrechan en el espacio, se acumulan en el polo y crece la tensión más y más, y cuadyuvando el enfriamiento circumpolar, el vapor se solidifica en pequeños cristales, y se verifica una descarga entre éstos y la tierra, manifestándose así el tan precioso meteoro polar como pabellón que ostenta su poder y su hermosura.

