

A. SOTO V. y G. LAGOS R.

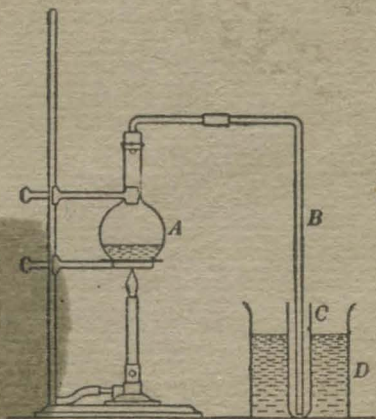
José Odecom Lagos

LECCIONES

DE

QUÍMICA Y FÍSICA EXPERIMENTALES

TEXTOS APROBADOS OFICIALMENTE PARA EL
SEGUNDO AÑO DE HUMANIDADES



Santiago
IMPRENTA UNIVERSITARIA
ESTRADA, 63

MUSEO PEDAGOGICO
DE CHILE

N.º de orden
Gertrudis Muñoz de E.,
Donante

Ciudad Santiago, 8-IX-1962.

MUSEO PEDAGOGICO
DE CHILE

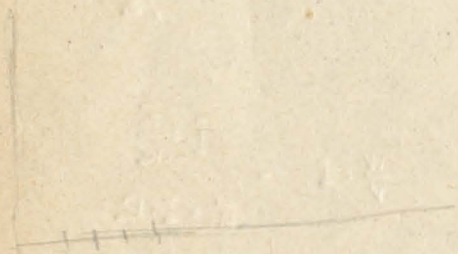
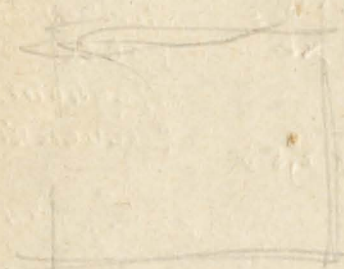
INVENTARIO

N.º de orden

Gertrudis Muñoz de E.

Lecciones de Química Experimental





ADRIAN SOTO V.

T
540
57182
1933
204

LECCIONES

DE

Química Experimental

Texto aprobado para el

SEGUNDO AÑO DE HUMANIDADES



R. 14 115

Santiago de Chile
Imprenta Universitaria, Estado, 63
1933

Inscripción N.º 2794

12 FEB. 1985

PRÓLOGO

Entrego a la consideración de mis distinguidos colegas este librito que contiene las materias del programa de Química para el II año de humanidades. Al redactarlo he tenido presente las mismas consideraciones que me guiaron al escribir los Textos para IV, V y VI años: *las finalidades de la enseñanza de la Química y el método que debe seguirse.*

La enseñanza de la Química en los Liceos debe desarrollar el espíritu de observación, de investigación y raciocinio; ha de crear hábitos de orden y método en el estudio; debe enseñar a pensar lógica e inductivamente, a ordenar ideas, abarcarlas en conjunto y aplicar los conocimientos a las necesidades de la vida.

Para alcanzar las finalidades indicadas y siendo la Química una ciencia esencialmente experimental, su estudio debe hacerse a base de la experimentación de los alumnos, quienes por este medio intervienen activamente en su propia enseñanza y dejan de ser meros receptores de conceptos y de ideas abstractas y repetidores mecánicos de principios escuchados o leídos.

Pero, para que el experimento tenga todo su valor educativo debe ser de *redescubrimiento* y no de *comprobación*. Es decir, los alumnos deben trabajar en el laboratorio de acuerdo con un CUESTIONARIO o TEXTO-GUÍA que los incite a trabajar, observar, pensar y deducir por sí mismos.

El papel del profesor es el de un guía que aclara conceptos, ordena los conocimientos adquiridos por sus discípulos, les

gradúa la intensidad del trabajo y realiza aquellas experiencias que ofrecen dificultad o peligro a los alumnos.

De acuerdo con estas ideas, he dividido el texto en tres capítulos: *Construcción y manejo de algunos utensilios*; *Parte Experimental*; y, *Parte Descriptiva*.

En el 1.^{er} capítulo se dan algunas indicaciones sobre el manejo y la construcción de algunos utensilios, como un medio de conseguir que los alumnos instalen pequeños laboratorios en sus casas.

En el 2.^o capítulo los estudiantes encuentran el modo de realizar experimentos que los llevan a descubrir las propiedades de los cuerpos, valiéndose de aparatos muy sencillos y poco costosos.

El 3.^{er} capítulo sirve como texto de consulta para que los alumnos completen los trabajos escritos que hacen en sus casas y para que repasen aquellos conocimientos que, por no haber podido ser adquiridos mediante la experimentación, los ha transmitido el profesor.

Sin embargo, en su uso se debe tener la precaución de que no aprendan de memoria todos los detalles que allí se encuentran, porque para el fin que se persigue, *basta que sepan interpretar las experiencias realizadas en el laboratorio y conozcan las aplicaciones más importantes de los cuerpos estudiados*.

Manejo del cuestionario.—(*Parte Experimental*). Antes de principiar los trabajos de laboratorio es conveniente que el profesor dedique las primeras lecciones a enseñar la construcción de algunos útiles sencillos y de aplicación inmediata. En seguida hará una demostración práctica del manejo del cuestionario; y, sólo después de que hayan recibido esas breves instrucciones les dará ejercicios para resolver. Cada alumno o grupo de dos o tres—a lo sumo—ocupará el lugar que se le haya señalado en la mesa del laboratorio donde tendrá los útiles y productos necesarios. Arma o arregla el aparato de acuerdo con las indicaciones de su texto, lee en seguida todo

el cuestionario relacionado con el ejercicio a fin de formarse concepto cabal sobre la marcha que seguirá la cuestión propuesta. Después va leyendo y realizando las experiencias correspondientes cuyo resultado aunque sea negativo anota en una hoja o libreta especial, en forma sucinta para no distraer su atención de los procesos que se están realizando.

Concluído un ejercicio, el profesor hará que algunos alumnos lean sus anotaciones y que los otros corrijan los errores. En esta forma se convence si el curso se ha penetrado o no del asunto. Además, se le presenta la oportunidad para repetir aquellas experiencias que hayan fallado o sido mal interpretadas y para ampliar y ordenar los conocimientos adquiridos por sus discípulos. Los alumnos desarrollarán el tema en sus casas, en forma más cuidadosa y completa que en la hoja que usan en el laboratorio. Esos cuadernos en limpio serán revisados por el profesor en las lecciones de repaso.

En aquellos liceos en que no existan los elementos indispensables para el trabajo simultáneo de todos los alumnos, el profesor designará en cada clase a dos o tres discípulos para que realicen las experiencias del ejercicio, limitándose él a dar las indicaciones correspondientes y a formular las preguntas relacionadas con el tema en estudio.

No dudo que mis colegas—dado el interés que siempre han manifestado por el progreso de la enseñanza de la Química—se servirán hacerme las observaciones que tiendan a mejorar este modesto trabajo que no tiene otra aspiración que la de ser útil en la difusión de una de las ciencias más importantes para la humanidad.

ADRIÁN SOTO V.

Santiago, Febrero de 1930.

NOTA.—Este texto ha sido aprobado oficialmente para la enseñanza de la Química, en el 2.º Año de Humanidades, previo informe muy favorable del distinguido profesor universitario, Don OSVALDO ROJAS FRAGA.

ÍNDICE

	Págs.	
	Exp.	Desc.
Prólogo.....		5
Utensilios de laboratorio.....		11
Mercurio.....	19	36
Plata.....	20	38
Oro.....	20	39
Leche.....	21	40
Azúcar.....	22	41
Alcohol.....	22	43
Agua.....	24	44
Aire.....	25	48
Tierra o suelo.....		50
Hidrógeno.....	26	51
Oxígeno.....	28	53
Carbones.....	30	54
Combustión.....	32	57
Anhidrido carbónico.....	33	59

ALGUNOS UTENSILIOS DE LABORATORIO

Matraces.—Son recipientes de vidrio, de forma esférica, provistos de un cuello y de fondo aplanado.

Si tienen fondo redondo se llaman *balones*. Fig. 1.

Retortas.—Tienen forma de pipa de fumar. Pueden ser de vidrio, de porcelana, etc. Si llevan un tubo en la parte alta se llaman *retortas tubuladas*. Fig. 1.

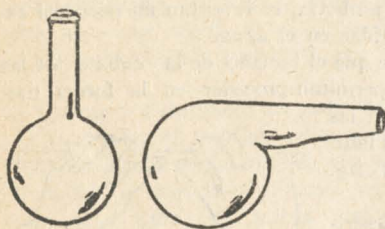


Fig. 1.—Balón, retorta y tubo de ensayos.

Tubos de ensayos.—Son tubos cerrados en un extremo. Sirven para hacer preparaciones en cantidades pequeñas. Reemplazan a los matraces y a las retortas. Fig. 1.

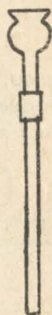


Fig. 2.—Tubo de seguridad.

Tubos de seguridad.—Se pueden obtener de un tubo recto, de un embudo y de un pedazo de manguera de caucho que los une. Fig. 2.

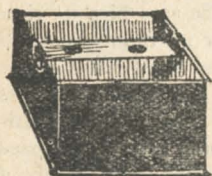


Fig. 3a.—Cuba con agua.

Probetas para recoger gases.—Tienen la misma forma que los tubos de ensayos, pero son más grandes y de paredes resistentes.

A veces tienen pie y graduación.

Cuba con agua.—Consiste en un recipiente de vidrio o de metal que puede llevar un puente con orificios sobre los cuales se colocan las probetas llenas de agua en que se recogen los gases. Fig. 3-a.

Para su funcionamiento se echa agua en ella hasta que su nivel sobre-

pase al puente en dos o tres cm. Si la cuba tiene suficiente hondura y extensión se pueden llenar en ella misma las probetas. Para esto, se sumergen, primero horizontalmente en la cuba, después se levantan del extremo cerrado cuidando que la boca de la probeta quede debajo del nivel del

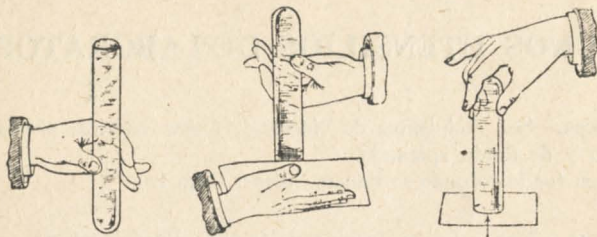


Fig. 3-b.—Forma de llenar probetas con agua para colocarlas en la cuba.

líquido, y, por último, se llevan al puente, en dirección vertical. Para evitar que queden burbujas de aire en las probetas, se levantan un poco del extremo abierto, cuando están sumergidas en el agua.



Fig. 4.—Lamparilla de alcohol.

En caso de que el tamaño de la cuba o de las probetas no permitan proceder en la forma descrita se siguen las instrucciones indicadas en la fig. 3-b.

La cuba descrita puede reemplazarse por una taza, un vaso, un tarro de boca an-

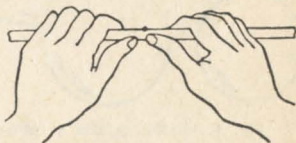


Fig. 5.—Modo de cortar un tubo de vidrio.

cha, un lavatorio, etc.

Construcción de una lamparilla de alcohol.—Se asea bien un tintero y se le adapta un tapón de corcho atravesado por un tubo de latón (de portaplumas, por ejemplo) o de vidrio. En seguida se practica un agujero en el centro de una tapa (corona) de botella de Bilz, Panimávida, etc. y se mete en el tubo hasta llegar al tapón, para protegerlo; por último se retira el tapón del tintero y se pasa una mecha cilíndrica por el tubo. Para apagar la lamparilla se hace uso de un dedal o del extremo inferior de un tubo de ensayo. Fig. 4.

Modo de calentar aparatos de vidrio.—Los balones, las retortas, los tubos de ensayos, etc. se calientan gradual y regularmente, para que no se

rompan: durante uno o dos minutos se les mantiene, agitándolos, a cierta distancia por encima de la llama. Muy conveniente es colocar una rejilla metálica o de amianto entre la llama y el aparato de vidrio porque así se calientan uniformemen-

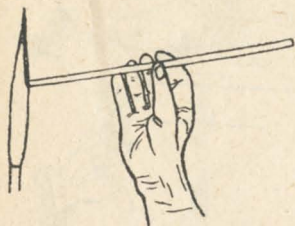


Fig. 6.—Redondeando un tubo de vidrio.

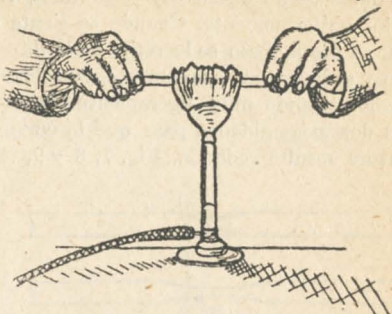


Fig. 7.—Calentando un tubo de vidrio en un mechero ala de mariposa.

te. Jamás debe aplicarse la llama en el nivel del líquido porque el vidrio se rompe debido a la diferencia de temperatura que se produce entre la parte mojada y la parte seca.

Cortar y redondear un tubo de vidrio.—Para cortar tubos de vidrio se hace, sobre él, un trazo perpendicular a su eje, con una arista de una lima triangular en el punto en que se quiere partir el tubo. La arista de la lima debe ser pasada con firmeza por el tubo y en un solo sentido. Se toma después el tubo con ambas manos, como muestra la fig. 5, apoyando los dedos pulgares al lado opuesto del trazo. Por último se hace presión con los pulga-



Fig. 8.—Modo de doblar un tubo de vidrio.

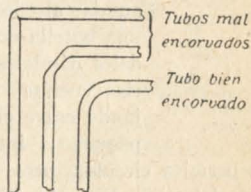


Fig. 9.—Tubos mal encorvados y tubo bien encorvado.

res hacia afuera.

Los bordes de las partes en que se corta el tubo quedan tan afilados que pueden despedazar los taponeros o los tubos de caucho. Para evitar esto, se les redondea calentándolos en el mechero algunos segundos hasta que el vidrio se ablande ligeramente. Fig. 6. También se pueden alisar los bordes con una lima.

Doblar tubos de vidrio.—Para doblar un tubo de vidrio se calienta en la llama de un mechero y se le hace girar entre los dedos para repartir el calor uniformemente. Cuando se siente que el tubo comienza a doblarse por su propio peso se le retira de la llama y se levantan suavemente las dos manos tirando muy ligeramente sobre las dos extremidades para que la curvatura resulte redonda. Fig. 7, 8 y 9.

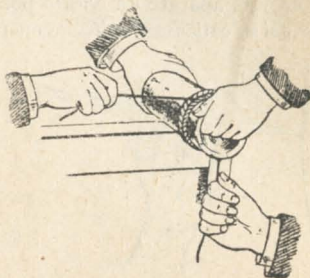


Fig. 11.—Trasformación de una botella en campana.

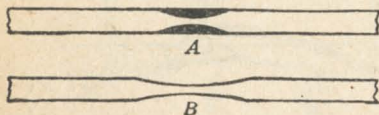


Fig. 10.—A tubo de vidrio calentado antes de estirarlo; B tubo estirado,

Estirar un tubo.—Se calienta en la llama de un mechero, haciéndolo girar entre los dedos. Cuando el vidrio se ponga bien blando se retira de la llama y se le tira suavemente en los dos sentidos, según su eje, hasta obtener el adelgazamiento suficiente. Cuando está frío se le corta con la

lima triangular. Fig. 10.

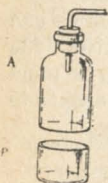


Fig. 12.—Botella cortada: A campana y B vaso

Preparación de una campana.—Se anudan alrededor de una botella dos cordones dándoles varias vueltas y dejando entre ellos un pequeño intervalo

que permita circular otro cordel más delgado. Fig. 11. En este intervalo se enrolla el cordel delgado no dándole más que una vuelta y sin echarle nudo. Dos operadores tiran alternativamente, de una manera regular y muy rápidamente de este cordel, como si quisieran aserrar la botella. Esta se calienta fuertemente en el

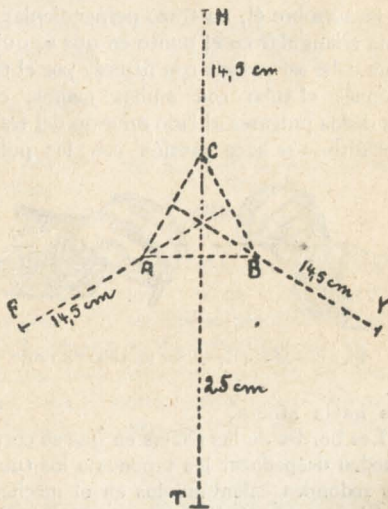


Fig. 13.—Figura construída sobre un papel.

sitio frotado. En este momento se echa agua fría sobre el vidrio calentado: se oye un pequeño chasquido y la botella queda limpiamente separada en dos partes. Fig. 12.

Trípode de alambre de hierro.—En una gran hoja de papel se construye un triángulo equilátero A B C, fig. 13, cuyos lados midan 5,5 cm; se trazan las tres transversales de gravedad y se prolongan, a partir de los vértices A, B, C, en una longitud igual a 14,5 cm. Se toma, en seguida, un

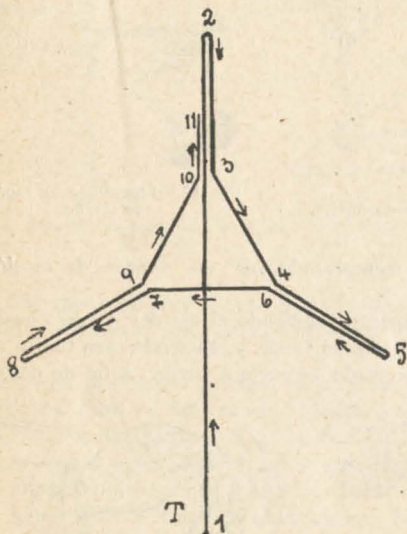


Fig. 14.—Forma en que se dobla el alambre para construir un trípode.

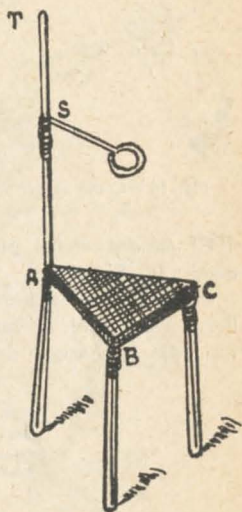


Fig. 15.—Trípode con rejilla.

alambre de hierro galvanizado—de 1.40 m long. por 3 mm diámetro—y se dobla, mediante un alicate, sobre la figura resultante siguiendo las flechas y los números según su orden natural de 1 a 11.

Para que las vueltas 2, 5, 8 en que terminan los pies del trípode no queden demasiado abiertas se les golpea suavemente con un martillo. Fig. 14.

Los puntos 3 y 11, 4 y 6, 7 y 9 se amarran fuertemente con varias vueltas de un alambre fino de hierro. Por último se doblan los pies del trípode en los vértices correspondientes al triángulo A B C, y en tal forma que éste quede formando ángulo recto con aquellos. Fig. 15.

El eje T sostiene un pequeño soporte de alambre, S. El triángulo A B C, se cubre con tela fina de alambre.

Perforación de tapones.—Sirve para este objeto el *taladra-corchos*, aparato formado por una serie de tubos de latón con los bordes de un extremo bien afilados. Su diverso diámetro permite guardarlos uno dentro de otro y, además, practicar agujeros de diverso calibre (véase IV año).



Fig. 16.—Cómo perfora un tapón de corcho.

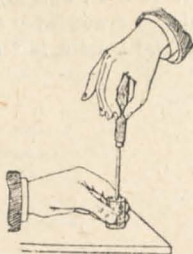


Fig. 17.—Limado de un tapón de corcho.

El *taladra-corchos* puede ser reemplazado por un *punzón* de sección cuadrada. Fig. 16.

Para proceder se hunde este aparato siguiendo el eje del tapón hasta llegar a la mitad; se vuelve en seguida el tapón y, haciendo otro tanto en esta cara se consigue dejarlo atravesado de parte a parte. A fin de dar al

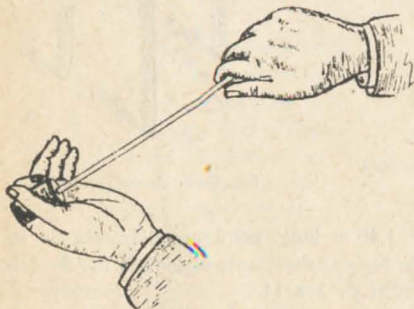


Fig. 18.—Forma incorrecta de empujar el tubo.

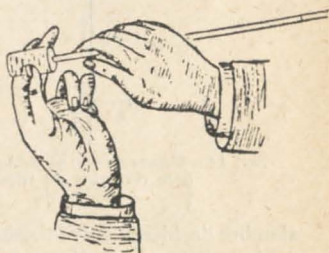


Fig. 19.—Forma correcta de introducir un tubo en un tapón.

conducto el diámetro conveniente se introduce en él una lima *cola de rata* que se hace girar suavemente alrededor de su eje.

Una vez perforado un tapón se desbasta con un cuchillo o con una lima plana, cuidando de darle forma de cono truncado, para que ajuste bien al frasco que se desea tapar. Fig. 17.

Modo de introducir un tubo de vidrio en un tapón.—Es muy peligroso colocar la mano que empuja la varilla lejos del tapón porque el menor

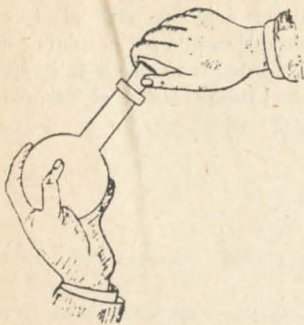


Fig. 20.—Forma incorrecta de tapar un balón.

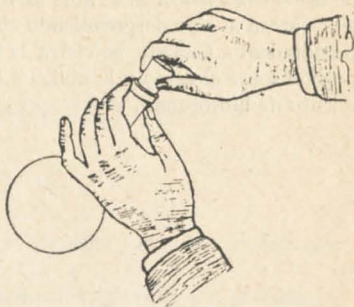


Fig. 21.—Forma correcta de tapar un balón.

esfuerzo puede romper el tubo y los bordes afilados que en él se producen ocasionan heridas peligrosas en la mano. Fig. 18.

Se evitan accidentes tomando el tubo muy cerca de la tapa. Para facilitar su introducción conviene untarlo antes con jabón seco o vaselina y al mismo tiempo que se empuja se le hace girar un poco. Las mismas precauciones deben tenerse presente al tapar matraces, tubos de ensayos, etc. Fig. 19, 20 y 21.

Aparato que permite tener a voluntad el desprendimiento de un gas.—Consta de un frasco o de una probeta—P—fig. 22, que lleva un corcho atravesado por un tubo de ensayos— α —que termina en el extremo inferior en un orificio o en un adelgazamiento abierto; en la parte superior tiene un tapón provisto de un tubito de desprendimiento con llave—b—. Para tener un tubo de ensayos con orificio en la parte inferior se calienta en un punto de esta región y cuando el vidrio esté bien blando se sopla por el otro extremo con bastante fuerza. Si se desea tener el tubo con adelgazamiento se calienta y estira.

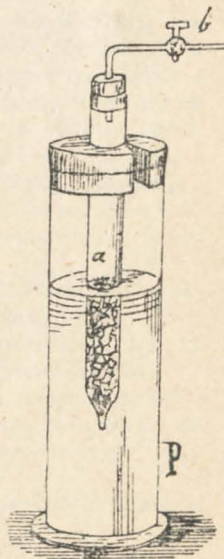


Fig. 22.

Veamos cómo se prepara hidrógeno en este aparato. En el tubo de ensayos—*a*—se colocan primero algunos trocitos de vidrio y sobre éstos se echan granallas o laminillas de zinc. En la probeta—*P*—se pone solución de ácido clorhídrico. Si se abre la llave —*b*—el ácido penetra al tubo—*a*—y ataca al zinc desprendiendo hidrógeno que escapa por el tubo de desprendimiento. Cuando se cierra la llave el hidrógeno no puede salir, ejerce presión sobre el ácido y lo obliga a bajar en el tubo cesando el desprendimiento de hidrógeno.

PARTE EXPERIMENTAL

MERCURIO

Útiles: *Una balanza, un frasquito o un pequeño vaso, una probeta graduada y una copa.*

Productos: *Mercurio metálico, una moneda de plata de 5 ó 10 centavos, un alambre de cobre o una lámina de este mismo metal y ácido sulfúrico diluido.*

Nota.—No respire los vapores de mercurio porque son muy venenosos.

1) ¿En qué estado físico se presenta el mercurio? ¿Qué color tiene? ¿A qué metal se asemeja en su color y brillo? ¿Tiene olor?

2) Determine aproximadamente las veces que el mercurio pesa más que el agua. Para esto, pese en una balanza un volumen determinado de mercurio, por ejemplo 10 cm^3 y compare con lo que pesa igual volumen de agua destilada. Puede proceder así: coloque un frasquito en uno de los platillos de la balanza y equilibrelo colocando en el otro platillo arena, pedazos de tiza, etc. Eche 10 cm^3 de mercurio en el frasquito y añada pesas en el otro platillo, hasta que haya equilibrio. ¿Cuántos gramos pesan los 10 cm^3 de mercurio? Reemplace el mercurio por igual volumen de agua (destilada si es posible) y vea cuantos gramos pesa. ¿Resultado?

3) Sumerja la mano en una copa con mercurio ¿Qué sensación experimenta? ¿Qué propiedad del mercurio revela esta sensación?

4) ¿Cómo sale la piel de la mano cuando se introduce en mercurio? ¿Id. cuando se introduce en agua? Explique a qué se debe esta diferencia.

5) Introduzca un alambre o una laminita de cobre, primero en ácido sulfúrico diluido y después en mercurio ¿Qué color toma la superficie del cobre? ¿A qué se debe esto? ¿Cómo se llaman las aleaciones en que entra mercurio?

Caliente el alambre o lámina en la llama del mechero ¿Qué ocurre al mercurio?

6) Repita el experimento anterior con una moneda de plata y anote los resultados.

P L A T A

Útiles: *Tubos de ensayos, un cortaplumas y una placa de vidrio.*

Productos: *Plata metálica en láminas delgadas, una moneda de plata de 10 centavos, ácido nítrico y flor de azufre.*

- 1) ¿En qué estado físico se presenta la plata? ¿Qué color tiene?
- 2) Trate de sacar con un cortaplumas, pedacitos de plata de los bordes de una moneda de este metal. ¿Qué puede decir de la dureza de la plata?
- 3) Coloque una hoja de plata sobre una placa de vidrio previamente humedecida con el aliento para facilitar la adhesión. Mire a través de ella. ¿Qué puede decir de la maleabilidad de la plata? ¿Qué color tiene la luz que atraviesa las láminas de este metal?
- 4) Deje caer, desde cierta altura, una moneda de plata sobre el mesón. ¿Qué propiedad de la plata revela este experimento?
¿Cómo reconoce si una moneda es de plata o falsificada?
- 5) Coloque en un tubo de ensayos una moneda de plata de 10 centavos o bien una laminita de este metal y trátela con un poco de ácido nítrico en frío. ¿Qué observa? No respire el gas que se desprende ¿Qué compuesto forma la plata con el ácido nítrico? Deje evaporar lentamente el líquido. ¿Qué producto queda?
- 6) Lave muy bien una moneda de plata: primero con jabón y después con agua pura, y frótela con flor de azufre ¿Qué color toma la plata? ¿Qué compuesto se forma?

O R O

Útiles: *Tubos de ensayos, un agitador (varilla) de vidrio, y una placa de vidrio.*

Productos: *Oro en láminas, ácido clorhídrico y ácido nítrico concentrados.*

- 1) Anote las propiedades siguientes del oro: estado físico, color, dureza, ductilidad y maleabilidad.
- 2) Coloque una lámina delgada de oro sobre una placa de vidrio bien aseada y humedecida con el aire espirado. (A fin de no despedazar la lámina coloque el librito de láminas de oro, abierto sobre un cojín de papel; ponga el vidrio encima de la hoja de oro, cárguelo fuertemente y después levántelo).
Mire a través de esta lámina. ¿De qué color es la luz que deja pasar el oro?
- 3) Eche un poco de ácido nítrico concentrado (1 cm^3) en un tubo de ensayos y coloque en este líquido una laminita de oro, valiéndose de un

agitador (varilla) de vidrio. Humedezca el extremo del agitador para que la lámina se adhiera a ella. ¿Ataca al oro el ácido nítrico?

Repita este experimento empleando ácido clorhídrico concentrado ¿Qué nota?

4) En un tubo de ensayos mezcle un volumen de ácido nítrico concentrado y 3 volúmenes de ácido clorhídrico. Caliente un momento la mezcla, suavemente, con cuidado y sin respirar los vapores. Vea si esta mezcla, llamada *agua regia*, ataca al oro, una vez fría.

L E C H E

Útiles: *Un vaso de vidrio y un microscopio.*

Productos: *Leche de vaca, vinagre o jugo de limón, ácido clorhídrico, almidón y tintura de yodo.*

1) Observe al microscopio una gota de leche. ¿Qué ve flotar en el líquido transparente? Dibuje lo que observa.

2) Deje en reposo, durante un rato, un vaso de leche. ¿Qué se forma en la superficie?

3) Eche un poquito de nata en unas gotas de agua y observe al microscopio. Compare con lo que observó en el experimento N.º 1.

4) Bata un poco de crema para convertirla en mantequilla y observe al microscopio un poquito de esta materia. ¿Qué ha ocurrido?

5) Coloque un poco de leche en dos vasos. Añada a uno vinagre o jugo de limón y al otro ácido clorhídrico (tres o cuatro gotas en cada caso). ¿Qué ocurre a la leche? ¿Cuántas partes bien distintas distingue ahora en la leche? ¿Qué nombres se dan a esas partes?

6) Deje abandonado un vaso de leche durante uno o dos días. ¿Qué sucede? ¿Cómo explica este fenómeno?

7) Eche un poquito de almidón en un tubo de ensayos con agua, agite bastante y añada una o dos gotas de tintura de yodo ¿Qué coloración toma el almidón?

8) Determine si la leche que Ud. ha usado en sus experiencias está adulterada con almidón.

9) ¿Por qué la leche es un alimento tan importante?

¿Qué enfermedades pueden transmitirse por la leche, principalmente cuando ha sido adulterada?

AZUCAR ORDINARIO

Útiles: *Tubos de ensayos, una copa, una cápsula de porcelana o una cajita metálica y un agitador de vidrio.*

Productos: *Azúcar en panes o granulada y alcohol absoluto.*

1) ¿En qué estado físico se presenta el azúcar? ¿Qué color tiene? ¿De qué sabor es?

2) Eche un pedacito de azúcar en una copa con agua. ¿A qué parte del líquido se va el azúcar? ¿Qué indica esto? Agite el agua mediante una varilla de vidrio o una cucharita. ¿Qué ocurre?

Siga echando azúcar al agua hasta que llegue el momento en que no se disuelve más. Caliente el agua, con el azúcar no disuelto, en un tubo de ensayos o en un matracito.

Compare la solubilidad del azúcar en agua fría y en agua caliente ¿Resultado?

3) Coloque un pedacito de azúcar en un tubo de ensayos con alcohol absoluto. ¿Es soluble el azúcar en alcohol?

4) Caliente suavemente un poco de azúcar en un tubo de ensayos ¿A qué estado físico pasa el azúcar? Deje enfriar. ¿Qué aspecto toma?

5) Caliente un pancito de azúcar en una cápsula de porcelana o en una cajita metálica (caja vacía de betún, por ejemplo), colocada sobre rejilla. Tome nota de los cambios de color y de estado físico que va experimentando el azúcar. ¿Qué materia ve desprenderse en gran cantidad?

6) Cuando el azúcar comience a presentar color negruzco, saque un poco con el agitador, deje enfriar y pruebe su sabor. ¿Qué sabor tiene? ¿Cómo se llama esta sustancia?

7) Respire un momento los vapores que se desprenden al calentar el azúcar ¿Qué efecto producen en sus membranas nasales? Atribúyalo al aldehído fórmico.

8) Cuando ya no se desprendan más vapores examine la materia que ha quedado en la cápsula. ¿Qué materia es? ¿Qué caracteres presenta?

ALCOHOL ORDINARIO

Útiles: *Un matraz y una retorta (ambos de 500 cm³), una cápsula de porcelana, tubos de ensayos, una cuba con agua y un termómetro.*

Productos: *Alcohol ordinario, vino tinto o blanco, yodo, grasa, goma laca, alcanfor, esencia de cidra.*

1) ¿En qué estado físico se presenta el alcohol ordinario? ¿Qué color y qué olor tiene? ¿Cómo es su sabor?

Eche, poco a poco, alcohol ordinario en un tubo de ensayos con agua. ¿Qué ocurre al alcohol en contacto con el agua?

3) Tome dos tubos de ensayos y eche alcohol en uno, hasta la 3.^a parte, y agua en el otro, hasta la misma altura. Sumerja en cada líquido un termómetro y anote la temperatura. Vierta el contenido de un tubo en el otro; agite la mezcla con el termómetro y observe la temperatura que marca. ¿Qué fenómeno se produce al disolverse el alcohol en agua?

4) Coloque un poco de alcohol en un tubo de ensayos, añada un cristalito de yodo y agite en seguida. ¿Qué ocurre al yodo? ¿Cómo se llama el líquido resultante? Repita el experimento reemplazando el yodo por grasa primero, por goma laca en seguida y por alcanfor después. Anote en cada caso el resultado y la aplicación correspondiente.

5) Eche un poco de esencia de cidra u otra esencia cualquiera en un tubo de ensayos con alcohol. ¿Resultado? ¿Qué aplicación se saca de esto?

6) Coloque algunas gotas de alcohol en una cápsula de porcelana y acérquele un fósforo encendido. ¿Qué color presenta la llama del alcohol?

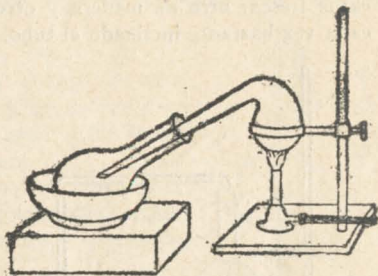


Fig. 23.—Destilación del vino.

Preparación del alcohol ordinario por destilación del vino

1. Coloque 200 cm³ de vino en una retorta que arregla como se ve en la fig. 23. El cuello de la retorta se introduce en un matraz enfriado. Caliente la retorta hasta que más o menos la mitad del líquido pase a condensarse en el matraz. Demuestre que el líquido aquí recogido es alcohol: tome el olor, sabor, etc.

AGUA

Útiles: Tubos de ensayos y un termómetro.

Productos: Alcohol, solución de amoníaco y sal de comer.

1) Anote el estado físico, el color, olor y sabor del agua pura. ¿Qué color presenta en grandes masas?

2) Caliente separadamente, en tubos de ensayos secos, un pedazo de carne fresca, otro de madera y otro de papa o de zanahoria. Mantenga cada vez bastante inclinado el tubo. ¿Qué materia se desprende? ¿En cuál de las sustancias calentadas se desprende en mayor cantidad?

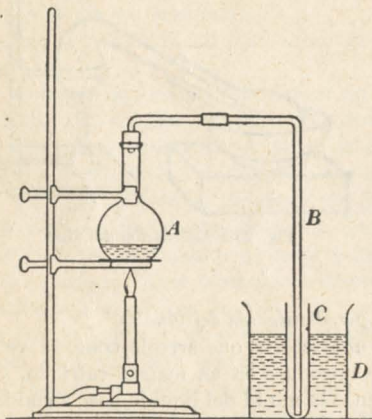


Fig. 24.—Destilación del agua.

3) Aplique la llama de un mechero poco más arriba de la mitad de un tubo de ensayos que está casi lleno de agua. ¿En qué parte del tubo se calienta el agua? ¿Cómo permanece la temperatura del líquido en el fondo? ¿Por qué ocurre esto?

4) Eche unos cristallitos de sal común en un tubo de ensayos con agua y agite en seguida.

Repita el experimento con un poquito de azúcar. ¿Resultados?

5) Haga hervir solución acuosa de amoníaco (impropiamente amoníaco líquido) en un tubo de ensa-

yos. Deje enfriar y compare el olor del líquido con el que tenía antes de hervir. ¿Cómo explica el fenómeno?

6) Deje caer gotas de alcohol en un tubo de ensayos con agua. ¿Qué ocurre? Como resultado de los experimentos 4, 5 y 6 diga en qué estado físico pueden estar las materias que se disuelven en el agua.

7) Haga hervir agua turbia en un matraz como se observa en la fig. 24. El tubo de desprendimiento llega a un tubo de ensayos C—reemplazable por un frasquito—sumergido en un tiesto D, con agua fría.

¿Cómo se llama el agua que recoge en C? Puede también emplear el aparato de la fig. 23 pág. 23.

8) Coloque 4 ó 5 gotas de agua destilada en un vidrio de reloj y hágalas evaporar manteniendo el vidrio de reloj a 10 ó 15 cm sobre la llama de un

mechero o de una lamparilla. ¿Queda algún residuo? Repita el experimento con agua común. ¿Por qué se usa el agua destilada en los laboratorios y en la preparación de medicamentos?

Análisis del agua.—Lo realizarán los alumnos guiados por el profesor (véase Química IV año).

AIRE ATMOSFÉRICO

Útiles: *Una campana de vidrio, reemplazable por un vaso o un frasco de boca ancha, una copa, una balanza, una máquina neumática y un globo de vidrio con llave.*

Productos: *una vela, agua de cal, hielo.*

1) Coloque una vela encendida debajo de una campana o de un vaso de vidrio. ¿Qué ocurre a la vela después de un momento? ¿Por qué? ¿Qué gases quedan en el interior de la campana?

2) Eche 10 cm^3 de agua de cal en una copa y deje esto en contacto del aire durante algunos días. ¿Qué se forma en la superficie del agua de cal, después de algunos días? ¿A qué se debe esto?

Coloque pedazos de hielo en una copa o vaso que tenga completamente secas sus paredes externas. ¿Qué se deposita en las paredes externas del vaso? ¿De dónde proviene la materia allí depositada?

4) ¿Qué observa en un rayo de sol que penetra en una habitación oscura?

5) Extraiga el aire—mediante una máquina neumática—de un globo de vidrio provisto de llave. Péselo primero vacío y después lleno de aire.

Fig. 25 ¿En qué caso pesa más?

Si no dispone de globo de vidrio con llave, pese un *bladder* (goma de la pelota de *foot-ball*) primero sin aire y después inflado con este gas.

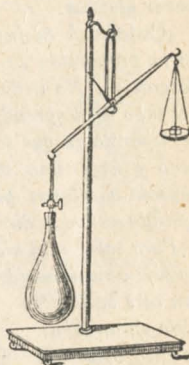


Fig. 25.

HIDRÓGENO

Útiles: Tubos de ensayos, frasquitos de boca ancha, una cuba o vasija con agua; dos tapones adaptables a un tubo de seguridad, uno con tubo de desprendimiento encorvado en ángulo recto y el otro con tubo de desprendimiento recto y terminado en punta; manguera o tubo de caucho para alargar el tubo de desprendimiento; un tubo de vidrio de 2 a 3 cm de diámetro por 20 a 30 cm l.

Productos: Zinc en láminas o en granallas; ácido clorhídrico diluido (1 p. de ácido en 9 p. de agua); fósforos; un cabo de vela fijo al extremo de un alambre; un alambrito de hierro o de cobre; solución de jabón para preparar globitos.

¡Cuidado! Si inflama hidrógeno que esté mezclado con el oxígeno del aire en la proporción de 2 a 1, hace una violenta explosión que puede ocasionarle desgracias. No inflame hidrógeno que sale mezclado con aire, en el extremo del tubo de desprendimiento, porque la llama se va rápidamente al interior del aparato en que se prepara hidrógeno y hace una explosión tan violenta que lanza pedazos del aparato en todas direcciones.

Para saber si el hidrógeno sale o no mezclado con aire basta recogerlo en un tubo de ensayos con agua y una vez lleno se le acerca una llama: si arde sin ruido indica que no hay aire.

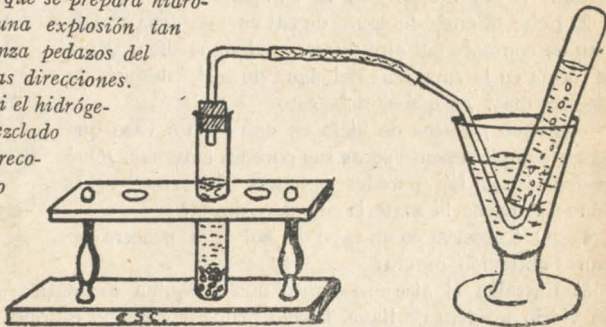


Fig. 26.—Preparación del hidrógeno.

Nota.—La preparación del hidrógeno en matraces, aparatos de Kipp, etc. lo mismo que las experiencias con cantidades apreciables de este gas conviene que las realicen los alumnos bajo la directa vigilancia del profesor.

Damos a continuación indicaciones para la preparación del hidrógeno en cantidades pequeñas, a fin de que puedan trabajar los alumnos, sin mayor peligro.

Puede preparar hidrógeno en el aparato de la fig. 22, pág. 17

1) Coloque granallas o laminitas de zinc y ácido clorhídrico diluido en un tubo de ensayos que lleva un tapón con tubo de desprendimiento comunicado, mediante una manguera, con frasquitos o tubos de ensayos, con agua que van en una cuba o en una copa con este mismo líquido. Fig 26. ¿Qué ve salir del zinc? ¿Qué ocurre con el agua de los tubos de ensayos?

Cuando cese el desprendimiento de burbujas, agregue una nueva cantidad de ácido.

Una vez llenos de gas los frasquitos retírelos de la cuba y déjelos en el mesón, *siempre boca abajo*.

2) Acerque a uno de los frasquitos una pajuela encendida. ¿Resultado? Anote el estado físico del hidrógeno, su color, olor, y si es soluble en el agua.

3) En un frasquito o tubo de ensayos con hidrógeno que esté boca abajo, introduzca una pajuela o un cabo de vela encendidos. ¿Qué sucede a la vela?, y en cambio, ¿qué hace el hidrógeno? Fig. 27.

4) Coloque un frasquito lleno de este gas boca arriba y después de un momento acérquele una pajuela encendida. ¿Hay hidrógeno? ¿Cómo es el peso de este gas respecto al aire?

5) Haga llegar corriente de hidrógeno a la solución de jabón de manera que se formen globitos. ¿Por qué se elevan los globitos?

6) Cambie el tapón que tiene el tubo de ensayos en que prepara hidrógeno por otro que lleva un tubo de desprendimiento termina-

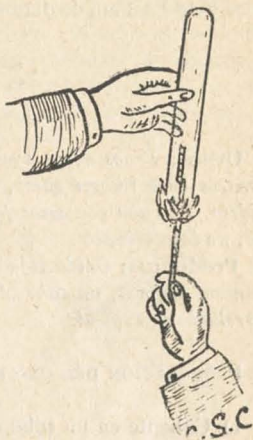


Fig. 27.—El hidrógeno arde, pero no mantiene las combustiones.

do en punta.
Fig. 28

Acerque una pajuela encendida al extremo del tubo de desprendimiento, cuando calcule que el hidrógeno sale sin aire. ¿Qué observa?

7) Coloque una campana o una copa invertida sobre la llama del hidrógeno. Observe las paredes internas de la copa ¿Qué producto se forma en la combustión del hidrógeno?

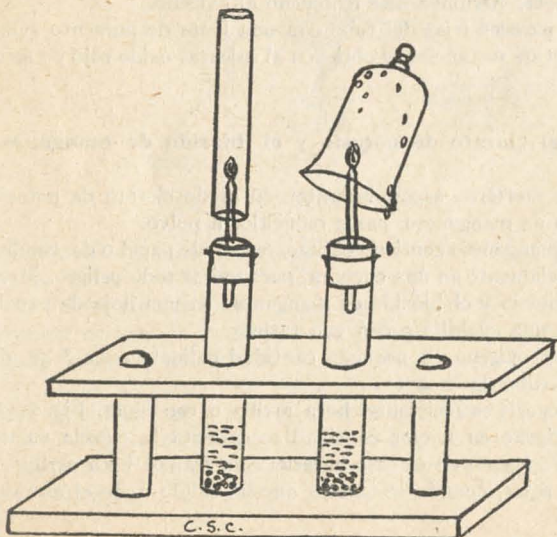


Fig. 28.—La combustión del hidrógeno produce agua.
—Armonía química.

8) Introduzca en la llama un alambrito de cobre o de hierro ¿Cómo es el poder calorífico de la llama del hidrógeno?

9) Introduzca la llamita en un tubo de vidrio abierto en los dos extremos y de 2 a 3 cm de diámetro por 20 a 30 cm l. ¿Qué siente?

OXÍGENO

Útiles: *Tubos de ensayos, un matraz de $\frac{1}{2}$ litro, cuba con agua, probetas o frascos para recoger gases, pinzas, una lente de aumento, discos o placas de vidrio. La cuba con agua puede reemplazarla por una taza, una copa grande, un lavatorio, etc.*

Productos: *Óxido rojo de mercurio, clorato de potasio, bióxido de manganeso, fósforos, un cabo de vela, carbón de leña, un alambrito de hierro arrollado en espiral.*

PREPARACIÓN DEL OXÍGENO.—A) Mediante el óxido rojo de mercurio.

1) Caliente en un tubo de ensayos $\frac{1}{2}$ cucharadita de óxido rojo de mercurio bien seco, manteniendo algo inclinado el tubo.

Introduzca, después de calentar unos dos minutos, una pajuela incandescente (con un punto en ignición) cuidando que no toque la masa ¿Qué observa en la pajuela? Atribuya este fenómeno al oxígeno.

2) Examine las paredes frías del tubo con una lente de aumento ¿Qué materia reconoce? ¿Qué sustancias se obtienen al calentar óxido rojo de mercurio?

B) Mediante el clorato de potasio y el bióxido de manganeso

1) Muela en un mortero—separadamente—30 gr de clorato de potasio y 15 gr de bióxido de manganeso, hasta reducirlos a polvo.

Si el bióxido de manganeso contiene pajitas, restos de papel o de corcho, etc., caliéntelo previamente en una cuchara, para evitar todo peligro. Mezcle el clorato de potasio y el bióxido de manganeso en una hoja de papel, revolviéndolos con una cuchilla o con una tarjeta.

Si desea preparar oxígeno en pequeña cantidad caliente unos 3 gr de esta mezcla en un tubo de ensayos.

El gas puede recogerlo en recipientes boca arriba o con agua. Fig. 29-2.

Para obtener oxígeno en mayor cantidad se calienta la mezcla en un matraz y se recoge—como en el caso anterior—en frascos boca arriba o en recipientes con agua, cuando se calcula que ha salido todo el aire del

matraz. Fig. 29. Antes de retirar, de la cuba con agua, los recipientes llenos de oxígeno, se les tapa la boca con un disco o placa de vidrio y se colocan después sobre el mesón *boca arriba*.

Nota.—Para que el desprendimiento de este gas no sea muy rápido se calienta suavemente el aparato en que se prepara. (Se aleja el calor de vez en cuando, especialmente si se notan en el interior muchas chispas).

Cuando concluye el desprendimiento de oxígeno hay que cortar la comunicación con el recipiente con agua para evitar que este líquido—empujado

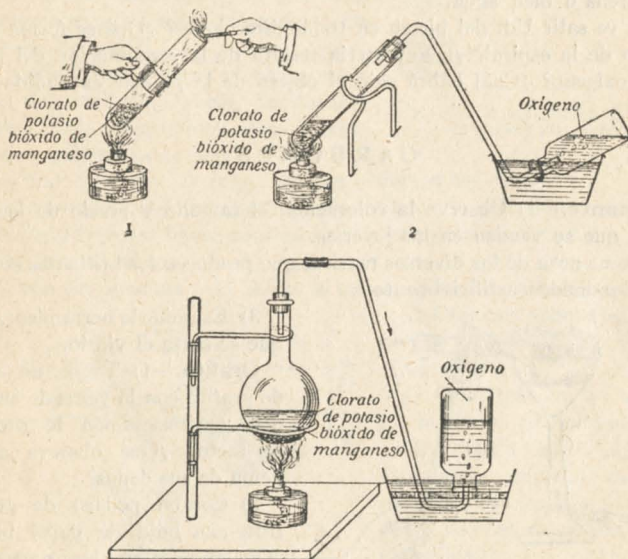


Fig. 29.—Preparación del oxígeno.

por la presión atmosférica—suba al matraz y lo quiebre, por el enfriamiento brusco.

2) Demuestre que ha recogido oxígeno, introduciendo una pajuela incandescente en uno de los frascos. ¿Resultado? ¿Cómo se llama este poder o esta propiedad del oxígeno?

3) Anote las siguientes propiedades del oxígeno: estado físico, color, olor, solubilidad en el agua y si es combustible o si es comburente.

Si el oxígeno está impuro presenta olor desagradable. Purifíquelo haciéndolo pasar por un frasco lavador que contenga solución de potasa o sosa cáusticas.

4) Deduzca el peso del oxígeno respecto al aire de la forma en que se mantienen los recipientes con aquel gas. ¿Resultado?

5) Introduzca en oxígeno un cabo de vela encendido. Repita este experimento con un pedazo de carbón incandescente que sujeta mediante pinzas o un alambre. Describa en cada caso el fenómeno y explique su causa.

6) Coloque una pajuela de fósforo en el extremo de un alambrito de hierro arrollado en espiral, inflámela y cuando esté ardiendo introduzca la espiral en un recipiente con oxígeno. El fondo de este recipiente debe tener arena o bien agua.

¿Qué ve salir Ud. del hierro en todas direcciones? ¿Qué se forma en el extremo de la espiral? ¿Qué materia resulta de la combinación del hierro con el oxígeno? ¿Cuál habrá sido el objeto de la pajuela encendida?

CÁRBONES

Diamante.—1) Observe la coloración, el tamaño y precio de los diamantes que se venden en las joyerías.

2) Tome nota de los diversos matices que producen los brillantes cuando están iluminados artificialmente.

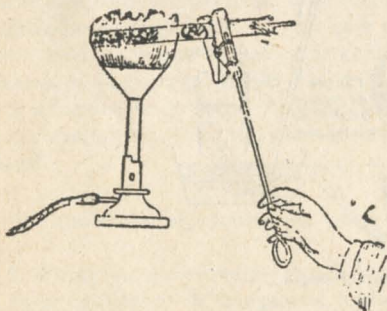


Fig. 30.—Destilación seca de la hulla.

3) Examine la herramienta con que se corta el vidrio.

Grafito.—1) Toque un trozo de grafito con la yema de sus dedos. ¿Qué sensación le produce al tacto? ¿Qué observa en la yema de sus dedos?

2) Con un pedazo de grafito frote una hoja de papel blanco ¿Qué observa en las partes por donde pasó el grafito?

3) Afíle un lápiz y frote la materia que queda en la yema de sus dedos ¿Cómo la siente al tacto? Vea si es fácil desprenderla.

4) Caliente un trozo de grafito en la llama de un mechero. ¿Qué observa?

Hulla.—1) Coloque pedacitos de carbón de piedra en un tubo de ensayos hasta llenar unos 2 ó 3 cm³. Tape el tubo con un tapón de goma o de corcho que va atravesado por un tubo de desprendimiento terminado en punta.

Caliente el tubo de ensayos, en un mechero o en una lamparilla, manteniéndolo inclinado. Fig. 30.

Acerque una llama, después de unos 3 ó 4 minutos, al extremo del tubo de desprendimiento. ¿Qué ocurre?

2) Deje de calentar y observe qué sustancia se ha depositado en las paredes frías del tubo de ensayos.

3) Examine el residuo que dejó el carbón de piedra, en el fondo del tubo. ¿Qué cosa es?

Turba.—1) Examine con una lente de aumento un trozo de turba. ¿De qué está formado?

2) Caliente un pedazo de turba en la llama del mechero. ¿Arde fácilmente? Tome el olor a los humos que se desprenden. ¿Cómo es su olor?

Coque.—1) Anote el color, aspecto y dureza del coque.

2) Introduzca un pedazo de coque en la llama de un mechero, valiéndose de pinzas o tenazas. Tome nota de si arde con o sin dificultad y si al arder desprende mal olor.

Carbón de retortas.—1) Anote la forma, color y dureza de este carbón.

2) Deje caer sobre el mesón un pedazo de carbón de retortas. ¿Qué siente?

3) Calientelo en la llama de un mechero. ¿Resultado?

Carbón de leña.—1) ¿Qué maderas se emplean en Chile para fabricar carbón de leña? ¿Cuál de ellas da carbón de mejor calidad?

2) Haga una corta descripción y un dibujo esquemático del aparato en que Ud. ha visto fabricar carbón de leña.

3) Caliente un poco de serrín en un tubo de ensayos que lleve tapón con tubo de desprendimiento terminado en punta.

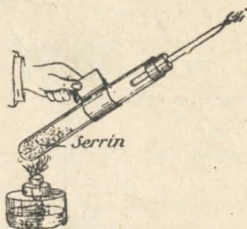


Fig. 31.—Trasformación del serrín de madera en carbón.

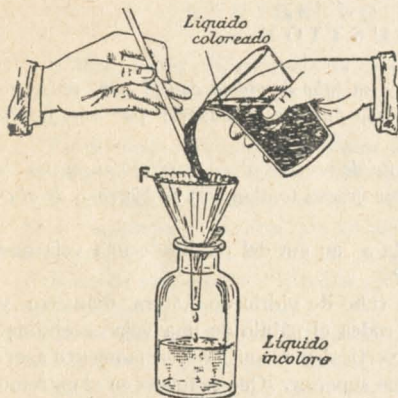


Fig. 32.—Descoloración del vino tinto mediante el carbón de huesos.

Mantenga inclinado el tubo y acerque una pajuela encendida después de un momento. Fig. 31. ¿Qué productos se desprenden del serrín? ¿Qué residuo deja?

Carbón de huesos.—1) Eche una cucharadita de carbón de huesos en polvo a una copa con vino tinto. Agite de cuando en cuando y filtre después de 10 minutos: Fig. 32.

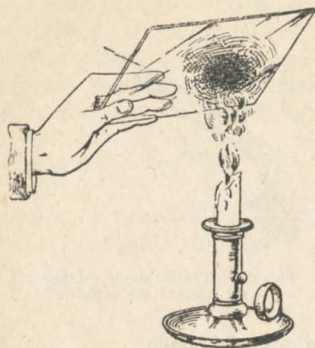


Fig. 33.—Preparación del negro de humo.

2) Repita el experimento reemplazando el vino por tintura de tornasol. Compare el color de los líquidos filtrados con el que presentaban antes de echarles carbón animal. ¿Qué propiedad ha revelado este carbón?

Negro de humo.—1) Aplaste el extremo de la llama de una vela con una placa de vidrio o con un platillo de porcelana. Fig. 33. ¿Qué materia se deposita sobre estos cuerpos?

2) Empape en bencina o en esencia de trementina un pedazo de algodón y acérquele una llama. ¿Qué ve salir de la llama?

Ponga encima de ella la placa de vidrio. ¿Resultado?

COMBUSTIÓN

Útiles.—Una campana de vidrio y un tubo de vidrio de 0,5 cm diámetro por 20 a 30 cm l. La campana de vidrio puede reemplazarla por un frasco de boca ancha o por un vaso grande.

Productos: Una vela, un alambrito de cobre o de hierro; aluminio y hierro en polvos; fósforos y una lámina gruesa (o alambre) de hierro o de aluminio

1) Acerque una pajuela encendida a un cm del pábilo de una vela que Ud. acaba de apagar. ¿Qué sucede?

2) Introduzca un extremo de un tubo de vidrio de 0,5 cm diámetro y 20 cm l., en el núcleo oscuro que rodea el pábilo de una vela encendida. Mantenga el tubo en posición casi vertical y después de un momento acerque una pajuela encendida al extremo superior. ¿Qué se forma en el extremo del tubo? En qué estado físico está la estearina (materia que constituye la vela) en la parte que produce llama?

3) Anote el nombre de otras materias que arden produciendo llama.

4) Caliente, en la llama del mechero o de una lamparilla de alcohol, un alambrito de hierro o de cobre hasta que se pongan incandescentes. ¿Por qué no producen llama?

5) Deje caer hierro o aluminio en polvos sobre la llama de un mechero.

¿Qué ocurre a las partículas de estos metales? Compare este resultado con el que se obtiene cuando se introduce en la misma llama una barra o lámina gruesa de fierro o de aluminio.

¿En qué caso arden estas materias con mayor facilidad? ¿Por qué?

6) ¿Por qué para encender la leña se la reduce a pequeñas astillas?

7) Coloque una vela encendida debajo de una campana de vidrio o de un frasco de boca ancha. ¿Qué ocurre a la vela después de un rato? ¿Por qué?

8) Sople la llama de una vela: primero suavemente durante un momento y después con fuerza.

Anote lo que observa en cada caso y explique el fenómeno.

9) ¿Por qué se apaga una vela cuando se la lleva a un lugar muy frío?

10) ¿A qué peligro se expone una persona que sopla una llama de alcohol para apagarla? ¿Por qué ocurre esto? Anote el nombre de otros combustibles con los cuales ocurre lo mismo.

¿Cómo se debe apagar la llama de estas materias?

11) ¿Por qué no debe correr una persona cuyo traje está ardiendo? ¿Cómo evita en tal caso quemarse viva?

ANHIDRIDO CARBÓNICO

Útiles: *Tubos de ensayos; un frasco de vidrio; un tapón para el frasco, con tubo de desprendimiento y de seguridad; probetas o frascos para recoger gases.*

Productos: *Agua de cal, pedazos de mármol, ácido clorhídrico, fósforos, un cabo de vela fijo al extremo encorvado de un alambre.*

Preparación del agua de cal.—Coloque en una copa con agua un poco de cal apagada y revuelva con un agitador de vidrio. Se obtiene un líquido blanquecino llamado *lechada de cal*. Deje reposar algunos minutos la lechada de cal; separe y filtre la parte líquida. El líquido límpido que resulta se llama *agua de cal*.

Para tener cal apagada se coloca un pedazo de cal viva en un plato y se le deja caer agua, gota a gota, dándole vuelta en todos sentidos hasta mojarla uniformemente. No se añade más agua cuando la superficie de la cal se mantiene húmeda unos diez segundos.

Preparación del anhídrido carbónico.—Puede preparar anhídrido carbónico—en pequeña cantidad—colocando pedacitos de mármol y ácido clorhídrico diluido en un tubo de ensayos que lleva un tapón con tubo de desprendimiento. Se recoge en frasquitos boca arriba o en tubos de ensayos con agua. Fig 35. Puede también emplear el aparato de la fig. 22, pág. 17.

Si desea preparar este gas en mayor cantidad proceda como sigue:

1) Coloque en un frasco un poco de agua, inclínelo bastante y déjele caer cuidadosamente pedacitos de mármol (carbonato de calcio). Ponga al frasco un tapón que lleva un tubo de seguridad y otro de desprendimiento.

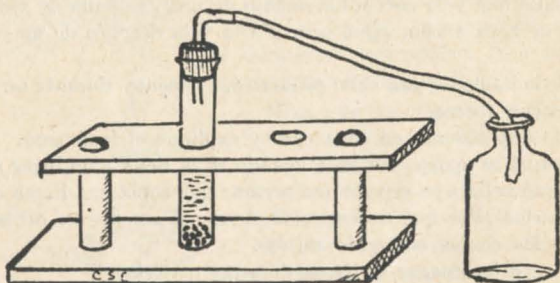


Fig. 35.—Preparación de anhídrido carbónico

Si el tubo de seguridad es recto, su extremo inferior debe ir sumergido en el líquido. Fig. 36.

2) Eche ácido clorhídrico por el tubo de seguridad. ¿Qué ve desprenderse del mármol?

El gas se recoge en recipientes con agua o en frascos boca arriba. En este último caso hay que acercar a la boca del frasco una pajuela encendida para saber si está lleno de gas. Antes de retirar los recipientes que están en el agua y llenos de anhídrido carbónico, se les tapa la boca con un disco o placa de vidrio y se les coloca sobre el mesón *siempre boca arriba*.

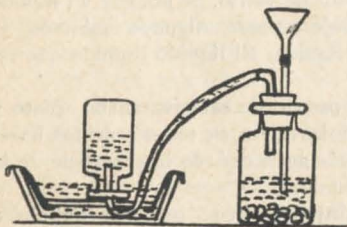


Fig. 36.—Preparación del anhídrido carbónico.

3) Anote el estado físico, color y olor del anhídrido carbónico.

4) Introduzca en un recipiente con anhídrido



Fig. 37.—El aire espirado enturbia el agua de cal.

carbónico un cabo de vela encendido y fijo al extremo encorvado de un alambre. ¿Qué observa? ¿Qué propiedad del anhídrido carbónico revela este experimento?

5) Vierta el gas de un frasco, como si fuera agua, sobre una vela encendida. ¿Qué ocurre a la vela? ¿Cómo es el peso del anhídrido carbónico respecto al aire?

6) Haga burbujear anhídrido carbónico durante algunos minutos en una copa con agua. Para esto adapte un tubito de vidrio a la manguera de desprendimiento y sumérjalo en el agua de la copa.

Pruebe el sabor que adquiere el agua.

7) Haga llegar burbujas de anhídrido carbónico a una copa con agua de cal. ¿Qué aspecto toma el agua de cal?

8) Deje reposar un rato y observe lo que hay en el fondo.

9) Haga llegar, mediante un tubo de vidrio de unos 20 cm l., aire de sus pulmones a una copa con agua de cal. ¿Qué gas sale de sus pulmones? Funde su conclusión.

10) Introduzca una vela encendida en un matraz (o en un frasco cualquiera) como se ve en la Fig 38.

Retire la vela tan pronto se apague; vierta inmediatamente en el matraz unos 3 cm³ de agua de cal, tápelo con la palma de la mano y agítelo. ¿Qué gas se desprende en la combustión de la vela?

Como resultado de las experiencias 9 y 10 indique algunas fuentes productoras de anhídrido carbónico.

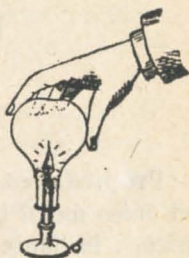


Fig. 38.—La combustión de la vela desprende CO₂.

PARTE DESCRIPTIVA

MERCURIO (1) = Hg (símbolo)

Propiedades.—El mercurio llamado también azogue, es el único metal líquido a la temperatura ordinaria. Tiene color blanco brillante parecido a la plata. Emite vapores, a todas las temperaturas, muy perjudiciales a la salud.

Pesa 13,6 veces más que el agua. Conduce bien el calor y la electricidad. Calentado a una temperatura elevada, se cubre lentamente de películas rojas porque se combina con el oxígeno del aire formando *óxido rojo de mercurio*.

Disuelve a casi todos los metales, por ejemplo al oro, la plata, el cobre, el estaño, etc.

La unión de dos o más metales se llama *aleación*.

Las aleaciones en que entra mercurio se conocen con el nombre de *amalgamas*. Estas tienen la propiedad de descomponerse por el calor: se evapora el mercurio y quedan puros los otros metales.

Acción fisiológica.—Los obreros que trabajan en las industrias en que se emplea este metal sufren envenenamientos a causa de los vapores que constantemente produce. Su acción se manifiesta por enflaquecimiento, enfermedades en los huesos, hígado, pulmones, por úlceras en la boca, etc., y por último viene el *temblor mercurial* que acaba con la muerte.

Como contraveneno se recomienda el yoduro de potasio que hace salir al mercurio del organismo.

(1) En latín *hydrargyrum* = plata líquida.

Usos.—El mercurio, por su gran peso, se emplea para construir *barómetros*, aparatos destinados a medir la presión atmosférica. Una columna, de este líquido, de 76 cm de alto equilibra a la atmósfera a la orilla del mar.

Por dilatarse—bajo la acción del calor—muy fácilmente y con mucha uniformidad se usa para fabricar termómetros, aparatos que sirven para comparar el grado de calor de los cuerpos.

El mercurio no debe emplearse en la construcción de termómetros destinados a medir temperaturas inferiores a 39° bajo cero porque se solidifica; ni temperaturas superiores a 357° grados sobre cero porque entra en ebullición. En el primer caso se reemplaza por el éter de petróleo, y en el segundo caso se usan los *termómetros de gas*.

En forma de amalgama de plata o de oro sirve para platear o dorar objetos, y como amalgama de estaño para fabricar espejos (estañado o azogado del vidrio).

Cuando se va a platear o a dorar se asean cuidadosamente, con ácidos, los objetos (de cobre, latón, bronce, hierro cobreado, etc.), se cubren con la amalgama correspondiente y después se calientan: el mercurio se evapora mientras que la plata o el oro quedan formando una delgada capa que se limpia y pulimenta para dar brillo.

Este procedimiento se reemplaza en la actualidad por el plateado o el dorado mediante la corriente eléctrica.

El estañado del vidrio se reemplaza por el plateado porque así se obtienen espejos de mejor calidad.

Otra aplicación del mercurio la encontramos en la extracción del oro y de la plata.

En medicina se usa finamente dividido para desinfectar el tubo digestivo (creta con mercurio).

Entre sus sales tenemos el *calomelano* o *mercurio dulce* que se usa como purgante y vermífugo; y, el sublimado corrosivo que se emplea como desinfectante, disuelto en agua en la proporción de 0,5 gr o de 1 gr de sublimado por 1 000 gr (un litro) de agua.

Estado natural.—Se encuentra en un mineral llamado *cinabrio* (sulfuro de mercurio).

Las grietas del cinabrio suelen presentar pequeñas gotas de mercurio libre.

PLATA (1) = Ag (símbolo)

Propiedades.—La plata es un metal sólido, blanco, brillante, blando y sonoro. Es muy *maleable* (se puede reducir a láminas) y muy *dúctil* (se deja convertir en hilos). Puede transformarse en láminas tan delgadas que dejan pasar la luz (verde-azulada).

Es la plata el metal mejor conductor del calor y de la electricidad; funde a una temperatura elevada (962°). No se oxida en contacto del aire (metal *noble*).

El ácido nítrico ataca a la plata: se forma nitrato de plata que queda disuelto en el líquido. Haciendo evaporar esta solución se obtienen cristales incoloros de nitrato de plata.

La plata se ennegrece en contacto de las materias orgánicas que contienen azufre (por ej.: clara y yema de huevo) porque se convierte en *sulfuro* de plata.

Aplicaciones.—En forma de láminas delgadas (panes de plata) se usa para platear. Aleada con otros metales, especialmente el cobre que le da mayor dureza, se emplea para fabricar objetos de adorno, utensilios de mesa, monedas, etc. La proporción en que entran estos dos metales varía según sea el uso a que se destina la aleación.

En las monedas generalmente hay 900 p. de plata y 100 p. de cobre.

Colargol o plata coloidal.—Es una modificación muy interesante de la plata. Se presenta en granos negros solubles en el agua. Empléase para fabricar pomadas desinfectantes y curar algunas enfermedades: fiebre tifoidea, erisipela, inflamaciones de la garganta, etc.

(1) En latín *argentum*.

Nitrato de plata.—Se vende, generalmente, en forma de cilindros o lápices conocidos con el nombre de *piedra infernal*. Se usa para cauterizar heridas, en el plateado por la corriente eléctrica y del vidrio para espejos. Por la propiedad que tiene de ennegrecerse en contacto de la luz, se emplea en fotografía. También se ennegrece al contacto de las materias orgánicas: piel, lienzo, papel, etc. Esta propiedad se aprovecha en la fabricación de tinta de marcar ropa.

Estado natural.—La plata se encuentra en la naturaleza en estado nativo (plata virgen), pero es más abundante en combinaciones. Entre estas tenemos la *argirosa* (sulfuro de plata) y la plata *córnea* (cloruro de plata).

Chile figura entre los países más ricos en minerales de plata. Los principales yacimientos se hallan en: *Tarapacá*, *Antofagasta*, *Atacama* (en Chañarcillo), *Coquimbo* y *Santiago* (en las Condes).

ORO (1) = Au (símbolo)

Propiedades.—El oro es un metal de color amarillo, brillante, bastante blando, dúctil y el más maleable de todos los metales. Reducido a láminas delgadas—*panes de oro*—deja pasar la luz verde o azul, según el espesor. Funde a una temperatura más alta que la plata (1054°). Es inalterable al aire (metal noble) y resiste la acción de casi todos los ácidos. El *agua regia*, mezcla de 1 p. de ácido nítrico y 3 p. de ácido clorhídrico, lo ataca formando *tricloruro de oro*.

El nombre de agua regia lo debe a que ataca al oro llamado por los antiguos *rey de los metales*.

Con el mercurio se amalgama el oro, lo mismo que la plata, sin sufrir alteración.

Aplicaciones—El oro a causa de su escasa dureza no se

(1) En latín *aurum*.

emplea generalmente puro sino aleado con la plata o con el cobre, para construir utensilios, alhajas, monedas, etc.

Las hojas delgadas—panes de oro—se usan para recubrir objetos.

En forma de tricloruro de oro se utiliza en fotografía para el «viraje». (Cambio del color rojizo de las fotografías por un tinte más oscuro).

Estado natural.—El oro está bastante repartido en la naturaleza, pero casi siempre se halla en cantidades pequeñas. Generalmente se presenta nativo en forma de pepitas en las arenas de algunos ríos (lavaderos de oro), o formando vetas en las rocas cuarzosas.

Para extraer el oro se lavan la arenas auríferas o se muelen las rocas cuarzosas y se revuelven con mercurio: la amalgama de oro que en ambos casos resulta se trata con bastante agua y después se calienta para evaporar el mercurio.

LECHE

Es un líquido formado por la sangre de las hembras de los mamíferos, con el objeto de alimentar la prole.

Contiene todas las materias necesarias al desarrollo de los órganos del animal joven. Su composición es la siguiente:

Agua (más o menos 88%), *caseína*, *azúcar de leche* o *lactosa*, *materia grasa* (mantequilla) y *sales minerales* (fosfatos y cloruros).

Contiene, además, *vitaminas*, sustancias indispensables para que ciertas partes del mecanismo animal, se desarrollen o ejerzan bien sus funciones.

La grasa está esparcida en la leche en forma de pequeñísimos glóbulos. Fig. 39. Son más livianos que el agua, y por

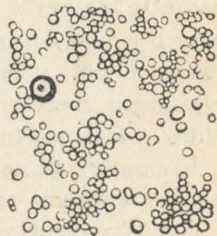


Fig. 39.—Glóbulos de la leche.

esto cuando se deja reposar la leche, suben a la superficie formando la nata o crema.

Cada globulillo va envuelto en una membrana de caseína que se rompe al batir la crema para fabricar la mantequilla.

Coagulación de la leche.—Cuando se deja abandonada la leche, sin someterla a tratamientos especiales, se *agria* y se *corta* debido a que un fermento del aire trasforma la *lactosa* en ácido *láctico*. Éste pone agrio el líquido y separa la caseína en forma de coágulos.

También se *corta* o *cuaja* la leche por la acción del fermento que contiene el cuajo de los rumiantes. Igual resultado producen los ácidos, por ejemplo el vinagre, el jugo de limón, el ácido clorhídrico, etc.

Al cortarse la leche se divide en dos partes: la *cuajada* que contiene la caseína, las sales minerales y gran porción de grasa; y el *suero* o parte líquida que contiene la mayor parte del agua y el azúcar o lactosa.

La caseína que se prepara cortando la leche por medio del cuajo se emplea para fabricar quesos.

Para librar a la leche de la acción de algunos fermentos y microbios se *esteriliza*: se calienta a unos 100° en frascos cerrados y resistentes.

La *pasteurización* consiste en calentarla a 65°. Estos procedimientos presentan el inconveniente de destruir ciertas vitaminas que contiene la leche; pero afortunadamente pueden reemplazarse con el jugo de zanahoria, de naranjas, tomates, etc.

AZÚCAR ORDINARIO (sacarosa)

Estado natural.—El azúcar ordinario llamada también *sacarosa*, *azúcar de caña* o de *remolacha* se encuentra principalmente en la caña dulce, en las raíces de la remolacha, de la zanahoria, en los tallos del maíz, etc.

La industria lo extrae de las dos primeras plantas mencionadas.

La **caña dulce** o de *azúcar*, originaria probablemente de la India, se cultiva en la actualidad en todos los países tropicales (Brasil, Ecuador, Perú, etc., etc.). Es muy parecido a la caña común. Alcanza a 6 metros de altura y sus tallos tienen una médula dulce y jugosa. Se cosecha cuando la planta ha adquirido su completo desarrollo.

La remolacha forma durante el primer año de su desarrollo —lo mismo que la zanahoria— una raíz gruesa y carnosa de la cual nace una roseta de grandes hojas. Existen numerosas variedades, unas forrajeras y otras azucareras. Estas se cultivan en las zonas templadas, por su contenido en azúcar. En otoño se arrancan las raíces para llevarlas a las fábricas.

La zona austral de Chile presenta condiciones privilegiadas para el cultivo de esta planta.

Propiedades. El azúcar es una sustancia sólida, blanca, de sabor dulce, mas pesada que el agua, soluble en este líquido e insoluble en el alcohol. (El agua, a la temperatura ordinaria, disuelve 2 veces su peso de azúcar y a 100° disuelve 4 veces).

Si se deja evaporar una solución de azúcar se forman cristales que constituyen el azúcar *cande*.

El azúcar en *pan* del comercio está compuesto de pequeños cristales.

Cuando se calienta moderadamente da un líquido incoloro y espeso que, al enfriarse, se convierte en una masa semejante al vidrio. Calentado a temperatura más alta (a más de 200°) pierde agua y se trasforma en una materia de color oscuro y de sabor amargo llamada caramelo. Por último se descompone en diversos productos y deja como residuo un carbón poroso y liviano.

Entre los productos que se desprenden en la descomposición del azúcar, figura uno (el aldehído fórmico) de gran poder desinfectante. Esto explica la costumbre de quemar azúcar para desinfectar habitaciones.

Usos.—Por su gran poder nutritivo se usa como alimento. Sirve, además, para preparar jarabes, conservas de frutas, etc.

El caramelo se emplea, con el nombre de *azúcar quemado* para dar color a la cerveza, al vinagre artificial, al vino, a los confites, etc.

ALCOHOL ORDINARIO (espíritu de vino)

Preparación.—Se desarrolla, junto con el anhídrido carbónico, en la fermentación que experimenta la glucosa o azúcar de uva en presencia de unos seres muy pequeños llamados levaduras.

La industria lo prepara del almidón que contienen las papas o los cereales (maíz, trigo, cebada).

En menor cantidad, se obtiene destilando bebidas fermentadas (vino, cerveza, cidra). Fig. 23.

Propiedades.—Es un líquido incoloro, de olor agradable y de sabor ardiente. Se mezcla con el agua en todas proporciones, desarrollando calor.

Debe guardarse en frascos bien tapados porque absorbe la humedad del aire.

Si el alcohol no contiene agua se llama alcohol absoluto (100% de alcohol).

Los aguardientes son alcoholes que llevan 40 a 50% de agua.

El alcohol ordinario, por la acción de un fermento que vive en el aire, se transforma en ácido acético (ácido del vinagre), siempre que su grado alcohólico no pase de 14% a fin de que no obre como veneno sobre el fermento. Esto explica por qué se avinagran los vinos poco alcohólicos cuando se dejan al aire.

El alcohol disuelve al yodo (tintura de yodo), las grasas, las resinas, el alcanfor (aguardiente alcanforado), etc.

Es muy inflamable, arde con llama azulada, poco luminosa, pero desarrolla bastante calor.

Usos.—Cuando está impuro (no rectificado) lo emplea la industria para preparar barnices, para la calefacción y el alum-

brado en lámparas de incandescencia, en los motores a explosión, etc.

El alcohol rectificado se usa en medicina como antiséptico, como excitante en fricciones; para preparar tintura de yodo, cloroformo, aguardiente alcanforado, etc. Sirve, además, para preparar aguas de colonias y esencias.

Enormes cantidades de este líquido se consumen bajo la forma de bebidas alcohólicas: vino, cerveza, cidra, aguardiente y licores.

El uso de tales bebidas puede producir las consecuencias más desastrosas en el organismo: catarros intestinales, enfermedades del corazón, del hígado, de los pulmones, etc. Convierte a los individuos en dementes, locos y criminales. Los descendientes de alcohólicos son raquíticos, epilépticos, tuberculosos, criminales precoces, etc.

Con justísima razón se ha dicho que el alcoholismo causa mayores estragos que el hambre, la peste y la guerra.

Todo hombre culto debe combatir esta terrible plaga.

AGUA = H^2O (fórmula)

Estado natural.—El agua se encuentra en la naturaleza en cantidades enormes: en estado *sólido*, forma la nieve, el hielo y el granizo; en estado *líquido*, se halla en los mares, ríos, lagos, nubes, en los organismos animales y vegetales; en estado de *gas* o *vapor* se encuentra en la atmósfera.

Propiedades.—El agua pura es un líquido incoloro, inodoro y sin sabor. Si se enfría a 0° se trasforma en hielo (se solidifica). Al solidificarse, experimenta considerable aumento de volumen y desarrollo de gran fuerza expansiva que ocasiona el despedazamiento de las rocas, de las cañerías de agua potable, de los tallos de las plantas, etc.

Si se calienta, hierve a 100° cuando nos encontramos al nivel del mar; y a temperaturas menores si nos elevamos sobre este

nivel. En las altas montañas, por ejemplo, el agua hierve a una temperatura tan baja que no se alcanzan a cocer los alimentos. Para llegar a conseguir esto es, necesario usar marmitas u ollas bien tapadas.

El agua de los ríos de los mares, de las plantas, etc., da—por la acción de los rayos solares—constantemente vapores que se elevan en la atmósfera. Estos vapores escapan a nuestra vista porque son incoloros; pero se hacen visibles cuando baja la temperatura porque entonces se condensan (se liquidan) formando pequenísimas gotitas que constituyen las nieblas y las nubes, o bien caen en forma de lluvia, de nieve o de granizo.

Cuando el agua cae al suelo se divide en tres porciones: una corre por la superficie hasta llegar a los ríos, mares, etc., otra se evapora, y la tercera penetra en el terreno hasta llegar a partes impermeables. Forma entonces corrientes subterráneas semejantes a los ríos de la superficie.

El agua conduce mal el calor y la electricidad. Disuelve gran número de sustancias; por ejemplo la sal de comer, el azúcar, el salitre, el alcohol, el anhídrido carbónico, etc. Su poder disolvente se aprovecha en la preparación de materias alimenticias, de medicamentos, de aguas gaseosas, en la extracción de minerales, etc.

Nunca se encuentra completamente pura en la superficie de la tierra, pues siempre contiene materias en suspensión y en disolución. Entre las primeras encontramos sustancias terrosas y orgánicas. Entre las segundas tenemos el aire, la sal de comer y algunas sales calcáreas.

Es de suma importancia que el agua tenga aire disuelto, porque la hace digerible y porque permite la vida a los seres que en ella habitan. La presencia de la sal de comer y de sales calcáreas es también importante porque sirven de alimento al organismo animal.

Si el agua es rica en sales calcáreas se llama *petrificante* o bien *incrustante*, según que cubra restos animales o vegetales, formando sobre ellos una

costra sólida como piedra o que forme en el interior de las calderas de las máquinas a vapor, costras o capas sólidas (sarro de las calderas) que hacen gastar más combustible, porque aíslan el calor y destruyen las paredes de las calderas.

Importancia del agua.—El agua es alimento indispensable para los animales y para las plantas porque entra en la composición de su organismo. El hombre consume al día tres litros de agua, bien sea en las bebidas o en los alimentos. Así se explica que los $\frac{3}{4}$ de su peso sean de agua.

Aguas potables.—Se dice que un agua es potable cuando es buena para la bebida y para los usos domésticos e industriales. Para que el agua sea potable debe reunir las siguientes condiciones: *ser clara, fresca (15°), sin olor, sabor ligeramente agradable, debe tener aire disuelto, ser imputrescible, cocer bien las legumbres, disolver el jabón y tener pocas sales en disolución.*

Condición muy importante para que un agua sea potable es la de que esté libre de materias orgánicas y, especialmente, de microbios causantes de enfermedades, como los del cólera, de la fiebre tifoidea y de la disentería. Si las sustancias orgánicas están muertas, entran en putrefacción, transmiten al líquido olor fétido y lo hacen nocivo a la salud.

Las aguas potables que el hombre utiliza tienen distinto origen, siendo las principales: las aguas de *vertiente*, de *río* y de *noria*.

El **agua de vertiente** es la mejor para la bebida y demás usos porque generalmente es clara, fresca, bien aireada y contiene sustancias minerales muy útiles para la nutrición. Ha sufrido una especie de filtración en la tierra.

El **agua de río** es demasiado fría en el invierno y caliente en el verano; además arrastra materias terrosas y orgánicas. Es inadecuada para la bebida, especialmente después que ha atravesado poblaciones o ciudades.

El **agua de noria** es impropia para beber porque con frecuencia se construyen las norias o pozos cerca de los sumideros, caballerizas, etc. de donde llegan filtraciones, fig. 40

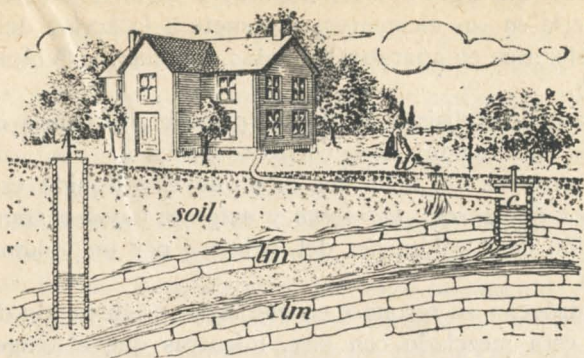


Fig. 40.—El agua del sumidero c, llega al pozo o noria que está a la izquierda de la fig. La corriente subterránea circula entre dos capas impermeables, lm.

DEPURACIÓN DEL AGUA

Por ebullición.—Si se hace hervir el agua, muere la mayor parte de los gérmenes productores de enfermedades, y muy especialmente los de la fiebre tifoidea y los del cólera. Pero el agua queda pesada e indigesta porque ha perdido el aire y las sales que contenía en disolución. Para airearla, una vez fría, se la deja caer en cascada de un recipiente a otro.

Por filtración.—Se quita al agua las materias terrosas y los restos orgánicos en suspensión haciéndola pasar a través de filtros de arena o de piedra porosa (impropiamente destiladeras).

En pequeñas cantidades, se puede filtrar mediante el papel-filtro o con algodón muy comprimido.

Por destilación.—El agua más pura se obtiene mediante la destilación. Esta operación consiste en hacer hervir el líquido para que sus vapores pasen a condensarse en recipientes enfriados. Grandes cantidades de agua destilada se pueden obtener mediante los alambiques.

Análisis del agua.—Para analizar el agua, o sea para descomponerla en sus elementos, se somete a la acción de la corriente eléctrica en aparatos llamados voltámetros (Volta, físico italiano).

Llámase electrolisis a la descomposición o análisis de una sustancia por medio de la corriente eléctrica.

La electrolisis del agua nos dice que este líquido está formado por dos gases: *hidrógeno* y *oxígeno*; y que entran en la proporción de 2 volúmenes del primero por un volumen del segundo.

El hidrógeno se reconoce en que arde, produciendo detonación si está mezclado con aire, mientras que el oxígeno no arde sino que aviva la combustión, por ejemplo de una pajuela o de un pedacito de carbón.

AIRE ATMOSFÉRICO

El aire atmosférico o capa gaseosa que envuelve la tierra, se compone principalmente de dos gases: el *nitrógeno* que forma más o menos las $\frac{4}{5}$ partes y el oxígeno que constituye el resto ($\frac{1}{5}$ parte). Contiene, además: gases nobles, anhídrido carbónico, vapor de agua, corpúsculos minerales y orgánicos, etc.

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DEL AIRE

Oxígeno y nitrógeno.—Si se coloca una vela encendida debajo de una campana de vidrio o de un vaso, se apaga después de un momento porque se concluye el oxígeno que había en el aire encerrado en la campana; y, en cambio, queda el nitrógeno junto con los gases que se desprendieron mientras ardió la vela.

Anhídrido carbónico.—La presencia del anhídrido carbónico en el aire se debe a la respiración de los animales y

de las plantas y a la combustión de las materias que contienen carbón. Para demostrar que en el aire existe este gas, se deja algunos días un poco de agua de cal en una copa: se forma en la superficie una costra sólida de carbonato de calcio.

Vapor de agua.—Su presencia se demuestra colocando al aire un vaso con hielo: en la superficie externa se condensa el vapor de agua atmosférico.

Corpúsculos del aire.—Se les observa cuando penetra un rayo de sol en una pieza oscura. Pueden ser de: carbón, sal de comer, harina, lana, algodón, etc. Hay corpúsculos tan pequeños que para observarlos se necesita del microscopio, por ej: los bacterios. Algunos bacterios producen fermentaciones, otros putrefacciones y otros enfermedades contagiosas. En este último caso se les llama microbios, por ejemplo el de la tisis.

PAPEL QUE DESEMPEÑAN LOS COMPONENTES DEL AIRE

El **oxígeno** es indispensable para la respiración de los seres y para las combustiones.

El **nitrógeno** suaviza la acción del oxígeno en la respiración. Si el aire estuviese formado únicamente de este último gas, la respiración se haría tan enérgica que pronto moriríamos agotados.

El **anhidrido carbónico** es asimilado por las plantas, bajo la acción de la luz solar, y, en cambio, desprenden oxígeno.

El **vapor de agua** produce las lluvias indispensables para la vegetación.

Hay **bacterios** cuya presencia en el aire es de suma importancia. Así, por ejemplo, si no existiese el bacterio de la putrefacción, la tierra estaría cubierta de cadáveres, y las semillas no germinarían porque su cubierta dura no entraría en putrefacción. En cambio, otros bacterios son peligrosos porque producen enfermedades contagiosas.

Propiedades.—El aire es un gas inodoro e incoloro, pero en grandes masas presenta color azulado. Como todos los cuer-

pos tiene peso: un litro de aire pesa 1,29 gr. Cuando está seco es mal conductor del calor y de la electricidad. Los cuerpos combustibles, por ejemplo la leña, arden en el aire gracias al oxígeno que contiene.

Llámanse *comburentes* los cuerpos que mantienen las combustiones.

Actualmente se liquida el aire con suma facilidad. En estado líquido tiene una temperatura de 200 grados bajo cero. Por esto cuando se comprime en la mano produce sensación de quemadura. Una pelota de goma o un pedazo de carne sumergidos en aire líquido se ponen tan duros y quebradizos que se pueden despedazar a golpes de martillo como si fuesen vidrio.

Del aire líquido se extrae: nitrógeno para fabricar abonos y explosivos; y, oxígeno para producir elevadas temperaturas (soldaduras autógenas, soldaduras al oxígeno).

TIERRA O SUELO

Se da el nombre de *tierra o suelo* a la capa en que las plantas extienden sus raíces para tomar alimento. Cubre gran parte del globo terrestre. Se compone principalmente de: *arena, arcilla, materia calcárea y humus*. Contiene, además, guijarros, cascajo, agua, aire, etc.

Algunos componentes de la tierra, por ejemplo los guijarros, el cascajo y la arena, se forman por la trituración que experimentan las rocas al ser arrastradas por los ríos. Otros, como la arcilla, resultan de la separación de los componentes de las rocas bajo la acción de algunos agentes, especialmente del agua.

El humus consta de sustancias orgánicas en descomposición.

Estas materias son llevadas por los ríos a las partes que bañan en sus desbordamientos o creces o los depositan en las regiones en que la corriente es suave, en la embocadura por ejemplo.

Si agitamos un poco de tierra en un vaso con agua podemos observar después de un momento que arena fina se deposita en el fondo, mientras que la arcilla queda suspendida en el líquido varias horas, dándole el aspecto que presentan las aguas turbias de las cañerías. En la superficie flotan los restos vegetales, siempre que se presenten en partículas de cierto tamaño.

La tierra, mezclada con paja de trigo, se emplea para fabricar los adobes con que se construyen las casas. La paja que se agrega tiene por objeto evitar que los adobes se rasguen o partan por el calor.

La tierra desempeña en la naturaleza un papel importantísimo para las plantas.

Por muy adecuadas que sean las tierras para el cultivo, el continuo uso las agota o empobrece. En tal caso hay que abonarlas por ejemplo, con salitre de Chile, guano, superfosfatos, etc.

Greda.—Es una tierra que contiene gran cantidad de arcilla. Con agua forma una masa plástica que se puede amoldar. Se emplea por esto para hacer tejas, ladrillos y utensilios de *barro cocido*: ollas, jarros, tinajas, etc.

Caolín o tierra de porcelana.—Es arcilla muy pura. Se emplea para fabricar la porcelana y la loza. La industria de la porcelana está llamada a tener un gran porvenir en Chile porque existen materiales de muy buena calidad para la fabricación de ella.

HIDROGENO (1) = H (símbolo)

Preparación.—El hidrógeno se puede preparar atacando el zinc por el ácido clorhídrico. La operación se realiza en un frasco provisto de un tubo de seguridad y de otro de desprendimiento. El gas se desprende en forma de burbujas y se recoge en probetas o recipientes con agua.

(1) En latín *hidrogenium* = engendro agua.

Propiedades.—El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro cuando está puro y muy poco soluble en el agua. Es el más liviano de todos los gases. Pesa 14,15 veces menos que el aire. Atraviesa membranas, hojas de papel y aun láminas metálicas calentadas al rojo (*difusión* de los gases).

Es *combustible*, es decir, puede arder en contacto del aire, pero no ayuda las combustiones (no es *comburente*). Esto se demuestra introduciendo una vela encendida en un recipiente con este gas: el hidrógeno se inflama mientras que la vela se apaga.

Al arder el hidrógeno produce detonación si está mezclado con aire. Una mezcla de 2 vols. de hidrógeno y 1 vol. de oxígeno se llama *mezcla explosiva o detonante* porque al inflamarla produce violenta explosión, que puede ser peligrosa. Por esto, antes de inflamar hidrógeno conviene estar seguro de que no está mezclado con aire.

La llama del hidrógeno desarrolla mucho calor. Como producto de su combustión forma agua. Esto se hace ver colocando la llamita de hidrógeno en una copa o campana de vidrio: las paredes internas se cubren de rocío.

Armonía química.—Así se llama el sonido que produce la llama de hidrógeno o de cualquier otro gas cuando se introduce en un tubo abierto por los dos extremos.

Usos.—El hidrógeno por ser muy liviano se emplea para llenar globos cautivos, zepelines, etc.; y por el gran calor que desarrolla su combustión se usa para producir elevadas temperaturas, destinadas a fundir metales. Con este objeto se hace arder en un quemador llamado soplete *oxhídrico* al cual llega, además, una corriente de *oxígeno*.

Estado natural.—El hidrógeno se encuentra libre y en pequeñas cantidades en las emanaciones volcánicas, en los gases intestinales del hombre y demás animales, etc. Combinado con el oxígeno se halla formando el agua.

Entra también en la composición de las materias orgánicas (animales y vegetales), de los ácidos, etc.

Preparación industrial.—La industria lo prepara en grandes cantidades por descomposición del agua.

OXIGENO (1) = O (símbolo)

Preparación—1) Se puede obtener, en pequeña cantidad, calentando *óxido rojo de mercurio*, en un tubo de ensayos. Por la acción del calor, esta sustancia se descompone en mercurio que se deposita en las paredes frías del tubo y en *oxígeno* que se desprende.

2) En mayor cantidad se obtiene descomponiendo el *clorato de potasio* por el calor.

Para facilitar este fenómeno conviene agregar *bióxido de manganeso*.

La operación puede realizarse en un tubo de ensayos, en un matraz o en una retorta de vidrio. El gas se recoge en probetas con agua o en recipientes boca arriba. Fig. 29 Pág. 29.

El oxígeno preparado por este método sale acompañado de una pequeña cantidad de cloro, gas que le comunica olor fuerte y lo hace nocivo a la salud. Se purifica haciéndolo pasar por un frasco lavador que contenga solución de potasa o sosa cáusticas.

Propiedades.—El oxígeno es un gas incoloro, inodoro y poco más pesado que el aire. No es combustible, pero mantiene las combustiones (*comburente*). Por esto, su presencia se reconoce mediante una pajuela en ignición: se inflama con llama brillante en una atmósfera de oxígeno.

Si se introduce en un frasco con oxígeno un alambrito de hierro que lleve en el extremo una pajuela encendida, se ven salir del metal brillantes chispas debidas al carbón que siempre contiene. Al mismo tiempo el hierro se funde y caen gotas incandescentes formadas, por la combinación que produce con el oxígeno (óxido magnético de hierro).

La pajuela encendida, que se coloca en el extremo del alambre, tiene por objeto facilitar la combinación, mediante el calor que desarrolla.

(1) En latín *oxigenium* = generador de ácidos.

Usos.—El oxígeno muy puro se emplea en medicina en inhalaciones para combatir el asma, la tuberculosis, etc.

La industria lo utiliza para producir elevadas temperaturas destinadas a fundir metales, cortar fierro, soldar (soldaduras autógenas), etc.

El oxígeno es indispensable a los animales y plantas porque permite la respiración, fenómeno que desarrolla el calor necesario para la vida. Sin embargo, un animal colocado en una atmósfera de este gas cae al poco tiempo agotado porque la respiración se hace demasiado enérgica.

Estado natural—Se halla en la atmósfera mezclado con otros gases formando más o menos la quinta parte del aire. Se desprende constantemente en la asimilación de las plantas, proceso que consiste en que éstas, por sus partes verdes y bajo la influencia de la luz solar, absorben anhídrido carbónico y desprenden, en cambio, oxígeno.

Entra en la composición del agua, de las rocas, de los cuerpos orgánicos, etc., etc. Es tan abundante que se ha llegado a calcular que la mitad del peso total de nuestro planeta corresponde a este gas.

Preparación industrial.—Se obtiene en grandes cantidades del aire líquido.

CARBONES

Las variedades de carbones se dividen en: naturales y artificiales.

CARBONES NATURALES

1) **Diamante** (1).—Se halla siempre en pequeñísimas cantidades, por ejemplo en Borneo, Brasil, Transvaal, etc.

Se presenta en cristales transparentes, incoloros, pero a menudo está coloreado en amarillo, rosado o negro. Es la ma-

(1) Del griego *adamas* = indomable, a causa de la dificultad para trabajarlo.

teria más dura que se conoce: raya a todas y no se deja rayar por ninguna. Para tallarlo es necesario hacer uso de su propio polvo.

Usos—A causa del gran brillo que adquiere cuando se pulimenta se usa en joyería como objeto de lujo. Por su gran dureza se emplea para cortar el vidrio, para grabar piedras finas, para perforar rocas, para pulimentar metales, etc. En sus aplicaciones industriales se utiliza el diamante negro (carbonado) porque es más barato que el incoloro.

2) **Grafito (1) o plumbagina.**—Las principales minas se encuentran en Siberia Oriental, Estados Unidos, Méjico, etc.

Es de color gris-negrúzco, suave al tacto y buen conductor del calor y de la electricidad.

Sobre el papel deja una línea de color gris-plomo.

Usos.—Por la propiedad que tiene de tizar el papel sirve para fabricar lápices. Por ser buen conductor de la electricidad se usa en galvanoplastia para recubrirlos moldes de cera y de yeso. (Galvanoplastia es el arte de recubrir objetos con capas metálicas o de reproducir grabados o medallas, valiéndose de la corriente eléctrica). Mezclado con grasa da una pasta utilizada para disminuir el roce de los ejes de carruajes, de los engranajes, etc.

3) **Antracita (2).**—Es un carbón de color negro brillante. Arde con dificultad desarrollando mucho calor.

4) **Hulla (3) o carbón de piedra.**—Se encuentra en Inglaterra, Australia, Estados Unidos, etc.

Es de color negro y quebradizo. Cuando se destila produce *gas de alumbrado, alquitrán y coque*.

La hulla lo mismo que la antracita, el lignito y la turba se ha formado por la carbonización lenta de vegetales sepultados por la tierra.

(1) Del griego *graphoo* = escribir.

(2) Del griego *anthrax* = carbón.

(3) Del gótico *haurja* = carbón.

Usos.—Se consume en cantidades enormes como combustible en las máquinas a vapor, para preparar gas de alumbrado coque, etc.

5) **Lignito** (1).—Es de formación más reciente que los anteriores. A veces muestra hasta el aspecto de los vegetales de que procede. Abunda en Chile: Coronel, Lota, Penco, Lebu, Punta Arenas, etc.

Al arder produce bastante humo y gran cantidad de cenizas.

Se emplea como combustible, para preparar gas de alumbrado, alquitrán y coque.

El **azabache** es una variedad de lignito, negro, duro y compacto. Se emplea para fabricar objetos de luto, por ejemplo colleras, botones, pendientes, etc.

6) **Turba**.—Está formándose actualmente por la carbonización lenta de plantas, especialmente musgos, que crecen en terrenos pantanosos. Es común en Alemania y Francia.

Arde produciendo humo y mal olor. Se emplea como combustible barato, como abono de terrenos calcáreos, etc.

CARBONES ARTIFICIALES

1) **Coque** (2).—Es el residuo que deja la hulla en la preparación del gas de alumbrado. Se usa como combustible: arde casi sin llama produciendo mucho calor.

Exige ser quemado en una chimenea o en una estufa de mucho tiro.

2) **Carbón de retortas**.—Queda pegado en las paredes internas de las retortas o aparatos en que se prepara el gas de alumbrado. Sirve para fabricar carbones para pilas.

3) **Carbón de leña**.—Obtiénese por combustión incompleta de la madera.

(1) Del latín *lignum* = leño.

(2) Del latín *coquo* = cocer.

Es muy empleado como combustible. Sirve, además, para fabricar filtros destinados a quitar al agua gases que le comunican mal olor. En medicina se usa el carbón de Belloc, hecho de álamo o de tilo, para absorber gases que se desarrollan en el estómago.

4) **Carbón de huesos** (negro animal).—Los huesos se componen de una materia orgánica (la *oseína*) y de materias minerales (*carbonato* y *fosfato* de *calcio*). Cuando se calcinan los huesos en vasos cerrados la materia orgánica se descompone y se obtiene negro animal.

Usos—Este carbón se emplea para descolorar el jarabe de azúcar, aceites, glicerina, etc. a causa de que posee en alto grado la propiedad de absorber las materias colorantes de origen orgánico.

5) **Negro de humo**.—Se obtiene por combustión incompleta de materias orgánicas ricas en carbono. Así, por ejemplo, si se coloca un pedazo de porcelana o una placa de vidrio sobre la llama de una vela o de parafina se cubren con un depósito de negro de humo.

Usos.—Se emplea para fabricar tinta china, tinta de imprenta, betún para calzado, barnices, etc.

COMBUSTIÓN

Llámase *combustión ordinaria* la combinación de una sustancia con el oxígeno atmosférico, acompañada de desarrollo de calor y de luz.

En este fenómeno la mayor parte de las veces se produce *llama*.

Arden con llama sólo los gases y las materias que pueden dar vapores: hidrógeno, carbón, alcohol, etc. El hierro *arde*, es decir, se pone incandescente, pero no da llama porque no produce vapores.

Existen combustiones en que no es apreciable la cantidad

de calor que desarrollan. Se les conoce con el nombre de combustiones *lentas*, por ejemplo la respiración y la oxidación del hierro, al aire húmedo. Caso contrario se dice que la combustión es *viva*.

Son muy pocas las sustancias que sin necesidad de calentarlas, se inflaman espontáneamente en contacto del aire, como ocurre con el gas que produce los fuegos fatuos en los cementerios. Para encenderse la mayoría de las materias necesita ser calentada a cierta temperatura (por ejemplo: el fósforo blanco entre 50 y 60°, el azufre a más de 300°, etc).

Los cuerpos combustibles arden tanto más fácilmente cuanto más divididos están. Por esta razón para encender la leña se la reduce a pequeñas astillas; y, el hierro y el aluminio en polvos arden cuando se arrojan sobre una llama.

Una vez encendida cualquiera sustancia, continúa en combustión siempre que no escasee el oxígeno y no descienda la temperatura de cierto límite (del punto de inflamación).

Una vela que arde debajo de una campana se apaga después de un momento porque se concluye el oxígeno y en cambio se ha desarrollado anhídrido carbónico y vapor de agua. En la práctica, cuando se desea tener una combustión enérgica, se hacen llegar corrientes de aire mediante fuelles (en las fraguas) o máquinas insufladoras (en los altos hornos en que se prepara el hierro), o bien se arregla convenientemente el tiraje de las chimeneas (cocinas, hornos, etc).

Cuando se sopla la llama de una vela se apaga a causa del enfriamiento brusco que experimenta.

El calor desarrollado en las combustiones es el que utiliza el hombre para mover las máquinas, fundir metales, preparar alimentos, etc. El calor que se desarrolla en la combustión llamada *respiración* mantiene la vida a todos los seres.

ANHIDRIDO CARBÓNICO: = CO² (fórmula)
(gas carbónico)

Estado natural.—El anhídrido carbónico se halla en pequeña cantidad en la atmósfera como resultado de la combustión de las materias que contienen carbono, de la respiración de animales y vegetales y de la fermentación alcohólica (fermentación del vino, de la cerveza). Se desprende, además, en algunas grietas de la tierra, por ejemplo, en la *gruta del perro*, cerca de Nápoles. Se le da este nombre porque todo animal que tenga hasta el tamaño de un perro que allí penetra, muere asfixiado.

Preparación.—Se prepara atacando el mármol (carbonato de calcio) por el ácido clorhídrico diluído.

La operación se realiza en un frasco dotado de un tubo de seguridad y de otro de desprendimiento. El gas se recoge en recipientes boca arriba.

Propiedades.—Es un gas incoloro, poco más pesado que el aire, de olor picante y de sabor ligeramente ácido. Es soluble en el agua. Esta disolución enrojece la tintura de tornasol lo mismo que los ácidos. Se admite que este gas con el agua produce *ácido carbónico*.

El CO² no es combustible ni es comburente.

Su presencia se reconoce mediante el agua de cal: se enturbia a causa de la *creta* (carbonato de calcio) que se forma.

Acción sobre el organismo.—El CO² no mantiene la respiración porque impide que la sangre absorba oxígeno en los pulmones. Por esto, cuando se respira en cierta cantidad produce *asfixia*, pero no envenenamiento. En caso de asfixia se recomienda llevar al enfermo al aire libre y practicar la respiración artificial.

Para evitar los accidentes producidos por este gas se recomienda:

a) mantener buena ventilación en todos aquellos locales destinados a contener muchas personas o a permanecer en ellos

largo tiempo (salas de clase, dormitorios, teatros, iglesias, etc);

b) no dejar braseros encendidos ni flores en los dormitorios;

c) no permanecer en las bodegas en que hay licores en fermentación sin estar seguro de que no existe peligro.

Para saber si hay peligro conviene llevar una vela encendida: si se apaga, indica que hay mucho CO^2 , y por lo tanto el aire es irrespirable.

Acción de las plantas sobre el CO^2 .—Las hojas, gracias a su materia verde, descomponen bajo la influencia de la luz solar, el CO^2 del aire, absorben el carbono y dejan el O libre.

Usos.—En estado líquido se vende en cilindros de hierro para utilizarlo:

1.º en la extinción de incendios y en la asfixia de animales;

2.º en la fabricación del hielo;

3.º en la fabricación de aguas y limonadas gaseosas;

4.º en la conservación de aguas minerales: Panimávida, Jahuel, etc.

Preparación industrial.—Se obtiene en grandes cantidades mediante la combustión del coque. El gas así preparado se lleva al comercio en estado líquido en cilindros de hierro.

LECCIONES DE FISICA EXPERIMENTAL

GUSTAVO LAGOS R.

Prof. de Práctica en el Instituto Pedagógico y en el Liceo de Aplicación.

LECCIONES

DE

Física Experimental

Texto aprobado oficialmente

SEGUNDO AÑO DE HUMANIDADES

(De acuerdo con los programas vigentes)



Santiago de Chile
Imprenta Universitaria. Estado, 63
1933

LECCIONES

Física Experimental

SEGUNDO AÑO DE HUMANIDADES

1921

Imprenta de la
Universidad de Chile
1921

PRÓLOGO

Dejando al lado—en este momento—la discusión de todos aquellos métodos especiales, bien conocidos en el profesorado de nuestro país, que forman los medios auxiliares imprescindibles de la educación e instrucción y que deben modificarse en cada caso según la materia de que se trata, según las individualidades que forman el curso en que se enseña, según la personalidad del profesor que los emplea, y considerando la totalidad de la enseñanza puede decirse, que la pedagogía ve la finalidad de la enseñanza escolar en:

1.º Que los niños abran los ojos, los oídos, en general, todos los sentidos para observar, aceptar, asimilar y apreciar las realidades y bellezas de la vida diaria y de la naturaleza;

2.º Que los alumnos adquieran aquel número de conocimientos imprescindibles que les capacita para la colaboración en el perfeccionamiento y afinamiento de la futura cultura humana, evitando estrictamente el exceso perjudicial de materias superfluas y sin valor, y

3.º Que los educandos sepan aplicar sus conocimientos con la debida ligereza y habilidad para saber comprender casi la pulsación de su ambiente y así hacer su papel en la vida y cumplir con sus deberes como miembros de la familia, de la ciudad, del estado, de la sociedad humana, trabajando, ayudando y—*last not least*—produciendo, creando.

Todo el que hojea, lee y estudia este librito de nuestro estimado colega profesor Gustavo Lagos conocido en nuestro país como hombre sumamente trabajador y estudioso, verá que el «Texto de Física» corresponde, en todas sus páginas, a las exigencias recién mencionadas de la pedagogía moderna. Cada lección se divide en tres partes—observación del niño, ordenación y ampliación de los conoci-

mientos, aplicación de lo recién aprendido—y muestra así el procedimiento natural de la personalidad entera del futuro adulto. En el centro del trabajo están las fuerzas del niño, las aptitudes propias del niño, las cuales se distinguen mucho de la manera de trabajar, actuar, pensar del adulto. Son los alumnos, que trabajan y relacionan los conocimientos de los diversos ramos de la enseñanza, aprovechando sus experiencias propias sacadas de su vida cotidiana, empleando sus habilidades despertadas por su profesor, cuya tarea es—y quedará siempre—bastante importante también en la escuela activa, importante y difícil, más difícil y responsable, aun, que en la escuela antigua. El profesor es, ante todo, educador, que guía a sus alumnos y les facilita su labor, cuando ve como psicólogo que se necesita su ayuda, mostrándose así como compañero que sabe y entiende más que sus niños sin jactarse con sus conocimientos más amplios; como amigo, que sacrifica—en cierto sentido—su propia personalidad para poder comprender mejor las fuerzas y deficiencias, deseos y ambiciones infantiles; que les dice a los alumnos francamente la verdad sin herirlos; que sostiene a los débiles y estimula a los inteligentes refrenando el tonto orgullo que, a menudo, se ve en estos últimos.

Se crea una atmósfera de confianza entre el profesor y los alumnos y un estímulo por el trabajo y la mutua cooperación que sería difícil obtener de otro modo en tanto grado.

Este TEXTO—no es un medio cómodo ni para los alumnos, ni para los profesores—la vida de hoy día tampoco es cómoda,—pero él les da a todos la libertad necesaria para que puedan despertar, ejercer y aplicar sus propias fuerzas. Y eso es mucho, para no decir: es todo.

Deseo a este librito, al mismo tiempo modesto y excelente que tenga el éxito que merece!

DR. PH. WOLDEMAR VOIGT WIEBNER.

Prof. del Instituto Pedagógico.

Santiago, 1.º de Febrero de 1930.

NOTAS PRELIMINARES

El presente TEXTO, destinado al aprendizaje de la FÍSICA, en el segundo año de Humanidades, se ciñe al nuevo programa de Educación Secundaria y responde, en su estructura, a las modernas tendencias educativas que pretenden hacer del niño un colaborador activo en la adquisición de sus conocimientos.

De acuerdo con esta finalidad, cada tema de estudio o lección se divide en tres partes:

- 1) Observaciones y experiencias personales;
- 2) Ordenación y ampliación de conocimientos, y
- 3) Aplicaciones prácticas.

En la primera parte se proponen cuestiones que caben dentro de la observación y experiencia del niño, en su contacto con la Naturaleza y la vida. Las cuestiones señaladas con letras *a), b), c)*, etc., son, generalmente, de mera observación. Las señaladas con números 1), 2), 3), etc. exigen, para su cabal comprensión, la realización de experiencias que, en la mayoría de los casos, podrán ser efectuadas, por el niño, en su hogar, aprovechando algunos útiles caseros. En los casos más difíciles las experiencias serán realizadas en clase bajo la guía del profesor.

La segunda parte tiende a dar una sistematización de lo que se viene estudiando, y a pesar de que no da la solución total de las cuestiones propuestas en la primera parte, ayuda, en cierto modo, a resolverlas. Se ha querido, también, en esta parte, hacer notar las dificultades vencidas por los sabios en sus descubrimientos científicos y la proporción en que éstos han contribuído a embellecer la vida. (Datos históricos).

La tercera parte trata de aplicar lo estudiado a la vida práctica, ya sea fabricando aparatos de construcción sencilla o resolviendo problemas de utilidad inmediata.

Demás está decir que lo que se pretende con esta disposición es ejercitar las distintas facultades del niño, tales como la observación, la atención, la constancia en el esfuerzo, el raciocinio, el espíritu de trabajo, de inventiva, etc.

El Texto, que tiene esencialmente el carácter de «formulador de cuestiones o problemas», necesita ser completado por un cuaderno hecho por el niño, en el cual anotará la solución de las cuestiones propuestas en cada lección y las rectificaciones que se hagan en clase a sus interpretaciones falsas.

La construcción de los aparatos, como la resolución de algunos problemas, no se realizará en la clase de Física, sino en clases afines. Así, por ejemplo, la construcción de un aparato empezará en la clase de Dibujo en donde se hará su croquis o esquema. En la clase de Trabajos Manuales se realizará su confección material definitiva. En otros casos será en la clase de Química, o de Ciencias, o de Matemáticas, o de Historia en donde se hallará la solución de una cuestión propuesta en clase de Física.

De este modo se ha querido contribuir a establecer una mayor correlación entre los diferentes ramos, ideal tan perseguido por las modernas doctrinas pedagógicas.

Daremos algunas indicaciones sobre el funcionamiento del TEXTO en la clase.

De acuerdo con el hecho de que el texto no da toda la solución de las cuestiones en estudio, la clase consistirá en buscar dichas soluciones, ya sea discurriendo o experimentando. El papel del profesor será, en estas circunstancias, de un guía que pondrá orden en la labor y en la distribución del trabajo; que destruirá los errores y las falsas interpretaciones; que sabrá encauzar juiciosamente el interés y el entusiasmo de sus discípulos.

Los alumnos anotarán en sus Cuadernos sólo las conclusiones que rectifiquen sus errores a fin de que no pierdan sus Cuadernos el sello de personalidad que deben tener. Las experiencias serán siempre realizadas por los propios alumnos. El profesor indicará su técnica, sólo cuando sea necesario.

En esta labor experimental se renovarán constantemente los alumnos y sólo en ciertos casos, cuando los medios materiales lo permitan, trabajarán en grupos.

La tarea consistirá, naturalmente, en conocer la materia pasada, pero se señalará, además como tal, el estudio o meditación de la lección que viene en aquella parte de observaciones y experiencias sencillas.

La lección se tomará revisando, oralmente, las soluciones que han dado los niños a las cuestiones propuestas. Cada dos meses o cuando lo crea conveniente el profesor, podrá revisar los Cuadernos para ponerles la nota correspondiente.

No queremos terminar estas líneas sin expresar que las preguntas que figuran en la parte experimental del Texto *no deben interpretarse como algo a lo cual hay que ceñirse fielmente. Tales preguntas son sólo una pequeña contribución a la investigación del niño. El profesor tiene, como es natural, amplia libertad para dar, en clase, a tales preguntas toda la extensión y alcance que le permita la capacidad intelectual del curso. El profesor podrá romper también el orden de desarrollo de las lecciones, según lo aconsejen las oportunidades y la correlación de los ramos.*

Finalmente queremos aprovechar esta ocasión para expresar nuestros agradecimientos a los distinguidos colegas que nos han ayudado con sus oportunos consejos en la confección de este modesto trabajo y rogarles, a los demás colegas del país, se dignen perdonar las deficiencias, tan naturales en obras de innovación, y darnos a conocer las interesantes observaciones que se desprendan de la aplicación de este libro.

GUSTAVO LAGOS R.

Santiago, Febrero de 1930.

I.-MECANICA

LECCIÓN N.º 1

ESTUDIO ELEMENTAL DE LAS FUERZAS

Materiales: *piedras—un cordel—un metro—una hoja de papel—un tintero—un portaplumas—una moneda—una cartulina—un dinamómetro.—(En su defecto una balanza y una caja de pesas.)*

A.—OBSERVACIONES

a) Observe qué cuerpos, en la Naturaleza, se mueven y cuáles están en reposo.

Averigüe a qué se debe por ejemplo: 1) que salte la tapa de la tetera que hierve; 2) que caiga la fruta que se desprende del árbol; 3) por qué un caballo puede arrastrar un coche; 4) gracias a qué suena la campanilla eléctrica?

b) ¿Qué tiene que hacer Ud. si desea inmovilizar un compañero que quiere libertarse? ¿En qué dirección debe Ud. obrar si desea detener un ternero

que escapa? ¿Qué sucede en el juego del «tira-gallos», en su clase de gimnasia, cuando se hacen iguales los esfuerzos por ambos lados? ¿Cuándo resulta un estado de reposo? ¿Cuándo «un estado de movimiento»? Fig. 1.

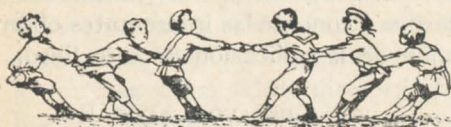


Fig. 1.—Si las fuerzas son iguales por ambos lados resulta un estado de equilibrio.

c) Si va Ud. corriendo en un caballo y si éste se detiene bruscamente, ¿qué sucede? ¿Hacia dónde se mueve Ud.? Si al contrario, el caballo está detenido y parte repentinamente, ¿hacia dónde se mueve Ud.?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Tome un poco de tinta en la pluma e imprima al portaplumas, un sacudón, ¿qué sucede? ¿Por qué?

2) Coloque sobre una hoja de papel un tintero, o un reloj de bolsillo u otro objeto y tire repentinamente la hoja, ¿qué se observa? ¿Qué sucede si Ud. tira la hoja suavemente?

3) Ponga una moneda sobre una cartulina (una tarjeta de visita) y todo, hágalo reposar sobre un dedo. Aplique, en seguida, un golpe rápido a la cartulina de modo que salte horizontalmente, ¿qué sucede?

¿En qué estado estaban el tintero y la moneda? ¿Han seguido el movimiento brusco del papel o de la cartulina? Luego cuando un cuerpo está en movimiento o en reposo, ¿en qué estado continúa si obra, bruscamente, una fuerza?

Esta ley se llama «**inercia**».

4) ¿Qué unidades de peso conoce Ud.? Realice algunas pesadas con el **dinamómetro** (1) que le muestre su profesor. Proceda a construir despues, uno de acuerdo con las indicaciones de la fig. 4

5) Amarre una piedra con un cordel y levántela en cierto espacio. Al hacer esto ha realizado un **trabajo mecánico**. Si Ud. pesa la piedra, expresando su **peso** en kilos y multiplica este valor por el **espacio recorrido**, expresado en metros, obtendrá el **trabajo mecánico** realizado, en unidades llamadas **kilográmetros**.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Diversos aspectos de las fuerzas.—Todo el Universo es una manifestación de las fuerzas o energías en acción. Las fuerzas se presentan en variados aspectos: fuerza atractiva de la Tierra o de gravedad, fuerza eléctrica, fuerza muscular fuerza magnética, fuerza del vapor, etc. En toda modificación o fenómeno que se realiza en la Naturaleza están obrando las fuerzas en sus distintos aspectos. No hay, pues, exageración en decir que «las fuerzas gobiernan el mundo.»

A pesar de que vivimos rodeados de ellas no podemos, sin

(1) A falta de dinamómetro puede emplearse una balanza.

embargo, apreciarlas directamente con nuestros sentidos. Sólo sabemos que existen por los efectos que tales fuerzas producen.

Efectos de las fuerzas.—Dos son los efectos más notables que nos permiten apreciar las fuerzas: el **movimiento** y el **reposo** de los cuerpos. Cuando se mueve un cuerpo de gran masa suponemos que es grande la fuerza que lo empuja. Igualmente si es grande su velocidad, aunque sea pequeña su masa, una bala, por ejemplo.

El estado de **reposo** o de **equilibrio** de los cuerpos no resulta como pudiera creerse de la ausencia de fuerzas. Al contrario, es la consecuencia de la acción por lo menos de dos fuerzas iguales que obran en sentido opuesto. El estado de **movimiento** resulta cuando predomina una fuerza sobre otra o varias.

Principio de inercia.—No puede un cuerpo pasar bruscamente del estado de reposo al de movimiento o viceversa. Cuando está en movimiento y obra sobre él una fuerza exterior contraria, tiende a seguir, por algún instante, en movimiento o viceversa si está en reposo. Los experimentos 1, 2 y 3 se refieren a esto.



Fig. 2.—La brusca detención del carruaje ha motivado la caída del sombrero de su conductor.

Esta propiedad se llama «**inercia**» y ella explica muchos fenómenos tales como la caída hacia adelante de un jinete cuyo caballo se detiene bruscamente o la caída hacia atrás de una persona que viaja, de pie, en un tranvía que parte repentinamente.

Elementos de la fuerza.—En una fuerza se pueden distinguir cuatro elementos: 1) el «punto de aplicación» que es el punto donde aplica la fuerza; 2) la «dirección» que es el camino que imprime la fuerza al cuerpo que se mueve, 3) el

«sentido» que puede ser hacia un lado u otro y 4) la «intensidad» que es el grado de la fuerza. Fig. 3.

Unidades prácticas de fuerza.—Hemos ya expresado que las fuerzas no pueden ser apreciadas directamente por nuestros sentidos. Las apreciamos por los efectos que producen sobre los cuerpos.

El efecto más importante producido por la fuerza atractiva de la tierra, llamada fuerza de gravedad, es el fenómeno del **peso de los cuerpos**.

Si la gravedad fuera mayor, los cuerpos serían más pesados; si fuera menor serían más livianos y si no existiera, los cuerpos no tendrían **peso**. El peso del cuerpo puede servir, pues, como una medida de fuerza.



Fig. 3.—A es el punto de aplicación de la fuerza; AB indica la dirección y valor de la fuerza; la flecha indica su sentido.

Para apreciar fuerzas necesitamos una unidad. Como tal se ha tomado el peso de un decímetro cúbico de agua destilada a 4° y se ha llamado **1 kilogramo-peso** o vulgarmente **1 kilo**. Como submúltiplo se usa el **gramo-peso** que es la milésima parte del kilo, y como múltiplo la **tonelada métrica** = 1 000 kilos.

El **kilo** y los **gramos** se han reemplazado por medidas equivalentes más manuales, fabricadas de metal, y llamadas vulgarmente **pesas**.

El aparato que mejor se presta para medir intensidades de fuerzas es el **Dinamómetro** que está fundado en la elasticidad de un resorte de acero y cuya construcción se indica en otra parte. Con este mismo fin se pueden emplear, también, las **balanzas**, aun cuando no, en todos los casos.

Trabajo y potencia mecánicos.—Cuando se mueve el punto de aplicación de una fuerza en cierto espacio, se dice que tal fuerza ha realizado un «**trabajo mecánico**». Si la fuerza

se aprecia en **kilógramos** y el camino recorrido en metros, el trabajo realizado resulta en «**kilográmetros**».

En la práctica hay necesidad de tomar en cuenta el **tiempo** en que se realiza un trabajo. Resulta así la idea de «**potencia mecánica**», cuya unidad más conocida es el «**caballo de fuerza**» que equivale a un trabajo de 75 kilográmetros en un segundo de tiempo. El caballo, animal, desarrolla una potencia de más o menos $\frac{2}{3}$ de esta unidad.

D.— APLICACIONES PRÁCTICAS

1.—Construcción de un dinamómetro.—Haga, en su clase de Dibujo el plan o esquema de éste o de otro aparato y constrúyalo en su clase de Trabajos Manuales. (Fig. 4).

Partes principales: un pequeño pie de madera (a), un codo también de madera (b), un resorte (c), que se fija por un extremo al codo y el otro extremo que se hace terminar en gancho, se deja libre. También podría colgarse de tal gancho un platillo (d).

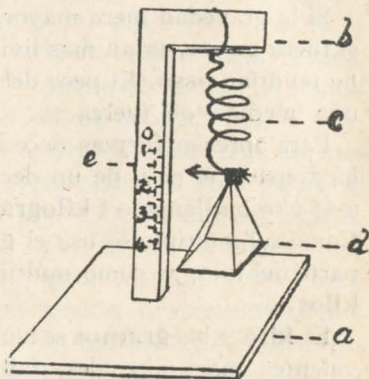


Fig. 4.

Graduación del aparato: principie por colocar en el extremo libre del resorte una aguja indicadora (e) y marque, en la parte vertical del codo, la graduación 0. Cuelgue del gancho, o del platillo (si ha usado este último) un peso conocido, por ejemplo $\frac{1}{2}$ kilo o sea 500 gramos, y marque ahora, en frente de la aguja $\frac{1}{2}$. Continúe así la graduación poniendo, en seguida, pesos de 1, $1\frac{1}{2}$, 2... kilos.

La graduación puede hacerse también en gramos.

Compare con otro dinamómetro la exactitud de su graduación a fin de fiscalizar los pesos de las mercaderías que se compran en su casa.

2.—Sabiendo que 1 litro de agua equivale a 1 kilógramo-peso ¿cuántos caballos de fuerza desarrollará una caída de agua de 10,000 litros por minuto, que cae de 8 metros?

LECCION N.º 2

ESTUDIO DE LA FUERZA DE GRAVEDAD

Materiales: *diversos cuerpos (tiza, monedas, piedrecillas, un plomo)—un hilo—un lavatorio, (reemplazable por un tiesto de boca amplia)—un transportador, (reemplazable por una escuadra)—un nivel—una máquina neumática—un tubo de Newton—una hoja de papel—una tijera.*

A.—OBSERVACIONES

- ¿Qué les sucede a todos los cuerpos abandonados en el espacio?
- ¿Por qué no cae el humo del cigarro, el vapor de agua, etc.?
- ¿Qué sabe sobre la ligereza con que caen los cuerpos? ¿Qué cuerpos ha visto caer velozmente y cuáles, lentamente?
- ¿Desde dónde actúa la fuerza que hace caer los cuerpos? ¿Por qué?
- Suponga suprimida esa fuerza, ¿qué trastornos se producirían?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CATEDRA

1) Deje caer algunos cuerpos, sucesivamente: lápiz, goma, tiza, piedras, corcho, papel, gotas de agua, etc. ¿Qué se observa en todos los casos? ¿Qué línea describen en su caída?

Evite que caiga un cuerpo (por ejemplo, un pedazo de plomo) suspendiéndolo por un hilo. ¿Qué dirección acepta este hilo tan pronto queda en reposo? (hilo a plomo). ¿En que casos ha visto usar este aparato?

2) Suspenda el **hilo a plomo** sobre un lavatorio con agua, de tal modo que el plomo quede sumergido y en completo reposo. Mida en seguida con un transportador el ángulo que forma el hilo con la superficie del agua. ¿Cuántos grados tiene? ¿Cómo son, entonces, estas dos direcciones? Fig. 5. ¿Qué aparatos ha visto Ud. usar para determinar la dirección horizontal?

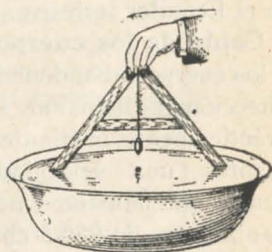


Fig. 5.—Las direcciones del hilo a plomo y superficie del agua tranquila son perpendiculares.

para determinar la dirección horizontal?

3) Tome una moneda y un disco de papel de igual tamaño. Deje caer ambos cuerpos al mismo tiempo y desde igual altura. ¿Cuál cae primero? ¿Por qué?

4) Divida una hoja de papel en dos mitades, que tienen igual peso. Reduzca una de las mitades a una especie de bolita y ambas déjelas caer, al mismo tiempo, de la misma altura. ¿Cuál cae primero? ¿Por qué?

5) Recorte un disco de papel dándole superficie casi igual a la de una moneda y colóquelo sobre ésta. Déjelos caer desde cierta altura, de modo que caiga la moneda de plano y no de canto. ¿Qué se observa en cuanto a la velocidad de caída de ambos cuerpos? ¿Por qué sucederá esto?

(Si el laboratorio posee un tubo de Newton y una máquina neumática proceda, siguiendo las indicaciones de su profesor, a sacar al aire del tubo y a observar la velocidad o ligereza con que caen, en el vacío, los diversos cuerpos que existen en su interior). **¿Cómo caen los cuerpos en el vacío?**

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Fuerza de gravedad.—La tierra posee una enorme fuerza atractiva llamada «**gravedad**». Se supone que esta fuerza obra como si estuviera concentrada en el centro de la Tierra. La **fuerza de gravedad**, mantiene, fuertemente adherido, no sólo lo que existe en la superficie, de la tierra sino lo que constituye su interior. La fuerza de gravedad no es igual en todos los puntos de la Tierra. Es mayor en los polos y menor en el Ecuador terrestre.

Caída de los cuerpos.—La fuerza de gravedad hace caer a los cuerpos abandonados en el espacio imprimiéndoles cierta dirección que llamamos «**vertical**», dirección que puede fijarse, prácticamente, mediante el «**hilo a plomo**». Los cuerpos al caer aceptan una velocidad que aumenta en cierto valor por segundo que llamamos **aceleración de gravedad** y que para Santiago es de 979,5 cm por segundo.

Existen cuerpos que en vez de caer se elevan en el espacio tales como el humo, el vapor de agua, etc. En estos casos se trata de cuerpos más livianos que el aire y es éste quien les impide que caigan. Asimismo, es el aire, el causante de la desigualdad de caída en los cuerpos abandonados en el espacio.

En este caso cae más fácilmente el cuerpo de menor superficie o volumen.

Ley de la caída libre.—En el vacío todos los cuerpos caen con la misma velocidad, cualquiera que sea su peso y volúmen.

Esta ley fué demostrada por el célebre Newton mediante un largo tubo de vidrio en cuyo interior colocó cuerpos de materias diversas y del cual extrajo el aire gracias a una máquina neumática.

Aplicaciones.—En la práctica no sólo tiene importancia la determinación de la **vertical** sino también la de la **horizontal**. Esta última se determina por la dirección de la superficie del agua tranquila en lo cual influye también la gravedad. La horizontal se fija, en la práctica, por los niveles que los hay de distintas construcciones. Uno muy sencillo es el nivel de burbuja de aire, cuya construcción puede verse en la fig. 7.



D.—APLICACIONES PRÁCTICAS.

1. **Construcción de un hilo a plomo.**—Basta unir un pedazo de plomo, que conviene darle forma cónica, a un extremo de una cuerda, y unir el otro extremo a un carrete que permita arrollar el hilo cuando no se usa el aparato. (Fig. 6.).

2.—**Construcción de un nivel de burbuja de aire.**—Un tubo vacío de aspirina, perfectamente limpio, se llena con agua de tal modo que al taparlo con un corcho, quede en su interior una burbuja de aire de un centímetro de extensión. Luego se hace un hueco a una tablita de modo que se oculte el tubo, colocado a lo largo. Finalmente se tapará con una planchita de lata dejando un hueco en su parte central que permita ver la burbuja de aire y se procederá en seguida a graduar el nivel.

Fig. 6

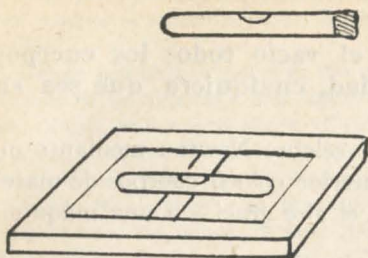


Fig. 7.

Para esto es preciso marcar con toda exactitud la parte media del espacio ocupado por el agua en el tubo, no tomando en cuenta el espacio ocupado por el corcho. Marcado este punto central, se colocará el nivel horizontalmente, de modo que la burbuja de aire quede medio a medio. Sólo entonces se marcará en el vidrio con una lima triangular o en la lata, el exacto largo de la burbuja.

En esta situación el nivel indicará la dirección horizontal. (Fig. 7).

3.—Averigüe con su nivel si su mesa de trabajo está horizontal y con su hilo a plomo si la caja del reloj de pared está vertical, o si una muralla de la casa está desnivelada.

4.—¿Qué aplicaciones conoce Ud. de la resistencia opuesta por el aire a grandes superficies?

LECCION N.º 3

DETERMINACION DEL CENTRO DE GRAVEDAD.— LA GRAVITACION

Materiales: *un hilo a plomo—un alfiler largo—un cartón—un lápiz—algunas figuras regulares de cartón o lata (triángulo, paralelógramos, círculos)—un aro—un anillo.*

A.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CATEDRA

1) Fije con un alfiler y por un extremo un pedazo de cartón, de modo que pueda oscilar libremente. Aplique, en seguida, el hilo a plomo suspendiéndolo del alfiler y trace su dirección, (la vertical) con un lápiz, sobre el cartón. Proceda a fijar el cartón por otro punto y repita, otra vez, la aplicación del hilo a plomo y el trazado de la vertical. ¿En cuántos puntos se cortan las dos verticales? Este punto se llama **CENTRO DE GRAVEDAD**. Un cuerpo apoyado por este punto sobre un eje vertical, se equilibra perfectamente. Esto puede servir para demostrar que se ha acertado en la determinación del «**centro de gravedad**».

2) Determine el «centro de gravedad» de algunas figuras regulares tales como triángulos, paralelógramos, círculos, por el procedimiento ya conocido. Observe con qué líneas geométricas coinciden las direcciones de gravedad, en cada figura. Si Ud. no acierta consulte a su profesor de Matemáticas. El «procedimiento geométrico» puede emplearse siempre que se trate de figuras regulares y homogéneas.

3) Determine el centro de gravedad de un anillo, de un aro. ¿Dónde se encuentra el centro de gravedad?

B.—OBSERVACIONES

- a) ¿En qué consisten las mareas?
- b) ¿Cuándo ha observado los «aerolitos»? ¿Por qué caen? ¿Por qué se encienden?

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Centro de gravedad y su determinación.—La fuerza de gravedad, aunque obra sobre todos los puntos de un cuerpo ejerce su acción total como si actuara en un punto bien determinado: **el centro de gravedad**. Cuando se trata de cuerpos regulares y homogéneos el centro de gravedad tiene una posición geométrica bien determinada. Así por ejemplo, en una esfera se halla en su centro; en un cilindro recto en la mitad de su eje; etc.

Cuando se trata de cuerpos irregulares tanto en su forma como en homogeneidad se puede determinar la situación de su centro de gravedad por medio del procedimiento indicado en la experiencia N.º 1. El centro de gravedad se halla, a veces, fuera de la parte material del cuerpo; por ej. en un anillo, en un aró, etc. Se hallen el centro de sus circunferencias.

El conocimiento del centro de gravedad tiene importancia para determinar la **estabilidad** (resistencia a volcarse) y los **equilibrios** de los cuerpos.

La gravitación universal.—La fuerza de gravedad no sólo ejerce acción sobre todo lo que existe en la Tierra sino que extiende su influencia hacia el espacio cada vez más débil a medida que aumentan las distancias. (1).

En el espacio existen astros sobre los cuales ejerce la Tierra su fuerza atractiva. Pero esos astros atraen a su vez a la Tierra. Eso se observa, por ejemplo, en la Luna que al obrar sobre la Tierra, lo hace, especialmente, sobre las aguas del mar originando el fenómeno de las **mareas**.

(1) En efecto se ha observado que esta disminución de la fuerza de gravedad origina una disminución del peso que alcanza a $\frac{3}{10.000}$ del peso del cuerpo por cada kilómetro de elevación. Así un cuerpo que pesara 10 kilogramos y se alejara 1 kilómetro de la superficie terrestre, disminuiría 3 gramos de peso, como consecuencia de la disminución de la fuerza de gravedad.

Obedeciendo los astros a sus fuerzas atractivas tenderían a acercarse cada vez más sino tuvieran una gran velocidad de traslación en el espacio lo cual desarrolla la fuerza llamada **centrífuga**, que contrarresta a esa fuerza atractiva. De esta mutua acción resulta el maravilloso equilibrio que podemos observar en nuestro planeta y en el Universo. La explicación de este hecho constituyó para los hombres de todas las épocas el más profundo problema. Sólo en el siglo XVIII el genio de Isaac Newton descubrió este verdadero secreto de la naturaleza que logró cristalizar en una ley natural que se conoce con el nombre de «**gravitación universal**».

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

- 1) Determine el centro de gravedad de un libro, un lápiz, etc.
 - 2) Busque en algún diccionario biográfico o en otro libro, algunos datos sobre **Isaac Newton** con los cuales puede hacer una composición libre para su clase de Castellano.
-

LECCIÓN N.º 4

EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS

Materiales: *un prisma rectangular—una esfera—un cono—un cilindro—una tablita que puede girar por un eje—un hilo a plomo—un lápiz—un corcho—un alfiler—dos cortaplumas.*

A.—OBSERVACIONES

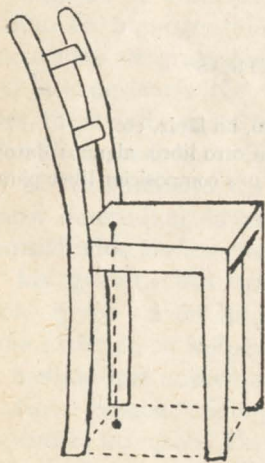


Fig. 8.

a) Estabilice su cuerpo, primero en un pie y después en los dos. ¿En qué caso es mayor la estabilidad? ¿Cómo podría aumentarla más, aun? Marque, con tiza, todo el espacio ocupado por sus pies, Este espacio se llama su «base de sustentación»

b) ¿Cómo colocan los pies los boxeadores? ¿Por qué?

c) Compare las bases de sustentación de un hombre y de un caballo. Trace las de una silla, de una mesa, de un trípode.

d) Nombre cuerpos apoyados y cuerpos suspendidos que se hallen en equilibrio.

e) ¿Cómo cargaría Ud. una carreta o un camión o un buque si tuviera cuerpos pesados y livianos?

f) ¿Por qué los pasajeros de un bote van sentados y no van de pie?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CATEDRA

1) Busque, aproximadamente, el centro de gravedad de una silla y suspenda por ahí, un hilo a plomo. Trace su base de sustentación. (Fig. 8). Incline la silla apoyándola en sus patas posteriores y observe lo que sucede cuando el hilo a plomo (vertical del centro de gravedad) cae fuera de la

base de sustentación. ¿Cuál será entonces, la condición de «estabilidad» de un cuerpo apoyado?

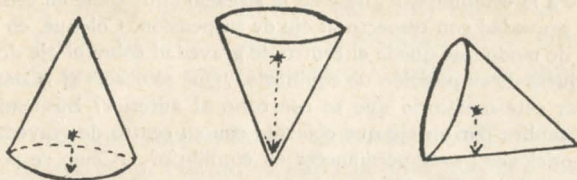


Fig. 9.

2) Tome un prisma rectangular y averigüe en qué posición tiene mayor estabilidad. Si se tratara de dos prismas de igual tamaño, uno de madera y el otro de hierro, ¿cuál sería más estable? ¿Por qué? ¿Cuántas causas influyen en una estabilidad perfecta?

3) Tome un cono y apóyelo sobre su cúspide. ¿Qué equilibrio resulta? ¿Cómo se podría llamar este equilibrio? Apóyelo, en seguida, sobre su base. ¿Cómo es este equilibrio comparado con el anterior? ¿Cómo podría llamarse? Apóyelo, finalmente, sobre un lado. ¿Cómo se equilibra en este último caso comparado con los anteriores? ¿Cómo podría llamarse este equilibrio? Diga cómo es la altura del centro de gravedad al plano en estos tres casos de equilibrio. (Fig. 9).

¿Cuántas clases de equilibrio se observan en una esfera, en un cilindro?

4) Determine el centro de gravedad de una tablita por medio del hilo a

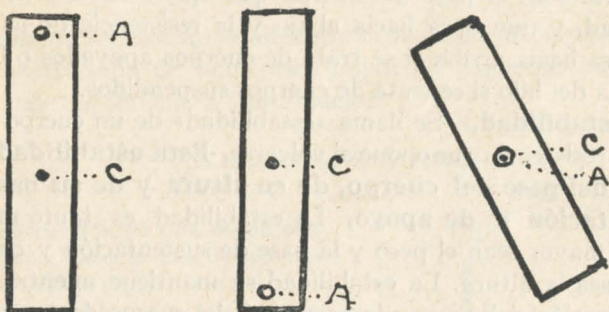


Fig. 10. A, punto de suspensión. C, centro de gravedad.

plomo. Suspéndala, en seguida, por un eje a cuyo alrededor pueda girar. Tenemos así un caso de «equilibrio de un cuerpo suspendido». Saque la

tablita de su posición de reposo, llévela a un extremo y abandónela. ¿Qué sucede después de un momento? ¿Cómo podríamos llamar este equilibrio que tiende a la estabilidad? Fíjese en la situación que tiene en este caso, el centro de gravedad con respecto al eje de suspensión. Coloque, en seguida, la tablita de modo que quede el centro de gravedad sobre el eje de suspensión y sáquela de su posición de equilibrio. ¿Qué se observa? ¿Cómo se podría llamar este equilibrio que es contrario al anterior? Suspense, finalmente, la tablita por un eje que coincida con su centro de gravedad. ¿En cuántas posiciones puede permanecer en equilibrio? ¿Cómo se podría llamar este equilibrio? (Fig. 10).

5) Haga un resumen de los tres casos de equilibrio estudiados y busque algunos ejemplos aplicados en la práctica.

6) Invente un caso de equilibrio estable con un lápiz y un cortaplumas. Invente otro caso del mismo equilibrio con un corcho, un alfiler y dos tenedores.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Condiciones del equilibrio.—Sabemos ya que un cuerpo que está en reposo o en equilibrio, está sometido, en el caso más sencillo, a la influencia de dos fuerzas iguales y contrarias. Las dos fuerzas en cuestión que obran en los cuerpos en equilibrio son: el peso del cuerpo que aplica en el centro de gravedad, y que obra hacia abajo y la resistencia de la base que obra hacia arriba si se trata de cuerpos apoyados o la resistencia del hilo si se trata de cuerpos suspendidos.

La estabilidad.—Se llama «estabilidad» de un cuerpo apoyado la resistencia que opone al volcarse. **Esta estabilidad depende del peso del cuerpo, de su altura y de su base de sustentación o de apoyo.** La estabilidad es tanto mayor cuanto mayor sean el peso y la base de sustentación y cuanto menor sea la altura. La estabilidad se mantiene mientras cae la proyección del centro de gravedad del cuerpo dentro de su base de sustentación. Las leyes de la estabilidad deben tomarse muy en cuenta en la construcción de objetos tales como tinteros, floreros, lámparas, edificios, buques, autos, etc.

*¿Centro gravitacional del hombre? 25 ¿Indiferente? -
¿Piedra - Jallo - Rueda cual es el equilibrio*

Equilibrios en cuerpos suspendidos y apoyados.—Tanto en los cuerpos apoyados como en los suspendidos se pueden observar tres clases de equilibrios: **estable, inestable e indiferente.** Estos distintos equilibrios resultan de la situación del centro de gravedad con respecto a la base o al punto de suspensión.

En los cuerpos suspendidos tenemos equilibrio estable cuando el centro de gravedad se halla bajo el punto de suspensión; inestable, si se halla sobre tal punto e indiferente si coincide con dicho punto.

En los cuerpos apoyados los distintos equilibrios dependen de la altura o distancia del centro de gravedad a su base de sustentación.

El equilibrio tiende a ser más estable mientras menor es la distancia del centro de gravedad a la base. De ahí por qué en un buque, auto, carretón, etc., los objetos pesados deben colocarse lo más abajo posible, al construirlos o cargarlos.

Cuando un cuerpo apoyado conserva en cualquiera posición la misma distancia de su centro de gravedad a la base el equilibrio que resulta es «indiferente». Tal cosa acontece, por ej., en una esfera, y en ciertas posiciones de un cilindro, de un cono, etc.

Los distintos casos de equilibrios tienen aplicación también en la construcción de numerosos objetos y juguetes, algunos de las cuales se indican a continuación.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1. **Construcción de una rueda bruja.**—Haga un disco lo más liviano posible de unos 20 cm de diámetro y 2 cm de espesor. Se puede hacer de cartón, hueco. Fíjese un plomo en un punto del borde de modo que no sea visible. Tal rueda puede subir por un plano inclinado o negarse a descender. (Fig. 11).

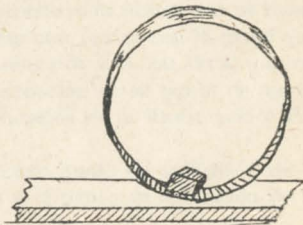


Fig. 11.

2. «**Construcción de un porfiado**».—Fabrique de corcho o de madera una figura dada (un cono, un niño, etc.) y fíjese en la base un plomo de tal modo que sea invisible. Tal aparato se llama un «porfiado», porque es imposible volcarlo. (Fig. 12).



Fig. 12.



Fig. 13.

3. **Construcción de un equilibrista**.—Recorte en madera o cartón grueso, una figura de un equilibrista u otra cualquiera y atraviésele por su parte central dos alambres que puedan en seguida unirse, doblarse hacia abajo y hacer terminar sus extremos en sendas bolitas de plomo, u otro objeto pesado. Tal aparato se equilibrará hasta en la punta de un alfiler sin perder el equilibrio aunque se le mueva. (Fig. 13).

LECCION N.º 5

LAS PALANCAS Y SUS APLICACIONES

Materiales: *una barra de madera o de fierro—una piedra—cañamo—una balanza romana—una balanza corriente—una caja de pesas—tijeras—alicate—pinzas, etc.*

A.—OBSERVACIONES

- a) ¿En qué consiste una palanca? Forme una palanca.
- b) ¿Para qué se usan las palancas?
- c) ¿Qué clases de balanzas conoce Ud.?
- d) ¿Cómo se pesa un cuerpo cualquiera?
- e) ¿Cómo se puede saber cuando está adulterada una balanza?
- f) Averigüe a su profesor de Química por qué se toma, en las unidades de peso, el agua destilada y a 4 grados sobre cero.

Recuerde con su profesor de Matemáticas las nociones del sistema métrico relacionadas con la capacidad y la masa.

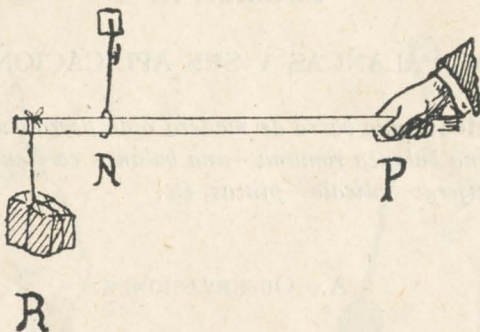
B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CATEDRA

1) Tome una barra de madera o de fierro y suspéndala, con un cáñamo, por un punto (punto de apoyo: A. Fig. 14). Cuelgue de un extremo un peso cualquiera (una piedra, por ejemplo) que constituye la fuerza que se llama Resistencia: R , y ejerza desde el otro extremo una fuerza con la mano que se llama Potencia: P . De este modo se ha obtenido una PALANCA, que recibe el nombre de «primera clase», por la situación de su punto de apoyo con respecto a la de los otros puntos de aplicación de la Resistencia y Potencia: ¿cuál es esa situación?

Forme una «palanca de segunda clase», cuyo punto de aplicación de la Resistencia queda entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de la Potencia.

Forme una «palanca de tercera clase» cuyo punto de aplicación de Potencia queda entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de la Resistencia. Dibuje una palanca de esta clase en el espacio respectivo.

2) Se llama «brazo de la Resistencia» a la distancia que hay desde el



Palanca de 1.ª clase

Fig. 14 A.= Punto de apoyo=P. Potencia=R. Resistencia.

punto de apoyo a la Resistencia, y «brazo de la Potencia» a la distancia que hay desde el punto de apoyo a la Potencia. Sabiendo esto varíe, el largo del «brazo de la Potencia» y realice la fuerza necesaria (Potencia) para mover la Resistencia. ¿En qué caso tiene Ud. que hacer mayor fuerza y en cuál una fuerza menor? ¿Cuál de estas situaciones convendrá usar en la palanca?

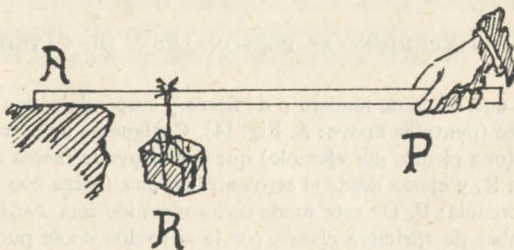


Fig. 15 Palanca de 2.ª clase.

Dibuje una Palanca de 3.ª clase.

3) Suspenda la palanca por su parte media, de modo que resulten sus brazos iguales. Puede usar el aparato, Fig. 16. Cuelgue de un extremo un

peso conocido (por ejemplo 100 gramos) y, en vez de hacer una fuerza muscular desde el otro extremo, cuelgue otros 100 gramos. ¿Qué se observa en cuanto al equilibrio de la palanca? ¿Cómo son la Potencia y la Resistencia cuando los brazos son iguales? Un aparato de esta naturaleza constituye la base de una **BALANZA**. ¿Qué le faltaría a esta palanca para ser una verdadera balanza? Haga un dibujo y ponga los nombres que le indique su profesor. Practique, realizando pesadas, con la balanza del Laboratorio o de su casa.

4) A qué clase de palancas pertenecen: las tijeras, el alicate, la carretilla, la barreta, la balanza, el remo, etc. ¿Por qué?

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Lo que es una palanca.—La palanca es una máquina simple cuyo descubrimiento se pierde en la lejanía del tiempo.

Consiste en una barra rígida de metal o madera que se afirma en un punto llamado de apoyo; en el caso más simple actúan dos fuerzas sobre la palanca: la Resistencia y la Potencia. Se llaman **brazos de la resistencia** y **de la potencia** las respectivas distancias perpendiculares desde el punto de apoyo a dichas fuerzas.

Clases de palancas.—Según la situación del punto de apoyo y de los puntos de aplicación de la Resistencia y Potencia resultan 3 clases de palancas:

1) Palanca de 1.^a clase es aquella cuyo punto de apoyo se halla entre los puntos de aplicación de Potencia y Resistencia. (Fig. 14). Esta palanca tiene muchas aplicaciones prácticas tales como la balanza, las tijeras, las tenazas, la polea fija, etc.

2) Palanca de 2.^a clase es aquella cuyo punto de aplicación de Resistencia se halla entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de Potencia. (Fig. 15).

Como aplicaciones prácticas de tal palanca mencionaremos: el remo, cuyo punto de apoyo está en el agua, la carretilla cuyo punto de apoyo está en el eje de la rueda; el rompe-nueces, el prensa-corchos, etc.

3) Palanca de 3.^a clase es aquella cuyo punto de aplicación

de Potencia se halla entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de Resistencia. (Fig. que se dibujará). Aplicaciones prácticas de tal palanca hallamos en las articulaciones de nuestras extremidades, en la pinza, etc.

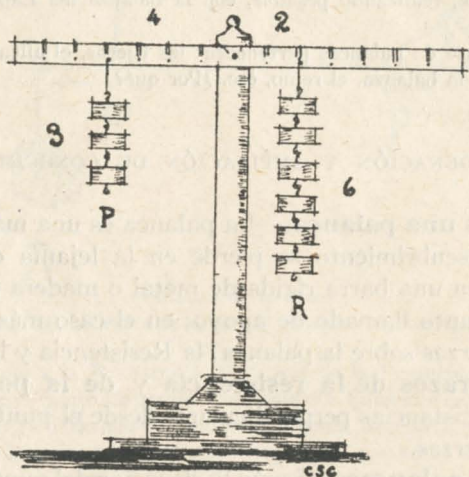


Fig. 16

Condición de equilibrio en las palancas.—Hay equilibrio en una palanca de cualquier clase que sea, cuando el producto de la Potencia por su brazo es igual al producto de la Resistencia por su brazo. De aquí resulta que mientras más grande es el brazo de la Potencia de la palanca, menor resulta la fuerza Potencia que hay que realizar para vencer una Resistencia dada.

Demostración experimental.—Esta ley de equilibrio se puede demostrar con el aparato representado en la (fig. 16), que es una barra suspendida por su parte media y dividida en secciones iguales y se pueden colgar pesas. Si tomamos, por ejemplo, una Resistencia = 6 unidades y un brazo = 2 unidades, tenemos un total de 12 unidades que pueden equilibrarse

con una Potencia de 3 unidades y un brazo de 4 unidades que nos da también un total de 12.

Aplicaciones de las palancas.—Entre las numerosas aplicaciones prácticas de las palancas, algunas de las cuales hemos ya mencionado, citaremos las Balanzas, que son palancas de brazos iguales y las Balanza-romanas que los tienen desiguales. Las balanzas más exactas, con las cuales se pueden apreciar fracciones de gramos y aun de milígramos se llaman **Balanzas de precisión.**

D.—APLICACIONES PRACTICAS

1) Construcción de una balanza-romana y su graduación

Tome una regla de madera de unos 40 cm de largo y atraviése, cercano a un extremo, un clavo redondo, que sobresalga a ambos lados.

Este clavo constituye el punto de apoyo a cuyo alrededor se fija un alambolmente arqueado, que suspende todo el aparato.

Muy próximo se atraviesa otro clavo en las mismas condiciones y del cual cuelga el platillo. Finalmente construya una pesa de plomo que pueda moverse gracias a un gancho a lo largo de la regla. La graduación de la balanza romana se empieza por la determinación del punto cero, que lo hallamos equilibrando el aparato con el platillo vacío.

Luego se coloca en el platillo un peso conocido, por ejemplo 1 kilo, y se equilibra la romana corriendo la pesa de plomo hacia el extremo; en el punto que se produce el equilibrio se marca 1; así se continúa la graduación hasta el final. (Figura 17).

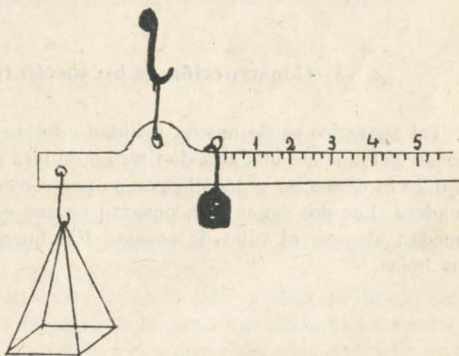


Fig. 17.

2) Construcción de una balanza

Es un poco más difícil construirla por la exactitud que exige la situación del punto de apoyo, que debe dividir la cruz de la balanza, o sea producir dos brazos iguales. Fija la cruz sobre un pie vertical de tal modo que pueda girar libremente, debe quedar, horizontalmente, en equilibrio. Una varilla perpendicular a la cruz y dirigida hacia abajo (fiel) servirá al girar, delante de un cuadrante graduado, para controlar el equilibrio de la balanza. El cero indicará la posición de equilibrio (cuando el fiel coincide con él). Basta colgar de los extremos platillos iguales para obtener una balanza completa. Su funcionamiento exige una caja de pesas que se puede reemplazar por pesas de plomo o de hierro previamente controladas o determinadas. (Fig. 18).

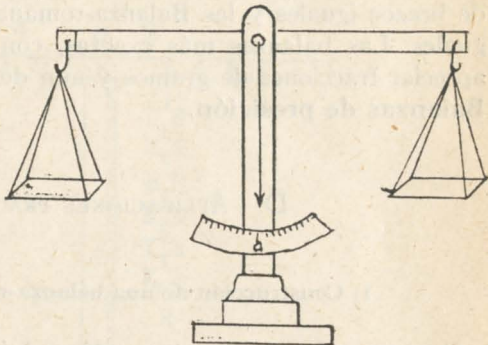


Fig. 18.

3) Construcción de un sostén tubos de ensayos

Tal aparatito es de mucha utilidad en clase de Química y es muy fácil construirlo. Tome una tira de fierro o de lata de unos 20 cm de largo y de 1 ó 2 cm de ancho y dóblela por su parte media y arréguele un mango de madera. Las dos hojas se acomodan en sus extremos libres, de modo que puedan abrazar el tubo de ensayo. Finalmente una abrazadera ajustará las hojas.

LECCIÓN N.º 6

LAS POLEAS

Materiales: *Una polea fija—una polea móvil—un polipasto—una caja de pesas—un hilo para unir las poleas.*

A.—OBSERVACIONES

- a) Describa la polea que conoce y exprese para qué se usa.
- b) Observe si una polea (por ej. fija) se puede relacionar con una palanca.
- c) Si conoce varias clases de poleas exprese qué ventajas tiene el uso de poleas combinadas (polipastos o garruchas) sobre la polea simple.

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Describa la polea fija existente en la clase y haga un dibujo esquemático. Indique los puntos de aplicación de la Resistencia y Potencia, y, además, el punto de apoyo. Averigüe de qué clase de palanca se trata y compare los brazos de Potencia y Resistencia entre sí. Cuelgue un peso, conocido (100 gr., por ej.) que representa la Resistencia. ¿Con cuantos gramos, que representan la Potencia, se produce el equilibrio?

2) Describa la polea móvil existente en la clase y haga un dibujo esquemático. Exprese en qué se diferencia de la polea fija. Indique los puntos de aplicación de Resistencia y Potencia y el punto de apoyo. Averigüe de qué palanca se trata. Cuelgue una Resistencia de $\frac{1}{2}$ kilo, por ej., y averigüe con qué Potencia se establece el equilibrio. Deduzca de estas experiencias (N.º 1 y 2) las leyes que rigen en la polea fija y en la móvil.

3) Proceda a asociar poleas fijas y móviles (polipastos o garruchas) en la forma que le indique su profesor. (Esta unión puede hacerse de 2 poleas fijas con 2 móviles o de 3 fijas con 3 móviles). Cuelgue una Resistencia.

de 1 kilo, por ej., y observe con cuantos gramos (Potencia) se consigue el equilibrio, cuando se usa una garrucha de 4 poleas; ídem cuando se usa una de 6 poleas. ¿Qué deduce de estos hechos?

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Lo que es una polea fija.—La polea fija o roldana es una máquina simple que consiste en un disco metálico o de madera que

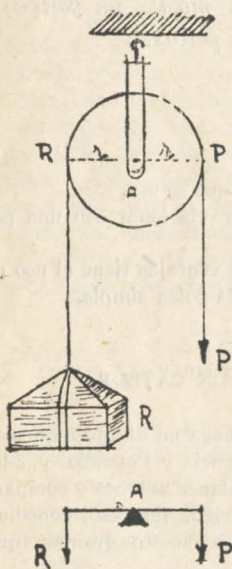


Fig. 19.—Polea fija.
A = punto de apoyo; R = Resistencia; P = Potencia.

puede girar alrededor de un eje central que descansa en una armadura, generalmente, metálica y de la cual se suspende el aparato. El disco lleva una canal o garganta por la cual pasa una cuerda en cuyos extremos van a actuar la Resistencia, y Potencia. (Fig. 19).

Se llama fija esta polea porque al girar permanece en su lugar. La polea móvil al girar se traslada en el espacio.

Condición de equilibrio de la polea fija.—La polea fija puede considerarse como una palanca de 1.^a clase de brazos iguales (radios del disco). De esta circunstancias resulta que **hay equilibrio en una polea fija cuando la potencia es igual a la Resistencia**. Con esta polea no se economiza fuerza. Sólo ofrece comodidad, ya que se puede hacer funcionar desde el suelo y aprovechar el peso del propio cuerpo humano.

Lo que es la polea móvil. Su equilibrio y ventajas.—La polea móvil sólo se diferencia de la fija en el hecho de que cambia, al girar, de posición en el espacio. Podemos considerarla como una palanca de 2.^a clase, (Fig. 20), pues el punto de aplicación de la Resistencia se halla

entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de la Potencia. Como la Potencia obra con un brazo dos veces mayor que el brazo de la Resistencia resulta de aquí que **se establece el equilibrio cuando la potencia es igual a la mitad de la Resistencia.**

Polipastos o garruchas.—Son combinaciones de poleas fijas y móviles. Se usan mucho en la práctica porque economizan fuerza.

Si consideramos formado el polipasto de 4 poleas (2 poleas fijas y 2 móviles) tenemos así 4 hilos que sostienen toda la Resistencia. (Fig. 21). Es natural que 1 hilo, (por ejemplo, en el que actúa la Potencia,) soporta la 4.^a parte de la Resistencia. Y si el polipasto está formado de 6 poleas (3 fijas y 3 móviles) 6 hilos soportarán la Resistencia, y 1 hilo, en el que actúa la Potencia, soportará la sexta parte de la Resistencia.

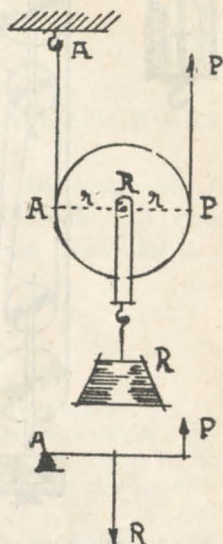
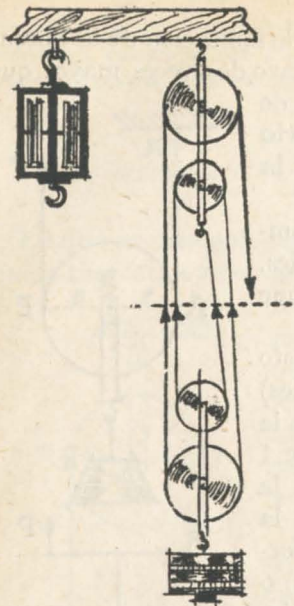


Fig. 20.—Polea móvil.
A = punto de apoyo; R = Resistencia; P = Potencia.

Condición de equilibrio de un polipasto.—En consecuencia **tenemos equilibrio en un polipasto cuando la Potencia es igual a la Resistencia dividida por el número de poleas.** (Un ej., si queremos levantar una Resistencia = 400 kilos con un polipasto de 4 poleas, sólo hay que hacer una Potencia igual a la 4.^a parte de la Resistencia, esto es, de 100 kilos).

Regla de oro de la mecánica.—Es verdad que en estas poleas se gana en fuerza, pero se pierde en espacio y en tiempo, puesto que para que la Resistencia se eleve en 1 metro, por ej.: la Potencia debe recorrer un camino de 4 metros, porque posee 4 hilos que se mueven, cada uno, en 1 metro.



Resulta así una ley conocida con el nombre de «**regla de oro de la mecánica**» que dice que lo que se gana en fuerza se pierde en espacio y en tiempo.

D.—APLICACIONES

1. Construcción de una polea

Fig. 21.—Polipasto
A la izquierda con un eje común y a la derecha con varios ejes.

El peso del cuerpo (Resistencia) actúa hacia abajo; la resistencia de los 4 hilos obra hacia arriba.

Si suponemos cortados los hilos por la línea punteada y sostenemos la Resistencia observamos que descansa en los 4 hilos. De aquí deducimos que un hilo sobre el cual actúa la Potencia, soporta sólo la 4.ª parte de la Resistencia.

Prepare en su clase de Trabajos Manuales un disco de madera de unos 8 cm. de diámetro. Proceda a hacerle una canal o garganta en su borde y a fijar el disco por un eje central apoyado en una armadura metálica.

LECCIÓN N.º 7

VASOS COMUNICANTES Y SUS APLICACIONES

Materiales: *tubos comunicantes—agua coloreada—un tubo de goma—un tubo de vidrio terminado en punta—un embudo—un nivel de agua con su tabla de mira—un indicador de caldera.*

A.—OBSERVACIONES

- a) ¿Dónde ha visto aplicaciones de los vasos comunicantes?
- b) Si conoce el estanque de agua potable de su pueblo averigüe a qué altura se halla sobre la población. ¿Cómo se reparte el agua por la ciudad?
- c) Interrogue a su profesor de Química sobre las cualidades que debe tener el agua potable.
- d) ¿Cómo haría Ud. cruzar un canal a través de un camino o de una línea férrea, sin romper, superficialmente, el suelo ni usar canoas?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Eche agua coloreada (para hacerla más visible) a un tubo comunicante (que en su forma más sencilla tiene la forma de U) y observe el nivel a que alcanza el agua en los dos tubos tan pronto quede en reposo. Repita la experiencia con tubos comunicantes más complicados, si existen en el Laboratorio. ¿Qué se observa con respecto al nivel a que alcanza el agua en todos los tubos? Enuncie la ley que rige en los vasos-comunicantes.

2) Fabrique un «surtidor» con un embudo, un tubo de goma y un tubo de vidrio aguzado. Observe a qué altura salta el agua comparada con la altura que tiene en el embudo.

Calcule Ud., por la altura a que salta el agua en los surtidores públicos, la altura aproximada que tendrá el estanque que los surte.

3) Ensaye el uso del nivel de agua y de la tabla de mira, siguiendo las indicaciones del Profesor.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Ley de los vasos comunicantes.—Llámanse «vasos comunicantes» un sistema de tubos unidos, no importando la forma que tengan.

Si se echa un líquido a un vaso comunicante, de tal modo que pueda pasar el líquido de un vaso a otro se observa, una vez que queda en reposo, que **en todos los vasos el líquido alcanza a un mismo nivel**. Si se traza una línea que toque estos niveles esa línea tendrá la dirección de la **horizontal**.

Aplicaciones de los vasos comunicantes.—Los vasos comunicantes tienen numerosas aplicaciones, tales como el **indicador o nivel de calderas** que sirve para señalar la cantidad de agua que existe en el interior de la caldera en que se genera el vapor, evitando así la posibilidad de una explosión. **El nivel de agua** que consiste en dos tubos de vidrio unidos por uno metálico todo lo cual descansa sobre un trípode; dirigiendo una visual que pase por los niveles del líquido se tiene la horizontal que se puede fijar mediante una tabla de mira. **Las cañerías de agua potable** que constituyen junto con el estanque de donde parten un sistema de vasos comunicados, están fundadas en la ley de los vasos comunicantes. El estanque surtidor se construye a mayor altura que la ciudad a fin de que el agua de las cañerías pueda salir con cierta presión en los pisos superiores de los más altos edificios.

Los pozos artesianos son hoyos profundos, protegidos por tubería, destinados a aprovechar el agua que se filtra a través de las capas subterráneas y que en ciertas circunstancias, constituye grandes estancamientos, que al ser alcanzados, pueden convertir al pozo en un verdadero surtidor. Tales pozos construídos por primera vez en Artois, (N. de Francia) sirven para fertilizar regiones estériles. En nuestro país las provincias del Norte pueden, mediante pozos artesianos, transformar la aridez de sus campos en una rica fertilidad.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1. Construcción de un nivel de agua con su trípode y tabla de mira

Prepare, en clase práctica de Química, un tubo de vidrio, doblando, a la llama, sus extremos en ángulo recto. En su clase de Trabajos Manuales proceda a hacerle un trípode y una tabla de mira (un listón de $1\frac{1}{2}$ a 2 metros) graduada en centímetros, pintados de blanco y negro y con su corredera negra, siguiendo sus ideas o las del profesor. (Fig. 22).

2. Construcción de un indicador de caldera

En un tarro de conservas vacío (de duraznos, por ejemplo) haga dos agujeros, sobre una línea vertical, cercanos a los extremos. Tápelos con cor-

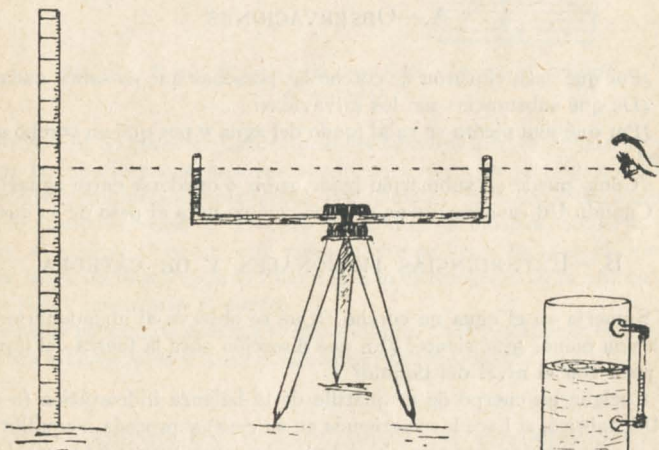


Fig. 22

Fig. 23

chos perforados y con tubos de vidrio acodados que preparará en su clase de Química. Una los tubos acodados, por medio de gomas a un tubo de vidrio recto. (Fig. 23).

3) Si usted ha fabricado un nivel de agua averigüe el desnivel del patio de su casa.

LECCIÓN N.º 8

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Materiales: *un tiesto alto de vidrio, lleno con agua—un corcho—una piedra—un pedazo de madera—un hilo—una balanza hidrostática—una caja de pesas—un cilindro hueco y otro macizo del mismo volumen—un vaso con agua.*

A.—OBSERVACIONES

- a) ¿Por qué usan cinturón de corcho las personas que no saben nadar?
- b) ¿De qué sustancias son los salvavidas?
- c) ¿Por qué una piedra se va al fondo del agua y por qué un corcho se va arriba?
- d) ¿Cómo puede un submarino bajar, subir o quedarse entre aguas?
- e) Cuando Ud. se sumerge en el agua, ¿cómo nota el peso de su cuerpo?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Sumerja en el agua un corcho. ¿Qué se observa al abandonarlo? Sumerja una mano, ¿qué siente? ¿En qué dirección obra la fuerza del líquido? ¿Qué pasa con el nivel del líquido?

2) Cuelgue un cuerpo de un platillo de la balanza hidrostática (o de la que Ud. fabricó, si hace la experiencia en su casa) y proceda a equilibrar la balanza. En seguida sumerja en el agua el cuerpo suspendido. ¿Qué pasa con el equilibrio de la balanza? ¿Por qué habrá sucedido esto? Restablezca el equilibrio. ¿Qué indican las pesas que ha puesto en el platillo?

3) Averigüe la relación que existe entre la pérdida de peso que experimenta el cuerpo sumergido y el peso del líquido que desaloja.

Para esto cuelgue de un platillo de la balanza un cilindro hueco y uno macizo ajustándose muy bien el uno en el otro, esto es, tienen el mismo volumen. Equilibre todo esto. Sumerja, en seguida, en el agua el cilindro macizo. ¿Qué sucede? Restablezca el equilibrio, echando agua al cilindro hueco.

¿En qué momento se restablece el equilibrio? Compare el volumen del cilindro sumergido con el volumen del agua del otro cilindro. ¿Qué relación existe entre la pérdida de peso del cuerpo sumergido y el peso del líquido desalojado? Enuncie la ley que rige al respecto.

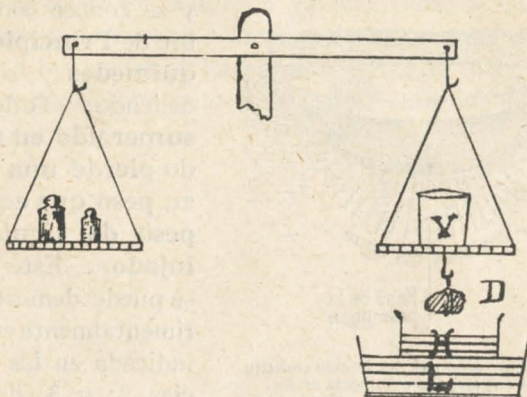


Fig. 24. El vaso H debe estar lleno hasta el borde, al sumergir el cuerpo D.

NOTA.—Si no posee el Laboratorio los cilindros macizo y hueco se puede variar la experiencia del siguiente modo: cuelgue de un platillo de la balanza un cuerpo cualquiera D (una piedra, por ejemplo). (Fig. 24). Ponga sobre ese mismo platillo un vaso V. Proceda a equilibrar la balanza. Sumerja, en seguida, el cuerpo D en un vaso completamente lleno de agua H, que descansa sobre un tiesto vacío L y cuya misión es recoger el agua que caiga del vaso H, al sumergirse el cuerpo D.

Como es natural, la balanza se desequilibra. Para restablecer el equilibrio bastará echar al vaso V, toda el agua que cayó al tiesto L.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Principio de Arquímedes.—Al sumergir un cuerpo en un líquido, éste ejerce sobre él una presión llamada **empuje** que obra de abajo hacia arriba y que determina un aparente alivianamiento del cuerpo. Se observa, además, que el cuerpo desaloja cierta cantidad de líquido que está, naturalmente, en relación con el tamaño del cuerpo.

La relación que existe entre la pérdida de peso del cuerpo sumergido y el peso del líquido desalojado fué descubierta por Arquímedes, sabio de Siracusa, hace ya más de 2 000 años



Fig. 25.—Las presiones del líquido constituyen el **empuje**, que obra hacia arriba. El peso del cuerpo obra hacia abajo. Como estas dos fuerzas son iguales resulta así el equilibrio.

y se conoce con el nombre de **Principio de Arquímedes** y se enuncia diciendo: «**Todo cuerpo sumergido en un líquido pierde una parte de su peso que equivale al peso del líquido desalojado**». Este principio se puede demostrar experimentalmente en la forma indicada en las experiencias 2) y 3) de esta lección.

Relación entre el peso y el empuje.—Un cuerpo sumergido se halla sometido a la acción de dos fuerzas: **el peso del cuerpo** que obra hacia abajo y **el empuje** que obra hacia arriba. Fig. 25.

Si el peso es mayor que el empuje, el cuerpo se va al fondo; si el peso es menor que el empuje, el cuerpo sube y flota en la superficie quedando en equilibrio (**cuerpo flotante**) y finalmente si el peso es igual al empuje, el cuerpo permanece en suspensión en el seno del líquido, sin subir ni bajar.

Cuerpos flotantes.—El caso más interesante es el de los cuerpos flotantes en que el peso del cuerpo es igual al empuje. Halla su mayor aplicación en los buques. A pesar de estar contruidos de materiales más pesados que el agua como hierro y otros metales, los buques se comportan como cuerpos flotantes. El secreto está en que se trata de cuerpos huecos de bastante superficie.

Para asegurar el equilibrio estable del barco es necesario que el centro de gravedad se sitúe muy abajo, lo cual se con-

sigue colocando, en el fondo, las máquinas y los objetos pesados.

Los submarinos son cuerpos sumergidos que pueden provocar las tres clases de equilibrio ya mencionados variando su peso a voluntad. Poseen «cámaras de agua» cerca del fondo del barco a las cuales se hace entrar agua de mar cuando se desea sumergir el submarino y se la hace salir cuando se desea hacerlo flotar.

LECCIÓN N.º 9

APLICACIONES DEL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Materiales: *una balanza hidrostática con sus pesas—un hilo—un corcho—una piedra—una goma—un cuerpo de hierro—un vaso de vidrio—alcohol—aceite—mercurio.*

A.—OBSERVACIONES

- a) Si mezcla Ud. aceite y agua, ¿cómo se disponen? ¿Por qué?
- b) ¿Qué líquidos, conoce Ud., más densos (pesados) que el agua?
- c) ¿Qué cuerpos sólidos conoce Ud. menos densos que el agua?
- d) Si el mercurio pesa 13,6 veces más que el agua (densidad del mercurio), ¿cuánto pesarán 2 litros de mercurio?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) ¿Qué relación hay entre el gramo y el centímetro cúbico de agua destilada a más 4 grados? Si existe relación, ¿qué volumen tendrá un cuerpo que al sumergirse en el agua ha desalojado 5 gramos de agua?

Sabiendo todo esto, determine, por el principio de Arquímedes, usando la balanza hidrostática, el volumen de los siguientes cuerpos: una piedra, una goma, un corcho, etc.

2) Averigüe el volumen de esos mismos cuerpos, por este procedimiento más rápido y sencillo: Tome una probeta graduada y llénela con agua hasta cierta graduación. Introduzca en el agua el cuerpo cuyo volumen desea conocer. La cantidad de agua desalojada, que puede apreciarse leyendo la graduación de la probeta, da directamente el volumen. Compare los resultados obtenidos por uno y otro procedimiento. (Fig. 26).

3) Pese un pedazo de fierro y anote en su Cuaderno de Física, su valor. Averigüe, en seguida, su volumen y anote también su valor. Proceda a dividir el primer valor por el segundo (el peso dividido por el volumen) y obtendrá un valor constante, siempre que se trate del mismo cuerpo, que se llama PESO ESPECÍFICO.

Proceda a averiguar el peso específico del vidrio, del corcho u otra materia. ¿Se podrá, por este método determinar el peso específico del azúcar, de la sal, del algodón? ¿Por qué?

4) Llene con agua un vasito de vidrio hasta cierta marca y determine su peso. Haga lo mismo, en seguida, con mercurio, o aceite, o alcohol, o leche y anote los respectivos pesos. ¿Qué ha podido observar?

Siendo el volumen igual de todos estos líquidos, ¿qué indicarán estas pesadas distintas?



Fig. 26

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Determinación del volumen.—Al sumergirse un cuerpo tiene que hacerse cabida en el seno del líquido y de aquí resulta que tiene que desalojar una cantidad líquida que está, naturalmente, en equivalencia con su volumen.

Esto nos da un procedimiento sencillo para determinar el volumen de un cuerpo cualquiera. Para resolver experimentalmente la determinación del volumen de un cuerpo se procede a colgarlo del platillo de una balanza y averiguado su peso en el aire se le sumerge en agua a 4 grados y se procede a restablecer el equilibrio. El número de gramos que han sido necesarios para restablecer tal equilibrio nos da el volumen en centímetros cúbicos, pues sabemos que **un gramo-peso equivale a un centímetro cúbico de agua a 4 grados**. Se puede averiguar también el volumen por un método más sencillo, aun, que indicamos en la experiencia 2) de la presente lección.

Determinación del peso específico.—Conocido el peso de

un cuerpo y su volumen se puede determinar su **peso específico**. Para esto basta dividir su peso por su volumen:

$$\text{PESO ESPECIFICO} = \frac{\text{PESO}}{\text{VOLUMEN}} = \frac{10 \text{ Kg}}{1 \text{ cm}^3} =$$

El peso se determina por la balanza y el volumen por uno de los procedimientos conocidos. Si resulta para el peso específico un valor mayor que 1 quiere decir que se trata de un cuerpo más denso que el agua, que se toma como valor de comparación. Si resulta menor que 1 quiere decir que es menos denso que el agua.

El peso específico de los líquidos puede averiguarse rápidamente por medio de los **densímetros**, que son cuerpos flotantes, generalmente, de vidrio y que poseen la correspondiente graduación. Para saber el peso específico basta observar qué graduación coincide con el nivel del líquido. Se construyen también **Lactómetros**, **Alcoholímetros**, etc., con que se averigua el peso específico de la leche, alcohol, etc., y por lo tanto la pureza que poseen.

El conocimiento exacto del peso específico de los cuerpos tiene una gran importancia comercial y económica, pues por este dato se puede controlar la pureza de muchas sustancias que generalmente se adulteran como ser: aceites, grasas, alcoholes, ácidos, etc.

C—APLICACIONES PRÁCTICAS

1. Construcción de un lactómetro

Tome un tubo vacío de aspirina o un tubo de ensayo y lástrelo con algunas municiones o piedrecillas en el fondo, de modo que quede, vertical, al sumergirlo en un líquido.

Apriete con papel u otro cuerpo el lastre para que no se mueva. Proceda, ahora, a la graduación del aparato para que sirva como indicador de la pureza de la leche. Tome leche pura y sumerja el lactómetro haciéndole una marca al nivel de la leche. Tome después $\frac{3}{4}$ de leche y $\frac{1}{4}$ de agua. Después mitad leche mitad agua y gradúe el lactómetro. Después $\frac{1}{4}$ leche y $\frac{3}{4}$ agua. Finalmente tome agua pura y gradúelo también. Si la graduación se hace en un papel que se pega por el interior del tubo queda imborrable. (Fig. 27.).



Fig. 27

Averigüe con este aparato la pureza de la leche que beben en su casa. Basta para esto introducir el lactómetro en la leche y leer la graduación del caso.

LECCION N.º 10

LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Materiales: *una máquina neumática—un globo de vidrio—una balanza con sus pesas—un tubo de vidrio—los hemisferios de Magdeburgo—un vaso con agua—nn papel.*

A.—OBSERVACIONES

- a) ¿Hasta qué altura han subido los aeroplanos? ¿Por qué no pueden ir más arriba?
- b) ¿Por qué no se alejará el aire de la tierra siendo que los gases tienden a expandirse?
- c) ¿A qué se debe el color azul del cielo?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Tome un globo de vidrio adaptable a la máquina neumática, y pé-selo con aire. Sáquele, en seguida, el aire de acuerdo con las instrucciones de su profesor y vuelva a pesarlo. ¿Nota alguna diferencia en la pesada? ¿Qué consecuencia saca de este experimento? Si no existen estos aparatos proceda así: tome un bladder (goma interior de una pelota de foot-ball) y pé-selo vacío. Anote su peso. Proceda, en seguida a llenarlo con aire, amarrando con un hilo el escape. Pé-selo nuevamente. ¿Qué observa si compara ambos pesos? ¿A qué se debe el mayor peso?

2) Chupe un tubo cerrado y tápelo con la lengua. ¿Qué observa? ¿A qué se debe esto?

3) Chupe un tubo de vidrio sumergido en agua. ¿Qué sucede? ¿Y por qué?

4) Llene completamente una copa con agua, tápela con un papel terso e inviértala. ¿Qué sucede? ¿Por qué pasa esto? (Figura 28).

5) Ensaye despegar dos hemisferios que pueden ajustarse herméticamente (hemisferios de Magdeburgo) y luego proceda a sacarles el aire con la máquina neumática siguiendo las indicaciones de su profesor. Cuando haya sucedido esto trate de despegar ahora tales hemisferios. ¿Qué sucede? ¿A qué se deberá esto? NOTA. (Si no se dispone de tales hemisferios ni de máquina neumática proceda a hacer lo siguiente: tome dos

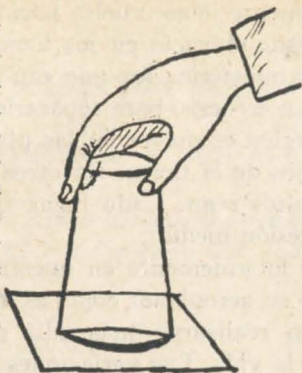


Fig. 28.

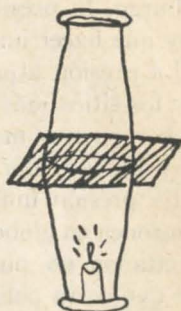


Fig. 29.

vasos altos (cerveceros) cuyas bocas ajusten bien. Ponga una vela corta o un algodón con alcohol en el fondo de un vaso. Encienda la vela o el alcohol, tape el vaso con un papel húmedo y coloque, encima, el otro vaso de modo que se ajusten los respectivos bordes. Tan pronto como se apague la vela o el alcohol levante el vaso superior. ¿Qué se puede observar? ¿Cómo se explica este fenómeno? (Fig. 29).

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

La presión atmosférica.—El aire envuelve la tierra a modo de una capa cuyo espesor se ignora. Recibe el nombre de **atmósfera**. Descansa sobre la superficie de la tierra ejerciendo una considerable presión llamada «**presión atmosférica**» que se ha calculado en **más de un kilogramo por cada centímetro cuadrado**. Es tan grande esta presión que una persona de mediana altura soporta al rededor de 16,000 kilogramos. Como esta presión se efectúa en todo sentido no deja sentir sus efectos.

Fenómenos producidos por la presión atmosférica.—La presión atmosférica es la que hace subir el agua por un

tubo en el cual se ha hecho un vacío; impide que caiga el agua de un vaso completamente lleno, vuelto hacia abajo y tapado con un papel. Haciendo el vacío en los hemisferios de Magdeburgo, la presión atmosférica los une tan fuertemente que hay que hacer un gran esfuerzo para separarlos.

La presión atmosférica es mayor en las playas marinas por ser los sitios más bajos de la tierra. En otros lugares es tanto menor cuanto más altos sean. Cada lugar tiene una presión más o menos fija (presión media).

La presión influye enormemente en nuestra salud. Las ascensiones en globos o en aeroplanos como así mismo a las altas montañas no pueden realizarse más allá de cierta altura, sin que corra peligro la vida. Las variaciones de la presión atmosférica, en un mismo lugar, influyen enormemente en el estado de nuestro ánimo: cuando la presión está alta nos da sensación de alegría y cuando está baja nos vuelve nerviosos y cansados (días pesados).

La presión atmosférica influye fundamentalmente en nuestra vida, puesto que sin ella sería imposible la entrada del aire a los pulmones.

LECCIÓN N.º 11

LOS BARÓMETROS Y SUS APLICACIONES

Materiales: *un tubo barométrico—mercurio—una cubeta—una regla graduada o un metro—un soporte—un barómetro metálico.*

A.—OBSERVACIONES

- ¿Cómo es el barómetro que conoce Ud.?
- ¿Para qué sirve el barómetro?
- ¿Con qué vientos tenemos en nuestro país peligro de mal tiempo? ¿Con cuáles, posibilidad, de buen tiempo? ¿Por qué?
- ¿Cómo se podría anunciar el estado del tiempo sin tener un barómetro?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Llene totalmente con mercurio el tubo barométrico. Coloque un dedo en el extremo abierto del tubo e inviértalo en una cubeta que contiene este mismo líquido y quite, finalmente, el dedo. ¿Qué observa? ¿Qué fuerza sostiene el mercurio, hasta cierta altura, dentro del tubo? Mida con el metro la altura exacta de esta columna mercurial. La presión que ejerce esta columna de mercurio, ¿a qué otra presión será igual? Fig. 30.

2) Calcule la altura que tendrá una columna de agua para poder equilibrar a la presión atmosférica. Parta de la base de que el agua es 13,6 veces más liviana que el mercurio.

3) Aprenda al manejo de los barómetros siguiendo las indicaciones de su profesor.

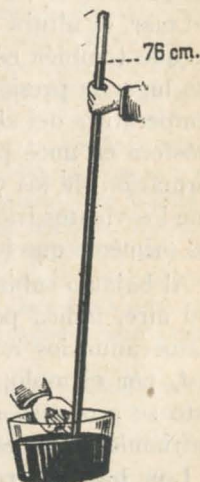


Fig. 30—La columna mercurial es sostenida por la presión atmosférica y la presión que ejerce equivale a la presión atmosférica.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Cómo se midió la presión atmosférica.—Al físico italiano Torricelli (1608-1647) se le ocurrió medir la presión atmosférica por medio de la presión de la columna mercurial del tubo barométrico. La altura de la columna de mercurio es de 76 cm a orillas del mar. Tal columna ejerce una presión de **1,033 kilogramos por centímetro cuadrado**, que es, naturalmente, la misma que ejerce la atmósfera. Tal presión se llama **presión normal**. En otros lugares que no son las orillas del mar, la altura mercurial es menor de acuerdo con el hecho de que también es menor la presión atmosférica. En un mismo lugar la presión atmosférica sufre variaciones debidas a la temperatura del aire. En efecto, el calor solar calienta la atmósfera en unos puntos más que en otros, lo cual provoca la formación de los vientos. Los vientos tibios son más livianos que los vientos fríos, a pesar de que tienen más vapor de agua los primeros que los segundos.

Al bajar o subir la columna mercurial, según las condiciones del aire, indica posibles variaciones en el estado del tiempo. Estos anuncios no son, sin embargo, completamente seguros. Así, por ejemplo, el barómetro puede indicar lluvia sin que esto se produzca sencillamente porque no se ha producido el enfriamiento necesario del vapor de agua de la atmósfera.

Los barómetros.—Los barómetros sirven para medir la presión atmosférica. Existen varias construcciones de **barómetros de mercurio** todas las cuales pecan por ser poco manuales. Este inconveniente lo evitan los **BARÓMETROS METÁLICOS**, cuya parte esencial y sensible a las variaciones de la presión atmosférica, es un disco hueco de paredes delgadas en que se ha hecho el vacío. Tal disco está en comunicación, por medio de palancas, con una aguja que gira sobre un cuadrante, graduado de acuerdo con un barómetro de mercurio con el cual hay que hacer siempre la confrontación.

Altímetros.—Los barómetros no sólo sirven para medir la presión atmosférica sino que sirven también para medir alturas por aquello de que desciende la columna mercurial a medida que se va ascendiendo. La experiencia ha demostrado que por cada milímetro que baja la columna mercurial, se asciende más o menos 10,5 m. Por lo menos tal cosa pasa en las capas inferiores del aire. Los aparatos contruídos en forma metálica con tal fin, llámanse **altímetros** y hallan gran empleo en la aeronavegación.

Datos históricos.—Los antiguos concedieron poca importancia y crédito a la pesantéz del aire. Si es verdad que Aristóteles la aceptó en principio no supo explicar los fenómenos en que obra. Hasta el siglo XVII se aceptó la teoría del «**horror al vacío**» para explicar los fenómenos debidos a la presión atmosférica. Según esta teoría la Naturaleza tendería a llenar todo espacio vacío por el sólo hecho de estarlo.

En 1630, un hecho vulgar (la no subida del agua en una bomba a más de 10 metros, aun cuando existía un vacío en el tubo) dió motivos para ser estudiada la presión atmosférica por hombres tan sabios como Galileo y Torricelli. Galileo no logró hallar la causa, pero sí su discípulo Torricelli. Este pensó que era sólo la presión del aire y no el horror al vacío la causa de la ascensión del agua en las bombas. Pensó, además, que si se empleaba un líquido más denso que el agua, mercurio, por ejp., éste debía subir mucho menos. Procediendo a realizar las experiencias logró comprobar la exactitud de sus racionios, (1643).

Pocos años más tarde (1648) el célebre Blas Pascal logró demostrar experimentalmente, por medio del barómetro de Torricelli, que la presión atmosférica era mayor en la llanura que en las cumbres de las montañas.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1) Realice una serie de observaciones, a una hora fija del día, en el barómetro de su casa o del Liceo. Haga un cuadro de sus anotaciones y calcule la presión atmosférica media en una semana o un mes.

De este modo sabrá Ud. cual es la **presión media** en el lugar en que vive.

LECCIÓN N.º 12

AIRE COMPRIMIDO. — LAS BOMBAS

Materiales: *un tiesto con agua—una campana de vidrio o una copa—una bomba aspirante—una bomba impelente.*

A.—OBSERVACIONES

- a) ¿Qué aparatos conoce Ud. que funcionen con aire comprimido?
- b) Si sumerge una botella o vaso verticalmente, en un tiesto con agua, ¿por qué no entra ésta, en su interior?
- c) Llene de aire un saco de papel, cierre, en seguida, su abertura y déle un golpe violento sobre alguna superficie. ¿Qué sucede y por qué?
- d) Trate de hacer entrar un corcho de menor grosor en el gollete de una botella, con un golpe de viento bucal, manteniendo la botella horizontalmente. ¿Qué pasa y por qué?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

- 1) Tome una **bomba aspirante** vea sus partes principales, anote los nombres que le dé su profesor, y haga el correspondiente dibujo. Hágala, en seguida, funcionar, ¿Qué fuerza hace subir el agua en la bomba? ¿Hasta qué altura podría subir? ¿Qué uso dan a las bombas?
- 2) Haga funcionar una **bomba impelente**, según las indicaciones de su profesor. ¿Qué diferencia observa entre ésta y la otra bomba en cuanto a su forma y a su funcionamiento? ¿Cuál de las dos llena mejor su oficio de levantar agua? ¿Qué bomba conoce que mueva gases, en vez de agua?

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Aplicaciones del aire comprimido.—El hombre ha logrado, artificialmente, mediante fuertes compresiones aumentar la presión con que puede obrar el aire y aprovechar su

fuerza en muchos aparatos que realizan fuertes trabajos, tales como frenos automáticos, usados en trenes y tranvías; campanas de inmersión: bombas de compresión; fusil de aire; neumáticos de bicicletas y automóviles; máquinas perforadoras; martillos automáticos, etc.

No sólo ha hecho esto con el aire sino también con otros gases de utilidad práctica, como ser: oxígeno, gas carbónico, amoníaco, gas de alumbrado, acetileno, etc., logrando, por medio de la compresión, encerrar grandes cantidades en espacios reducidos. Es natural que los tientos que los encierran son muy resistentes para poder soportar la presión interior. Se construyen de acero y se les da, generalmente, forma cilíndrica.

La experiencia de la copa sumergida con aire en el agua dió ideas para construir «**la campana de inmersión**» con la cual es posible trabajar, en seco, dentro de ella, en el fondo de los ríos y hasta cierta profundidad en el mar.

Las bombas.—Las BOMBAS son aparatos que permiten mover líquidos o gases aprovechando algunas veces la presión atmosférica o la presión de gases comprimidos (bombas contra incendio, bombas de compresión, etc.).

Las bombas más comunes son la ASPIRANTE y la IMPELENTE y combinaciones de ambas. Las partes principales que se distinguen en una bomba cualquiera son: el «**cuerpo de bomba**» dentro del cual se mueve ajustadamente un «**émbolo**» y «**válvulas**» que regulan la entrada y salida del agua o gas que se pone en movimiento. Además existe un «**tubo de aspiración**» y otro de «**salida**». Fig. 31.

Funcionamiento.—Cuando se mueve el émbolo hacia arriba, se produce un vacío dentro del cuerpo de bomba que per-

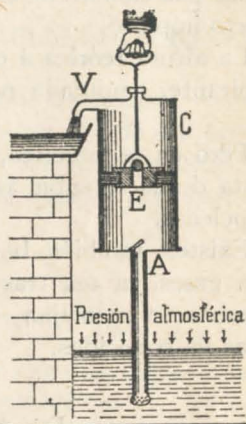


Fig. 31.—Bomba aspirante.
A = tubo de aspiración;
E = émbolo;
C = cuerpo de bomba;
V = tubo de salida.

mite ascender al agua, empujada por la presión atmosférica, abrir la válvula y llenar el cuerpo de bomba. Al bajar el émbolo se cierra la válvula del tubo de aspiración y se abre la que hay en el émbolo, pasando toda el agua sobre el émbolo. Al levantar nuevamente el émbolo, arroja afuera el agua que está sobre el émbolo, en tanto que llena nuevamente de agua el cuerpo de bomba.

Una bomba importante es la «**bomba contra incendio**» que posee una cámara de aire comprimido, para lanzar el agua con cierto impulso.

La altura teórica a que puede levantar el agua una bomba aspirante, empujada por la presión atmosférica, es de 10,33 m.

Pero en la práctica, sólo alcanza a unos 8 m. Cuando se trata de hacer subir agua a mayor altura se usa una bomba impelente.

Existen, también, bombas que, en vez de mover agua, mueven gases, ya sea trasvasijándolos o comprimiéndolos. Tales bombas se asemejan, en su construcción y funcionamiento, a las ya conocidas.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1) Haga una bomba aspirante, como ser una jeringa, ya sea de un tubo de ensayo que puede aguzar a la llama, en clase de Química, o de alguna caña hueca.

2) Visite un cuartel de bomberos e indague datos sobre el funcionamiento de la bomba contra incendio.

3) Recorte dibujos de máquinas de aire comprimido y péguelos en su «Cuaderno de Física», en el capítulo correspondiente.

4) Si el agua de un pozo está a la profundidad de 15 m. ¿Qué bomba compraría usted? ¿Por qué?

II.-CALOR

LECCIÓN N.º 13

DILATACIÓN DE LOS CUERPOS Y SUS APLICACIONES

Materiales: *un pirómetro— un anillo de Gravezande — una lamparilla de alcohol—alcohol de quemar—un matraz con tapón atravesado por un tubo largo—un soporte con rejilla metálica— un tiesto para calentar agua—un tubo de ensayos con tapón y tubo de vidrio con una gota de tinta.*

A.— OBSERVACIONES

- a) ¿Por qué se dejan pequeños intervalos entre los rieles del ferrocarril?
 - b) ¿Para qué se echa agua al radiador de los automóviles?
 - c) ¿Por qué se levantan las planchas de zinc de los techos en el verano?
- ¿Cómo se puede remediar este inconveniente?

d) ¿Para qué se calienta la llanta de fierro que se pone a las ruedas?

e) ¿Cómo destaparía un frasco de vidrio cuyo tapón está apretado, si la fuerza muscular es insuficiente?

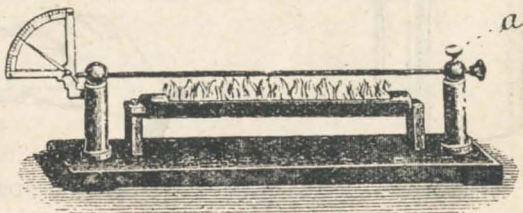


Fig. 32. Pirómetro. Fijando la varilla por el extremo A se dilata por el otro extremo y mueve la aguja del cuadrante.

f) ¿Por qué los relojes de péndulo metálico atrasan la hora en el verano y la adelantan en el invierno?

g) ¿Por qué los puentes de fierro se dividen, cuando tienen cierta longitud, en secciones que descansan sobre rodillos de acero?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

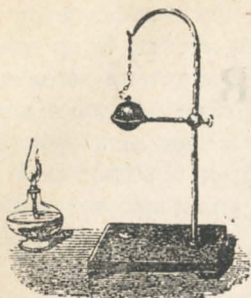


Fig. 33.

1) Tome un «pirómetro» y atendiendo las indicaciones de su profesor sobre su funcionamiento, proceda a calentar la varilla metálica del caso. ¿Qué se observa? ¿A qué se debe esto? ¿En qué sentido se ha verificado, especialmente, el crecimiento o «**dilatación**»? Repita la experiencia con varillas de otro metal. ¿Qué se observa, siempre? Fig. 32.

2) Tome el «anillo de Gravezande» y examine si la esfera colgante puede pasar fácilmente por el anillo. Calíentela en seguida, y haga la misma prueba. ¿Qué sucede? ¿En qué sentido se ha verificado, en este caso, la dilatación? —

¿Cuántas formas de dilatación existen en los sólidos? Fig. 33.

3) Pese la esfera del anillo de Gravezande antes y después de calentarla. ¿Qué diferencia se nota en la pesada? ¿Qué es lo que ha aumentado, entonces, al calentarse la esfera?



Fig. 34.—Dilatación de un líquido.

4) Llene completamente un matraz chico con agua coloreada, tápelo con el tapón con tubo largo, y marque el nivel a que llega el agua. Proceda, en seguida, a calentar el matraz introduciéndolo en agua caliente y observe lo que sucede. ¿A qué se debe esto? ¿En qué sentido se verifica la dilatación del agua? ¿Qué dilatación tiene un cuerpo líquido? Fig. 34.

5) Tome un tubo de ensayo u otro tiesto (botella),

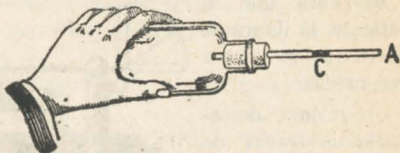


Fig. 35.—Dilatación de un gas.

tápelo con un tapón atravesado con un tubo doblemente encorvado en el que se pone un poco de agua coloreada. ¿Qué cuerpo ha quedado encerrado en el interior del tubo de ensayo? Caliente dicho tubo, sólo con el calor de la mano. ¿Qué se observa? ¿Qué clase de dilatación es ésta? Fig. 35.

6) Compare la sensibilidad para el calor de los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos. ¿Qué cuerpos son más sensibles?

Nombre algunas aplicaciones de la dilatación.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Cómo se explica la dilatación. — Los cuerpos pueden considerarse como agrupaciones de infinitas partículas llamadas «**moléculas**» que se hallan unidas por la **fuerza de cohesión**: Las moléculas conservan, a pesar de esta unión, cierta libertad para moverse dentro de un límite, naturalmente, muy pequeño. Ahora bien cuando obra el calor sobre un cuerpo la primera consecuencia que produce es avivar el movimiento de las moléculas, las cuales tienden a separarse, esto es, oscilar dentro de un espacio mayor.

De este modo resulta el crecimiento o «**dilatación**» del cuerpo que es siempre en todo sentido (dilatación cúbica); sólo cuando predomina una dimensión, por ej., el largo, la dilatación puede apreciarse mejor en ese sentido («dilatación lineal»). Esta dilatación sólo se observa en los sólidos.

Demostración de la dilatación.—La demostración experimental de la dilatación, en los sólidos, puede hacerse por el «pirómetro», (dilatación lineal) y por el «anillo de Gravezande» (dilatación cúbica). Ambos aparatos pueden fabricarse sencillamente, como se indica más adelante.

La dilatación de los líquidos, que es cúbica, se demuestra por un matraz lleno de un líquido (agua, por ej.), coloreada para hacerla más visible, a cuyo tapón se ajusta un tubo de cierto largo. La dilatación de los gases, que también es cúbica, se comprueba mediante un tiesto cualquiera a cuyo tapón se ajusta un tubo con una gota de agua coloreada o tinta. Basta el calor de la mano, aplicado al tiesto, para dilatar el gas (aire) y mover la gota coloreada.

Ley de la dilatación:—En conclusión, **todos los cuerpos se dilatan por medio del calor.**

Un asunto muy importante es establecer que la dilatación de los cuerpos no produce un aumento de masa o materia sino que solamente un aumento de volumen o tamaño.

Aplicaciones de la dilatación.—La dilatación tiene numerosas aplicaciones prácticas como en la colocación de las llantas de las ruedas, aflojamiento de un tapón de vidrio esmerilado, elevación de globos con aire caliente, etc. Debe tomarse, también, muy en cuenta en el tiraje de las chimeneas, en la construcción de las líneas férreas, telegráficas, techumbres de metal, péndulos de relojes, puentes y construcciones de hierro, etc.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1. Construcción de un pirómetro

Sobre un pie de madera o base (15×40 cm), fije dos trozos verticales de 10 cm. (cuadrados o redondos) a una distancia conveniente. Perforelos para pasar la varilla metálica destinada a calentarse.

La varilla se fijará por el tornillo A. Constrúyase un cuadrante graduado que lleve también una aguja indicadora, en la forma de la fig. 32.

El funcionamiento de este aparato fué aprendido en clase.

2. Construcción de un anillo de Gravezande

Sobre una base de madera de 10×10 cm. fije a un lado un pie vertical acodado del cual pueda pender una cadena y un cuerpo esférico (un bolito, metálico, perilla de catre). Fabrique un anillo de alambre que tenga el mismo diámetro del cuerpo y esférico y fíjelo al pie vertical. (Fig. 33).

LECCIÓN N.º 14

LOS TERMÓMETROS

Materiales: *un termómetro centígrado u otro cualquiera—un tiesto con hielo machacado—un matraz—un soporte con rejilla metálica—una lamparilla de alcohol si no hay gas—un vaso con agua—un termómetro clínico—tres vasos con agua fría, tibia y muy caliente.*

A.—OBSERVACIONES

a) ¿Para qué sirven los termómetros? ¿En qué casos ha visto emplearlos?

b) Para averiguar la temperatura de su cuerpo. ¿En qué parte coloca el termómetro? ¿Cuántos grados de calor tiene normalmente su cuerpo? ¿Cómo sabría Ud. si tiene fiebre?

c) Observe qué temperatura ambiente marca el termómetro de la clase o de su casa, en este momento. ¿Qué sabe de la temperatura de las distintas regiones de la tierra? ¿Qué regiones son, por su temperatura, más favorables al hombre? ¿Cómo es, al respecto, nuestro país?

d) ¿Cómo calcularía la temperatura media de su pueblo en una semana, en un mes, en un año?

e) Examine cuántos grados tiene el termómetro de la sala de clase o de su casa. ¿Conoce otros termómetros con más o con menos grados?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Tome tres vasos: el primero con agua fría (ordinaria); el segundo con agua tibia (unos 35 grados) y el tercero con agua caliente (unos 50 grados). Meta una mano en el agua fría y luego en el agua tibia. En seguida, en el agua caliente y nuevamente en el agua tibia. ¿Qué impresión de temperatura experimenta en los dos casos? Meta la mano izquierda en agua tibia. ¿Qué impresión experimenta? ¿Cómo son, en cuanto a exactitud, las impresiones de temperatura que nos da el tacto?

2) Tome un termómetro y caliente con la mano su cubeta de mercurio. ¿Qué sucede? Colóquelo en seguida, en agua fría ¿Qué ocurre con la columna de mercurio? ¿En qué ley, conocida ya por Ud., se fundan los termómetros?



Fig. 36.—Termómetro sumergido en vapores de agua hirviendo.

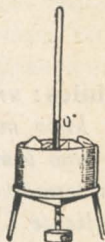


Fig. 37.—Termómetro sumergido en hielo fundente.

3) Introduzca el termómetro en hielo machacado y observe la graduación que marca. ¿Cuál es la temperatura indicada? Fig. 37. Caliente agua, en seguida, y expóngalo a los vapores del agua hirviendo, muy cerca de la superficie. ¿Qué temperatura marca definitivamente? Fig. 36.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Termómetros.—Los termómetros son aparatos que sirven para apreciar la temperatura de los cuerpos. Fueron inventados en los siglos 17 y 18 y llevan, generalmente, el nombre de sus inventores.

Están fundados en el hecho de que si más se calienta un cuerpo, más se dilata; o al contrario, si más se le enfría, más se contrae. Por lo tanto, se pueden construir termómetros con cualquiera substancia, puesto que todas se dilatan o contraen según la temperatura. Se ha preferido el mercurio por su regularidad y sensibilidad para dilatarse. Con este termómetro no se pueden medir temperaturas muy altas porque el mercurio hierve; ni muy bajas, porque se conjela. En tales casos se usan

otros termómetros: «**los pirómetros**», para las altas temperaturas y los «**termómetros de toluol**», para las bajas.

Graduación.—La construcción de un termómetro es sencilla. Se usa un tubo de vidrio, capilar (del grosor de un pelo) ensanchado en un extremo y abierto en el otro. Para introducir el mercurio es preciso arrojar el aire interior, lo que se consigue calentando el tubo. Se introduce, en seguida, el extremo abierto en el mercurio y éste sube empujado por la presión atmosférica. Repitiendo esta operación se concluye por llenarlo hasta el límite conveniente. Finalmente se calienta fuertemente el mercurio para que, al dilatarse hasta el extremo del tubo, arroje totalmente el aire. Se suelda, entonces, a la llama y queda listo para graduarlo.

Para hacer la graduación se parte de fenómenos que se realizan siempre a una misma temperatura. Se ha escogido la temperatura a que se funde hielo y se ha designado por el valor **0** y la temperatura a que hierve el agua, a orillas del mar, se ha designado por el valor **100**, Dividiendo este espacio (entre 0 y 100) en partes iguales resultan así los *grados termométricos*. Un termómetro como este se llama *Centígrado* o de *Celsius*, su inventor. El termómetro puede graduarse más allá de 100 y más allá de 0, resultando en éste *último* caso, los grados negativos.

Clases de termómetros.—Existen otros termómetros de mercurio cuya diferencia está en el número de grados: el de **Reaumur**, tiene **80** grados y el de **Fahrenheit**, **212** grados. El Primero es usado en Francia y el segundo en Inglaterra, Holanda y Estados Unidos.

En los tres termómetros de mercurio los puntos **100**, **80** y **212** equivalen a la temperatura de ebullición del agua; los puntos **0** a la del hielo, menos en el de Fahrenheit cuyo **0** lo marcó **32** grados más abajo (temperatura que obtuvo con una mezcla frigorífica de hielo y sal amoníaco).

Según los usos, existen otras clases de termómetros: los

clínicos usados para determinar la temperatura del cuerpo humano; los de *máxima y mínima* para determinar automáticamente, las temperaturas extremas que pueden haber en el día.

Datos históricos.—El primer termómetro fué inventado por el holandés Cornelio Drebbel y fué usado en Alemania, en 1621. Consistió en un tubo de vidrio cerrado por un extremo, lleno de aire y sumergido, verticalmente, en un líquido. Las variaciones de la temperatura ambiente obraban haciendo bajar o subir el líquido dentro del tubo. La mayor dificultad del termómetro consistió en hallar para su graduación dos puntos fijos y comunes para todos los lugares de la tierra.

Isaac Newton fué el primero que señaló dos puntos de graduación más o menos fijos para todas partes: la temperatura del cuerpo humano y la del hielo. Construyó un termómetro en que empleó aceite de linaza como sustancia dilatable en un tubo sin aire y dividió en 12 partes o grados el espacio entre los dos puntos fijos, ampliando en seguida la graduación más allá de esos puntos. Fué el físico francés Amontons quien señaló como puntos fijos más precisos la temperatura de ebullición del agua y la temperatura del hielo. Construyó un termómetro con aire, como sustancia dilatable.

Pero el que perfeccionó definitivamente el termómetro fué, sin duda, Gabriel Fahrenheit, quien usó mercurio como sustancia dilatable y como puntos fijos las temperatura de ebullición del agua y la de una mezcla frigorífica para evitar los grados bajo cero.

El hecho de mantener el inventor cierto secreto en las proporciones de la mezcla frigorífica obligó a algunos físicos como Reamur y Celsius a innovar en el punto inferior de graduación de los termómetros, tomando una temperatura más fija y común: la del punto de fusión del hielo, que se designó por 0. Tales termómetros, desde entonces (1730) no han experimentado variaciones.

LECCION N.º 15

FUSION.—EVAPORACION.—ALGUNOS FENOMENOS METEOROLÓGICOS

Materiales: *un trozo de hielo—un plato—cera—una cápsula de porcelana — una lamparilla de alcohol—un vaso—un soporte con rejilla—un termómetro—éter—alcohol—dos vasos graduados—un tubo de ensayos—un tubo de vidrio.*

A.—OBSERVACIONES

- a) ¿Qué fenómenos puede producir la humedad del aire?
- b) ¿Cómo se puede predecir la lluvia? ¿Qué influencias tienen los bosques en la frecuencia de las lluvias? ¿Por qué llueve más en el Sur que en el Norte del país?
- c) Describa una nevazón si ha tenido ocasión de verla. ¿Qué perjuicios pueden producir las heladas, el granizo?
- d) ¿Qué se observa al echar el aliento sobre un espejo? ¿Qué sucede a los vidrios de la ventana del dormitorio, en las mañanas de invierno? ¿Por qué se ve en invierno el vapor de agua de la respiración y no se ve en el verano?
- e) ¿Qué siente Ud. al salir del baño, al aire libre? ¿Por qué no es conveniente exponerse a corrientes de aire si se está transpirando?
- f) Describa la circulación de las aguas en la naturaleza.

B.—EXPERIMENTOS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

- 1) Coloque al calor solar un pedazo de hielo sobre un plato. ¿Qué se observa después de un momento?
Caliente un pedazo de cera en una cápsula. ¿Qué sucede?
¿A qué estado físico pasan los cuerpos sólidos por la acción del calor? ¿Cómo se llama este fenómeno?
Si tuviera que solidificar un cuerpo líquido, ¿cómo lo conseguiría? Re-

cuerde qué se hace con el agua para convertirla en hielo; cómo se fabrican los helados.

2) Deje al calor solar, en sendos vasos graduados, iguales cantidades de agua y alcohol y observe lo que sucede después de un momento. ¿En qué líquido ha sido más rápido el fenómeno? ¿Cómo se llama el paso del estado líquido al gaseoso? Compare la rapidez con que se seca el suelo mojado por una lluvia cuando sopla viento y cuando existe calma. ¿Qué viento es más secante en nuestro país? ¿Por qué? ¿Qué causas influyen en el fenómeno de la evaporación?



Fig. 38. — La corriente de aire acelera la evaporación del éter.

3) Vierta un poco de éter o de alcohol sobre la mano. ¿Qué siente? Introduzca un tubo de ensayo con un poco de agua, en cierta cantidad de éter. Anote la temperatura del agua y sople, en seguida, a través del éter, mediante un tubo. ¿Qué observa? ¿Qué fenómeno acompaña a la evaporación? (Fig. 38).

4) Eche hielo en un vaso bien seco. ¿Qué observa, después de un momento, en su exterior? ¿Qué prueba esta experiencia? ¿De dónde sale la humedad que existe en la atmósfera?

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Cambios del estado físico de los cuerpos. — Los cuerpos están formados por moléculas unidas por la fuerza de cohesión. El calor tiende a destruir esta fuerza y resulta, como primer fenómeno, la dilatación, que es un aumento de volumen. A medida que aumenta el calor la fuerza de cohesión se va debilitando hasta que llega un momento en que el cuerpo no puede mantenerse en el estado sólido y pasa, entonces, al estado líquido. Si continúa obrando el calor se termina por anular completamente la fuerza de cohesión de las moléculas del líquido, las cuales quedan en libertad. El cuerpo pasa, entonces, del estado líquido al estado gaseoso. Cuando este paso se hace lentamente y a cualquiera temperatura se llama *evaporación* y cuando es rápido y a temperatura determinada se llama *ebullición*.

Frío de evaporación.—El frío que produce un cuerpo líquido al evaporarse se explica por la absorción de calor que necesita hacer para cambiar de estado. En el frío de evaporación se fundan algunos aparatos que fabrican hielo. La experiencia 3) se refiere a este asunto.

Fenómenos meteorológicos.—Las cantidades de vapor de agua existentes en la atmósfera son enormes. La cantidad de vapor de agua que puede contener un volumen dado, por ejemplo, 1 m³ (metro cúbico), es muy variable. Depende de la temperatura. Mientras más alta es, mayor es la cantidad que puede contener. Un aire caliente que se enfría devuelve una parte de vapor que pasa a condensarse y a producir algunos fenómenos como el rocío, la escarcha, las nubes, la lluvia, la nieve, etc.

Rocío.—La experiencia del vaso con hielo que se humedece por fuera nos explica este fenómeno que se observa en las mañanas de Primavera y Otoño, y que consiste en pequeñas gotas de agua depositadas sobre las hierbas y el suelo. En efecto, el rocío se forma por la condensación del vapor de agua de las capas de aire que se hallan en contacto con el suelo que ha sufrido un mayor enfriamiento durante las noches despejadas.

Escarcha o helada.—Si el suelo se enfría demasiado, el agua que hay en su superficie y el vapor de las capas de aire que están en su contacto pasan a solidificarse formando una cubierta blanquiza sobre el suelo o los cuerpos. Tanto el rocío como la helada se forman, sencillamente, sobre la superficie de los cuerpos. No caen, como se cree generalmente.

Un viento tibio, como es el norte, evapora la helada y esto ocasiona un enfriamiento de la atmósfera que condensa el vapor formando neblinas y nubes y hasta lluvias. Tal fenómeno se conoce con la expresión de «se levantó la helada».

Nubes, neblinas.—Se deben a la condensación del vapor de agua de la atmósfera que ha sufrido algún enfriamiento formando las nubes en las regiones altas y las neblinas al nivel del suelo. En ambos casos se trata de pequeñas gotas de agua

tan finas y livianas que pueden sostenerse en el aire, dando, su conjunto, el color blanco tan conocido.

Las nubes llamadas «cirros», que tienen aspecto de copos de algodón, están formadas de agujas de hielo y existen en las altas regiones de la atmósfera; las nubes llamadas «cúmulos» tienen formas de montañas nevadas flotantes y los «nimbos» son nubes negras presagadoras de lluvia, granizo y hasta rayos.

Lluvia.— Un mayor enfriamiento de la atmósfera hace que las gotitas que forman las nubes se reúnan y aumenten su tamaño hasta tal punto que ya no pueden sostenerse en el aire y caen constituyendo la lluvia. Por lo general, estas gotitas aumentan de tamaño al caer, pero hay veces que disminuyen tanto que no alcanzan a caer al suelo. Todo depende de la temperatura que tengan las capas de aire que atraviesan.

En nuestro país llueve, generalmente, con viento Norte que viene cargado de vapores de agua de las regiones tropicales. También llueve con viento del Oeste (travesía) que viene del Pacífico. Con viento Sur, no llueve porque se trata de un aire seco y frío.

Nieve.— Si las gotitas de agua atraviesan capas aéreas muy frías se solidifican tomando aspectos de pequeños cristales o plumillas de color blanco (debido al aire aprisionado entre sus partículas) y que caen lentamente a causa de su extendida superficie.

El hecho de que neve en la montaña y llueva en el plano a un mismo tiempo, se explica por el gran frío que existe en las altas regiones de la atmósfera, frío que no existe, en tanto grado en las capas aéreas más inferiores.

El «granizo» se genera en capas aéreas muy frías.

Las nieves de las montañas constituyen un depósito de agua que da vida a los campos en el verano.

La cantidad de agua caída en las lluvias se mide por el «*pluviómetro*» y se expresa en milímetros. Así, por ejemplo, cuando se dice que ha caído 5 mm de agua se entiende que esa es la altura de la capa de agua que ha cubierto el suelo.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1) Construcción de un pluviómetro

Este se puede hacer fácilmente con un frasco de *fondo plano* y un embudo de *igual diámetro que dicho fondo*. Colocado tal aparato a la lluvia se puede medir la cantidad de agua caída en un día (24 horas) midiendo con una regla la altura del agua depositada en el fondo. Se mide en milímetros. (Fig. 39).

Si por ejemplo, tal altura es de 2 mm, esto quiere decir que ha caído tanta agua como para formar una capa sobre el suelo de ese espesor. Todo esto puede reemplazarse por un frasco o tiesto de forma de un cilindro perfecto.



Fig. 39.

2) Fabricación de una veleta

Tal aparato sirve para averiguar la dirección del viento.

Existen muchas construcciones.

Ensaye la siguiente: sobre un poste de cierta altura, expuesto al viento, fije dos listones perpendiculares, en las direcciones de los puntos cardinales.

En los extremos correspondientes clave letras de lata: N-S-O-E. La veleta misma

constrúyala sobre la base de una cuña de madera a la cual fijará una tablita a modo de cola. Prolongue la punta de la cuña por una flecha.

Abra un hoyo en la cuña, en su centro de gravedad, y hágala descansar por este punto sobre un espiga clavada en el centro del poste que lleva los puntos cardinales. (Fig. 40).

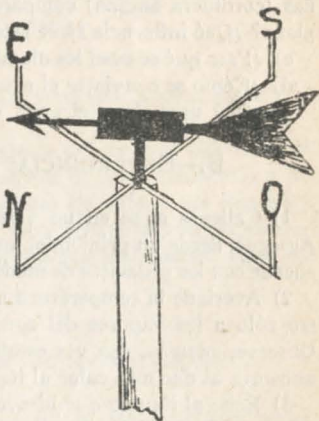


Fig. 40.

LECCIÓN N.º 16

EBULLICIÓN.—DESTILACIÓN

Materiales: *un matraz con agua—un soporte con rejilla metálica—una lamparilla de alcohol—un termómetro—un refrigerador—un alambique—un poco de aserrín—sal de comer—un vaso—un recipiente con agua—tapones—tubos de vidrio y de goma.*

A.—OBSERVACIONES

- a) Diga lo que ha observado en la ebullición del agua. ¿En qué se usa el agua hervida?
- b) ¿Qué sabe de la temperatura a que hierve el agua en las altas montañas (cordillera andina) comparada con la temperatura a que hierve en el plano? ¿Qué influencia tiene este hecho en la cocción de los alimentos?
- c) ¿Para qué se usan los alambiques? Enumere sus partes principales.
- d) ¿Cómo se convierte el agua del mar en agua dulce?
- e) ¿Qué usos tiene el agua destilada?

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

- 1) Caliente agua en un vaso o matraz sentado sobre rejilla metálica. Agregue, desde un principio, un poco de aserrín de madera y observe lo que sucede con los pedacitos de madera a medida que se va calentando el agua.
- 2) Averigüe la temperatura a que hierve el agua. (Exponga el termómetro sólo a los vapores del agua hirviente, cercanamente a la superficie). Observe, además, una vez establecida la temperatura de ebullición, si ésta aumenta al dar más calor al líquido.
- 3) Eche al líquido que hierve un poco de sal de comer; averigüe la temperatura de ebullición (punto de ebullición) y compare este valor con el que ya obtuvo en la experiencia anterior.
- 4) Haga hervir agua en un matraz o en un tubo de ensayo. Ponga un tapón no muy apretado en la boca del tiesto que hierve, evitando que salga el vapor.
¿Qué sucede? ¿Por qué pasa esto?

5) Retire el tiesto anterior del fuego y tápelo ajustadamente. Observe si el líquido continúa hirviendo. Coloque el tiesto, invertido en un recipiente con agua, como lo indica la fig. 41. de modo que quede sumergido el tapón. Enfríe el asiento del tiesto dejándole caer agua. ¿Qué observa? Trate de explicar este fenómeno.

6) Haga llegar vapores de agua hirviendo a un tiesto frío (vaso o campana). ¿En qué se transforman los vapores? Esa transformación se llama **condensación**. ¿A qué se debe la condensación? ¿Con qué aparato se puede hacer, en mayor escala esta condensación?

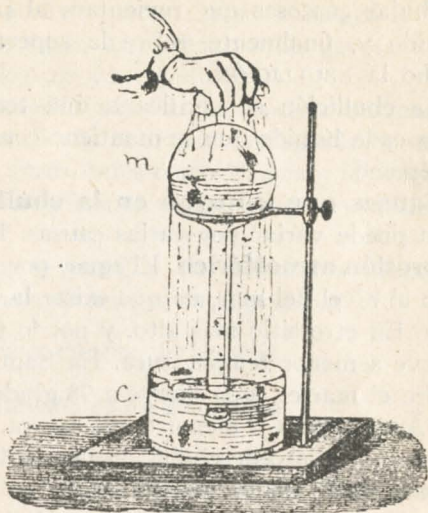


Fig. 41.

Experiencia de Franklin.

Dibuje el aparato condensador de vapores que le presente su profesor, póngale, los nombres que le indique, y atienda a las indicaciones de su funcionamiento.

7) Haga hervir agua en el matraz o recipiente del aparato condensador y agréguele un poco de sal o azúcar (substancias de sabor conocido) y alguna materia colorante como ser tinta. Condense los vapores de esta agua impura usando un refrigerador y recoja el agua que se destila (agua destilada). Compare su coloración y sabor con los que tenía antes. ¿Qué deduce de esto?

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

La ebullición.—Ya hemos dicho que la EBULLICIÓN consiste en el paso rápido del estado líquido al gaseoso. El calentamiento del líquido (agua) se hace irregularmente: primero la parte que está en contacto con el fondo, se dilata y asciende

por hacerse más liviana y bajan porciones superiores en seguida, produciéndose corrientes líquidas. (1). Luego se forman burbujas gaseosas que revientan, al principio en el seno del líquido y, finalmente, sobre la superficie, constituyendo este hecho la **EBULLICIÓN**.

La ebullición se verifica a una temperatura determinada para cada líquido que se mantiene constante mientras dura el fenómeno.

Causas que influyen en la ebullición.—Esta temperatura puede variar por varias causas. En primer lugar influye la **presión atmosférica**. El agua, por ej., hierve a 100 grados sólo al nivel del mar, en que existe la mayor presión atmosférica. En otro sitio más alto, y por lo tanto de menor presión, hierve a menor temperatura. En Santiago, que está a 535 m sobre el mar el agua hierve a 98 grados, y en la cordillera de los Andes hierve a menor temperatura. La influencia de la presión en el punto de ebullición puede demostrarse por la experiencia de Franklin que se detalla en la experiencia 5), de esta lección en que puede el agua continuar hirviendo fuera del fuego, al enfriar los vapores interiores y producir una disminución de presión.

En el punto de ebullición influye también el **estado de pureza del líquido**. En efecto si el agua se satura con sal marina el punto de ebullición se eleva a 109 grados y si se satura con nitrato de potasio se eleva a 116, para subir con cloruro de calcio hasta 179 grados.

Condensación de vapores.—Si enfriamos los vapores resultantes de la ebullición realizamos la operación llamada **condensación**. Una operación de condensación es la **destilación** que consiste en reducir un líquido a vapor y luego liquidarlo por medio del enfriamiento. Este proceso se realiza con el fin de purificar líquidos que contienen sustancias en disolución. El aparato que se emplea en la práctica se llama **ALAMBIQUE**, que consta de una «**cucúrbita o caldera**» en que se echa el líquido que se destila, el **capitel** es un tubo de comuni-

(1) Este fenómeno explicaría, en pequeño, la generación de las **corrientes marinas**.

cación que une al «**serpentín o refrigerante**» en que se condensan los vapores.

La mayor condensación de vapores que se realiza en la Tierra es la del vapor de agua, atmosférico que genera todos los fenómenos meteorológicos ya estudiados.

Licuación de gases.—No sólo se ha podido realizar la condensación de vapores. Se ha realizado también la **CONDENSACIÓN O LICUACIÓN** de gases, tales como Oxígeno, Hidrógeno, Aire, etc., sometiéndolos no sólo a un enfriamiento sino a fuertes presiones.

Tales gases licuados se guardan en resistentes tubos de acero y tienen numerosas aplicaciones en la práctica.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1. Fabricación de un alambique

La caldera no necesita fabricarse especialmente. Basta cualquier tiesto dentro del cual se puede hacer hervir el líquido. La parte más importante

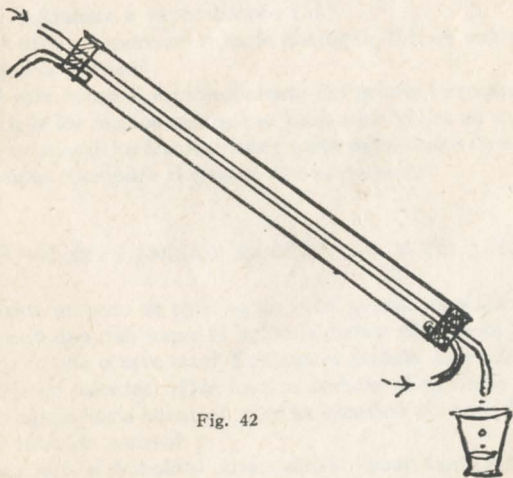
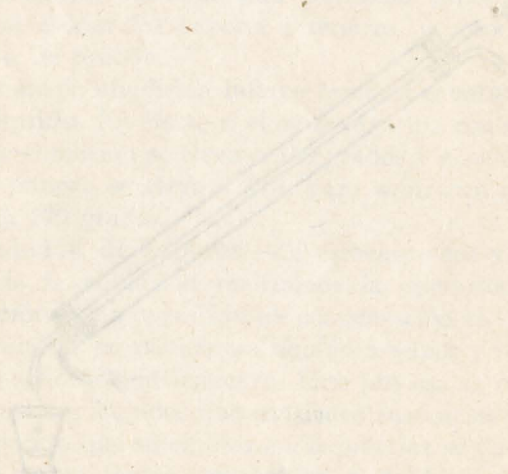


Fig. 42

que hay que confeccionar es el **refrigerador**, (aparato que condensa los vapores, enfriándolos). En su clase de química puede hacerlo. Realice esta

construcción: tome un tubo ancho de lata o de vidrio, atraviéselo por un tubo más largo y delgado fijándolo por corchos adecuados, a los extremos del tubo ancho. Finalmente coloque a través del corcho, dos tubos encorvados para hacer entrar y salir el agua. Los vapores se hacen pasar por el tubo central y el agua que hace la refrigeración se hace entrar siempre por abajo, fig. 42, y salir por arriba. Al refrigerador debe dársele cierta inclinación para facilitar el deslizamiento del líquido destilado.



LECCIÓN N.º 17

MÁQUINA A VAPOR

Materiales: *un tubo de ensayos al cual se ajuste un émbolo—un soporte con rejilla metálica—una lamparilla de alcohol—un cuadro o modelo de las principales partes de una máquina a vapor.*

(Esta clase debe completarse con una visita a una fábrica donde exista una máquina a vapor o a la estación de los ferrocarriles).

A.—OBSERVACIONES

- a) ¿Qué máquinas a vapor conoce Ud.?
- b) ¿Qué partes importantes puede distinguir Ud. en una máquina a vapor, cualquiera que sea?
- c) ¿Qué sabe sobre el establecimiento del primer ferrocarril en Chile?
- d) Averigüe los medios con que se hacían los viajes en nuestro país antes de que existieran los ferrocarriles y tome datos de los tiempos empleados en tales viajes. Compare el pasado con el presente.

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Caliente un poco de agua en un tubo de ensayo, e introduzca un émbolo de modo que casi toque el agua. Al hervir el líquido, ¿qué sucede al émbolo? ¿Por qué ocurre esto? Detenga el émbolo antes de que salga del tubo y deje de calentar. ¿Qué hace el émbolo al enfriarse el agua? ¿Qué fuerza lo empuja hacia adentro? ¿Qué ha sucedido al vapor de agua que había en el tubo de ensayo?

¿Qué sucedería al émbolo si obrase sólo el vapor, tanto por un lado como por el otro, en forma alternada?

2) Estas sencillas experiencias dan el secreto de la máquina a vapor. Tome nota en su «Cuaderno de física», de todos los datos que le dé su profesor sobre las partes principales y funcionamiento de tal máquina. Haga un dibujo.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Partes principales de una máquina a vapor.—En una máquina a vapor, cualquiera que sea, se pueden distinguir las siguientes partes principales:

La **Caldera**, que es el recipiente donde se genera el vapor; el «**cilindro**» es donde se utiliza la fuerza expansiva del vapor. Se trata de un tubo resistente en cuyo interior se mue-

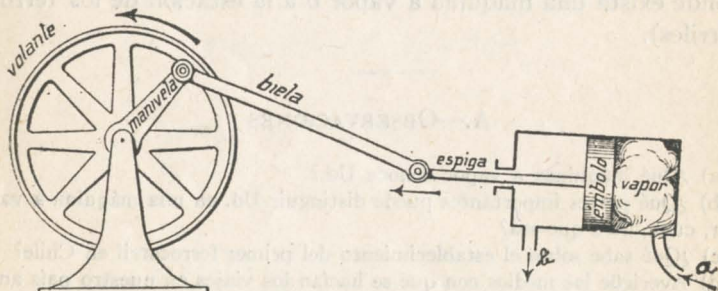


Fig. 43.—El vapor de la caldera llega a la *caja de distribución* y de ahí pasa al cilindro para mover el émbolo, entrando una vez por *a* y otra vez por *b*. El vapor inservible es eliminado al exterior.

ve un **émbolo** « » que ejecuta un movimiento de vaivén, empujado por el vapor que entra a obrar alternativamente por un lado y otro, eliminándose el vapor que ya ha trabajado hacia la atmósfera o a un condensador. Para que el vapor pueda obrar alternativamente por un lado y otro del **émbolo** se adhiere al cilindro un aparato llamado «**caja de distribución**» en cuyo interior se mueve una «**corredera**» que es la pieza que distribuye el vapor haciéndolo entrar una vez por un lado del **émbolo** y otra vez por el otro lado.

El **émbolo** transmite su movimiento de vaivén a una «**biela**» que se articula con una «**manivela**» unida a una rueda llamada «**volante**». Todo este conjunto transforma el movimiento de vaivén en movimiento de rotación, que el volante, gracias a su gran peso, se encarga de regular.

Existen además otras partes importantes como la «**válvula de chapaleta**» que regula la cantidad de vapor que debe ir al cilindro, gracias a un **regulador**, generalmente, centrífuga; el **indicador o nivel de caldera** que denuncia el agua existente en el interior; el «**manómetro**» que indica la presión del vapor interior, evitando posibles explosiones, etc.

Datos históricos.—La aplicación de la fuerza del vapor a las máquinas ha sido el más grande acontecimiento del siglo pasado, llamado con justicia el **siglo del vapor**. No ha existido, tal vez, otro hecho que haya dado, como éste, mayor empuje a la civilización humana.

Fijemos, por ahora, nuestra atención sobre dos grandes inventos: la **locomotora** y el **navío a vapor**.

El invento de la locomotora fué definitivamente resuelto por Jorge Stephenson (inglés), tras dificultades de todo orden que supo vencer con la energía de su carácter y con la perseverancia de su esfuerzo.

Aun los ingenieros de su tiempo creían que era imposible pudiera avanzar la locomotora sobre los rieles, por ser lisos la rueda y el riel; sostenían que, en caso de moverse, no podría hacerlo con mayor velocidad de doce kilómetros por hora, por la resistencia del viento; creían que el humo envenenaría el aire y mataría los pájaros; que las chispas incendiarían las casas. . .

A pesar de todo, Stephenson, logró tender una línea férrea entre dos pueblos mineros de Inglaterra: Darlington y Stockton y hacer correr la primera locomotora, con el asombro de las gentes, el 27 de Septiembre de 1825. Pocos años más tarde logró alcanzar, en una locomotora por él mejorada, la velocidad de cincuenta kilómetros por hora, arrastrando trece toneladas.

El invento del navío a vapor tiene también su larga historia de esfuerzos y fracasos. Cabe el honor de resolverlo definitivamente a Roberto Fulton, norteamericano, que, siendo pintor, en su patria y habiéndose trasladado a Europa para perfeccionar su ramo, cambió su inclinación al ponerse en contacto con hombres que estudiaban el problema del navío a vapor. Tras de muchos fracasos en Europa regresó a su país en donde pudo, en 1807, botar al mar, en el puerto de Nueva York, el primer barco a vapor con el cual logró recorrer 150 millas en 32 horas.

Los primeros vapores se movieron gracias a unas ruedas de paletas colocadas lateralmente en la parte central del barco. Más tarde, en 1845, se reemplazaron tales ruedas por las hélices con lo cual se ganó en velocidad como lo demuestran los siguientes datos: la primera travesía del Atlántico entre Estados Unidos e Inglaterra, (hecha por dos barcos ingleses) demoró 14 días el uno y 18 días el otro. Esta misma distancia es hecha en la actualidad por barcos con hélices, en cuatro y medio días. Los barcos a la vela demoran treinta días.

LECCIÓN N.º 18

PROPAGACIÓN DEL CALOR Y SUS APLICACIONES

Materiales: *varillas metálicas (fierro, cobre, zinc), varilla o tubo de vidrio—varilla de madera—una barra de lacre—una lamparilla de alcohol—un soporte con rejilla metálica—una pinza de madera—un tubo de ensayos—un termómetro—aserrín de madera—cera—corcho—un género grueso de lana—un tubo de vidrio o de lata de unos 5 cm de diámetro—un molinete de papel.*

A.—OBSERVACIONES

- a) Toque Ud. algunos cuerpos: madera, piedra, metales, etc., expuestos al calor solar y exprese cómo los siente. ¿Qué puede decir de la temperatura de cada uno?
- b) ¿Cómo se protege el hielo a fin de que no se derrita?
- c) ¿Qué techo de casa es más conveniente tanto en el verano como en el invierno?
- d) ¿De qué materias son los mangos de los utensilios que se calientan?
- e) ¿Cómo evitamos que pierda calor nuestro cuerpo? ¿Cómo lo evitan los animales?
- f) ¿Qué objeto tiene el cañón en las chimeneas, cocinas, etc.

B.—EXPERIENCIAS PERSONALES Y DE CÁTEDRA

1) Tome una varilla de fierro o un clavo y póngale un poco de cera en un extremo. Caliente, en seguida, el otro extremo, sosteniendo la varilla con una pinza. Observe lo que sucede después de un momento.

Repita la misma experiencia con varillas de cobre, zinc u otros metales. ¿Qué le sucede a la cera en todos los casos? ¿Y por qué pasa esto?

2) Repita la experiencia anterior con varillas de madera, de vidrio, lacre, corcho, etc. ¿Qué diferencia nota con los casos anteriores? ¿Por qué sucederá esto?

3) Caliente un extremo de una varilla de fierro o de un clavo sosteniéndolo, con los dedos, del otro extremo. ¿Qué observa, después de un momento? ¿Cómo remediaría este inconveniente?

4) Ponga una rejilla metálica sobre un mechero de gas que está apagado. Proceda a dar el gas y a encender sobre la rejilla. ¿Qué sucede? Apague el gas y encienda, ahora, por debajo de la rejilla. ¿Qué observa en este caso? ¿Cómo se explican estos hechos?

5) Caliente agua en un tubo de ensayo sostenido por una pinza. Tan pronto hierva proceda a taparlo con un corcho y haga la siguiente observación: envuelva el tubo con un género de lana, reemplazable por seda o papel; acerque un termómetro y vea la temperatura. Proceda, en seguida, a quitar el género y a acercar el termómetro a la misma distancia anterior. ¿Qué se observa con la temperatura? ¿Cómo explica este fenómeno?

6) Coloque pedacitos de hielo en el fondo de un tubo de ensayo, cargados con un trozo de fierro. Agregue agua hasta más de la mitad del tubo y proceda a calentarla en su parte superior, inclinando el tubo. ¿Qué le sucede al hielo? ¿En qué parte se calienta el agua, solamente? ¿Cómo conduce, entonces, el calor?

7) Eche en un vaso agua caliente teñida con tinta para hacerla más visible. Invierta en ella un tubo de ensayo lleno con agua fría y cristalina de modo que queden en contacto estas dos clases de agua. ¿Cuál agua sube? ¿Cuál agua es más pesada?

8) Haga un molinete de papel y acérquelo al extremo superior de un tubo ancho (5 cm diám) que está colocado sobre la llama del gas o lamparilla de alcohol. ¿Qué hace el molinete? ¿Cómo se explica la corriente de aire que aquí se forma? Piense lo que le sucederá al aire caliente, recordando lo que le sucedió al agua caliente en una experiencia anterior.

9) Deduzca de todas las experiencias realizadas qué cuerpos conducen bien el calor y cuáles lo conducen mal.

C.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Formas de propagación del calor.—Al acercarnos a un cuerpo caliente sentimos calor porque el calor se trasmite a través del aire, en todas direcciones en forma de «vibraciones» que obran sobre nuestra piel. También puede el calor transmitirse o propagarse a través del vacío como lo prueba el hecho de que llegue hasta nosotros el calor solar.

Esta forma de propagación se llama «**irradiación**».

El calor puede también trasmitirse a través de los cuerpos con mayor o menor facilidad. En este caso se habla de una propagación por «**conductibilidad**».

Buenos y malos conductores.—Se distinguen «buenos y malos conductores» del calor. Entre los primeros mencionaremos los metales, sobresaliendo la plata; entre los segundos mencionaremos madera, metaloides, tierra, piedras, aire, tejidos, paja, serrín, etc.

Aplicaciones de la conductibilidad.—Tanto los buenos como los malos conductores del calor tienen numerosas aplicaciones. Así los buenos hallan aplicación en las rejillas metálicas, lámparas de seguridad de mineros, etc.

Los malos conductores hallan empleo en la confección de nuestros vestidos, siendo la seda la materia más abrigadora; sirven como mango protector de muchos objetos que se calientan; sirven en aparatos termoestáticos, etc.

D.—APLICACIONES PRÁCTICAS

1. Fabricación de un termo

Fabrique en su clase de Trabajos Manuales un cilindro de cartón, dentro del cual quepa holgadamente una botella. Proceda a sentarla sobre una capita de aserrín de madera, completamente seco, y llene finalmente los huecos con el mismo aserrín de modo que quede la botella inmóvil en el centro. Trate de dejar oculto el cuello de la botella en cuya abertura se ajustará un tapón de corcho. (Figura 44).

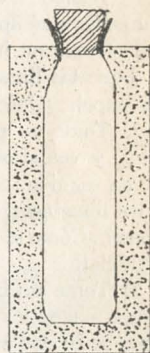


Fig. 44

III. Magnetismo

LECCIÓN N.º 19

AGUJA MAGNÉTICA

Materiales: *un imán natural—dos imanes artificiales—una aguja magnética—una hoja de papel—limaduras de fierro—un pedazo de acero (huincha vieja de reloj)—pluma de acero—clavos—una lamparilla de alcohol—una pinza de madera.*

A.—OBSERVACIONES Y EXPERIENCIAS PERSONALES

a) ¿Qué propiedad notable tiene un imán?

b) ¿Cómo ha obtenido un imán?

c) ¿En qué aparatos se aplican los imanes?

1) Tome un imán natural (piedra magnética) y toque las limaduras de fierro extendidas sobre un papel. ¿Qué se observa? Fig. 45.

2) Tome un pedacito de acero (cuerda de reloj) y vea si obra sobre las limaduras. Frótelas, en seguida, con la piedra magnética y échelo a las limaduras. ¿Qué propiedad ha adquirido el acero? ¿Cómo se podría, entonces, hacer un imán artificial?

3) Tome un imán artificial, por ejemplo la aguja magnética: échela sobre las limaduras y observe en qué puntos ha sido mayor la atracción de las limaduras y en cuáles no.

4) Suspenda la aguja magnética por un hilo, de modo que pueda girar libremente. Observe, ¿qué dirección toma, porfiadamente, la aguja? Fig. 46. (Si no tiene una aguja magnética, coloque un pequeño imán sobre un corcho que flota, libremente, en el agua y haga la observación anterior). ¿Cómo se llamará el polo magnético (esto es, el extremo del imán) que se

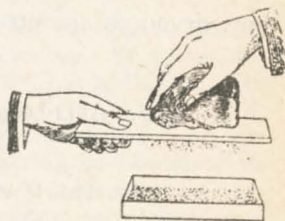


Fig. 45.—El imán natural puede atraer las limaduras, aun através del vidrio.

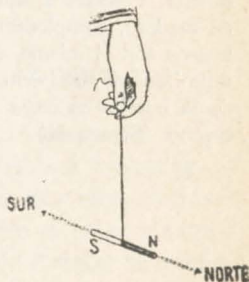


Fig. 46.—Un imán suspendido constituye una aguja magnética.

orienta hacia el Norte? ¿Cómo el que lo hace hacia el Sur? Fig. 47.

5) Acerque al polo Norte de la aguja el polo Norte de otro imán artificial. ¿Qué se observa? Acerque, en seguida, el polo Sur. ¿Qué sucede? Repita estas experiencias si nó con estos imanes, con otros. ¿A qué resultado se llega siempre? Enuncie la ley que rige al respecto.



Fig. 47.—El imán gira adoptando la dirección Sur-Norte.

¿Se ha logrado separar los polos Norte y Sur?

7) Tome un objeto de fierro (llave, pluma, clavo) que no tenga magnetismo. Póngalo, en seguida, en contacto con un polo de un imán y acérquelo a las limaduras.

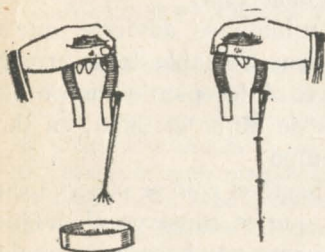


Fig. 48.—Un imán puede comunicar a objetos de fierro sus propiedades magnéticas.

6) Quieb্রে por su mitad (zona neutra) el imán artificial que formó con la cuerda de reloj. Introduzca las partes quebradas en las limaduras. ¿Qué se observa?

8) Caliente hasta el rojo un pequeño imán. Déjelo enfriar, sumérjalo en limaduras de fierro y observe si las atrae. ¿Qué efectos produce el calor sobre el imán?

B.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Propiedades del imán.—Desde los tiempos más remotos, ha llamado la atención del hombre la existencia, en ciertos lugares, de un mineral (óxido magnético de fierro) que posee la extraña propiedad de atraer cuerpos livianos de fierro (limaduras.) Tal mineral se ha llamado **IMÁN NATURAL** y **MAGNETISMO** a su propiedad atractiva. Frotando tal imán sobre una barra de acero se obtiene un **IMÁN ARTIFICIAL** al cual se le puede dar la forma de barra, de aguja o de herradura.

Al hacer obrar un imán sobre limaduras se observa que sólo las atrae en su extremos y no en su parte media. Llamamos «**polos**» tales extremos y «**zona neutra**» la parte central.

Si se suspende una aguja magnética por su parte media o sobre un corcho que flota en el agua, se observa que la aguja se orienta en una dirección bien determinada, dirigiendo un polo hacia el N. (polo Norte) y otro hacia el S. (polo Sur).

Ley de los Polos.—Si se hace obrar un polo N. sobre otro N. se observa una acción repulsiva. Igual cosa sucede con dos polos S. Pero si obra un polo N. con un S. se observa una acción atractiva. De aquí la ley: **Polos de un mismo nombre se rechazan y polos de nombre contrario se atraen.**

Si se quiebra un imán por su parte media con el fin de separar sus polos se observa que tal cosa es imposible aun cuando se divida el imán hasta un tamaño molecular.

Si se toca un hierro dulce con un imán se advierte que el hierro adquiere propiedades magnéticas. Se habla de un «**magnetismo por influencia**». El fierro dulce pierde sus propiedades magnéticas tan pronto deja de obrar el imán, en tanta, el acero las conserva cierto tiempo.

Si se calienta un imán artificial hasta el rojo se observa que se destruye su magnetismo. Para que se conserve el magnetismo es preciso no calentar los imanes y hacerlos trabajar siempre, atractivamente, mediante una «**armadura**» (pieza de hierro dulce) que se coloca en los extremos del imán.

C.—APLICACIONES PRACTICAS

1. Formación de un imán

Tome un pedazo de acero (cuerda de reloj) de unos 15 cm de largo y póngalo horizontalmente sobre la mesa. Tome, en seguida, dos imanes y colóquelos, con sus polos contrarios (Norte y Sur) sobre la parte media de la varilla, en fuerte contacto. Mueva, en seguida, ambos imanes hacia los extremos (derecha e izquierda) y vuelva, a partir del centro, para repetir varias veces, el mismo movimiento. (Repita estos movimientos unas 30 ó 40 veces para obtener una imanación más intensa). (Fig. 49).

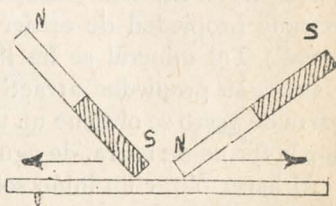


Fig. 49.

LECCIÓN N.º 20

MAGNETISMO TERRESTRE.—LA BRÚJULA

Materiales: *un imán—una aguja magnética—una brújula—un mapamundi o globo terráqueo.*

A.—OBSERVACIONES Y EXPERIENCIAS PERSONALES

- a) ¿En qué casos se usa la brújula?
- b) ¿Cómo se orientaría Ud. si no tuviera una brújula?
- c) ¿Por qué no es difícil orientarse en nuestro país?
- d) ¿Cómo se orientaría Ud. en un bosque si no tuviera una brújula?

1) Coloque la aguja magnética que gira libremente sobre su eje, en la parte media de un imán artificial y observe qué posición toman los polos de la aguja con respecto a los del imán. Mueva el imán en otra dirección conservando la situación anterior (esto es, que la aguja continúe sobre el imán). ¿Qué hace la aguja? ¿Quién la orienta, en este caso? ¿Qué polos magnéticos quedan siempre enfrentados?

2) Coloque, ahora, la aguja magnética sencillamente, en el suelo o sobre la cubierta de una mesa. ¿Qué dirección toma? ¿Dónde estará la fuerza que está obrando sobre la aguja? ¿Qué cosa es, entonces, la tierra? ¿Qué polo magnético de la tierra obrará sobre el polo Norte de la aguja y cuál sobre el polo Sur? ¿Hacia dónde están los polos magnéticos de la tierra?

3) Aprenda el manejo de la brújula, siguiendo las indicaciones de su profesor. Haga un dibujo.

B.—ORDENACIÓN Y AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS

La Tierra entera es un verdadero y grande imán con sus dos polos y su zona neutra. Los polos magnéticos de la tierra no coinciden con los polos geográficos. Están sólo cercanos. (Examine el mapa mundi o mejor, el globo terráqueo). La zona neutra tampoco coincide con la zona ecuatorial.

De este hecho resulta que la dirección indicada por la aguja magnética no es, exactamente, la misma que la dirección geográfica. Más claro, el Norte indicado por la aguja no está precisamente en esa dirección, sino un poco desviado hacia el Este u Oeste, según sea el lugar de la tierra de que se trata.

Los físicos llaman **declinación magnética** a esta desviación que han calculado para cada lugar de la tierra.

El conocimiento de la declinación es una cuestión fundamental para orientarse exactamente ya sea en la tierra, en el mar o en el aire. Existen cartas o tablas que indican la declinación para cada lugar y sin las cuales no se puede hacer ninguna excursión de importancia.

La brújula es una aguja magnética que gira sobre un disco graduado llamado «rosa de los vientos», en la que están indicadas generalmente, 32 direcciones. La brújula llevada en barcos o aeronaves, expuesta a bruscos vaivenes, se monta de tal modo que adopte siempre la posición horizontal.

Su importancia es tan grande que a este modesto aparato van unidos los mayores descubrimientos geográficos que han abierto al hombre nuevas vías de progreso.

BRÚJULA

Datos históricos.—Los griegos y romanos conocieron las propiedades atractivas de la piedra-imán, pero no supieron aprovechar su virtud de orientarse hacia el N. al poder girar libremente. Fueron los chinos los que supieron aprovechar esta cualidad del imán y gracias a esto lograron, grandes éxitos en sus excursiones marítimas, especialmente en los siglos 7 y 8 de nuestra era.

La aguja imanada vino a ser conocida en Europa sólo en el siglo 12, durante las cruzadas, y mediante los árabes que, a su vez, la conocieron de los chinos.

Primitivamente la brújula consistió en una aguja imanada que se hacía flotar sobre una paja, en un vaso con agua. Este sistema inseguro e incó-

modo fué modificado por los europeos. Se atribuye a los italianos el haber dotado a la aguja de un eje vertical sobre el cual puede girar libremente y a los ingleses y franceses el haberle agregado una «rosa de los vientos» y otras mejoras.

C.—APLICACIONES PRÁCTICAS

- 1) Construya, en su clase de Dibujo, una «rosa de los vientos».

INDICE

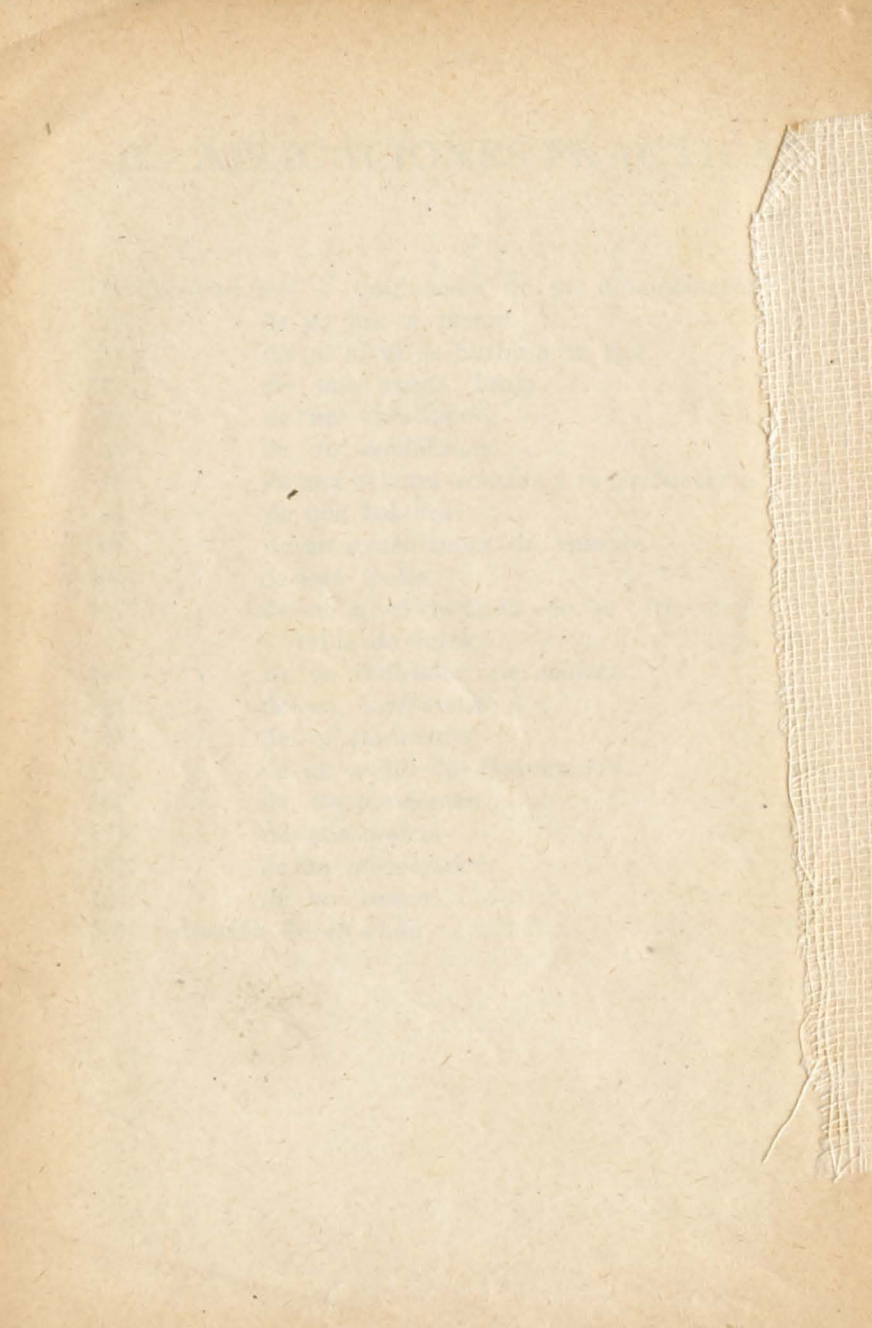
A. - MATERIAS

	Págs.
Prólogo.....	5
Notas preliminares.....	7
Estudio elemental de las fuerzas.....	10
Estudio de la fuerza de gravedad.....	15
Determinación del centro de gravedad.—La gravitación.....	19
Equilibrio de los cuerpos.....	22
Las palancas y su aplicaciones.....	27
Las poleas.....	33
Vasos comunicantes y sus aplicaciones.....	37
Principio de Arquímedes.....	40
Aplicaciones del principio de Arquímedes.....	44
La presión atmosférica.....	48
Los barómetros y sus aplicaciones.....	51
Aire comprimido.—Las bombas.....	54
Dilatación de los cuerpos y sus aplicaciones.....	57
Los termómetros.....	61
Fusión.—Evaporación.—Algunos fenómenos meteorológicos.....	65
Ebullición.—Destilación.....	70
Máquina a vapor.....	75
Propagación del calor y sus aplicaciones.....	79
Aguja magnética.....	82
Magnetismo terrestre.—La brújula.....	85

B. - APLICACIONES PRACTICAS

Págs.

1)	Construcción y graduación de un dinamómetro	14
2)	» de un hilo a plomo.....	17
3)	» de un nivel de burbuja de aire.....	17
4)	» de una rueda bruja.....	25
5)	» de un «porfiado».....	26
6)	» de un equilibrista.....	26
7)	» de una balanza romana y su graduación..	31
8)	» de una balanza.....	32
9)	» de un sostén tubos de ensayos.....	32
10)	» de una polea.....	36
11)	» de un nivel de agua con su trípode y tabla de mira.....	39
12)	» de un indicador de caldera.....	39
13)	» de un lactómetro.....	46
14)	» de un pirómetro.....	60
15)	» de un anillo de Gravezande.....	60
16)	» de un pluviómetro.....	69
17)	» de una veleta.....	69
18)	» de un refrigerador.....	73
19)	» de un termo.....	78
20)	Formación de un imán.....	84





Obras de A. Soto V.

Lecciones de Química Experimental 4.º año... \$

„ „ „ „ 5.º año... \$

„ „ „ „ 6.º año... \$ 6.50.

A. Soto V. y G. Lagos R.

Lecciones de Química y Física Experimentales:

2.º año... \$ 3.50

3.º año... \$ 3.50

Ordenes: Santiago - Molina 626