

Llénase en fin la vasija de agua, de manera que solo quede vacío un espacio tal como S; se adapta al tubo un cuerpo de bomba del mismo modo que en la escopeta de viento, y se pone en movimiento el émbolo despues de haber abierto la llave R. El aire que entra se junta con el que está en S, y con pocos golpes del émbolo se puede condensar una gran porcion del aire, que comprimiendo la superficie del líquido le hace subir por el tubo y elevarse hasta una cierta altura, pues no hay mas que cerrar la llave R, y poner un tubito cónico en la parte superior del que penetra en la vasija.

De las bombas.

76. La teoría de las bombas debe colocarse naturalmente al lado de la del barómetro y de todos los aparatos cuyos efectos dependen del peso ó elasticidad del aire.

Hay tres especies de bombas; aspirante, impelente, y aspirante é impelente ó compuesta.

77. Compónese la aspirante de un conducto AB (Fig. 55), llamado cuerpo de bomba, cuya parte interior se sumerge en el agua y en el que subey baja, ludiendo, un émbolo P, por medio del vástago T. Tiene una válvula F que se abre de abajo arriba, y en el interior del cuerpo de bomba á menos de 52 pies sobre el nivel del agua hay otra F', que se abre en el mismo sentido.

Cuando el émbolo P descende, permanece cerrada la válvula F' en virtud de su peso, y abierta la F á causa de la fuerza elástica del aire comprendido entre el émbolo y la válvula F', que encontrando esa salida se escapa y esparce en la atmósfera. Al subir el émbolo deja vacío todo el espacio que ha corrido, la válvula F se cierra tanto por su peso como por el de la atmósfera; la inversa sucede con la F', se levanta en virtud de la fuerza elástica del

aire que está entre ella y la superficie del agua; el aire se dilata y esparce en el espacio vacío, pierde de tension y entonces la atmósfera, que continuamente obra sobre la superficie del líquido, empuja al agua haciéndola subir en la parte del cuerpo de bomba situada debajo de la válvula F', y continuando los mismos movimientos, el líquido salva esa válvula colocándose encima de ella. El émbolo entonces comprime directamente al agua, que cerrando la válvula F', abre la F y se coloca sobre el émbolo, y este le despide por una abertura lateral O.

Hemos dicho que la válvula F' del cuerpo de bomba no debe estar á mas de 52 pies sobre el nivel del agua del depósito, porque pasado ese límite, el agua no llegaria nunca á F' por mas que se hiciese el vacío en M, lo cual depende de que el peso de la atmósfera, no puede equilibrar mas que una columna de 52 pies de agua.

En las bombas siempre se coloca la válvula á una altura inferior por los rozamientos, imperfeccion del vacío, etc.

78. Compónese tambien la *bomba impelente*, de un cuerpo de bomba AB (Fig. 56) en el cual sube y baja ludiendo un émbolo p, con la diferencia de que este es enteramente macizo: el tubo FC por donde sale el agua, tiene su origen en la parte interior del cuerpo de bomba, sumergiéndose un poco en el depósito de agua mn. A la entrada del tubo hay una válvula F, que se abre de adentro afuera y en la parte inferior del émbolo otra F' que juega en sentido inverso. Cuando el émbolo descende queda cerrada la F' y se abre la F para dejar salir el aire condensado; cuando sube, por la inversa, se cierra la F y la F'. Como el líquido tiende siempre á ponerse á nivel, se abre para dejar pasar una cierta porcion, y vuelve á cerrarse en seguida: cuando el émbolo descende de nuevo, se abre la F pasa el agua y sube por el tubo á cierta altura; y continuando de este modo sale por la abertura O. La presion atmosférica no es necesaria para el juego de esta

bomba que puede funcionar en el vacío, al paso que es indispensable en la bomba impelente.

79. La bomba *compuesta*, llamada así porque en ella se reúnen los efectos de la aspirante é impelente, no difiere de esta última, sino en que la válvula F' y el tubo lateral, por consiguiente, están encima del nivel mn del agua. Cuando baja el émbolo p , permanece cerrada la válvula F' (Fig. 57), y todo el aire que está entre ella y el nivel del agua se escapa por F . Cuando el émbolo sube, se cierra la válvula F , se abre la F' , y el aire comprendido entre ella y el nivel del agua, se esparce en el vacío que el émbolo ha formado al ascender; por consiguiente haciendo subir y bajar suficientemente á este último se llega á colocar el agua encima de la válvula F' , y de esta al tubo lateral, de cuyo modo sale por el orificio O . Inútil nos parece advertir que en esta bomba, lo mismo que en la aspirante, la válvula F' debe estar á menos de 32 pies sobre el nivel del agua.

Si al conducto lateral se le añade un depósito de aire, entonces es continuo el chorro. En virtud del movimiento del émbolo sube el agua en el depósito AR (Fig. 58) y condensa el aire que el último contiene, hasta que su elasticidad llega á ser tan enérgica que el líquido sale por el tubo S ; y obrando continuamente ese fluido sobre la superficie del agua, mana por dicho tubo sin la menor interrupcion, al paso que en la anterior corre únicamente cuando el émbolo desciende. Por varias observaciones, se sabe que la capacidad del depósito de aire es igual á veinte y tres veces la de la parte del cuerpo de bomba que el émbolo recorre.

Es muy á propósito este aparato para regar los jardines y otra porcion de operaciones semejantes.

Bomba de los Sacerdotes.

80. (Fig. 59). En lugar de émbolo se emplea en esta bomba un diafragma de cuero, cuya circunferencia está fija al cuerpo de bomba, y en cuyo centro hay un disco metálico con la válvula necesaria para el juego de la máquina. Si se levanta la varilla T aumenta naturalmente el espacio situado entre el diafragma y la válvula F , y esta última se abre, y cuando aquel, el diafragma, desciende, vuelve á cerrarse la válvula, de manera que el diafragma produce el mismo efecto que el émbolo, aunque el rozamiento es mucho menor.

80 *a*. Se han inventado una porcion de bombas con dos émbolos, la siguiente, propuesta por Richard Franklin, nos parece una de las mas sencillas é ingeniosas.

ab (Fig. 60.) es la palanca que sirve para mover los dos émbolos P y P' , y su hipomocion ó punto de apoyo se halla en c ; *bd* es el vástago del émbolo inferior P' , *hf* la del superior P ; tanto este como su compañero suben y bajan verticalmente por medio de las ruedas m y m' , que giran sobre sí mismas. Cuando la palanca *ab* sube, desciende el émbolo superior y se eleva el inferior; mas como sus válvulas se abren de abajo arriba, salva el agua los dos émbolos y se coloca en su parte superior. AB es el cuerpo de bomba; H el conducto sumergido en el agua y K el tubo de desagüe.

81. La bomba de incendios que se emplea en Francia, tiene dos cuerpos de bomba y un depósito de aire M colocado en el medio (Fig. 61). Se la coloca en un receptáculo lleno de agua, y absorbiendo este líquido le despide por el tubo de cuero CD : para que la arena y otras porquerías que suele contener el agua no penetren en los cuerpos de bomba, se ponen en su parte inferior varias chapas de

cobre agujereadas. Generalmente los cuerpos de bomba comunican con un estanque ó depósito de agua, y entre cada uno de ellos y el receptáculo de aire hay una válvula por donde pasa el agua del estanque al cuerpo de bomba y de este al depósito de aire.

« La *bomba americana*, llamada también de *Farcot*, es una bomba sin émbolo y cuyo movimiento es de rotación. Compónese de una caja anular en la cual, y por medio de un manubrio *d* (Fig. 62.), con su correspondiente volante *aa*, se hacen girar varias paletas, que aunque móviles hacen el oficio de tabiques y dividen la caja en diversos compartimentos. En este espacio y entre los orificios de los tubos *f* de *aspiración*, y *m* de *expiración*, hay otro tabique fijo con una raja ó grieta para dejar paso á las paletas; siendo todo el resto completamente macizo; para facilitar estos movimientos, hay un tope, que poniéndolas horizontales las hace girar un cuarto de círculo en el momento que llegan á *t*. La distancia entre las paletas y el espesor del tabique son tales que la grieta está siempre cerrada; por consiguiente cuando una paleta pasa al punto *l'*, deja detrás de sí un vacío á donde el agua afluye por el tubo de aspiración: la paleta siguiente la empuja obligándola á salir por el tubo de desagüe, y entonces el líquido tiene que subir por este tubo, porque no puede pasar á *C*.

« El aparato representado en la (Fig. 62 *a.*) sirve también para subir agua y se llama la *rosca de Arquímedes*. Se compone de un tubo arrollado en forma de espiral á un cilindro cualquiera. Cuando se le da al cilindro una inclinación conveniente y que el orificio inferior del tubo se sumerge en el agua, el líquido sube á lo largo de ese tubo, si se hace girar el aparato; y pasado cierto tiempo se derrama por la parte superior. Se emplea como medio

1 *Éléments de Physique*, par M. Person, t. I, p. 214.

de desagüe cuando no hay que elevar el agua á grande altura.

82. « Se llama *ventosa* á una campanita de vidrio *A* (Fig. 65.) cuya abertura se aplica sobre la piel de una persona; se hace el vacío interiormente, y la parte que se halla debajo se enrojece é inflama considerablemente. Si el individuo tuviera alguna picadura sale sangre en gran abundancia, la cual depende de que la presión no es uniforme en todo el cuerpo, y el fenómeno es análogo al que se experimenta apretando fuertemente con un cordón un dedo de la mano y dejando libre la parte superior ó inmediata á la uña. Puede ejecutarse el vacío por medio del calor, pero es siempre más cómodo servirse de una bombita aspirante. Las válvulas *m* y *n* se abren en el sentido que indica la figura; pero es más sencillo hacerlas con unos pedacitos de vejiga. La adherencia no es un efecto orgánico; depende de la adherencia entre el recipiente y el disco de la máquina neumática, es en una palabra el efecto de una presión, tan energética, que si el vidrio estuviera afilado podría cortar la piel, aunque siempre es muy dolorosa para el individuo que la soporta.

85. « En los animales se encuentran verdaderas máquinas neumáticas; las sanguijuelas tienen una ventosa en cada uno de sus extremos, de las cuales se sirven para fijarse en los cuerpos y determinar la afluencia de sangre después de la picadura. Todo el mundo sabe que los niños se divierten muchas veces poniendo un disco de cobre sujeto á un cordón sobre el suelo cuando está húmedo, y que tirando del cordón se forma un vacío y el disco se adhiere con gran energía; tal es en realidad el mecanismo de las ventosas y de las sanguijuelas.

85 *a.* « Con la boca se forma también una ventosa durante la succión; pues que la lengua al retirarse forma un vacío. Puede formarse idea del grado á que ha llegado la succión, ejecutándola en un tubo sumergido en el mercurio.

rio. Con un experimento muy sencillo puede probarse que en la succion y la ascension de los líquidos es efecto de la presion del aire. Llénese de agua una botella, y tápese despues con un corcho atravesado por un tubo de cristal, y por mas esfuerzos que se hagan, no podrá conseguirse que el agua suba en el tubo.

84. « Cuando se separan los discos de un fuelle, se disminuye la fuerza elástica del aire interior, y el exterior, en virtud de su fuerza predominante, penetra por la tobera ó cañon y por la válvula. El mecanismo de la respiracion de los animales es análogo, si se hace abstraccion de la válvula que impide un grande acceso de aire caliente en el fuelle. Si se cola un cinturon al rededor del pecho se observará que se dilata considerablemente cuando las *aspiraciones* son muy profundas. Sin embargo en las circunstancias ordinarias, no son los costados del pecho los que se dilatan, sino que es efecto del descenso del diafragma CDE (Fig. 64), ó tabique muscular que le separa del abdomen. Este tabique que es convexo por el lado del pecho, se vuelve plano al contraerse. Entra entonces el aire por la abertura T, y los pulmones A y B se desenvuelven estendiéndose en los espacios *a* y *b*, y en esto consiste la aspiracion; para la respiracion vuelve el diafragma á adquirir su curvatura, y sale de los pulmones una cierta cantidad de aire. Este juego de los pulmones es análogo al de la bomba de sacerdotes, en la que en vez de piston hay un círculo de cuero flexible cuyos bordes son fijos, al paso que el centro sube y baja alternativamente.

85. « Para medir la cantidad de aire que penetra en los pulmones, se coloca sobre el agua una campana graduada con una llave y un tubo en la parte superior, por donde pasa el aire de la respiracion; se llena la campana de agua, y el aire desaloja parte del líquido, en cuyo caso ya no hay mas que ver el número de divisiones en que está comprendido. Segun los experimentos de Davy, en los ca-

sos ordinarios se respira 0 lit. 65, pero cuando la respiracion es profunda, suele llegar á 4 litro y medio ó dos litros. Se admite generalmente que la capacidad del pecho es de 5 á 6 litros, de manera que respirando con fuerza parece posible reducir á dos tercios la fuerza elástica del gas contenido en el pecho, y por consiguiente hacer subir 8 á 9 pulgadas el mercurio en un tubo; sin embargo respirando efectivamente con el pecho apenas se consigue subirle dos pulgadas. Esto depende de que cuando el aire no entra, no podemos apenas obtener en el pecho una dilatacion de 4 y medio á dos litros; pues para conseguirlo es necesario que la fuerza elástica del aire que penetra nos ayude á vencer la presion exterior. Efectivamente por medio de un cinturon se reconoce que el pecho se dilata muy poco cuando se quiere respirar sin que el aire penetre.

86. « La *bomba de bodegas* ó *cata-licores* es un tubo que se sumerge en los toneles, abierto por arriba y por abajo como representa la Fig. 65. Al tiempo de retirarle debe taparse el agujero de la parte superior con el dedo y entonces el líquido queda suspendido en el interior del tubo. Para esplicar este hecho basta observar que el punto B á donde llega el líquido está un poco mas bajo que el punto A, en que se hallaba cuando el tubo estaba sumergido; de manera que habiéndose escapado la parte AB, queda mucho mas dilatado el volumen AD de aire, y en ese caso su fuerza elástica, mas el peso de la columna BC, hacen equilibrio á la presion atmosférica. Es indispensable que sea muy estrecho el orificio interior, porque si fuera muy ancho, bastaria el menor movimiento para que entrara el aire y se vaciara completamente el tubo.

87. « La *regadera mágica* es una vasija análoga á la que representa la Fig. 66, en cuyo fondo hay una porcion de agujeros; se la sumerge en el agua cuando la abertura superior está abierta, y se la cierra con el dedo al tiempo

de retirarla. Se sostiene el agua del mismo modo que en el cata-licores, y mana ó deja de correr segun que se destapa ó cierra el orificio superior.

88. « Con el *embudo mágico*, aunque parece vacío, se puede hacer correr ó impedir la salida del agua del mismo modo que en los aparatos anteriores. Se reduce (Fig. 67) á un embudo doble ó dos embudos, metido uno dentro de otro. En el espacio vacío que queda entre los dos hay dos orificios, uno *a* que se cierra con un poco de cera y el otro abierto cerca del tubo. Para llenar esa cavidad, se cierra la abertura *o*, se abre el orificio *a* y se vierte el líquido en P. Si ahora se cierra el orificio *a*, solamente mana el líquido que está en P, y el de su cavidad intermedia sale ó no segun que está abierto ó cerrado su orificio *a'*. » (Person).

De la fuente intermitente.

89. Este ingenioso aparato se emplea poco en las artes; hablaremos, sin embargo, de él porque es un nuevo ejemplo de las aplicaciones del resorte y pesantez del aire. Su depósito es comunmente un globo de vidrio (Fig. 68) atravesado en direccion de su eje vertical por un tubo metálico *tt*, cuyo extremo superior está siempre á una cierta distancia de la parte mas elevada del globo y cuyo extremo inferior, que en *e* tiene una pequeña escotadura,

¹ Puede disponerse de otro modo el aparato, y hacer mas vistoso el experimento. En vez de hacer comunicar los dos embudos con el tubo O, se cierra la parte mas baja ó cúspide del cono interior, de modo que únicamente el espacio intermedio comunique con el tubo O. Se llena, por ejemplo, de vino ese espacio intermedio, teniendo tapado con el dedo el orificio *a*, se echa agua en el embudo interior, y destapando entonces el orificio *a*, empieza á correr el vino. Los titiriteros ejecutan á menudo este experimento. — N. del T.

llega al fondo de una cubeta CD horadada en el centro *v* por cuyo agujero pasa el agua á una segunda vasija.

Llénase de agua el globo por una abertura superior que se cierra en seguida. Como el aire interior hace equilibrio á la presión exterior, sale al principio el líquido por los orificios *jjj* en virtud de su propio peso; de aquí cae en la cubeta *p* y va á parar al recipiente que está debajo, pasando por la abertura colocada en su centro. Mas como esta abertura tiene tales dimensiones, que en un tiempo dado entra por ella menos agua que la que sale por los tubos *jj* reunidos, llegará necesariamente un momento en que la escotadura *e* se hallará obstruida por el agua, y entonces el aire no podrá entrar en el globo.

Pero si el agua continua siempre corriendo por los tubos *jj*, el espacio que está encima, es decir, el volumen del aire que la comprime será cada vez mayor, y de consiguiente su fuerza elástica disminuirá poco á poco, y llegará un caso en que esa fuerza elástica, mas la columna del líquido, serán equivalentes á la presión exterior, y entonces cesará la salida. Mas cuando toda el agua haya entrado por la escotadura *e* podrá pasar por el tubo *tt* é introducirse en el globo una cierta cantidad de aire, y comenzará de nuevo la salida, en fin volverá á interrumpirse cuando la escotadura intercepte el paso al líquido y así sucesivamente.

Conocida la teoría de la fuente intermitente pueden resolverse varios problemas: 1º Tenemos un cilindro cerrado lleno de mercurio hasta cierta altura y en su parte superior contiene una cierta cantidad de aire á la presión exterior H. Se pregunta qué cantidad de mercurio manará, abriendo un agujero en su base. Llamemos A á la altura total del cilindro, B á la del mercurio en este vaso y X á la del mercurio que ha salido, y el problema quedará resuelto con la ecuacion

$$B-X+H\left(\frac{A-B}{A-B+X}\right)=H.$$

2° Resolver la misma cuestion, cuando en vez de mercurio, se llena el cilindro con agua. Supondremos los mismos datos y ademas admitiremos que á la temperatura del experimento la fuerza elástica de vapor de agua es F. Cuando la elasticidad del aire seco, mas la fuerza elástica del vapor y mas la columna de agua equilibren el peso de la atmósfera, cesará el líquido de correr. La elasticidad del aire seco es H-F. El volumen aumenta en la relacion de A-B á A-B+X, y como la elasticidad del aire disminuye en la misma relacion, se convierte en

$$(H-F)\frac{(A-B)}{A-B+X}.$$

La fuerza elástica es F, pues que hay la cantidad de agua necesaria para saturar todo el espacio. Mas como todas las elasticidades, del mismo modo que la presion exterior, están representadas en alturas de mercurio, es necesario dividir la columna de agua restante por la densidad del mercurio igual 15,586. Por consiguiente la ecuacion general será

$$(H-F)\frac{(A-B)}{A-B+X}+F+\frac{B-X}{15,586}=H.$$

En cuya ecuacion todo es conocido, menos el valor de X, que deberá tomarse como incógnita.

De la fuente de Heron.

90. Compónese este aparato (Fig. 69) de dos globos unidos uno á otro por medio de un tubo cilíndrico y de metal que llega cerca de la parte superior del globo mas alto.

Encima hay una cubeta AB, y por su centro pasa un tubo vertical OC que se sumerge casi hasta el fondo del globo superior adelgazándose hácia su abertura superior O. En fin un tubo lateral HK pone tambien esta cubeta en comunicacion con el globo inferior.

Cuando se echa agua en el globo superior, permanece el líquido al mismo nivel en el globo y el tubo OC, porque el aire exterior comprime la superficie del agua tanto como la atmósfera exterior que puede penetrar por el orificio O. Pero si por el tubo HK se vierte agua en el globo inferior, el aire que este tenia sube al superior, y uniéndose al que se hallaba ya en este espacio, reúnen entre los dos una fuerza elástica suficiente para hacer salir un chorro de líquido por el orificio O. A medida que cae en el pilon AB corre por el tubo HK, y va á parar al globo inferior, y de este modo se mantiene la fuerza elástica del aire interior de los dos globos; y el chorro dura tanto mas tiempo cuanto mayor es la capacidad del globo inferior con respecto al superior. (Véase mas adelante la aplicacion de esta fuente á las lámparas hidrostáticas.)

Del sifon.

91. Los efectos que se observan en el sifon son debidos á la presion atmosférica. Este instrumento que sirve para trasegar los líquidos, consiste en un tubo encorvado cuyos dos brazos son enteramente desiguales, y de los cuales el mas corto es el que siempre se sumerge en la vasija cuyo líquido se va á trasegar. Sea AB (Fig. 70) esa vasija llena de agua y N el frasco en donde la queremos recoger. Sumérgase el brazo mas corto HO en la primera, y aspírese por el extremo opuesto C de modo que se enrarezca el aire interior del tubo. (Generalmente se llena de líquido el sifon' y se introduce el brazo mas corto en la vasija,

teniendo cuidado de tapar el mas largo con el dedo, y de este modo se evita el hacer la succion ; pero supongamos que se opere enrareciendo el aire en el tubo ; el líquido se introduce inmediatamente y cae acto continuo por el brazo mayor, durando entonces la salida hasta que quede vacía la vasija AB.

La teoría es sencillísima. La presión atmosférica obra con la misma intension en el extremo del brazo mayor y en la superficie del líquido : es decir, que antes de que el aire empiece á enrarecerse el líquido estará al mismo nivel en la vasija y en el tubo. Pero al hacer la succion disminuye la elasticidad del aire del tubo, y el peso de la atmósfera determina entonces la ascension, y el tubo se llena. Si el sifon está lleno, los puntos O y E experimentan la misma presión del aire exterior, y los trozos HO y HE se equilibran, pero la parte EK, como no está contrarrestada, debe caer, y reemplazándola continuamente el agua de la vasija, continuará el desagüe hasta que todo el líquido haya pasado al vaso N.

He aquí una esplicacion general de sifon.

Supongámosle colocado en un fluido UVMN de una densidad d , y llamemos d' á la densidad del líquido en el sifon O. Como es simétrico para los puntos O y E, resulta que las columnas OH y HE, del mismo modo que las OO y EP no tienen la menor influencia en el desagüe, y este es únicamente efecto de la diferencia entre las presiones hd y hd' siendo $h = EK$. Ordinariamente d es menor que d' , y por consiguiente $hd < hd'$ y el líquido EK debe caer y arrastrar consigo al del sifon. Pero si el aparato estuviera sumergido en el mercurio ó si en el agua se sumerjese enteramente un sifon lleno de aceite, tendríamos $hd > hd'$ y el líquido subiría en el vaso AB.

Si se colocara el sifon completamente lleno de líquido en el vacío, entonces caería por ambos brazos en virtud de la pesantez.

92. Cuando los líquidos son corrosivos, no puede aplicarse la boca al extremo del tubo, porque se espondría mucho la persona que lo hiciera ; en tales casos se le añade al tubo principal del sifon un cañoncito EF (Fig. 74) por el que impunemente se ejecuta la succion teniendo la precaucion de hacerle mas ancho por la parte inferior.

Se puede poner en su lugar una pequeña bomba aspirante, pero en uno y otro caso es necesario cerrar la parte inferior m .

Sirve tambien el sifon para vaciar un trozo de un canal ó de un rio. En ese caso se le construye de tablas, se le llena por la parte superior cerrando las dos estremidades ; se abren estas en seguida y se cierra la abertura superior. Es tan sencillo y espedito este método que apenas puede calcularse la cantidad de agua que es posible vaciar con un sifon de 4 metro de diámetro.

93. Estriba en la misma teoria del sifon, la construccion de un aparato muy curioso conocido con el nombre de vaso de Tántalo. Redúcese á una copa de la forma ordinaria, en cuyo interior hay un tubo encorvado COH (Fig. 72) cuyo brazo mas corto OC termina en el mismo vaso, y el mas largo sobresale un poco de la peana. Si se vierte agua en el vaso de modo que su parte mas elevada O no quede cubierta, no se observa nada de particular ; pero desde el momento en que el nivel está encima del vértice O sale el líquido por el brazo mas largo y no se llena el vaso por mas agua que se añada.

94. Hay tambien fuentes intermitentes naturales, cuyos movimientos son análogos á los del sifon ó á los del vaso de Tántalo. Si mno (Fig. 75) es una cavidad del terreno y las aguas llegan al punto mas elevado K, correrá la fuente hasta que el agua se halle debajo de mnp , y comenzará de nuevo la salida cuando las lluvias eleven el agua otra vez al punto K.

95. « Además ¹ de servir el sifon para trasegar los líquidos sirve tambien para poner varias vasijas á un mismo nivel, ofreciendo la gran ventaja de no enturbiar los sedimentos porque se puede detener la operacion cuando se quiera. Entre otros aparatos muy curiosos que se conocen, citaremos uno con el que se obtiene un chorro encima del receptáculo general del agua. En la parte superior del sifon hay una vasija AB cerrada con un tapon que los dos brazos atraviesan; la menor toma el agua de una vasija inferior, y la mayor sirve para el desagüe. Para cebar el sifon ó para que empiece á funcionar se aspira por el brazo mas largo, ó bien volviendo el sifon boca abajo se llena el vaso hasta la mitad, y el agua al salir por el brazo mas largo forma un vacío en el aparato.

96. « Se aprovecha tambien la presion y elasticidad del aire para mantener constante el nivel del aceite, ú otro líquido, que se emplea en los velones, lámparas y quinqués. Tomemos primero, como ejemplo la vasija AB representada en la Fig. 73, y cuya forma y disposicion es análoga á la que se emplea en los tinteros de cristal. La parte B está abierta y la A cerrada. Si en la primera se quita una gota de líquido, pasa una burbuja al interior y se restablece el nivel, y el mismo fenómeno se repite cuando la fuerza elástica del gas, mas el peso de la columna mas alta, no equilibran en B á la presion atmosférica. De la misma forma se construyen á veces los bebederos de los pájaros. En los quinqués se puede levantar el receptáculo A; se le llena entonces de aceite y se le vuelve á poner en su sitio de modo que la abertura esté hácia abajo; tiene su válvula correspondiente, y cuando se desprende una gota de aceite sube inmediatamente una burbuja de aire á reemplazarla. » (Person.)

¹ *Éléments de Physique*, par M. Person, t. I, p. 220.

Lámparas hidrostáticas.

97. *Lámpara de Girard*. Debemos advertir, antes de pasar á la esplicacion de este aparato, que en la fuente de Heron disminuye el chorro progresivamente y que Girard ha conseguido hacer constante su altura.

La Fig. 77 representa el aparato. El depósito de aceite A está colocado sobre otros dos receptáculos B y C llenos de agua hasta cierta altura. La columna líquida del vaso intermedio, en virtud de la cual se verifica el movimiento, tiene una altura invariable durante todo el tiempo que la lámpara funciona, pues que esta columna comunica con el aire exterior por medio de un tubo *ab*, y nosotros sabemos (n.º 64 tom. 1.º) que debe cortarse la altura desde el punto *a*. El tubo *cd* que conduce el agua desde el depósito B al C, penetra por su parte interior en un cilindro *mn* cuyos bordes están siempre á una altura á que jamas llega el nivel del receptáculo C. Resulta de aquí que el agua sobrante rebosa por esos bordes, y que la altura que determina el movimiento es igual y constante á *ad*. Para hacer independiente de la altura del nivel en la vasija A, la ascension del aceite, se encorva el tubo *hik*, que conduce el aire del depósito C al A, de tal modo que el extremo K se halle al nivel del extremo inferior *l* del tubo *lp* por el cual debe subir el aceite. Esto demuestra que la elasticidad del aire en el receptáculo A es mas debil que en el receptáculo C, y que el exceso puede representarse por *Ki*; por consiguiente el aceite subirá á una altura igual $op = ad \times \frac{d}{d'} - Ki$, siendo *d* la densidad del agua y *d'* la del aceite. Mas como *Ki* es igual á *lo*, altura del nivel del vaso A sobre el extremo del tubo *ep*, es evidente que el aceite permanecerá, en este tubo, á una altura, contada desde *l*,

igual á $ad\frac{d}{d'}$. Generalmente se arregla de modo que la mecha esté colocada en el extremo superior del tubo *pl*. Con la cual hemos concluido la esplicacion de la lámpara de Girard, debiendo advertir finalmente que sus dimensiones son proporcionadas al tiempo que la lámpara debe funcionar.

Lámpara de disolucion salina.

98. La lámpara de disolucion salina difiere totalmente de la anterior. La disolucion salina, en esta lámpara, equilibra la columna de aceite. Sea A un receptáculo (Fig. 78) cerrado y lleno en parte de una disolucion de este género; y B un depósito de aceite, y en fin *ef* el tubo para la mecha. Para hacer constante la altura del líquido encima del receptáculo B, se adapta al depósito A un tubo abierto por sus dos extremos de los cuales el superior está en la atmósfera. Es decir que la columna que determina el movimiento es igual á *ag*. Hacemos abstraccion de la variacion de nivel de la disolucion salina en el recipiente B, porque este último es muy ancho. Aunque puede calcularse la disminucion de la altura de la columna de aceite. Sea, en efecto *h*, la elevacion de nivel de la disolucion salina en la vasija B; llamemos *d* á su densidad y *d'* á la del aceite, y en ese caso tendremos $h\frac{d}{d'}$ igual á la altura del aceite correspondiente á *h*; mas como el aceite ha subido *h* en el depósito B, resulta que el descenso efectivo del extremo de la columna de aceite, no es mas que

$$h\frac{d}{d'} - h \text{ ó } h\left(\frac{d-d'}{d'}\right)$$

cuyo valor será tanto mas pequeño cuanto menor sea la diferencia entre *d* y *d'*.

Lámpara de Thilorier.

99. La teoría del vaso de Mariotte (tomo I), sirve para arreglar la altura del aceite en la lámpara hidrostática de Thilorier. La parte sombreada de la Fig. 79 contiene una disolucion muy concentrada de sulfato de zinc. La parte punteada está llena de aceite. La presion en B depende únicamente de la distancia al nivel, que se halla siempre en A y en cuya posicion permanece mientras hay líquido en el depósito anular; y como la presion es uniforme sobre todos los puntos de la capa horizontal BC, resulta que la columna CD es en realidad la que equilibra á AB; mas como las alturas de entrambas estan en una relacion determinada que depende de sus densidades, es evidente que si AB no varia, CD tampoco se alterará. Para restablecer el equilibrio, á medida que el aceite se quema en D, está dispuesto el aparato de manera que un volumen de disolucion igual al consumido baja y se vierte en F. Sirve la caja BF para que permanezca invariable la verdadera superficie de separacion de los líquidos, desde la cual se parte para contar las alturas. Si se eleva el tubo A, se derrama el aceite por el tubo D con mucha uniformidad.

Lámpara hidráulica de Thoyot.

400. « La parte principal de este aparato es una fuente de Heron. El aceite (Fig. 80.) desciende desde el receptá-

¹ *Éléments de Physique*, par M. Person, t. I, p. 222. — N. del T.

culo A, por el tubo *ab*, al depósito B, de donde desaloja el aire que se condensa en la vasija C en el que de antemano se ha puesto el aceite; de modo que en C hay una fuerza de compresion que eleva el aceite por un tubo *ef*; pero aquí, 1° el receptáculo A tiene un nivel constante; 2° la columna invariable, en su longitud *ab* condensa el aire en B, porque ese fluido ejerce su presion en *b*, en el borde de la caja por donde se derrama el aceite; 3° ese mismo aire es el que sube al punto *o*, en el que la presion puede sostener una columna de aceite igual á *ab*; en el punto *c*, que pertenece á la misma capa, es idéntica la presion; de manera que la columna que puede ser sostenida es igual á *ab*. Si ahora suponemos que se detiene en el tubo en el punto *f'* el desagüe será constante.

« El aceite, que llega en exceso á la mecha con objeto de dar mayor intension á la llama, se vuelve al receptáculo A, en el cual desciende un tubo como en el vaso de Mariotte. Para llenar ese depósito, se cierra el orificio del tubo *ab* (Fig. 81) y se vierte el aceite en A, que desalojando al aire que aquel contenia le hace salir por el orificio *n* del tubo *mn*. Funciona la lámpara hasta que el receptáculo C está completamente vacío, y se le llena de nuevo volviendo el aparato y teniendo cuidado de cerrar el orificio *a*; pasa entonces el aceite que se habia aglomerado B, á C, y el aire de este último pasa por el tubo *ef*.

Fuente de circulacion.

401. « En los almacenes de barómetros se ven muchas veces ciertos aparatos en los que un líquido colorado mezclado con burbujas de aire, circula horas enteras al traves de tubos doblados y replegados de mil maneras. La Fig. 82 representa una de esas fuentes de circulacion. Para hacerlas marchar se vierte el líquido por un orificio *b* y se

le cierra acto continuo. Se vuelve boca abajo el instrumento, descendiendo el líquido y sale por la punta *c*. Cae una gota en la parte inferior y condensa el aire, la gota inmediata sube empujada por este aire y así sucesivamente; de manera que cuando la puerta está bien colocada se ve alternativamente subir una gota de líquido y una burbuja de aire. La presion que se ejerce desde el nivel *a* puede sostener una columna de la misma altura; y una columna mas alta pero mas ligera, pues que consta en parte de aire, puede ser empujada y aun conducida al depósito *a*. De este modo se mantiene mucho mas tiempo la circulacion; pero al fin todo el líquido pasa á la bola inferior y es necesario volver el instrumento para que marche de nuevo. Nos parece preferible poner otra punta en *a*.

Lámpara de gas hidrógeno.

402. « Esta lámpara, inventada por Gay-Lussac, está representada en la Fig. 83. Tiene un recipiente para condensar el gas, y abriendo una llave que le mantiene cerrado sale con violencia y se inflama, bien sea por medio de la chispa eléctrica ó ya atravesando con un pedazo de platina porosa ó *esponja* de platina¹. El frasco inferior está lleno de una mezcla de agua y ácido sulfúrico, y de uno de sus golletes está suspendido un trozo Z de zinc. Descomponiéndose el agua en presencia del ácido y del zinc, se desprende el gas hidrógeno y comprimiendo á la mezcla de ácido y de agua la hace subir al globo B que tiene

¹ Prepárase la *esponja* de platina disolviendo el metal en agua regia (ácido cloro-hídrico ó muriático + ácido nítrico), y precipitándole en seguida con el hidro-clorato de amoníaco, y calcinando el precipitado. En ese estado, tiene la propiedad de calentarse y enrojarse cuando le atraviesa una corriente de gas hidrógeno, que por consiguiente inflama. — N. del T.

una abertura en *m*. Entonces el gas está suficientemente comprimido, en virtud de la columna AB, y no hay mas que abrir la llave para tener un chorro bastante uniforme. El aparato con la esponja de platina es preferible á todos los otros, y nunca falla su efecto si se tiene cuidado de emplearle con frecuencia. Para ponerle en estado de servir no hay mas que enrojecer la esponja con un chorro del mismo gas pero inflamado de un modo diferente. » (Person).

No trataremos ni de los grandes fuelles ó máquinas de viento para las fundiciones, ni de algunos otros aparatos fundados en la elasticidad y demas propiedades del aire, por ser demasiado complicados, y el objeto, mas bien de ciertas ciencias de aplicacion que de las obras elementales de física.



MAQUINAS DE VAPOR.

405. Son tan generales é interesantes las aplicaciones de estas máquinas desde hace un corto número de años, que aun su historia merece un lugar preferente en las obras elementales.

Depende el juego de estas máquinas de la fuerza elástica que desarrolla el vapor de agua por medio del calor.

La fuerza motriz del vapor reemplaza generalmente con una superioridad incontestable la fuerza del hombre, de los animales, del agua y del viento, y de su uso ha resultado una revolucion en todos los ramos de la industria.

Las antiguas máquinas eran de simple efecto, es decir, que el vapor no obraba en ellas mas que sobre una de las caras del émbolo. Casi todas, en el dia, son de doble efecto, ó el vapor obra sobre ambas caras del émbolo. Se distinguen en máquinas de *baja, media y alta presion*. La elasticidad del vapor en las primeras se halla comprendida entre una y dos atmósferas, en las segundas entre dos y tres, y es siempre superior á tres en las de alta presion. Las máquinas de baja ó media presion son de *condensacion*, es decir, que se condensa por medio del agua fria el vapor á la salida de los cilindros, al paso que las de