parte inferior con el aparato de que el aire quiere extraerse; las varillas de los pistones son dentadas para que engranen con los dientes de una rueda que por medio de un manubrio ò palanca determinada determina la ascencion de un piston en el momento en que el otro desciende, por cuyo medio se consigue que la extraccion del aire sea contínua.

Con el objeto de que el aire no tenga que levantar las válvulas, lo cual cuando el vacío va adelantado suele no ser posible por la poca elasticidad del fluido, se han dispuesto (*fig.* 67) válvulas cónicas A sujetas à una varilla que pasa frotando en el piston, el cual al elevarse levanta la válvula hasta que un tope colocado en lo alto de la varilla choca con la tapa del cuerpo de bomba y detiene su ascenso siguiendo el piston su movimiento frotando con la varilla referida. Cuando desciende, lo verifica con él la válvula A, cerrando el orificio que comunica con el recipiente, y el piston sigue su descenso, frotando como antes en la varilla. La válvula B va embebida en el espesor del piston, y el tubo inferior de salida se encorva para dirigirse á C al centro de un platillo generalmente de vidrio, que recibe el nombre de platina, en el cual se colocan los recipienres, tales como R, en los que se quiere hacer el vacío.

El vacío no puede ser perfecto, aun con las máquinas mejor construidas, en razon á que se dará lugar á una série indefinida formada por las cantidades de aire extraidas; porque si suponemos que el primer pistonazo saque 1/6 del aire total, el segundo sacará 1/6 del resto, el tercero 1/6 de lo que quede, y así prosiguiendo,

172. Para conocer el vacío hecho puede de preferencia emplearse un barómetro que comunique con el recipiente, el cual empezará á descender desde el primer pistonazo, y nos marcaria el vacío perfecto cuando todo el mercurio cayese á la cubeta, esto es, cuando la columna mercurial se redujese á cero; y en un período cualquiera de la operacion la elasticidad del aire estaria medida por la columna de mercurio sostenida. Como no podemos decir que se vacío útil cuando el mercurio se sostiene á mas de cinco pulgadas de altura, se hace un *barómetro truncado* ó *probeta*, que consiste en un tubo BAC (*fig.* 68) encorbado, cerrado en B y abierto en C, teniendo AB la longitud de cinco ó seis pulgadas: la parte AB va llena de mercurio y permanece en tal disposicion por la presion atmosférica que mantendria lleno un tubo aun mas alto, siempre que no excediese de la altura de la columna barométrica correspondiente al paraje en que el experimento se practicase. La probeta va unida á la máquina neumática colocada debajo de un pequeño recipiente fijo, en el cual se hace el vacío al tiempo mismo que en los aparatos El mercurio de la probeta no empieza á descender desde los primeros pistonazos, pero lo verifica sí en cuanto la elasticidad del aire interior no puede equilibrarse con las cinco ó seis pulgadas de mercurio que constituyen la altura total del aparato. Continuando de actuar la máquina, el mercurio seguirá descenciendo en la rama B y elevándose en la C, y en el caso del vacío perfecto deberia quedar á nivel en ambas; pero siempre medirá la tension del aire interior la diferencia de alturas entre las dos ramas.

Las aplicaciones de esta máquina son tan numerosas en los gabinetes de física, que constituye uno de los aparatos mas indispensables y mas frecuentemente usados; así que nos ha sido indispensable el citarla varias veces antes de haber dado su explicacion, y en lo sucesivo no faltarán ocasiones en que haya que citarla con frecuencia.

Se puede construir una máquina que tenga las válvulas al contrario que la neumática, la cual se empleará en introducir y condensar el aire en un recinto dado. Esta es la máquina de compresion, que tiene usos muy limitados.

LECCION XXXVI.

Bombas para la elevacion de las aguas, su teoría y mecanismo.—Fuente de compresion.—Idem de Heron.—Pipeta.—Fuente intermitente.

173. Entendida la construccion de la máquina neumática, pocas palabras bastarán para darse cuenta del mecanismo de las *bombas*. Imaginemos un cuerpo de bomba (*fig.* 69) con su piston P, en el que va dispuesta una válvula E, que se abre de abajo arriba, y un tubo CD, que parte del centro de la base D del cuerpo de bomba, en cuyo sitio lleva una válvula que se abre como la anterior, y que se prolonga hasta C, bastante mas abajo de la superficie AB del agua del depósito. Suponiendo el piston en D en el punto mas abajo de su carrera, las dos válvulas estarán cerradas y el tubo CD se hallará lleno de aire hasta la superficie del líquido, y de éste en lo restante; si elevamos ahora el piston, un vacío se producirá debajo del mismo, la válvula E permanecerá cerrada por la presion de la atmósfera, y la D se abrirá por la fuerza elástica del aire del tubo que pasará á ocupar el espacio vacío del cuerpo de bomba y determinará la ascension del agua en el mismo tubo en virtud de la presion de la atmósfera. Haciendo descender el piston, el aire se comprimirá, cerrará la válvula D y abrirá la E para salir á la atmósfera; elevando nuevamente el émbolo se sacará otra porcion de aire, y el agua subirá aun mas en el tubo; y así proseguirémos hasta que el agua y no el aire sea el agente que levante la válvula D, y se introduzca en el cuerpo de bomba, en donde oprimida en seguida por el descenso del piston, abrirá la válvula E y pasará á colocarse sobre la cabeza del mismo: elevando ahora el piston elevarémos con él la columna de agua que tenia sobre sí, la que buscará su salida por H; y al mismo tiempo el vacío producido hará que se llene nuevamente de agua la parte inferior del cuerpo de bomba, la cual pasará encima del piston cuando éste descienda, y así continuando.

Esta bomba es la llamada *aspirante*, y tubo de aspiracion al CD; con la cual, y atendiendo al papel que representa en ella la presion de la atmósfera, solo puede elevarse el agua en virtud de la aspiracion, es decir, desde la superficie AB hasta el punto mas alto de la carrera del piston, á 32 pies al nivel del mar y á cosa de 24 en Madrid; siendo muy prudente no llegar á este número, ya porque la presion atmosférica no es constante, segun sabemos, y ya por la baja que puede sufrir la superficie AB de nivel: pero desde este límite, ó bien sobre la cabeza del piston, puede elevarse el agua cuanto se quiera, siempre que tengamos fuerza disponible.

174. La bomba impelente (*fig.* 70) lleva el piston P sin válvula, el cuerpo de bomba se halla introducido en el líquido, de manera que la superficie AB cubra siempre el piston; el cuerpo de bomba lleva una válvula en su fondo C, que se abre de abajo arriba, y un tubo lateral DE, en cuya union D lleva otra válvula que respecto al cuerpo de bomba se abre de dentro afuera. Suponiendo el piston elevado, el agua se pondrá á nivel en el cuerpo de bomba y en el tubo lateral, abriendo para ello ambas válvulas; si ahora se hace descender el piston, el agua comprimida cerrará la válvula C y abrirá la D elevándose en el tuvo DE; al elevar nuevamente el piston, la válvulaC se abrirá para dar paso al agua, y la D se cerrará por el peso de la columna líquida elevada en DE; bajando el piston obligará á cerrarse á la válvula C y á elevar el agua en el tubo lateral, y así continuando. En este aparato no hay mas límite para la elevacion de las aguas que el de la fuerza disponible.

175. La bomba aspirante é impelente (*fig.* 71) es la reunion de ambos sistemas; el agua se eleva por el tubo de aspiracion CD, y luego es lanzada en el tubo lateral por la presion verificada en el descenso del piston. Para que la salida del líquido sea contínua, se puede adoptar el sistema de dos cuerpos de bomba, análogamente á lo verifiado en la máquina neumática, y acompañando ó no á este sistema, colocar un depósito de aire K atravesado por un tubo H que llega hasta cerca del fondo: cuando el agua se eleva por el tubo E por una parte sigue por el tubo H, y otra, extendiéndose en el depósito de aire, obliga á este fluido á comprimirse en la parte superior, en el momento siguiente en que el piston se eleva y el agua no sube por E, el aire comprimido reobra en virtud de su fuerza elástica, y obliga al agua del depósito K á lanzarse por el tubo H; en el período siguiente sube el agua por E, comprime nuevamente el aire, y así se continúa. Las bombas de incendios pertenecen generalmente á esta clase.

176. La fuente de compresion (*fig.* 72) tiene la misma explicacion que el depósito de aire, de que anteriormente nos hemos ocupado. Se compone de un vaso A de forma cualquiera, el que lleva un tubo que llega hasta muy cerca del fondo de la vasija. Se llena ésta de agua hasta cosa de los 5/6 de su altura, y en seguida, por medio de una bomba de inyeccion de aire, en todo igual á las de la máquina de compresion, se introduce este fluido en el vaso, el cual se dirigirá por su menor densidad á ocupar la parte superior, donde aumentará su elasticidad por la compresion que producirá la introduccion de nuevas cantidades; quitando la bomba y abriendo la llave, el aire, reobrando sobre la superficie del líquido, le obligará á salir por BC en forma de surtidor. La altura de este surtidor irá disminuyendo con la elasticidad del aire, que disminuirá tambien, puesto que se aumenta el volúmen del espacio en que se halla encerrado.

La salida del agua en esta máquina vemos que reconoce por causa la diferencia de presiones del aire en lo interior y el exterior; así que si el aparato se introduce sin inyectar aire en el recipiente de la máquina neumática, y se hace el vacío, el agua saltará desde los primeros pistonazos, pues que, disminuyendo la elasticidad del aire en el recipiente, la del interior del aparato se hace preponderante.

177. La fuente de Heron es una modificacion de la anterior, en que el aire se comprime por la accion de una columna de agua. Se compone (*fig.* 73) de un vaso A, sobre el cual hay un platillo, y de otro vaso B, que comunica con el primero por dos tubos dispuestos del modo siguiente: el tubo D comunica con el platillo superior, pasa por dentro del vaso A sin comunicar con él, y se prolonga hasta cerca del fondo del vaso B; el tubo E tiene principio en la parte superior del vaso B y termina cerca de la pared superior de A; por último, un tercer tubo F atraviesa la pared superior de A, llegando hasta cerca del fondo del mismo vaso. Se echa agua por F en el vaso A, hasta que el nivel se acerque á la abertura del tubo E, lo cual es solo preparar el aparato; hecho esto, se vierte agua en el platillo superior, la cual cae por el tubo D al vaso B, el aire de este vaso es desalojado por la caida del líquido y se halla obligado á subir por el tubo E á reunirse con el que hay en la parte superior del vaso A: en este estado el vaso es una verdadera fuente de compresion, en que la elasticidad del aire, aumentándose con el que sube de B, obliga al líquido á salir por F en forma de saltador.

178. La *pipeta* es un tubo de vidrio B (*fig.* 74) terminado por una esfera A que concluye en un tubo cónico C, cuya abertura es muy estrecha; introduciendo el aparato en un líquido, éste se pone á nivel en lo interior con el exterior; si para retirarle del líquido tenemos la precaucion de cerrar con el dedo pulgar la abertura B, el líquido no saldrá por C en razon á que la presion atmosférica no lo permitirá; si ahora abrimos el orificio B, la presion atmosférica, ejerciendo su accion por esta parte, y destruyendo por consiguiente la ejercida en C, el líquido saldrá por este punto. pero la salida cesará en cuanto volvamos á tapar la abertura B para continuar nuevamente en cuanto se la vuelva á descubrir.

La *fuente intermitente* de nuestros gabinetes es únicamente una modificacion del aparato anterior. Se compone (*fig.* 75) de un tubo A que se extiende hasta cerca de la parte superior de un globo B, que sirve de depósito del líquido, y que lleva varios tubos estrechos D, C para la salida del mismo. El tubo central se apoya por su base en un platillo con un depósito en su parte inferior, con el que comunica por un pequeño orificio E, el cual debe dejar pasar menos líquido que el que produce la salida de los D y C. Se echa agua en el depósito B del modo que representa la figura, y la salida consiguiente de este líquido por los tubos D y C produce pronto en el platillo una aglomeracion que cubre el orificio E, é intercepta por tanto la comunicacion que entre el aire exterior y el interior se hallaba establecida por el tubo A; en este estado de presion de la atmósfera se hace preponderante en D y C, y la salida cesa enteramente; mas como el líquido reunido en el platillo va poco á poco pasando al depósito inferior por el orificio E, llega un caso en que éste queda descubierto, la comunicacion entre el aire exterior é interior se establece, y la salida del líquido vuelve á empezar para detenerse de nuevo luego que la aglomeracion del líquido en el platillo cubra el orificio E, y así prosiguiendo hasta que falte el agua del depósito.

LECCION XXXVII.

Ariete hidráulico.—Prensa hidráulica.—Sifones.

179. El *ariete hidráulico* es un aparato destinado á la elevacion de las aguas, preferible á todos los demas por el gran efecto útil que produce, siempre que la localidad y demas circunstancias permitan su construccion. El ariete hidráulico de nuestros gabinetes, que, como desde luego se infiere es un modelo de los que se construyen en mayor escala, consta de un depósito de agua A (*fig.* 76), de cuyo fondo parte un tubo vertical, que se encorva luego pasando á ser horizontal y que termina en B, donde hay una válvula que se abre de arriba abajo, y que por lo mismo se encuentra abierta por su propio peso; en el punto C va un tubo vertical de una altura próximamente cuádrupla de la del depósito, el cual lleva en su base C una válvula que se abre de á bajo arriba y un depósito de aire D en su inmediacion, continuando luego el tubo E hasta F, en que hay un pequeño tubo lateral para facilitar la salida del líquido.

Si llenamos de agua el depósito A, ésta seguirá á lo largo del tubo y saldrá por la abertura B, cuya válvula encuentra abierta; pero bien pronto la velocidad con que el agua sale, debida á la altura A, cerrará la válvula B, y encontrándose de pronto sin salida y con una velocidad adquirida, reobrará sobre todas las partes del interior del tubo, entre las que se encuentra la válvula C, que se abrirá por consiguiente, dando paso al líquido, que se lanzará al tubo E; en este momento cesa la presion que mantenia cerrada la válvula B, la cual se abrirá por su propio peso, y el líquido saldrá entonces otra vez por esta abertura en que ningun obstáculo encuentra; pero un instante despues el agua volverá á cerrar esta válvula y á abrir la C, para elevarse en el tubo E, y así proseguirá en tanto que haya agua en el depósito, ó que no detengamos el juego del aparato.

180. La *prensa hidráulica* está fundada en lo que al principiar el tratado de los fluidos hemos espuesto acerca de la igualdad de presion. Se compone de una bomba aspirante é impelente A (*fig.* 77), la que dirige el agua á un cuerpo de bomba M, en el cual hay un piston P, que está obligado á elevarse por la irresistible accion del agua introducida, y al mismo tiempo eleva consigo un platillo de hierro C, sobre el cual se ponen los cuerpos D que han de oprimirse ó prensarse al encontrar la plancha fija E. Si las bases de los pistones fuesen iguales, la accion ejercida en A se trasmitiria sobre P sin alteracion alguna; pero si el piston de la bomba A es la centésima parte, v. g. del piston P, la accion de un hombre ejercida en A vendrá á producir la de cien hombres actuando en P. Un hombre actuando en A por medio de una palanca B, puede desenvolver sin gran esfuerzo una accion de 600 libras, y por consiguiente una de 60,000 sobre el segundo piston, supuesto de una estension 100 veces mayor.

181. Los *sifones* son tubos encorvados (*fig.* 78) de brazos desiguales, los cuales se emplean para trasvasar líquidos. Para hacer uso de este aparato, se introduce la rama mas corta en el depósito del líquido C, se hace una succion por el estremo

A, el tubo se llena del líquido en razon al vacío verificado, y corre por la abertura A sin cesar la salida, hasta que el nivel del líquido en el depósito deje descubierta la otra extremidad del sifon. Se cuenta como rama del sifon solamente la parte OB comprendida entre la superficie del líquido y el vértice; lo cual nos dice que el sifion puede tener los brazos iguales por construccion, y ser todavia útil para la salida de los líquidos, puesto que, habiendo por precision de introducir una parte de una de las ramas, ésta resultará mas corta que la otra necesariamente.

Al hacer la succion en A, la presion de la atmósfera en la superficie libre del líquido determina el movimiento ascencional de éste y la completa ocupacion del aparato; cesando entonces en la aspiracion, tendremos presion de la atmósfera de arriba abajo sobre la superficie del líquido, que se destruye con la ejercida por el mismo agente de abajo arriba en la estremidad A: columna líquida elevada desde la superficie del líquido hasta B, que se equilibra con una columna igual NB en la otra rama, quedando por fin una columna AN, que es la diferencia entre la longitud de ambas, la cual no hallándose sostenida, caerá por la accion de la gravedad, y al separarse en N del resto del líquido, producirá necesariamente un vacío, que desenvolverá la misma accion que la aspiracion primitiva para llenar de agua esta capacidad; en este caso las columnas volverán á ser desiguales, y todo pasará como en el caso anterior, y así continuando.

Si la rama esterior del sifon llegase solo hasta N, es decir, que fuesen iguales, el aparato se llenaria por la succion; pero en tal estado permaneceria por el perfecto equilibro establecido entre ambas ramas. Este esperimento supone el diámetro de la abertura suficientemente pequeño para que no puedan á un mismo tiempo salir el agua y entrar el aire; porque si así no fuese, la columna se dividiria y el sifon no permaneceria lleno. En el caso de ser la rama esterior mas corta, no permaneceria lleno despues de la succion, sino que haciéndose preponderante la accion desenvuelta en N, el líquido volveria á caer á la vasija.

Para comodidad al hacer la aspiracion suele colocarse un tubo lateral (*fig.* 79) en la rama larga, teniendo cuidado de tapar la abertura inferior en tanto que la succion se verifica.

El sifon es un aparato muy usado que, cuando está fijo y tiene grandes dimensiones, se le llena por medio de una abertura practicada en el vértice, cerrando antes las estremidades; despues se cierra la abertura superior, y se abren las inferiores, empezando por la de la rama mas corta, y el líquido corre produciendo el efecto que ya dejamos explicado.

LECCION XXXVIII.

Movimiento de los gases.—Medios de regularizar la salida.—Gasómetros.—Cuerpos flotantes en la atmósfera.

182. En la leccion anterior, al ocuparnos del caso del sifon de brazos iguales, vimos que el líquido no salia por haber equilibrio entre la presion de dentro afuera

y la de fuera adentro; esto mismo se verifica en todas las ocasiones en la salida de los líquidos: así es, que si en un vaso lleno de un líquido cualquiera y perfectamente cerrado hacemos un orificio pequeño, el líquido no saldrá, porque el aire atmosférico, que tiende á entrar ejerciendo la presion que le corresponde, se lo impide enteramente; siendo necesario para que la salida se verifique que el vaso esté abierto, de modo que equilibrándose las presiones de la atmósfera, resulte de exceso en el orificio la presion que el líquido ejerce en virtud de su altura.

En la salida de los fluidos aeriformes ó gases se verifica una cosa análoga; así es que el gas contenido en un vaso saldrá por un orificio practicado, siempre que la presion de dentro afuera sea mayor que la de fuera adentro: permanecerá como cerrado en el caso de ser iguales las presiones, y en vez de salir el gas, entrará el aire cuando la presion de fuera adentro sea mayor que la de dentro afuera.

Se concibe sin dificultad, segun lo que va dicho, que para que la salida de un gas sea constante y uniforme, es indispensable que no varien las presiones durante todo el periodo de salida. Si tenemos un gas encerrado en una vasija que comunique con el vacío, y abrimos la llave que suponemos de comunicacion, el gas se precipitará con violencia en el recinto vacío, toda vez que no encuentra ninguna presion de fuera adentro; pero la velocidad de entrada irá disminuyendo en razon á que las dos presiones varian; la de dentro afuera por la disminucion de fuerza elástica que resulta de ir quedando porciones de gas mas pequeñas en igual recinto; y la de fuera adentro porque el recinto de entrada no se halla vacío mas que en el primer instante, puesto que el gas que entra desenvuelve una fuerza elástica cada vez mayor por su acumulacion en un recinto dado: de este modo la velocidad del gas va disminuyendo, hasta que el equilibrio de las presiones se establece, cuyo caso verificado cesa todo movimiento.

Si el gas, en vez de salir al vacío, lo verifica á la atmósfera, se concibe muy bien que necesita poseer una tension mayor para que predomine la presion de dentro afuera: tampoco, pues, será uniforme la salida en este caso, porque si bien es cierto que la presion de la atmósfera que aquí constituye la de fuera adentro, será sensiblemente constante, no lo será la de dentro afuera por la disminucion de fuerza elástica determinada por la menor cantidad de gas que va quedando.

En la salida de los gases tiene tambien lugar la contraccion de la vena, como lo acredita la relacion entre el gasto teórico y el práctico, como sucedia en los líquidos.

Para que la salida sea constante, se han discurrido aparatos que se conocen con el nombre de *gasómetros*, reducidos á ejercer una presion constante sobre el gas, ó á desalojar por otro medio volúmenes iguales en tiempos iguales. Un vaso que produzca una salida constante de líquido, puede ser muy á propósito para el caso, pues que permitiendo la entrada de este líquido en el receptáculo que contenga el gas, éste será desalojado con la misma regularidad que aquel se posesiona del recinto.

183. El *frasco de Mariotte*, dándole una forma conveniente, es muy á propósito para el caso. Consiste en un frasco (*fig.* 80) lleno casi enteramente de agua, en cuya pared lateral lleva un orificio pequeño C, y cuyo cuello sostiene un tubo BD abierto por ambos estremos, dispuesto de manera que pueda elevarse y descender frotando fuertemente con el tapon de la vasija. Para darse cuenta de los fenómenos que produce este aparato, es necesario fijarse bien en que la presion de la atmósfera se ejerce en el orificio C lateralmente y por el tubo BD de arriba abajo; establecido esto, imaginemos el tubo introducido de modo que su abertura D se encuentre mas abajo del punto E; en este caso el líquido contenido en lo interior del tubo descenderá hasta E, es decir, hasta la misma altura del orificio C, por el cual saldrá una cantidad de agua igual al volúmen que ha descendido en el tubo; en cuyo caso toda salida cesa, porque las presiones de la atmósfera se equilibran y la altura de la columna de agua elevada sobre el orificio C dentro del tubo BD, por cuyo conducto se establece la presion atmosférica, es igual á cero; luego no hay presion en el orificio, ni por consiguiente salida. Si elevamos ahora el tubo, dándole la posicion que representa la figura, el líquido saldrá, porque si bien es cierto que se equilibran las presiones de la atmósfera, lo es tambien que ésta por el intermedio del tubo se ejerce sobre la capa horizontal de líquido que pasa por D, de forma que la presion en C es debida á la altura DE del líquido sobre el orificio; esta altura permanece constante, y por lo mismo lo es tambien la salida del líquido, porque el aire que entra por el tubo BD se va elevando por la parte exterior de éste para reunirse con el que se halla encima del líquido en la vasija, lo cual produce un descenso del nivel en el frasco, que sirve para reemplazar el líquido que sale y mantener fijo el nivel en D.

Modificaciones de este frasco son los gasómetros de los laboratorios, así como todas las lámparas que, teniendo el depósito de aceite superior á la mecha, se necesita que el líquido no se pierda y que el nivel sea constante.

184. Antes de terminar este tratado, debemos decir alguna cosa de los cuerpos flotantes en la atmósfera, pues ya es posible entrar con fruto en esta cuestion. Los globos aereostáticos que flotan ó nadan en la atmósfera, están sujetos al principio de Arquímedes, expuesto en otro lugar, es decir, que para elevarse han de desalojar un volúmen de aire que pese mas que el globo con todos sus agregados; de donde resulta que pesando estos muy bastante, es indispensable que el globo sea de gran volúmen y que se llene de un fluido menos denso que el aire, cual es el hidrógeno; una vez lanzado en los aires, necesita para el equilibrio que la presion de arriba abajo, que es el peso del globo, sea igual á la de abajo arriba, que está representada por el empuje del fluido, ó lo que es lo mismo, por el peso del volúmen de aire desalojado. Si la atmósfera tuviese una densidad uniforme, el globo no se detendria hasta los límites de la misma, donde saldria fuera una parte del aparato, buedando en equilibrio cuando desalojase un volúmen de aire de un peso igual al de la máquina: mas como sabemos que la densidad del aire en la atmósfera va decreciendo á medida que aumenta la elevacion, el globo en su movimiento ascencional va desalojando volúmenes iguales, puede decirse, pero cuyo peso va siendo cada vez menor; y como el del globo permanece sensiblemente el mismo, ha de llegar necesariamente á capas de aire cuya densidad sea tal, que el globo y el igual volúmen de aire desalojado pesen lo mismo, y en este caso quedará en equilibrio.

Entendido el medio de lanzarse en la atmósfera y las condiciones para el equi-

librio, fácilmente se comprenden los medios de descender, y de volver á elevarse en caso necesario. El globo lleva una válvula en su parte superior que se abre de fuera adentro, de manera que la presion del gas interior la mantenga cerrada; un cordon fijo á esta válvula, va á parar á la barquilla del aereonauta, el cual para descender abre la válvula tirando del cordon, y el gas se lanza al espacio, en cuyo caso el globo disminuye de volúmen, pesa por consiguiente mas que el de aire que desaloja, y desciende por necesidad: el aereonauta puede moderar el descenso abriendo mas ó menos la válvula, y aun puede cerrarla del todo si desea permanecer á la altura en que se halla. Para elevarse nuevamente el aereonauta, lleva en la barquilla porcion de lastre, que consiste en sacos de arena, y deshaciéndose de ésta poco á poco, disminuirá el peso del globo, y por consiguiente el empuje se hará preponderante, y el aparato se elevará segun se desea.

En cuanto al problema de dar direccion á estos aparatos, está aún esperando resolucion, pues que los medios ideados hasta ahora, distan mucho de lo que necesariamente exige una aplicacion de este género.

ACCIONES MOLECULARES.

LECCION XXXIX.

Capilaridad.—Efectos que produce y exposicion general de su teoría.

185. Al ocuparnos de la fuerza de cohesion vimos que ésta era una accion molecular que se desenvolvia al contacto para agrupar las partículas de los cuerpos, ya fuesen de una misma ó de diferente naturaleza. Sin embargo, esta fuerza ó adherencia que mantiene reunidas las moléculas, no solamente es diferente para cada uno, como lo prueba el diferente esfuerzo que para vencerla se necesita, sino que al considerarla desenvuelta en el contacto de los sólidos con los líquidos ofrece fenómenos dignos de estudiarse, y que sirven de lazo, podemos decir, para unir la fuerza de cohesion de que dependen con la afinidad química que mas adelante estudiaremos.

Si tomamos un disco de vidrio y le suspendemos á un platillo de una balanza, haciéndole equilibrio en el otro con pesos cualesquiera, y en esta situacion le hacemos que toque á una superficie líquida, la fuerza de cohesion aparecerá en el contacto y habrá necesidad de añadir pesos en el otro platillo para conseguir la separacion de las dos superficies de los cuerpos sólido y líquido. Si verificamos este experimento con diferentes líquidos, veremos que en el mercurio la plancha de vidrio se separa sin llevar ninguna partícula adherida, al paso que en el agua la plancha ó disco aparece con una capa de líquido adherido; esto lo espresamos diciendo que el mercurio no moja al vidrio, y sí lo verifica el agua y otros varios líquidos: pero lo que en el mercurio se verifica es que la adhesion establecida entre las moléculas del mismo y las del vidrio es menos enérgica que la que existe entre las moléculas del mercurio mismo; y en el agua por el contrario, la coherencia de las moléculas líquidas entre sí es menor que la que se establece entre ellas y las del vidrio, por cuya razon la capa de líquido que toca al disco permite separarse del resto de la masa del mismo antes que abandonar la superficie del vidrio. Esto nos dice que los pesos empleados para verificar la separacion del disco representan la adherencia establecida entre ambos cuerpos en el caso de que el líquido no moje al sólido; y nos expresan la cohesion de las partículas líquidas unas con otras en el caso de ser el disco mojado por el líquido.

De aquí resulta que esta accion tiene todas las apariencias de electiva; tal líquido puede mojar á tales ó cuales cuerpos y no á otros, así como un sólido dado puede ser mojado por uno ú otro líquido, y de ningun modo por los demas; así que existen líquidos que establecen con varios cuerpos sólidos una union ó adherencia mayor que la que existe entre sus partículas mismas; y otros en que se verifica al contrario, y hasta parece en algun caso que existe un principio de repulsion.

Si introducimos una lámina de vidrio bien limpia en un vaso de agua, veremos que el líquido se eleva al derredor de la lámina sobre el nivel en el vaso, formando una curva cóncava que se produce juntamente con la elevacion en la inmediacion de las paredes del vaso, suponiéndole de una sustancia capaz de ser mojada por el líquido. Si en vez de una introducimos dos láminas paralelas, el mismo fenómeno se produce, pero la curvatura es mayor en la parte comprendida entre ambas láminas, y tanto mas cuanto mas próximas se encuentran éstas, formando siempre un semi-cilindro, cuyo eje es horizontal, y ademas el nivel en este espacio está considerablemente elevado respecto al resto de la vasija, y lo está tanto mas cuanto mas pequeño es el intervalo que separa las láminas. Los mismos efectos se producen sensiblemente introduciendo un tubo de vidrio en el agua; la curvatura interior forma un hemisferio cóncavo si el tubo es bastante estrecho, y la altura del líquido aumenta con la disminucion del rádio del tubo considerado, siendo muy considerable cuando el calibre es comparable al espesor de un cabello, de donde viene el nombre de *tubos capilares* y de *capilaridad*, que es la parte de la física que se ocupa de estos fenómenos.

Si la lámina ó láminas de vidrio las introducimos en mercurio, la curvatura es convexa, y á la elevacion anterior del líquido sucede una depresion ó descenso en iguales proporciones que en el caso anterior. Introduciendo un tubo capilar se forma un hemisferio convexo, deprimiéndose el líquido en lo interior.

Vemos que los líquidos se elevan sobre su nivel en los espacios capilares cuando mojan al sólido, y se deprimen en el caso contrario de no mojarle, dando lugar á una curva cóncava en el primer caso y convexa en el segundo. La observacion y la experiencia, auxiliadas de la geometría, dan que la elevacion ó depresion de los líquidos en los tubos capilares se halla en razon inversa del rádio de los mismos.