

ven vapor de agua cuando el aire está próximo á su punto de saturacion. Así el azucar es deliquescente á 95° del higrómetro, y una disolucion de sal marina á 87°. La tension del vapor en el momento en que comienza la deliquesencia de los cuerpos que contienen agua, como las disoluciones salinas, los ácidos líquidos es evidentemente igual á la de estos cuerpos cuando están en el vacío.

Segun esto se concebirá que colocando con orden unas despues de otras unas cuantas de esas sustancias que son deliquescentes á diferentes tensiones, podria estimarse la tension del vapor observando el término de la serie en que cesaba la deliquesencia; mas como el límite de esta propiedad depende, en todos los cuerpos, de la temperatura que reina, resulta que este aparato, aun concediendo la facilidad ó posibilidad de conocer cuando un cuerpo absorbe ó emite vapores, no serviria mas que para temperaturas iguales á las que tenian las sustancias en los esperimentos preliminares que se hicieron para repartir los puestos de la serie. (Péclet.)

De las densidades.

25. Hemos dicho que los cuerpos son mas ó menos densos, segun que, á igualdad de volumen, contienen mas ó menos particulas materiales del mismo peso. De aquí se infiere que la densidad relativa de dos cuerpos es la relacion entre sus pesos bajo un mismo volumen.

26. El peso de un cuerpo varia de un lugar á otro (núm 26); no puede estimarse esa variacion por medio de la balanza, porque todos los cuerpos ganan ó pierden peso en la misma relacion. Si  $P$  es el peso de un cuerpo,  $V$  su volumen,  $D$  su densidad y  $g$  la gravedad en el sitio de la observacion, tenemos la ecuacion  $P=VDg$ .

Debemos advertir que las cantidades  $PVD$  y  $g$  son abs-

tractas. Así  $V$  es el número de unidades cúbicas que contiene el volumen del cuerpo y  $D$  la relacion numérica de su densidad con la del agua tomada por unidad;  $g$  depende tambien de la gravedad de un cierto parage que sirve asimismo de unidad, y  $p$  designa el número de unidades referidas á ese mismo sitio (Véanse las obras de Estática.)

Las densidades de los sólidos y de los líquidos se refieren siempre á la del agua á 4° del termómetro, porque á esa temperatura llega á su máximum, como luego diremos. El aire atmosférico á 0° de temperatura y 0<sup>m</sup>,76 de presion sirve de término de comparacion para los fluidos elásticos permanentes y no permanentes. Se prefiere el aire á otro cualquier gas, por ser de la misma naturaleza en todos los paises y en todas las estaciones.

Densidades de los gases.

27. El método empleado para determinar las densidades de los gases es sencillísimo, pues, en general, se reduce á pesar sucesivamente un globo de vidrio de 8 á 10 litros de capacidad primero vacío, lleno despues de aire y en seguida del gas que se va á experimentar.

El aparato y la operacion requieren ciertas precauciones. En la abertura ó boca del globo debe haber una llave perfectamente ajustada para que cierre herméticamente. El volumen del gas debe ser un tanto considerable, pues que como esos fluidos son muy ligeros, apenas se nota diferencia si el primero es reducido. Si la capacidad, por ejemplo, no pasase de dos litros, los errores en las pesadas tendrian ya una grande influencia en los resultados.

Para el aire atmosférico no hay mas que desecarle y despojarle del ácido carbónico que siempre contiene.

Cuando el gas es diferente se le mete en una campana, y esta, si aquel no es muy soluble, se coloca sobre una cuba

ó barreño de agua, aunque siempre es preferible servirse del mercurio. Prolijo nos parece recomendar esta precaucion para los gases muy solubles, como el ácido sulfuroso, ácido cloro-hídrico, gas amoniacal, etc.

La Fig. 5 representa el aparato; A es el globo, B la campana en donde se recoge el gas, y CD un tubo lleno de potasa ó cloruro de calcio, de potasa si el gas es alcalino ó neutro, de cloruro de calcio si es ácido. En una retorta ó en otro aparato cualquiera se prepara el fluido en cuestion y pasa por el tubo CD á depositarse en la campana, y de esta al globo si se abren las llaves N y N'; y cuando los niveles del agua ó del mercurio, segun lo que se emplee, son iguales interior y esteriormente, el gas entonces no experimenta mas presion que la de la atmósfera.

Si llamamos  $p$  al peso del globo vacío y  $P$  al del mismo globo lleno de aire,  $P-p$  será con evidencia el peso del aire que contiene; y repitiendo el mismo experimento con otro gas, tendremos  $P'-p$ ; mas como las densidades son proporcionales á los pesos cuando los volúmenes son iguales, tomando la densidad del aire por unidad, podremos entablar la proporcion

$$1:D::P-p:P'-p, \text{ de donde } D = \frac{P'-p}{P-p}.$$

Como muy raras veces acontece que en los dos experimentos, en el del aire y en el del gas, sea la misma la temperatura, vamos á indicar los medios de reducirlos á las mismas temperaturas y presiones. Para mayor sencillez se elije ordinariamente la temperatura cero y presion ordinaria de la atmósfera, es decir,  $0^m,76$ .

Cuando sube el termómetro disminuye la densidad del gas y aumenta la capacidad del globo; la presion á su vez influye tambien en los resultados, puesto que los pesos de un volumen de gas son, entre ciertos límites, proporcionales á las presiones (*Ley de Mariotte*, tom. I, n. 206.)

Supongamos que para un ciento gas, hemos hallado un peso  $P$  á  $45^{\circ},5$  de temperatura y á la presion  $0^m,75$ . Hagamos  $45^{\circ},5=t$  y  $0,76=H$  y llamando  $e$  á la elasticidad del aire que ha quedado en el globo apesar del vacío, tendremos, segun la ley de Mariotte

$$P:X::H-e:0,76, \text{ de donde } X = \frac{P \times 0,76}{H-e}.$$

$X$  representa el peso, hecha la correccion de la presion; para corregir lo perteneciente á la temperatura debemos acordarnos de que siendo  $1$  el volumen del gas á cero, se convierte en  $1+at$  á la temperatura  $t$  (representando  $a$  al coeficiente de dilatacion del gas); por consiguiente el peso del gas á la temperatura  $t$  debe ser al del mismo gas á cero  $::1:1+at$ ; de donde se sigue que es necesario multiplicar el peso hallado por  $1+at$ ; así  $X(1+at)$  es el peso á cero y  $0^m,76$  de presion.

Quedanos, sin embargo, por hacer la correccion competente de la dilatacion de la vasija.

Sabemos que la elevacion de temperatura aumenta la capacidad en la proporcion de  $1$  á  $1+K$  (siendo  $K$  el coeficiente de la dilatacion cúbica del vidrio correspondiente á cada grado). De manera que el peso definitivo, despues de hechas todas las correcciones, es, segun lo que precede

$$\frac{P \times 0,76 \times (1+at)}{(H-e)(1+Kt)}$$

sin embargo, como la diferencia de temperatura es generalmente muy pequeña y no muy grande la dilatacion del vidrio, se desprecia, por lo comun, la última correccion que acabamos de hacer.

28. Los señores Arago y Biot han determinado con mucha escrupulosidad el peso de un litro de aire recogido á  $45^{\circ}$  de latitud, á  $0^m,76$  de presion y temperatura del hielo

al derretirse. Como el peso del aire contenido á cero, y  $0^m,76$  era  $7s,2552$ , dedujeron fácilmente que un litro de aire á  $4s,2995$ . Refiriendo la densidad del aire á la del agua á  $4^o$ , es decir dividiendo un centímetro cúbico de aire ó  $0,0012798$  á  $4^o$  por una grama que es el peso de un volumen igual de agua á la misma temperatura, se halla el número  $\frac{1}{762}$  para esa relacion.

Puede suceder muy bien que el gas descomponga la materia metálica de que se compone la llave; en ese caso se emplea un frasco esmerilado, y cuando está lleno de aire se introduce en él el gas en cuestion durante el tiempo necesario para desalojar al primero, lo cual se conoce ensayando la corriente de gas que sale del frasco. Llame-mos ahora P al peso del frasco lleno de gas y P' al del mismo lleno de aire, y en ese caso P—P' será el del gas menos el de un volumen de aire igual al suyo, siendo respectivamente  $d$  y  $d'$  las densidades y V la capacidad, Vd será el peso del gas y Vd' el del aire, y con esos datos puede formarse la ecuacion P—P'=Vd—Vd' en la cual todo es conocido menos la cantidad  $d$ .

« Terminaremos este artículo con una tabla de los pesos y densidades de los principales gases conocidos hasta el día <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> *Traité élémentaire de physique*, par M. Péclot, t. I, p. 212. — N. del T.

Tabla de la densidad de los principales gases.

NOMBRES DE LOS GASES.	Densidad observada.	Densidad calculada.	Peso de un litro de gas en gramas á $0^o$ y bajo la presión de $0^m,76$ .	NOMBRES DE LOS OBSERVADORES.
Aire.	1,000		1,2991	
Gas iodo-hídrico.	4,445		5,7719	Gay-Lussac.
— fluo bórico.	2,370		3,0800	John Davy.
— fluo-clúrico.	5,375		4,6425	John Davy.
— cloro-clúrico.		2,111		Gay-Lussac.
— cloro carbónico.		5,589	4,4156	John Davy.
— enclorina.		2,515	5,0084	John Davy.
— sulfuroso.	2,420		2,8489	John Davy y Gay-Lussac.
— cloro.	2,470		3,2088	Gay-Lussac y Thenard.
— cianógeno.	4,806	1,801	2,5467	Gay-Lussac.
Protóxido de azoe.	1,520	1,520	1,9732	Colin.
Acido carbónico.	1,524		1,9805	Berzelius, Dulong.
Gas cloro-hídrico.	1,247		1,6205	Biot y Arago.
— sulfu-hídrico.	1,191		1,5475	Thenard y Gay-Lussac.
— oxígeno.	1,105		1,4525	Biot y Arago.
— deutóxido de azoe.	1,058	1,056	1,3495	Bérard.
— oleaginoso.	0,978	0,981	1,2752	Th. de Saussure.
— azoe.	0,976		1,2675	Berzelius, Dulong.
— óxido de carbono.	0,956	0,967	1,2431	Conisksbanek.
— hidrógeno proto-fosforado.	0,87			Hump. Davy.
— amoniacal.	0,596	0,591	0,7752	Biot y Arago.
— hidrógeno carbonado.	0,555	0,559	0,7270	Thompson.
— hidrógeno arsenicado.	0,529			Fromsdorff.
— hidrógeno.	0,068		0,0894	Berzelius, Dulong.

Insistimos en que debe distinguirse la densidad de un gas á una cierta temperatura y presión de su densidad en la tabla, pues, como anteriormente hemos dicho, la densidad de un gas, á la temperatura del hielo al derretirse, es á la densidad de la tabla como su presión es á  $0^m,76$ , ó están en razón inversa de los volúmenes á esas mismas presiones. Por lo demás si la temperatura no fuera la del

hielo al derretirse, la densidad dependería, á la vez, de la presión y temperatura, cuyas correcciones sabemos hacer por lo que queda asentado. (Péclet.)

De los globos aereostáticos.

29. « El principio de Arquímedes es tan exacto para los gases como para los líquidos. Los cuerpos sumergidos en los primeros pierden de su peso una parte igual al peso del volumen de aire que desalojan. Si el aire atmosférico fuera mas pesado, si pesara 2 ó 3 veces tanto como el agua, la mayor parte de los cuerpos terrestres serian arrebatados y nosotros mismos flotariamos en el aire como el corcho flota en el agua. Pero el aire es sumamente ligero, hace perder tan poco peso á los cuerpos, en él sumergidos, que es necesario un ingenio muy atrevido para concebir la posibilidad de elevarse en la atmósfera, sostenerse en equilibrio y vogar libremente como se voga en el mar. » (Pouillet.)

50. « Cuando se sumerge un cuerpo en la atmósfera tiende á caer con una fuerza igual á su peso y á subir con otra igual al peso del fluido que desaloja. De aquí resulta que si un cuerpo está en equilibrio es porque su peso es igual al del volumen de fluido por él desalojado.

« El equilibrio de un cuerpo en el aire es estable con relacion á su distancia á la tierra; si sube por una causa cualquiera entra en nuevas regiones donde las capas de aire son menos densas; el peso del volumen desalojado disminuye por consiguiente, pierde el cuerpo el equilibrio y desciende á su posición primitiva en virtud de la diferencia de ambas fuerzas. En cuanto á la estabilidad del equilibrio es decir á su posición con relacion á la vertical, está sujeta á las mismas condiciones que los cuerpos

sumergidos en los líquidos; esto es, que el centro de gravedad del cuerpo debe estar mas bajo que el del fluido desalojado. Así, en los gases como en los líquidos, un cuerpo no puede permanecer en equilibrio estable porque coincidiendo su centro de gravedad con el del fluido desalojado, resulta que las fuerzas que contribuyen á elevarle y las que obran para sumergirle se hallan aplicadas al mismo punto y se destruyen cualquiera que sea la posición del cuerpo. » (Péclet.)

51. « Los globos, como todo el mundo sabe, son unas esferas huecas de papel ó de tafetan barnizados, llenas de aire caliente ó de un gas menos denso que el aire atmosférico, que se elevan en virtud de su ligereza específica, segun el principio de Arquímedes. El aparato está representado en la Fig. 6. Cuando se quiere llegar á una grande altura es necesario servirse de un globo que pueda subir sin estar completamente lleno. Supongamos que tiene 40<sup>m</sup> de diámetro, y siendo esférico, su superficie será 514<sup>m</sup> cúbicos. Cada metro cuadrado del tafetan que ordinariamente se emplea pesa  $\frac{1}{2}$  de kilograma, de manera que toda la tela pesará 79<sup>k</sup>. Admitamos tambien, que el aeronauta, la navicilla en que maniobra y el aparejo, pesan 200<sup>k</sup>, y que el lastre es de 50<sup>k</sup>, y en ese caso necesitaremos un empuje ó fuerza vertical igual á todos esos pesos, al del gas y á los 4 ó 5 kilogramas que tomaremos para fuerza ascensional. Si el globo estuviera lleno desalojaría 525 metros cúbicos de aire que pesan 680<sup>k</sup> á razon de 4<sup>k</sup> 5 por metro cúbico; de suerte que no habrá que llenar mas que la mitad del globo, pues que 262<sup>m</sup> cub. de

hidrógeno ( $=\frac{525}{2}$ ) con que se puede llenar esa mitad no

pesan mas que 26<sup>k</sup> á razon de 100 gramas el metro, de manera que añadiendo esta cantidad á la anterior, tendrá el globo que elevar  $79^k + 200^k + 50^k + 26^k = 525^k$ ,

y su fuerza será igual á  $\frac{680}{2} = 340^k$ . « Determinado de an-

temano, como acabamos de ver, el peso del globo y el el que puede llevar, se le coloca en la disposicion que representa la Fig. 7, y con una especie de red formada de varias cuerdas que parten de la parte superior del globo se sostiene la navecilla, y en ella se coloca un cierto lastre cuyo peso sea 2 ó 3 kilogr. mayor que el del aeronauta. Se deja entrar en seguida el gas; el globo se hincha, se estienden las cuerdas que sostienen la navecilla, y llega un momento en que esta se eleva y queda en equilibrio. Entra entonces el aeronauta, se quitan los pesos que estaban en su lugar y los 4 ó 3 kilogr. de fuerza ascensional. Segun nuestro cálculo, se encuentra el globo á medio llenar, se le abandona, y lenta y magestuosamente comienza á atravesar los aires.

« No nos parece fuera del caso hablar ahora del *paracaidas*, que con mucha frecuencia hay necesidad de emplear en estos viages. Fúndase ese aparato en la resistencia que opone el aire á los cuerpos en su caída. Su figura como representa la Fig. 8 es muy parecida á la de un paraguas ó sombrilla. Se compone de un pedazo de tela impermeable al aire, y en cuya circunferencia estan fijas una porcion de cuerdas que sostienen una cesta ó barquilla en que se coloca el aeronauta cuando quiere apearse; el descenso es muy pausado porque al aire encuentra una gran superficie con que chocar. En los primeros *paracaidas* las ondulaciones eran muy irregulares porque el aire se escapaba tan pronto por uno como por otro lado; en el dia se les pone una chimenea, en el centro, de 1 metro de altura, y saliendo por ella el aire con mucha regularidad el aereonauta cae completamente á plomo. Se inventaron estos aparatos para que el viagero pudiese salvarse en caso de peligro, pero pueden muy bien servir

para descender. Parece que *Garnerin* fué el primero que se sirvió de él desde una altura de 400 metros. » (Person.)

Diremos ahora el modo de preparar el gas para llenar el globo.

« Experimentalmente se sabe que 5 kilog. de hierro, 5 de ácido sulfúrico del comercio y 50 litros de agua, producen un metro cúbico de hidrógeno. Mas como siempre hay pérdidas y parte del gas queda en los toneles sin pasar al globo, se mezclan las cantidades necesarias para llenarle completamente, aun cuando en realidad solo se introduzca la mitad. Para el caso que nosotros hemos considerado, habrá que mezclar

4570 kilog. de hierro,

2648 — de ácido sulfúrico,

5708 litros de agua.

« Repártense estas cantidades entre una docena de toneles convenientemente dispuestos con sus tubos de conduccion (Fig. 7), y el gas va á depositarse en unos gasómetros contruidos tambien con toneles sin fondo sumergidos boca abajo en el agua, y lavado de este modo el gas pasa ya directamente al globo que está perfectamente cerrado ó plegado para que no tenga aire interiormente; no será fuera del caso advertir que con los toneles debe tomarse la misma precaucion, es decir, dejar correr el gas primitivo que de ellos se desprende sin introducirle en el globo, pues que generalmente ese fluido es el aire puro lanzado por el hidrógeno para ocupar su puesto. Se cierran todas las aberturas cuando el globo está convenientemente lleno, y el viagero á su arbitrio y por medio de una cuerda abre una ó dos válvulas, cerradas con unos resortes, colocadas en la parte superior.

52. « A medida que el globo sube, se dilata el gas porque el aire va estando menos condensado; sin embargo,

dura la ascension hasta que está completamente lleno, pues que si la presion se reduce á la mitad, se duplica entonces el volumen del globo y el aire desalojado adquiere un volumen doble tambien, y de consiguiente el mismo peso que al empezar la ascension. Las variaciones de temperatura no alterarán la fuerza con que el globo se eleva, pues que todos los gases se comportan igualmente con el frio y el calor. Sin embargo, como el volumen del globo es invariable cuando la dilatacion llega á un cierto límite, y las capas de aire van siendo cada vez menos densas, por fuerza ha de llegar el aparato á una de esas capas, donde el peso del volumen que desaloje sea igual al suyo propio. En ella debe pues detenerse; la velocidad adquirida, no obstante, le hace subir un poco mas arriba, pero al cabo de breves oscilaciones se para y permanece en el punto consabido.

« El movimiento de la ascension es acelerado al principio, pues que la fuerza que le produce es constante; rigurosamente no es la velocidad tan constante como en los líquidos, porque la resistencia del aire disminuye cuando disminuye tambien su densidad. En seguida el movimiento es mas perezoso sobre todo desde el momento en que el globo está lleno, porque el aire desalojado pesa entonces menos y el empuje vertical no es tan enérgico.

« La razon de no llenar completamente de gas el aparato se concebirá ahora sin dificultad. Primeramente sabemos que la presion interior y exterior, en ese caso, son iguales, pero si despues de estar lleno continua subiendo, es claro que la primera, la interior, aumentará con respecto á la exterior que ha disminuido, y el gas entonces comprimiendo al tafetan es muy facil que llegue á rasgarle. Aun cuando fuera muy resistente no es conveniente llenarle del todo en tierra, porque aunque la rapidez de la ascension seria mucho mayor, el globo no llegaria á tan

grande altura, puesto que en virtud del peso del gas la sobrecarga en nuestro ejemplo seria de 26 kilog.

« Cuando se abre la válvula superior y el globo está parado vuelve á subir, y evidentemente se llega á la máxima altura abandonando la mayor cantidad posible de gas sin que el globo deje de estar estendido. No es difícil de antemano calcular á que altura puede llegarse con uno de estos aparatos, valiéndose para ello de las fórmulas que daremos al tratar del barómetro. » (Person.)

55. « Los hermanos Montgolfier, son los inventores del maravilloso aparato que acabamos de describir. Anunciaron que habian construido una máquina con que podria caminarsen en la atmósfera, y se hizo el primer experimento en Annonay el 5 de junio de 1783 en presencia de varias corporaciones y un numeroso concurso de espectadores. Podia ser de papel ó de tafetan la *Montgolfiera*, pues tal fué el nombre que entonces recibió el aparato; tenia en la parte inferior una abertura de algunos pies cuadrados y á cierta distancia debajo de esa abertura habia una cestita ó regilla de alambres de hierro en la que se colocaba un combustible como lana, papel ó paja. La combustion de estos cuerpos producía gases calientes que penetraban é hinchaban el globo por sí mismos, y como de dos volúmenes de aire uno frio y otro caliente, el frio pesa mas que el caliente, resultaba que el volumen de aire desalojado pesaba tambien mas que el del globo.

« Un célebre físico, Charles, joven todavia y profesor en París, tuvo la feliz idea de reemplazar el aire caliente con el gas inflamable, hoy gas hidrógeno cuya lijereza era conocida desde 1766 por los experimentos de Cavendish. Ese gas es catorce veces mas lijero que el aire, porque, tomando la de este último por unidad, su densidad es 0,0688. Un centímetro cúbico de aire pesa 0<sup>k</sup>,001299075 y 1000<sup>m</sup> cub. pesan 1299<sup>k</sup>, al paso que 1000<sup>m</sup> cub. de hidrógeno pesan solo 89<sup>k</sup>, 760. La diferencia es 1209,699. De manera

que un globo de mil metros cúbicos, lleno de hidrógeno, puede levantar un peso de 1209<sup>k</sup>,699. Un globo de 500<sup>m</sup> cub. no podría levantar mas que 604<sup>k</sup>849. Charles hizo construir un aparato de ese tamaño, y para dar á entender la confianza que le inspiraba su descubrimiento, emprendió un viage con Robert, y en breves instantes se hallaron á 400 ó 500 toesas de la tierra. Partieron del centro del jardin de Tullerías, toda la poblacion estaba en movimiento, las plazas públicas, los tejados, las torres y todos los sitios elevados guarnecidos de curiosos espectadores: un cañonazo fué la señal de la partida, el globo se elevó en los aires como un meteoro que aparece en el horizonte, y á cierta altura se distinguian aun las banderolas flotantes iluminadas por el sol y á los navegantes que con tranquilidad no afectada, saludaban á la tierra. Jamas experimento alguno de fisica escitó tanta admiracion ni arrancó tan vivos aplausos.

« No podia menos de tener imitadores tan maravilloso viage. Sin embargo, entre todos los que se repitieron para las investigaciones científicas, es el mas notable el que emprendieron en Francia, en 1804, los señores Gay-Lussac y Biot, durante el cual y á la altura de 4000 metros hicieron importantes experimentos sobre el estado eléctrico y temperatura de esas altas regiones. M. Gay-Lussac subió despues á 7000 metros, la mayor altura á que jamas han llegado los hombres, aunque Humboldt y Bonpland no se quedaron muy atras, pues partiendo del volcan de Cotopaxi en el Chimborazo subieron á 6100 metros. A aquella altura dice M. Gay-Lussac que el frio es muy intenso; su termómetro, que en la superficie de la tierra estaba á  $+50^{\circ}$  descendió hasta  $-40^{\circ}$ . La sequedad de la atmósfera es tan considerable que los cuerpos higrométricos, perdiendo toda su humedad, se resuelven y deshacen completamente. El color del cielo es azul algo oscuro. Suspendido en el centro de estos espacios á tan

grande distancia de la tierra y cuerpos resistentes, el menor ruido viene á turbar la tranquilidad del viajero y su vista vagando incierta sin hallar ningun objeto en que fijarse trasmite al alma un sentimiento de soledad que solo M. Gay-Lussac puede describir. Despues de 6 horas de navegacion y de haber recorrido mas de treinta leguas en linea horizontal, empezó á bajar M. Gay-Lussac y encontró la tierra en las cercanías de Ruan. En sus correspondientes lugares encontrará el lector los resultados con que ha enriquecido á la ciencia este memorable viage. (Pouillet.)

54. « El lastre es muy util para descender; en efecto, si la caída es rápida, no hay mas que disminuir poco á poco ese peso, y el movimiento va siendo cada vez menor. Para empezar á bajar, cuando el globo está en equilibrio, no hay mas que soltar parte del gas, hasta que disminuya el volumen, y el aparato entonces baja aceleradamente sin detenerse, aun cuando sea muy grande la diferencia de densidad entre las capas de aire.

« En el día se construyen globos muy pequeños con una membrana preparada con los intestinos de buey, sustancia que tiene la propiedad de pegarse á sí misma sin necesidad de otra intermedia; cuando tienen 5 pies de diámetro pesan generalmente  $2\frac{1}{2}$  onzas, y pueden levantar de 6 á 7 onzas. Aun mas pequeños se construyen de goma elástica, y todavía menores soplando y dejando desecar la seda líquida que se saca de los gusanos.

« Hasta el día no se han empleado los globos en operaciones de mucha importancia. En la batalla de Fleurus, con uno de ellos, se observaron las posiciones del enemigo, pero despues de esta época no parece que ha vuelto á ponerse en práctica. Recientemente se ha dicho que en Inglaterra se trataba de suspender las grandes masas de transporte de estos aparatos y que entonces la conduccion era mas facil; pero ademas de ser necesario un globo de 50 pies de diámetro para levantar un peso de 600 kilogr.

es muy costoso el llenarlos, y el gas se escapa en poco tiempo. Todas las tentativas para dar direccion á los globos han sido infructuosas hasta aquí. Parece que se ha renunciado á manejarlos con alas y se trata en el dia de servirse de los vientos en que caminan en diferentes direcciones á diversas alturas de la atmósfera, en cuyo caso queda reducido el problema á saber subir y bajar para encontrar la corriente propicia. » (Person.)

Mecanismo del vuelo.

55. Aunque esta cuestion es muy complicada en sus pormenores, puede sin embargo formarse idea, comparándola á la natacion. Se concibe en efecto que cuando las alas bajan, el aire resiste y el pájaro encuentra un punto de apoyo para levantarse. Cuando las despliega y levanta, no hallan la misma resistencia porque son convexas y pueden encorvarse mas, cediendo á la oposicion del aire. (Fig. 9.) Por otra parte, los músculos de ascension no son tan vigorosos como los de descenso; estos forman una masa espesa y compacta, cuyo tejido es parecido al del corazon; así los de muchas aves viajeras se contraen durante dias enteros sin la menor intermision. Las alas á su vez, merced á su configuracion, no se mueven como los remos para el vuelo de avance; pues como su superficie es oblicua, y de consiguiente el borde anterior mas bajo que el posterior, resulta que la impulsión del descenso es hácia adelante y en direccion de la recta AB; mas como la de su cuerpo es DC, la resultante AD será horizontal ú oblicua segun la posicion de AB. Cuando se acerca mucho á AC, todo concurre á aumentar la velocidad; por eso las aves de rapiña se precipitan con una rapidez asombrosa. Esa misma fuerza AB nunca es directa sino cuando el ave bate sus alas con simetria. Segun esto, cuando el

ala izquierda se agita con mas velocidad que la derecha debe volverse hácia este último costado. La inclinacion del cuello facilita los cambios de direccion. Cuando el pájaro va tendido y sin agitar sus alas, es prueba de que solo camina en virtud de la velocidad adquirida. La cola, si es que contribuye al movimiento, solo sirve para subir y bajar y de ningun modo para los giros de costado; su principal utilidad consiste en aumentar la superficie y por consiguiente la resistencia á la caida, pues como todo el mundo sabe permanece estendida durante el vuelo.

Algunos hombres han llegado á elevarse con alas postizas, pero aun en el aire mas tranquilo les era imposible soportar mucho tiempo este trabajo. El peso del hombre es enorme comparativamente al de los pájaros, ofrece muy poca superficie con respecto á su masa, y necesita alas muy grandes y á mas de eso una fuerza prodigiosa para moverlas; esas alas, por otra parte, no tienen comparacion con las de las aves, que la naturaleza renueva y compone continuamente. El mecánico *Degen*, que suspendido de un globo, intentó darle direccion con sus alas, no pudo conseguirlo, pues la menor corriente le sacaba de su direccion.

Densidad de los líquidos.

56. *Primer método.* Las densidades de los líquidos, como otra vez hemos dicho, se refieren siempre á la del agua, ó lo que es lo mismo, la de este cuerpo sirve de unidad para todos los demas. El método es tan sencillo que no hay mas que pesar un frasco esmerilado, lleno sucesivamente de aire, de agua y del líquido cuya densidad se quiere conocer.



Ejemplo.

Peso del frasco lleno de agua.	495,578
— lleno de aire.	128,595
Peso del agua.	66,985
Peso del mismo frasco lleno de alcohol.	481,515
— — lleno de aire.	128,595

$$\text{Peso del alcohol} = 481,515 - 128,595 = 52,920$$

Como la densidad del aire y la del líquido, por ligero que sea, son siempre muy diferentes; no hay necesidad de retirar el primero del frasco. Restando el peso del frasco vacío del que tiene cuando está lleno, se obtiene por residuo el peso del líquido, y como, bajo un mismo volumen, las densidades son proporcionales á los pesos, resulta que la densidad del alcohol, v. g., es á la del agua, tomada por unidad :: 52,920 : 66,985, de donde la densidad del alcohol = 0,790.

Antes de pesar el frasco es muy conveniente sumergirle cierto tiempo en una masa de agua ó temperatura constante.

No se toma en cuenta la variacion de la presión, porque apenas influye en la densidad de los sólidos y líquidos.

Si durante el experimento anterior fue 15°,5 la temperatura, y se quieren referir los resultados á 4°, no hay mas que corregir los pesos de los líquidos, teniendo bien presente que son tanto mas pequeños cuanto mas dilatados estan los líquidos; de manera que si  $t$  es la temperatura,  $a$  el coeficiente de dilatacion del alcohol y  $e$  el del agua, los pesos precedentes se convertirán á 4° en

$$52s,920 \frac{1+at}{1+a4^0} \text{ y } 66s,985(1+e)(t-4).$$

Como al pesar los cuerpos hay siempre una pérdida por el mero hecho de estar sumerjidos en el aire, es muy conveniente, si los resultados han de ser exactos, saber hacer la competente correccion.

Llamemos  $V$  al volumen interior del vaso,  $P$  al peso del agua que contiene,  $p'$  al del líquido, y designando por  $D$  la densidad incógnita y por  $d$  la del aire tendremos.

$$P=V(1-d) \text{ y } P'=V(D-d); \text{ de donde}$$

$$D = \frac{p'+d(p-p')}{P}. \text{ (Péclet.)}$$

Comunmente se comparan las densidades á la temperatura general de los cuerpos inmediatos al observador.

57. *Segundo método.* Fúndase este procedimiento en el principio de Arquímedes. Parece que lo descubrió tratando de averiguar, por mandato de Hieron, Rey de Siracusa, si una corona que este príncipe le habia dado contenia ó no alguna aleacion de otro metal poniéndole por condicion espresa, que no deshiciera la corona.

Para aplicar este principio, hé aquí el método que se sigue prácticamente. Suspéndese un cubito metálico de un alambre fijo á uno de los platillos de la balanza ordinaria, se añaden pesos en el otro hasta que entramos esten en equilibrio, y se sumerjé por fin el cubo en vasijas llenas de diferentes líquidos; en cada una de estas operaciones parciales hay ó que añadir ó que quitar pesos en el platillo opuesto; ahora bien, como los volúmenes desalojados son siempre iguales, y como los pesos agregados ó sustraídos representan las pérdidas que el cubo experimenta en virtud de la inmersión, resulta que dividiendo esos pesos uno á uno por el que ha sido necesario añadir al sumerjir el cubo en el agua destilada tendremos por cuocientes las densidades de los líquidos experimentados.

Conservando los valores signos iguales á los del primer método, la fórmula correspondiente á la correccion de los pesos por la presencia del aire, es la misma que dimos anteriormente.

Aunque los dos métodos son igualmente precisos, se emplea mas comunmente el primero por ser mas cómodo en una multitud de circunstancias, sobre todo cuando el aire atmosférico puede con su contacto deteriorar los líquidos.

En los antiguos gabinetes de Física existe un instrumento (Fig. 10) con el que inmediatamente pueden estimarse las densidades. Consta de un sifon cuyos brazos AB y CD, siendo iguales, comunican por la parte superior con un cuerpo de bomba semejante al de una máquina pneumática, segun que la llave R está abierta ó cerrada. Si se hace funcionar el émbolo, sale el aire del sifon en parte y ambos líquidos se elevan á una cierta altura. Llamando H á la altura de uno cualquiera de ellos y D á su densidad, y H' y D' respectivamente á la altura y densidad del otro, tendremos

$$H:H':D':D; \text{ de donde } \frac{D'}{D} = \frac{H}{H'}$$

Este método ha sido abandonado por la corta precision de que es susceptible.

M. Babinet se sirve de un método bastante espedito. Su aparato consiste en un sifon, cuya parte media ABC está llena de aire, y en él se echan los líquidos de modo que los puntos *mCBn* esten todos en la misma horizontal, las densidades estan en razon inversa de las alturas sobre la linea *mn*.

Tabla de las densidades de algunos líquidos.

Acido sulfúrico.	1,8409
— nitroso.	1,550
Agua del mar muerto.	1,2405
Acido nítrico.	1,2175
Agua del mar.	1,0265
Leche.	1,05
Agua destilada.	1,0000
Vino de Burdeos.	0,9959
Vino de Borgoña.	0,9945
Aceite de olivas.	0,9455
Eter muriático.	0,874
Aceite esencial de trementina.	0,8697
Betun líquido, vulgo nafta.	0,8475
Alcohol absoluto.	0,792
Eter sulfúrico.	0,7455

## Densidades de los sólidos.

58. El segundo método de los líquidos puede tambien aplicarse á los sólidos; es decir, que no hay mas que pesar los cuerpos en el aire y en el agua, y dividir el peso en el primer caso, por la pérdida en el agua, para tener la densidad referida á ese líquido.

Ademas de ser muy preciso, tiene la ventaja de ser aplicable en grande, como si por ejemplo se tratara de saber la densidad de una masa de hierro, de bronce de una hoja de palastro, etc., pues en ese caso no habria mas que pesarlos al aire libre y tomar el peso en el agua fijándolos en seguida al platillo de una gran ballanza.

El método siguiente es el que casi exclusivamente se