

viveza en los pequeños cuerpos que en los grandes : del mismo modo la pequeñez de los rayos de luz puede contribuir infinitamente á la fuerza del agente ó de la potencia que les hace padecer las refracciones. Y si se supone que el éter (como el ayre que respiramos) contenga partículas que se esfuerzen en alejarse unas de otras, y que estas partículas sean infinitamente menores que las del ayre, y aun que las de la luz ; su excesiva pequeñez puede contribuir á la magnitud de la fuerza por la que se alejan unas de otras, hacer al medio infinitamente mas ralo y elástico que el ayre, y por consiguiente infinitamente menos propio para resistir á los movimientos de los proyectiles, é infinitamente mas propio para causar la pesadez de los cuerpos, por el esfuerzo que hacen sus partículas para extenderse." *Optic. pag. 325. (Véase LUZ, ELASTICIDAD.)*

He aqui un resúmen de las ideas generales que parece tuvo *Newton* sobre la causa de la *Gravedad* : y con todo si se examinan otros lugares de sus Obras, se inclina uno á creer que esta explicacion general que da en su *Optica* estaba destinada principalmente para tranquilizar algunas personas á quienes habia chocado la atraccion ; porque este Filósofo, confesando que la pesadez pudiera ser producida por la impulsión, añade que tambien podia producirse por alguna otra causa. Hace mover á los planetas en un gran vacío, ó á lo menos en un espacio que contiene poquísima materia ; observa que la impulsión de un fluido es proporcional á la cantidad de superficie de los cuerpos que hiere ; al paso que la *Gravedad* es como la cantidad de materia, y proviene de una causa que penetra, para decirlo así, los cuerpos ; luego no distaba mucho, á mi parecer, de mirar á la *Gravedad* como un primer principio y como una ley primordial de la Naturaleza ; en una palabra, toda esta explicacion es muy débil, para no decir otra cosa muy vaga y poco conforme con el modo regular de filosofar de su ilustre autor ; y no podemos creer que la propusiese con mucha seriedad. Ademas, parece que *Newton* dió su apro-

como ba-

bacion al prefacio que puso *Cotes* á la frente de la segunda edición de sus *Principios*, en la que sostiene este Autor, como hemos dicho, que la *Gravedad* es esencial á la materia.

GRAVEDAD. (*Centro de*) (*Véase CENTRO DE GRAVEDAD.*)

\* GRAVIMETRO. Instrumento apropiado para medir la gravedad específica de los sólidos y fluidos. Desde que la Química hermanada con las ciencias exáctas ha hecho ver que los fenómenos de las combinaciones producidas ó descompuestas no eran el resultado de qualidades ocultas, sino la destruccion del equilibrio, causada por fuerzas motrices que algun dia se sujetarán al cálculo ; se conoció la necesidad de proceder en los experimentos con tal exáctitud que abrace todas las circunstancias que pueden impedir ó favorecer el movimiento. La gravedad específica de los cuerpos debió entrar necesariamente en estas consideraciones, pues al mismo tiempo que sirve para indicar la naturaleza de los cuerpos, sirve tambien para juzgar de su pureza, de su estado de agregacion, de condensacion y de rarefaccion : todo lo qual se convierte en otras tantas causas inmediatas de movimiento ó de reposo. Por lo mismo importa mucho perfeccionar los instrumentos destinados á medir la gravedad, y tambien hacerlos de un uso bastante cómodo en beneficio de aquellas personas que tienen que manejarlos con frecuencia.

De todos los pesalicores inventados hasta ahora, el de *Fahrenheit* pasa por el mas exácto ; el qual, como sabemos, tiene por principio la comparacion de los pesos en volúmenes constantes. Los que se han construido para medir la densidad por el grado de sumersion pueden servir en los obradores para dar una aproximacion suficiente al intento ; pero, sin hablar ahora de la desigualdad de los tubos ni de la impertinente dificultad de hacer las escalas por observacion, ni tampoco del vacío que dexan los intervalos de las divisiones por mas inmediatas que esten, no son susceptibles

semejantes instrumentos de correccion en orden á las diversas temperaturas, ni se han hecho para estar en las manos del Físico.

La forma que *Nicolson* ha dado hace algunos años al pesalicores de *Farenheit* le ha hecho propio para medir la densidad de los sólidos: su uso se halla actualmente recibido: da con bastante exáctitud hasta la quinta decimal de la relacion con el agua tomada por unidad; y es susceptible de correccion por las alteraciones en el temperamento, y por la impureza del agua que por necesidad hay que emplear algunas veces (*Véase el artículo Areómetro en el Diccionario de Química de la Enciclop. Metód.*) de modo que parece no hay mas que desear sobre el asunto.

Pero como hasta ahora este pesalicores solamente se ha construido de metal, no puede servir para las sales ni para los ácidos. Ademas sabemos que los areómetros construidos segun los principios de *Farenheit* para los licores espirituosos, salinos y ácidos deben variarse en magnitud, figura y lastre. En unos la carga inferior debe estar á una gran distancia de la parte inferior de la botellita, para conservar la situacion vertical; en otros hay que ponerla mas inmediata para operar en menores volúmenes de líquidos: aquellos deben ser bastante pesados para sumergirse en los ácidos concentrados; estotros muy ligeros para quedar suspensos en el alkool; y todos proporcionados en sus masas y dimensiones para reunir en el punto del lastre la porcion del peso adicional que no podria ponerse en el platillo superior sin sacarle de la línea; de suerte que en realidad se necesita una coleccion de pesalicores para satisfacer á los diferentes casos que pueden presentarse.

Para remediar en parte estos inconvenientes se pensó últimamente terminar el areómetro por un ganchito para colgar arbitrariamente unas bolitas de cristal huecas por dentro y llenas de mercurio, que formasen lastres de diferentes pesos; lo qual aun no era suficiente para todos los casos. Ademas he visto en todos los instrumentos de este gé-

ne-

nero, que he podido observar, que no han cuidado ó no han podido hacer el punto de nivel de la espiga comun para todos los lastres, de modo que mudando estos era preciso mudar tambien el alambre que lleva la señal dentro de la espiga superior.

Yo he pensado que sin apartarse de los principios de *Farenheit*, haciendo solamente de vidrio el instrumento de *Nicolson*, y con alguna ligera adiccion se le podia hacer mas general y cómodo, sin disminuir en nada su exáctitud. No se me ha ocultado la desconfianza que naturalmente tenemos todos en los instrumentos llamados *policrherthes*, los quales por lo regular vienen á ser inútiles por haberlos querido hacer propios para todos los casos; pero al mismo tiempo he conocido que seria muy ventajoso para todos los que se ocupan en observaciones y experimentos el no necesitar mas que de una sola medida para determinar la densidad de todos los cuerpos sólidos ó líquidos. Este es el objeto que me he propuesto, y el que fácilmente se podrá ver si he conseguido.

Con este motivo observo que el nombre de *pesalicores* y el de *areómetro*, su sinónimo por etimología, conviene muy mal á un instrumento que llene todas las condiciones indicadas; pues ambos á dos suponen que es líquido el cuerpo que se pesa, siendo así que para los sólidos es el mismo instrumento el término de comparacion señalado, al qual nos proponemos referir el peso desconocido. Por lo qual propongo se le de el nombre de *Gravímetro*, fácil de comprehenderse y de aplicarse en todos los casos.

Este instrumento, que debe ser de vidrio, es de figura cilíndrica, porque esta exige el menor volumen de los líquidos, y que por lo mismo debe preferirse quando no hay precision de apartarse de ella para lograr que el instrumento se mantenga en la línea perpendicular.

Lleva como el de *Nicolson*, dos platillos, el uno superior á la extremidad de una espigueta muy delgada, en cuyo medio está señalado el punto fixo de inmersion; el otro in-

in-

inferior terminado en punta que contiene el lastre, y está asido al cilindro por dos asas. La suspension móvil ó la que se logra por medio del gancho, tiene el inconveniente de acortar la palanca que debe asegurar la posicion.

El cilindro tiene de diámetro 22 milímetros (11 líneas de Castilla), y de largo 21 centímetros (cerca de 9 pulgadas); lleva en el platillo superior un peso adicional constante de 5 gramas ( $2\frac{1}{2}$  adarmes ó 90 granos). Pueden aumentarse sus dimensiones, y hacerle capaz de recibir un peso mucho mas considerable; pero se verá muy pronto que no hay necesidad de esto.

Añado una pieza, á la qual doy el nombre de *sumergidor*; porque en efecto solo sirve quando está colocada en el platillo inferior, y por consiguiente sumergida enteramente en el licor. Viene á ser una bola de vidrio lastrada con una suficiente cantidad de mercurio, para que su peso total sea igual al peso adicional constante, y ademas al peso del volúmen del agua que desaloja esta pieza.

Bien se comprehende que habiendo determinado el peso á la misma temperatura que á la que se arregló el instrumento, este debe mantenerse en el mismo punto de sumersion, ya esté cargado con el peso adicional constante, ó ya este peso se halle reemplazado por el *sumergidor* en la parte de abaxo.

Ahora es muy fácil imaginarse como se adapta este instrumento á todos los casos.

Servirá 1.º para los sólidos; en cuyo caso es el pesalícor de *Nicolson* sin diferencia alguna. La única condicion que se requiere es que el peso absoluto del cuerpo que se pesa sea algo menor que el peso adicional constante, que aquí es de 5 gramas. (90 granos.)

2.º Para los líquidos de menor gravedad específica que el agua. El instrumento sin el peso adicional constante pesa cerca de 2 decágramas (10 adarmes) con las dimensiones anteriormente explicadas; luego tendremos la latitud de un 5.º de ligereza, y por consiguiente el medio de recorrer las in-

intermedias, y llegar hasta el alchool mas rectificado, el qual se sabe está con el agua en la razon de 8 á 10.

3.º Para los líquidos de mayor gravedad específica que el agua. Hallándose el peso adicional trasladado á la parte de abaxo por medio del *sumergidor* que pesa cerca de 6 gramas (cerca de 3 adarmes), puede recibir el instrumento en el platillo superior mas de quatro veces el peso adicional comun; sin perder el equilibrio de su posicion, é indicar de este modo la relacion de densidad de los ácidos de la mas alta concentracion.

4.º Tiene otra propiedad comun al de *Nicolson*, y es que puede servir en caso necesario de balanza para pesar los cuerpos cuya masa no exceda al peso adicional.

5.º Finalmente, siendo conocida la pureza del agua, indicará tambien sus grados de rarefaccion y de condensacion por la relacion de su masa á su volúmen.

Sobre la construccion de este instrumento tengo muy poco que decir; qualquier artista que trabaje en vidrio, y le haya visto una sola vez, podrá ejecutarle con facilidad. El *sumergidor* solo es el que pide algun cuidado para arreglar perfectamente la sumersion del instrumento, ya lleve el peso adicional, ó ya este se halle reemplazado por el *sumergidor*; pero hay un método de tantear seguro y exácto para conseguir el intento.

Hecha la bola y rematada en punta muy fina, se introduce bastante azogue para que se mantenga debaxo del agua, y se tapa con cera el agujero. Poniendo despues la bola en el platillo inferior del instrumento, se carga el platillo superior hasta que el punto que sirve de señal esté exáctamente al nivel del agua: la suma de los pesos añadidos da precisamente la cantidad de mercurio que se debe introducir en el *sumergidor*: despues solo resta el cerrarle, cuidando de no alterar su volúmen.

Aunque este instrumento tiene algunas partes bastante delicadas, solo tiene el riesgo de romperse por lo frágil de la materia de que por precision debe componerse, á causa

de

de los licores salinos y ácidos. Y puedo asegurar que durante seis meses que lo he usado con frecuencia en la escuela Politécnica, solo una vez me ha sucedido el romper una de las asas.

Resta indicar el modo en que el Naturalista que viaje pueda transportarlo con facilidad; y se reduce á un estuche ó caja en donde las partes delicadas no padezcan ningun roce, y las pesadas esten sujetas de manera que resistan al movimiento que pueden recibir en razon de su masa; y esto es lo que por lo regular ignoran los estuchistas de rutina, cuyo descuido acarrea necesariamente fracturas quando las materias desiguales en densidad estan expuestas á recibir una impulsión comun.

Una simple vista de la estampa adjunta dará á conocer mejor el objeto, que la descripción mas circunstanciada. (Véase Lám. XCVIII. fig. 1, 2, 3 y 4.)

#### ADICION A LA MEMORIA PRECEDENTE.

El uso que continuamente he hecho del *Gravímetro* desde que presenté su descripción al Instituto nacional, me ha proporcionado la ocasion de hacer en él algunas ligeras variaciones que tienen la ventaja de hacer mas fácil su construcción, y de remediar lo frágil de una de sus partes principales.

Tambien me ha parecido útil poner á continuación de esta Memoria la fórmula que sirve, estando el *Gravímetro* bien arreglado, para encontrar la gravedad específica de qualquier cuerpo por la relacion de su volúmen con el del agua destilada á la temperatura de 12,5 grados del termómetro decimal (10 grados del de Reaumur), y 157,7 milímetros (378,85 líneas) de presión, suponiendo que no haya ni agua destilada, ni termómetro, ni barómetro. La admiracion que algunas veces he notado al enunciar así este problema, me ha hecho creer que se recibiría con gusto la solución que indiqué solamente, refiriéndolo-

dome al artículo *AREOMETRO* del Diccionario de Química de la Enciclopedia metódica.

Despues pondré una explicacion de las figuras que representan el instrumento, y su estuche para guardarlo en los viages.

Finalmente, concluiré esta adición con exemplos de la aplicación del *Gravímetro* á las tablas de gravedad específica.

#### DESCRIPCION DE UN SUMERGIDOR SOLIDO.

Como la condicion de cerrar herméticamente la pieza llamada *sumergidor* sin alterar su volúmen, obliga á hacerla muy delgada, se ha solido romper algunas veces sin recibir el menor golpe exterior, y solo por el efecto de la cantidad de movimiento que recibe el mercurio contenido en lo interior. El reemplazarla por otra bola semejante de vidrio no tenia dificultad alguna; pero era preciso arreglar de nuevo el instrumento para que conservase la propiedad de medir la gravedad específica de los líquidos: y se ha visto que esta operacion no está exenta de dificultades que impiden conseguir la exactitud deseada.

He vencido este obstáculo substituyendo á la bola de vidrio lastrada con mercurio una pequeña masa de vidrio sólido á manera de un tapon de cristal que se desbasta de antemano en la piedra para darle la forma conveniente, y que despues se disminuye hasta que puesta en el platillo inferior del *Gravímetro*, su inmersión en el agua destilada á los grados de temperatura y de presión determinadas, corresponde exactamente el punto señalado en la espiga por la sumersión del instrumento en el mismo liquido quando está cargado con su peso adicional.

Así hay mas seguridad de lograr á la primera prueba el último grado de exactitud; pues todo se reduce á la maniobra tan usada y comun de verificar un peso.

DEL USO DEL GRAVIMETRO PARA ENCONTRAR LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE QUALQUIER CUERPO, SUPONIENDO QUE NO HAYA AGUA DESTILADA, NI TERMOMETRO, NI BAROMETRO, Y SIN NECESIDAD DE CORRECCION.

Suponiendo el *Gravímetro* bien arreglado,

seá  $x$  la gravedad específica que se busca;

$b$  el peso adicional necesario para sumergir el *Gravímetro* en el licor desconocido hasta el punto señalado;

$c$  el peso que puesto con el cuerpo en el platillo superior, da la inmersión al mismo punto;

$d$  el peso adicional estando el cuerpo en el platillo inferior;

$P$  la gravedad específica del agua ( á la temperatura de 12,5 grados del termómetro decimal, y á la presión de 757,7 milímetros ) = 1;

$P'$  la gravedad específica del agua en que se pesa.

La siguiente fórmula da la solución del problema:

$$x = \frac{(b-c)P'}{d-c}.$$

Primero se busca el valor de  $P'$ , el qual será mayor que la unidad quando el agua que se emplea sea mas pesada que la destilada  $P$ , y menor, esto es, un quebrado en el caso contrario.

Expresando  $M$  el peso del *Gravímetro* sin peso adicional;

$V$  el volúmen constante de su parte sumergida;

$a$  el peso adicional constante, ó el que da la inmersión al punto señalado en el agua destilada  $P$ ,

se tiene  $M + a = VP$ , y  $V = \frac{M+a}{P}$ .

Por otra parte,  $b$  expresa el peso mayor ó menor que  $a$ , que

que se debe substituir para tener la misma inmersión en otro licor diferente que el agua destilada  $P$ ; luego será tambien  $M + b = VP'$ , de donde  $P' = \frac{M+b}{V} = \frac{M+b}{M+a}$ .

Hallado el valor de  $P'$ , todo está conocido, y no resta mas que ponerle en la fórmula, la qual por esta substitución se transforma en  $x = \frac{(b-a)(M+b)}{(d-c)(M+a)}$ .

Me persuado que los Físicos reconocerán todas las ventajas de este método; pues en efecto por él se evita el tener que preparar agua destilada para cada operación, y aun quando la hubiese de sobra, siempre era menester estar con sumo cuidado para no dexar escapar los momentos bastante raros en que tuviese las condiciones determinadas de temperatura y de presión, y muchas veces habria que disponerla artificialmente para lograr esta última circunstancia; lo qual tiene un gravísimo inconveniente; y es que la temperatura producida de este modo está muy expuesta á variar durante el curso de la operación. Todas estas dificultades desaparecen; y en una palabra, aun quando tuviese á la mano agua destilada, prefiero especialmente en verano una agua algo cargada de sal neutra. Dos motivos justifican esta preferencia: 1.º me es mas cómodo añadir algunos miligramas al peso adicional constante, que componer de él uno inferior por una serie de submúltiplos: 2.º tomando un líquido á la temperatura del ambiente es mas uniforme, y está menos expuesto á variaciones rápidas; cuyas circunstancias son las mas favorables para asegurar el resultado de la operación.

#### EXPLICACION DE LAS FIGURAS.

Fig. 1.ª *Gravímetro*.

$a$  Platillo inferior.

$b$  Platillo superior.

$c$  Punto de inmersión señalado en un alambre en lo

Kkk 2

in-

interior de la espiga.

Fig. 2.<sup>a</sup> Pieza llamada sumergidor, que se pone en el platillo inferior en *a*, quando se opera en líquidos mas pesados que el agua.

Fig. 3.<sup>a</sup> *Gravímetro* visto en el vaso cilíndrico lleno de agua, y sumergiéndose al punto señalado *c* por medio del peso adicional constante *d*.

*NOTA.* Importa mucho escoger un vaso cuya altura sea tal que el instrumento pueda mantenerse suspenso al nivel del punto señalado en la espiga, y aun algo mas arriba, sin que la superficie del platillo pueda jamas llegar á tocar al agua.

Fig. 4.<sup>a</sup> El *Gravímetro* visto en su estuche.

*A* Parte cilindrica del instrumento colocada en una muesca del estuche, y asegurada en la parte superior con los dos parapetos *ee*, que dexan un libre paso á la espiga; está fixa en su medio por la aldabilla de laton *f*, y sujeta en la parte de abaxo con una tablita que se apoya en un taruguito *h*.

*i* Piececita de madera que corre por una muesca con un tornillo de prision, que sirve para dar apoyo á la pieza del lastre, en caso de que el movimiento adquirido por la masa del mercurio que contiene propendiese á romper las asas.

*K* El sumergidor puesto en un lugar separado.

*l* El peso adicional constante, encerrado en una cavidad hecha en lo mazizo del estuche, y bastante larga para poder sacarle con comodidad.

*m* Superficie interior de la tapa del estuche, socabada en *n* para recibir, sin que roce, el platillo superior. En un papel pegado á esta tapa va escrito el peso del *Gravímetro* con el sumergidor, y sin él; y los volúmenes de agua que desaloja en uno y otro caso; lo qual muchas veces es necesario conocer exáctamente.

DE

DE LA UTILIDAD QUE SE PUEDE SACAR DE LAS TABLAS DE GRAVEDADES ESPECIFICAS POR MEDIO DEL GRAVIMETRO.

Siendo muy comun así en las investigaciones físicas como en el comercio tener que determinar las proporciones de la mezcla de dos líquidos, ó las de la liga de dos metales; se conoció de algun tiempo á esta parte, que para hacer esta operacion fácil, y segura al mismo tiempo, era necesario reunir el socorro de las tablas dispuestas por observacion, al uso de un instrumento que pudiese dar inmediatamente, y con tres decimales á lo menos, la relacion de densidad.

El *Gravímetro* desempeña completamente este objeto, y para que se pueda juzgar mejor sobre esto mismo, haré la aplicacion á la mezcla de alcohol y agua, y á la aligacion de estaño y plomo: que son precisamente las dos composiciones que con mas freqüencia ocurre tener que examinar baxo este punto de vista; y me persuado que no desagradará el encontrar aquí lo que se ha hecho hasta ahora digno de confianza, en una clase de observaciones que piden un trabajo muy largo, y un cuidado muy escrupuloso.

TA-

TABLA DE LAS CORRESPONDENCIAS DE LAS GRAVEDADES ESPECIFICAS DE LAS MEZCLAS DE ALCOHOL Y AGUA, CON LAS PROPORCIONES DE ESTOS LIQUIDOS A LA TEMPERATURA DE 60 GRADOS DE LA ESCALA DE FARENHEIT, 12,44 DE REAUMUR, Y 15,55 DEL TERMÓMETRO DECIMAL.

Partes centesimales de las mezclas.

Gravedades especificar.

De alcohol .....	Gravedades especificar.	
	Segun el C. Chaus sier.	Segun Mr. Gilpin.
100	0.7980	0.825
95	0.8165	0.8405
90	0.8340	0.8543
85	0.8485	0.8673
80	0.8620	0.8795
75	0.87525	0.8912
70	0.8880	0.9023
65	0.9005	0.9128
60	0.9120	0.9229
55	0.9230	0.9323
50	0.9334	0.9413
45	0.94265	0.9492
40	0.9514	0.9564
35	0.95865	0.9625
30	0.96535	0.9679
25	0.97035	0.9727
20	0.97605	0.9774
15	0.9815	0.9822
10	0.9866	0.9873
5	0.99335	0.9930
0	0.99835	1.0000

NOTA. En esta tabla se hallan las proporciones que por las memorias del C. Gouvenain publicó el C. Chaus sier en el Artículo Alcohol (Farmacia) de la Enciclopedia metódica, y tambien las que se hallan en las tablas de Mr. Gilpin, cuyo uso recomiendan los Sabios de Alemania. *Diario Físico de Mr. Gren. 1796. tom. 3. pág. 128.*

No

No es extraño que haya diferencias entre estas relaciones, porque el alcohol que sirvió á las observaciones indicadas en las tablas del C. Chaus sier estaba mucho mas rectificado, pues su gravedad específica solo era de 0,798 á la misma temperatura en la que dió 0,825 el de Mr. Gilpin. Pero no es fácil persuadirse que esta diferencia haya producido otra tan considerable en la penetracion ó disminucion de volúmen en las mezclas: la indicada por Mr. Gilpin en partes iguales de alcohol y agua es de 0,025, al paso que la misma segun las tablas del C. Chaus sier es de 0,0454.

TABLA DE LAS CORRESPONDENCIAS DE LAS GRAVEDADES DE LAS ALIACIONES DE ESTAÑO Y PLOMO, CON LAS PROPORCIONES RESPECTIVAS DE ESTOS METALES.

Para esta tabla me he valido de las observaciones publicadas por Mr. Bergenstierna en las *Memorias de la Academia de Stockolmo de 1780*, reimpresas en el *Manual sistemático de Mr. Gren. (§. 3195)*; pero habiendo establecido todas sus relaciones sobre las variaciones de la gravedad absoluta en volúmenes iguales, y empleado pesos extrangeros, he tenido que mudar su expresion para reducirla á la comparacion mucho mas simple y usual del agua destilada.

He puesto de cinco en cinco la gravedad matemática, ó determinada por el cálculo, para dar á conocer las variaciones de volúmen que resultan de la combinacion, y que en el caso particular disminuyen la densidad en vez de aumentarla.

El plomo puro es al agua:: 11,1603: 1.

Y el estaño puro:: 7,2914: 1.

Pra-