

## Práctica 3

---

# MEDICION DE MASAS: DETERMINACION DE DENSIDADES CON LA BALANZA HIDROSTATICA

---

### 1. OBJETIVO

Conocer el empleo de una balanza en general así como los métodos de pesada más usuales. Utilizar la balanza hidrostática para determinar densidades de sólidos y líquidos.

### 2. MATERIAL

- Balanza hidrostática
- Vaso de precipitados
- Agua destilada
- Alcohol
- Perdigones para la tara
- Papel de filtro

### 3. FUNDAMENTO

La balanza es un aparato destinado a la determinación de la masa de un cuerpo por comparación de ésta con las de unos cuerpos cuya masa es conocida.

En esencia es una palanca de primer género con dos brazos iguales, de

cuyos extremos penden unos platillos de igual masa. Está constituida por una barra rígida o "cruz" apoyada en un soporte fijo mediante una cuchilla que puede girar libremente sobre el soporte.

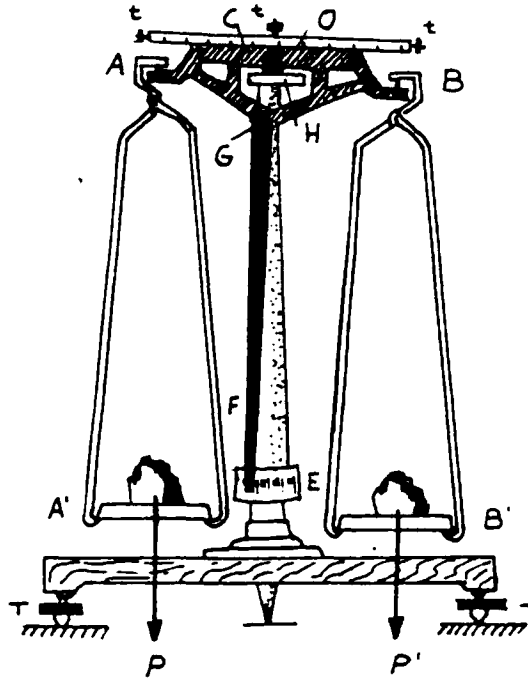


Figura 1

De los extremos de la cruz cuelgan suspendidos de sendas cuchillas los dos platillos (figura 1).

Unida a la cruz hay una aguja alargada o "fiel", cuyo extremo oscila sobre una escala que permite calcular la inclinación de la cruz. La posición del centro de gravedad de la cruz se puede variar ligeramente con dos tornillos que posee en sus extremos.

La balanza lleva un nivel de agua en la peana que la soporta, así como tres tornillos para colocarla en horizontal con respecto a la superficie de la tierra.

Cuando en una balanza que no tiene ningún cuerpo en sus platillos, la aguja no nos indica ninguna desviación, se dice que la balanza está

equilibrada. Si esto no es así, hay que equilibrarla con las tuercas que hay en los extremos de la cruz.

Si en una balanza equilibrada se coloca un cuerpo en cada platillo y no se desequilibra, podemos afirmar que los dos cuerpos pesan lo mismo o mejor dicho, que poseen la misma masa.

Las balanzas analíticas de precisión suelen llevar una pieza de alambre de 1 mg llamada Reiter, que se puede colocar en distintos puntos de la cruz para mejorar la sensibilidad de ésta.

Llamaremos sensibilidad de una balanza a la cantidad más pequeña de masa que produce una desviación significativa de la cruz, se dice que la sensibilidad de una balanza es el ángulo que gira el fiel al añadir la sobrecarga unidad (1 mg) en uno de los platillos.

Existen diversos métodos de utilización de la balanza para pesar, por su importancia citaremos tres: Pesada simple, tara constante y método de pesada de Gauss.

#### (a) METODO DE PESADA SIMPLE

Este método consiste en equilibrar la balanza y luego colocar el cuerpo que se quiere determinar en un platillo. Se van añadiendo pesas en el otro, hasta lograr otra vez el equilibrio.

#### (b) METODO DE LA TARA CONSTANTE (BORDA)

En uno de los platillos se coloca antes de iniciar la pesada una carga constante con masa superior a la del el cuerpo más pesado que se quiere determinar. Este se coloca en el otro platillo. Se añaden a él pesas suficientes para equilibrar la balanza, a estas las designamos con  $m_1$ .

En este momento: TARA equilibra a  $m_{\text{cuerpo}} + m_1$

Quitamos el cuerpo y las pesas  $m_1$  y equilibramos ahora la tara, a estas pesas los llamamos  $m_2$

TARA equilibra a  $m_2$

De estas pesadas se deduce que:

$$m_{\text{cuerpo}} = m_2 - m_1$$

### (c) METODO DE DOBLE PESADA O DE GAUSS

Consiste en pesar el cuerpo dos veces, en la primera se coloca éste en el platillo de la izquierda y en la segunda en el de la derecha. Si los brazos de la balanza fueran exactamente iguales, las dos pesadas coincidirían.

Si llamamos  $m_1$  y  $m_2$  a las dos masas, tomaremos la masa del cuerpo como:

$$M = \sqrt{m_1 m_2} \approx \frac{m_1 + m_2}{2}$$

ya que  $m_1$  y  $m_2$  difieren poco.

### Fundamento de la balanza hidrostática

Para determinar la densidad de un cuerpo es necesario conocer la relación que existe entre su masa y el volumen que ocupa. De lo visto con anterioridad se deduce que la determinación de la masa de un cuerpo es fácil con la balanza, pero ¿qué sucede con el volumen?

Para responder a esta pregunta hay que tener presente que una balanza lo que hace es comparar el peso de un cuerpo (fuerza con que la tierra lo atrae) con el peso de unos cuerpos tomados como referencia.

Cuando introducimos un sólido en el interior de un fluido, aparece una fuerza que llamamos empuje. Esta tiene una magnitud que viene dada por

el peso del volumen de fluido que desaloja y en sentido opuesto a la fuerza de la gravedad.

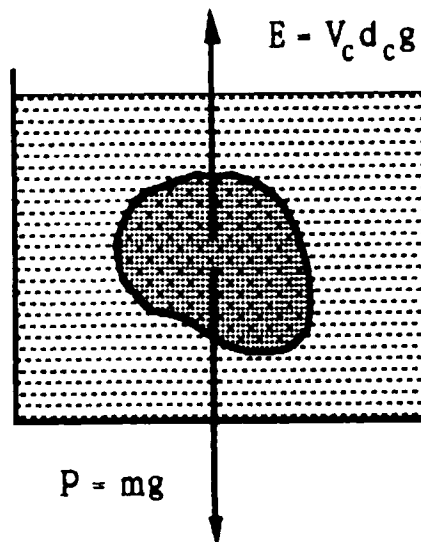


Figura 2

En la figura 2 se puede ver que la fuerza resultante a que está sometido el cuerpo, denominada peso aparente, es:

$$P_{ap} = m_c g - V_c d_l g$$

donde  $P_{ap}$ , es el peso aparente,  $m_c$  es la masa del cuerpo,  $V_c$  es el volumen del cuerpo y  $d_l$  es la densidad del fluido.

Así, si determinamos el peso de un cuerpo con una balanza, cuando esté equilibrada tendremos:

$$P_{pesas} = P_{aparente}$$

$$m_p g = m_c g - V_c d_l g$$

que nos permiten calcular el volumen del cuerpo como:

$$V_c = \frac{m_c - m_p}{d_l}$$

y como se dijo con anterioridad podríamos determinar la densidad del sólido ya que conoceríamos su masa y su volumen.

De esta expresión anterior podemos despejar  $d_l$ :

$$d_l = \frac{m_c - m_p}{V_c}$$

lo que nos expresa que podemos calcular la densidad de un líquido determinando la masa y el volumen de un sólido que sumergimos en él, mediante su pesada en el aire y en el interior del mismo.

Para que una balanza pueda adaptarse a los requisitos arriba mencionados, de los dos platillos uno, generalmente el derecho, se fabrica mas corto con un gancho en su parte superior para poder colgar de él, mediante un hilo, el cuerpo que se desea determinar.

Antes de pasar al desarrollo de la práctica vamos a dar una serie de consejos para utilizar correctamente una balanza.

- (1) Asegurarse de que la balanza está nivelada. Para ello comprobar el nivel de agua que hay en la plataforma. En caso de que no lo esté, proceder a nivelarla con ayuda de los tornillos de su parte inferior.
- (2) Si la balanza posee vitrina, se mantendrá cerrada en los momentos que se vaya a utilizar.
- (3) Si tiene procedimiento de mordaza, solo se disparará cuando se vaya a efectuar la pesada y esté la vitrina cerrada.
- (4) Asegurarse que la balanza esté equilibrada, si no lo está proceder a ello con los tornillos de la cruz.
- (5) Cuando se añadan o retiren pesas, se hará con sumo cuidado y

**PRACTICAS DE FISICA GENERAL**

siempre con las pinzas. **NO TOCAR CON LAS MANOS LAS PESAS Y LOS PLATILLOS.**

- (6) No colocar en los platillos objetos húmedos, ni calientes, ni fríos.
- (7) No se colocarán **NUNCA** sobre los platillos de la balanza productos químicos, si se necesita se colocarán sobre recipientes previamente tarados.
- (8) Procurar colocar las pesas y los cuerpos en la parte central de los platillos para evitar oscilaciones.
- (9) En general, se colocarán las pesas en el platillo de la derecha, para utilizar esta mano en su colocación. Los zurdos lo harán al contrario.
- (10) Las pesas se irán colocando en riguroso orden de mayor a menor hasta conseguir el equilibrio de la balanza.
- (11) Anotaremos siempre **TODAS LAS PESAS NECESARIAS** para equilibrar el cuerpo al ir sacándolas de una en una y colocándolas en su caja.
- (12) Evitar siempre los movimientos bruscos y proceder con los mayores cuidados posibles.

#### **4. DESARROLLO DE LA PRACTICA**

Se trata de obtener la densidad de un sólido metálico utilizado como sólido problema, midiendo primero su peso real y luego su peso aparente sumergiendo el cuerpo en agua.

Una vez hecho esto, y utilizando el mismo cuerpo calcular la densidad

del líquido problema.

En todas las determinaciones utilizaremos el método de la tara constante.

Para determinar la masa del sólido se suspenderá éste de un hilo (que no se quitará en todas las experiencias) y se colocará en el otro platillo una tara superior al peso del cuerpo. Tras equilibrar la balanza colocando pesas en el platillo del cuerpo, obtendremos ( $m_1$ ) y quitando el cuerpo (sin el hilo) y las pesas ( $m_1$ ) se equilibra la tara y se obtiene ( $m_2$ ). La masa del cuerpo será, por tanto:

$$m_c = m_2 - m_1$$

Para calcular su volumen, se sumerge el cuerpo en un vaso con agua destilada y se equilibra con ( $m_3$ ). En este caso:

$$m_{\text{tara}} \text{ se equilibra } m_3 + m_{\text{cuerpo}} - V_c d_1$$

$$m_{\text{tara}} \text{ se equilibra } m_2$$

$$m_2 = m_3 + m_2 - m_1 - V_c d_1$$

de donde:

$$V_c = \frac{m_3 - m_1}{d_1}$$

y como para el agua destilada,  $d_1 = 1 \text{ g/cm}^3$

$$V_c = m_3 - m_1$$

y la densidad relativa del sólido será:

$$d_c = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1}$$

Para obtener la densidad del líquido problema, tras sacar el sólido del



agua y secarlo perfectamente, se llena el vaso con el líquido problema y se sumerge en él. Las pesas necesarias para equilibrarlo serán ( $m_4$ ). En este caso:

$$m_{\text{tara}} \text{ se equilibra } m_{\text{cuerpo}} + m_4 - V_c d_1'$$

donde  $d_1'$  es la densidad relativa del líquido problema. Como:

$$m_{\text{tara}} \text{ se equilibra } m_2$$

se deduce que:

$$m_2 = m_2 - m_1 + m_4 - (m_3 - m_1) d_1'$$

con lo cual, la densidad del líquido problema será:

$$d_1' = \frac{m_4 - m_1}{m_3 - m_1}$$

## 5. CUESTIONES

(1) ¿Es necesario equilibrar la balanza cuando se utiliza el método de la tara constante?

(2) Cuando se utiliza el método de Gauss. ¿Se puede saber si los brazos de la cruz son iguales? ¿Por qué?

(3) ¿Serviría otro líquido que no fuera agua para utilizarlo en la medida de la densidad de un sólido? En caso de que haya alguno que no, indicar el por qué.

(4) Calcular la densidad del sólido, así como su error absoluto.

(5) Calcular la densidad del líquido problema con su error absoluto.

(6) En ningún momento se ha citado la temperatura. ¿Es necesario tener en cuenta esta magnitud para efectuar correctamente la medida?

## BIBLIOGRAFIA

- PRACTICAS DE FISICA, A. Beléndez, J. G. Bernabeu, J. Vera, C. Pastor y A. Martín. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 1988.
- FISICA GENERAL, F. Sears, M. Zemansky. Ed. Aguilar. Madrid, 1979.
- PRACTICAS DE FISICA GENERAL, Carlos Pastor Antón. E.U.I.T.O.P. Universidad Politécnica de Valencia. Ejemplar fotocopiado.
- PRACTICAS DE LABORATORIO DE FISICA GENERAL, M. R. Ortega. Ediciones Marzo 80. Barcelona, 1980.
- PRACTICAS DE FISICA, E. Bonet y otros. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 1987.
- ELEMENTOS DE ELECTRONICA/3, "Tecnología de los semiconductores", F.A. Wilson. Ediciones CEAC. Barcelona, 1982.
- FISICA PRACTICA BASICA, P. Soler, A. Negro. Ed. Alhambra. Madrid, 1973.
- PRACTICAS DE OPTICA GEOMETRICA Y RADIOMETRIA, I. Pascual y otros. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Alicante, 1988.
- PRACTICAS DE FISICA GENERAL, M. Pujal, D. Giménez, I. Castillejo. E.T.S.I.I. Universidad Politecnica de Barcelona.