

## *Práctica 11. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN LÍQUIDO CON LA BALANZA DE MOHR-WESTPHAL*

### **OBJETIVOS**

- Manejo de la balanza de Mohr-Westphal
- Medir la densidad de diferentes líquidos problema.

### **MATERIAL**

- Balanza de Mohr-Westphal con sus accesorios.
- Probeta.
- Agua destilada.
- Líquidos problema.

### **FUNDAMENTOTEÓRICO**

El funcionamiento de esta balanza se basa en el principio de Arquímedes, que establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje  $E$ , vertical hacia arriba de valor igual al peso de fluido desplazado.

$$E = \rho g V \quad (11-1)$$

donde  $\rho$  es la densidad del fluido, y  $V$  el volumen del cuerpo que está sumergido en el fluido. Según la expresión (11-1), si un mismo cuerpo lo sumergimos en dos fluidos diferentes de densidades  $\rho_1$  y  $\rho_2$ , la razón entre los empujes que experimenta en cada fluido es

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (11-2)$$

así que determinados los empujes  $E_1$  y  $E_2$  y conocida la densidad  $\rho_1$ , se puede obtener la densidad  $\rho_2$ .

### **DESCRIPCIÓN DE LA BALANZA DE MOHR-WESTPHAL**

Esta balanza permite la determinación de densidades de líquidos diferentes al agua destilada, ya que toma a ésta como referencia para los empujes. Según se aprecia en la figura 11-1, tiene sus brazos desiguales. El brazo más corto termina en una pieza compacta P, de masa fija, con una aguja adosada, A que debe quedar al mismo nivel que la otra aguja B, fija al chasis, cuando la balanza está equilibrada. Del extremo del brazo largo pende un gancho para colgar el inmersor de vidrio I. Este inmersor lleva un termómetro en su interior para medir la temperatura del líquido cuya densidad se esté determinando.

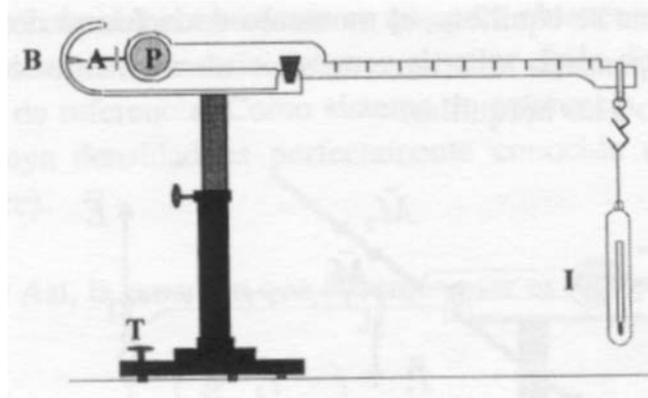


Fig. 11-1

El brazo largo lleva una serie de muescas, a distancias fijas, numeradas de 1 a 10, pero esta numeración debe interpretarse como 0.1, 0.2,..., 1, de forma que la muesca 10 representa la unidad. En la base lleva un tornillo T, para la nivelación de la balanza.

Si el inmersor cuelga al aire, queda equilibrado por el contrapeso P y la balanza equilibrada presenta las agujas al mismo nivel horizontal. Cuando el inmersor I se mete en un líquido sufre un empuje, como establece el principio de Arquímedes, (ec. 11-1), y se desequilibra la balanza. Si deseamos restablecer el equilibrio es necesario añadir pesas en el brazo largo. Las pesas, para esta balanza, tienen forma de horquilla y se llaman “reiters”, se montan a caballo sobre las muescas del brazo largo. Habrán de colocarse en aquellas posiciones que permitan compensar exactamente el empuje.

Para los cálculos de la densidad nos basamos en la ecuación (11-2), donde aparece el cociente de empujes y por tanto la unidad, en que sean medidos, no influye en los resultados finales. Por otra parte el reiter unidad (el de mayor tamaño) tiene un peso tal que colocado en la posición 10 equilibra el empuje que experimenta el inmersor cuando está sumergido en agua destilada (exenta de aire) a 4°C de temperatura. Así que este reiter colocado en la posición 10 representa la unidad de empuje. Los siguientes reiters tienen masas que son 1/10, 1/100, 1/1000 de la del reiter unidad. Cada uno de ellos colocado en la muesca 10 representa 1/10, 1/100, 1/1000 del empuje unidad respectivamente. A su vez, cada reiter colocado en una muesca cualquiera representa tantas décimas de su valor como indica el número de la muesca donde está colocado. A modo de ejemplo, si un reiter 1/1 está colocado en la muesca 10, otro 1/1 en la muesca 1, y los reiters 1/10 y 1/100 en las muescas 4 y 7 respectivamente como se observa en la figura 12-2, la lectura de la densidad sería 1,174 veces la densidad del agua.

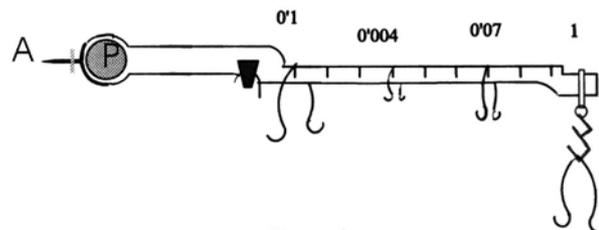


Figura 11-2

Puesto que la unidad de empuje corresponde al agua destilada a 4°C, la balanza nos permite determinar la densidad del líquido problema a partir de la lectura de la posición de los reiters utilizados para equilibrar la balanza cuando el inmersor está sumergido en el líquido problema.

### MÉTODO OPERATIVO

1. Monte la balanza. Limpie y seque bien el inmersor y lo cuelga del gancho que hay en el extremo del brazo largo de la balanza. Compruebe que queda bien equilibrada, en caso contrario mueva los tornillos A y B hasta que lo consiga. En esa situación las agujas deben quedar enfrentadas.
2. Llene la probeta con agua destilada. Meta el inmersor en ella de forma que quede totalmente sumergido pero sin tocar el fondo ni las paredes, mueva el tornillo T si es necesario para conseguir esto. Procure que la cuerda no llegue a mojarse. Si se forman burbujas alrededor del inmersor debe eliminarlas sacudiéndolo ligeramente para que se desprendan.
3. Al meter el inmersor en la probeta la balanza se desequilibra. Debe rehacer el equilibrio colocando reiters en las muescas del brazo. Empiece con los de mayor peso ensayando posiciones desde la número 10 hacia valores inferiores. Si al colocar un reiter su peso resulta excesivo en una posición y deficiente en la inmediata inferior, déjalo en esta posición y comienza a ensayar con el reiter inmediatamente inferior. Proceda con los siguientes hasta alcanzar el equilibrio. Anota el valor de  $\rho'_a$  obtenido.
4. Anote la temperatura que marca el termómetro del inmersor y consulta en unas tablas la densidad  $\rho_a$ , del agua pura a esa temperatura. Si este valor no coincide con el obtenido anteriormente debe calcular el factor de corrección instrumental  $f$ , de la siguiente forma:

$$f = \frac{\rho'_a}{\rho_a} \quad (11-3)$$

5. Descargue la balanza. Seque y limpie el inmersor y vuelva a colgarlo de nuevo al aire.
6. Vacíe, limpie y seque la probeta. Llénela del líquido problema.
7. Sumerga el inmersor y proceda a determinar la densidad  $\rho'$ , como en el caso anterior.
8. Calcule la verdadera densidad  $\rho$  por medio del factor de corrección instrumental,  $\rho = f\rho'$ .
9. Repita estas operaciones para diferentes líquidos.
10. Expresé los resultados y sus errores correctamente.

### CUESTIONES

- 1) Defina y explique las diferencias entre: densidad, densidad relativa, peso específico y peso específico relativo.
- 2) Explique como se puede determinar la densidad de un cuerpo que flota en el agua, conociendo el volumen sumergido del mismo.
- 3) Compruebe las relaciones 11-1 y 11-2.

- 4) De una explicación de por qué es necesario calcular el factor de corrección instrumental.
- 5) ¿Cómo influiría en el resultado la existencia de burbujas de aire adheridas al inmersor?
- 6) ¿Cuál es el mayor valor de densidad que se puede medir con esta balanza y el juego de reiters suministrado?