

DEMO 36

Balanza hidrostática de Mohr o densímetro de líquidos



Autor/a de la ficha	María Jesús Hernández Lucas (actualizada a 30/9/2015)
Palabras clave	Densidad, empuje, principio de Arquímedes, momento de una fuerza, salinidad
Objetivo	Comprobar el empuje de un líquido al sumergir un cuerpo en él. Mostrar una aplicación del principio de Arquímedes para medir densidades de líquidos (balanza de Mohr, o densímetros). Comentar la relación entre salinidad, densidad y empuje.
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Balanza de Mohr (con inmersor, jinetillos y pinzas) - Probeta - Bote con sal (Cl Na) - Cuchara - Agua (no incluida en la caja) - Etanol (se debe solicitar al pedir la caja de la balanza si interesa hacer esta parte)
Tiempo de Montaje	5 minutos
Descripción	
<p>La balanza de Mohr es una balanza hidrostática, es decir, una balanza con la que se determina el empuje que un fluido ejerce sobre un cuerpo inmerso en él (es decir, se basa en el principio de Arquímedes), lo que conduce a la determinación de la densidad de ese cuerpo. Esta balanza fue ideada por el farmacéutico alemán Karl Friedrich Mohr (1806-1879) y se utiliza en especial para la medida de la densidad de líquidos. Consta de dos brazos, uno más corto que tiene un contrapeso y otro del que pende un inmersor de vidrio que se rellena con el líquido del que se quiere conocer la densidad y sobre el que se pueden colocar los jinetillos en diferentes posiciones.</p> <p>Si se monta la balanza de Mohr con el inmersor en el extremo colgando en el aire, se observa que aproximadamente el brazo está en equilibrio. Por lo tanto, el momento generado por el peso del inmersor se compensa con el momento del contrapeso del otro extremo.</p> <p>Al introducir el inmersor <u>completamente</u> en agua dentro de la probeta, el brazo se inclina hacia la parte del contrapeso, lo cual indica que sobre el inmersor ha aparecido una fuerza hacia arriba, que es el empuje. Para volver al equilibrio se debe añadir peso (fuerza hacia abajo) en el extremo del inmersor. Para ello, se coloca el jinetillo grande. Se puede ayudar a llegar al equilibrio con el tornillo del pie, que sirve para inclinar la balanza hacia atrás o adelante.</p> <p>Si retiramos la probeta, añadimos un poco de sal común al agua, y la disolvemos removiendo con la cuchara, veremos que al colocar de nuevo el inmersor dentro del líquido el brazo ya no está en equilibrio, sino que existe una fuerza resultante hacia arriba. Teniendo en cuenta el principio de Arquímedes, si el volumen sumergido es el mismo en agua dulce que en agua salada, resulta claro ver que la densidad del agua salada es mayor que la del agua dulce.</p> $\rho_{\text{solido}} g V + \text{peso del jinetillo} = \rho_{\text{agua}} g V$	

$$\rho_{\text{sólido}} g V + \text{peso del jineterillo} < \rho_{\text{agua salada}} g V$$

Para equilibrar de nuevo la balanza se pueden colocar más pesos en el extremo, o variar la posición de un peso a lo largo del brazo (variación del momento de la fuerza, responsable del giro alrededor del punto de apoyo). Conociendo esto se puede medir las distintas densidades de líquidos en relación al agua (con la cual se calibra la balanza).

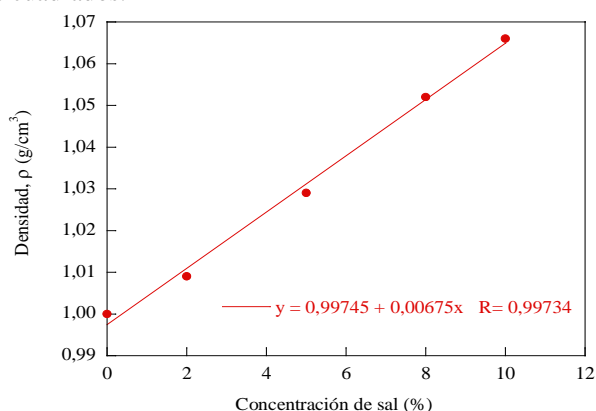
La balanza está calibrada para que el jineterillo grande en la posición 10 compense el empuje sobre el inmersor de un líquido de densidad 1 g/cm³. Si la densidad del líquido es > 1 g/cm³, se añaden más jineterillos y si es < 1 g/cm³, se retira el jineterillo grande del extremo. La lectura de la densidad se hace directamente leyendo la división en que se encuentra cada uno de los jineterillos en orden decreciente de peso. Si alguno de los jineterillos no está colocado, su cifra correspondiente es cero. Por ejemplo, si el jineterillo grande está en la posición 5, la densidad será 0,5 g/cm³, mientras que si está en la posición 4, el empuje corresponderá a una densidad de 0,4 g/cm³. En el caso de que tengamos empujes correspondientes a empujes intermedios entre 0,4 y 0,5 g/cm³, se colocan los jineterillos de pesos inferiores, en este orden. Supongamos que la balanza se equilibra con el jineterillo A grande en la posición 4, el mediano en la posición 6 y el pequeño en la posición 2. En ese caso, la densidad del líquido en el que está sumergido el inmersor sería 0,462 g/cm³.

Se adjunta también una botellita de etanol por si se desea ilustrar el caso de un líquido menos denso que el agua. En este caso, se debe retirar el jineterillo grande del extremo y colocar el jineterillo equivalente y los siguientes en diferentes posiciones de la barra. La densidad medida para este líquido, con esta balanza es de 0,804 g/cm³.

Es interesante comentar la relación entre la salinidad del agua y la facilidad para flotar, o la posibilidad de conocer la salinidad del agua midiendo su densidad.

La densidad de distintas disoluciones de agua con sal a diferentes concentraciones puede verse en la tabla siguiente (medidas con la balanza de la demostración). Se observa una relación lineal, que puede verse más claramente en la gráfica adjunta, con la ecuación de la línea recta ajustada por mínimos cuadrados.

C _{sal} (%)	ρ (g/cm ³)
0	1,000
2	1,009
5	1,029
8	1,052
10	1,066



A partir de ella se puede estimar la concentración de sal de la disolución que formemos en el aula en el momento. Teniendo en cuenta que una cucharadita rasa corresponde a aproximadamente 1 g, y que la probeta totalmente llena, son unos 100 mL, se puede hacer una disolución con unas dos cucharadas bien llenas, y la densidad será de aproximadamente 1,05 g/cm³, que es un valor aceptable para verlo bien en clase, y no tarda demasiado en disolverse.

La densidad del agua del mar, en promedio, es de 1,027 g/cm³. Se dice que el contenido en sal es de unos 3,5 %. En nuestra gráfica nos correspondería un valor mayor, pero hemos de tener en cuenta que los valores anteriores son valores promedio y existen otros factores en el agua del mar. Por otra parte, resulta curioso indicar que la alta densidad del mar Muerto, que es de 1240 g/cm³ (una salinidad del 28%), hace que el empuje sea tan grande, que se puede permanecer sentado en el agua (ver foto)



Comentarios y sugerencias

Esta demo está relacionada con la Demo 92 (Balanza hidrostática con dinamómetro), que se aconseja abordar antes de la balanza de Mohr.

Además de ver claramente el empuje, la balanza de Mohr con los jineterillos se puede utilizar para revisar el concepto de *momento de una fuerza*.

Se debe cuidar de que el inmersor esté completamente sumergido, que no toque ni las paredes ni el fondo, y que el tornillo del pie esté alineado con el brazo de la balanza.