

ACCIÓN Y REACCIÓN. MEDIDA CUANTITATIVA APLICANDO EL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

La finalidad de este experimento es doble. Por una parte verificar el principio de Arquímedes y por otra, medir cuantitativamente las fuerzas de acción y reacción que aparecen entre dos cuerpos que interaccionan entre sí.

Material necesario

Dinamómetro de 1 N	Dinamómetro de 2 N
Dinamómetro de 3 N	Agua
Cilindro de metal	Probeta graduada

Abrazadera para sostener la probeta en el aire

Los dinamómetros deben tener una apreciación entre 0,01 N y 0,05 N para obtener buenos resultados. La apreciación de la probeta empleada es de 2 mL.

En las fotografías el agua aparece coloreada para ver mejor su nivel dentro de la probeta.

Recomendamos utilizar una probeta de plástico en vez de una de vidrio para evitar su rotura y como consecuencia un posible accidente.

Realización

Se hace el montaje de la fig.1 situando en la probeta un volumen de agua $V = 50 \text{ mL}$ y suspendiendo ésta del dinamómetro de 2 N. A su vez, se cuelga el cilindro del dinamómetro de 1N mediante un hilo.

Los pesos medidos son los siguientes:

Peso cilindro $P_C = 1,00 \text{ N}$;

Peso probeta $P_p = 1,64 \text{ N}$.

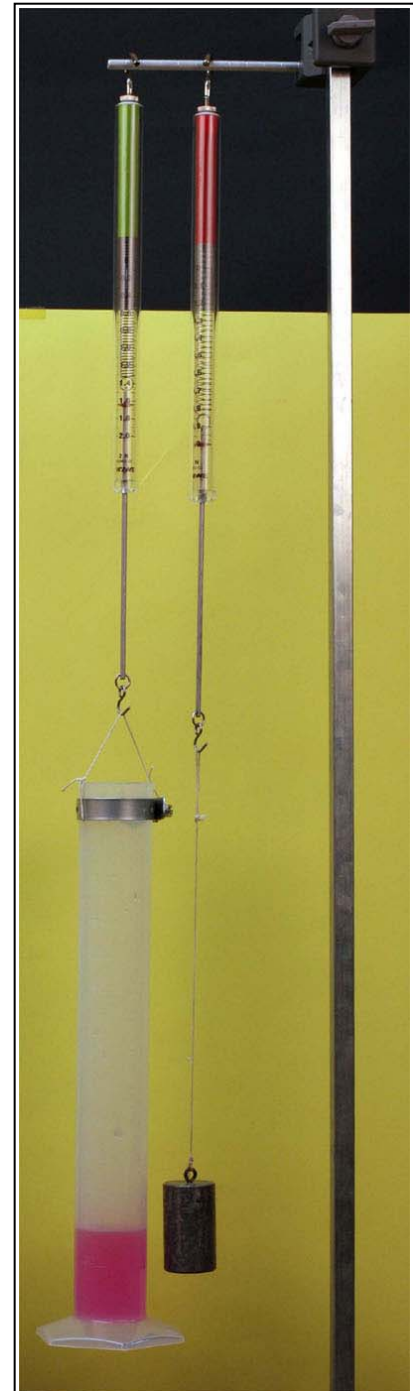


Fig.1

Se introduce el cilindro en el agua colgado de su dinamómetro, fig.2, sin dejar que toque el fondo, permaneciendo la probeta suspendida en el aire del suyo. Se hacen ahora las nuevas lecturas:

$$P_C^* = 0,65 \text{ N}$$

$$P_P^* = 1,98 \text{ N}$$

La pérdida de peso del cilindro vale $E = P_C - P_C^* = 1,00 \text{ N} - 0,65 \text{ N} = 0,35 \text{ N}$. Esta pérdida es producida por el *empuje que el agua ejerce sobre el cilindro*, siendo éste de igual dirección y de sentido opuesto al peso del cilindro.

El volumen leído en la probeta es ahora $V^* = 86 \text{ mL}$ y el volumen de agua desplazada:

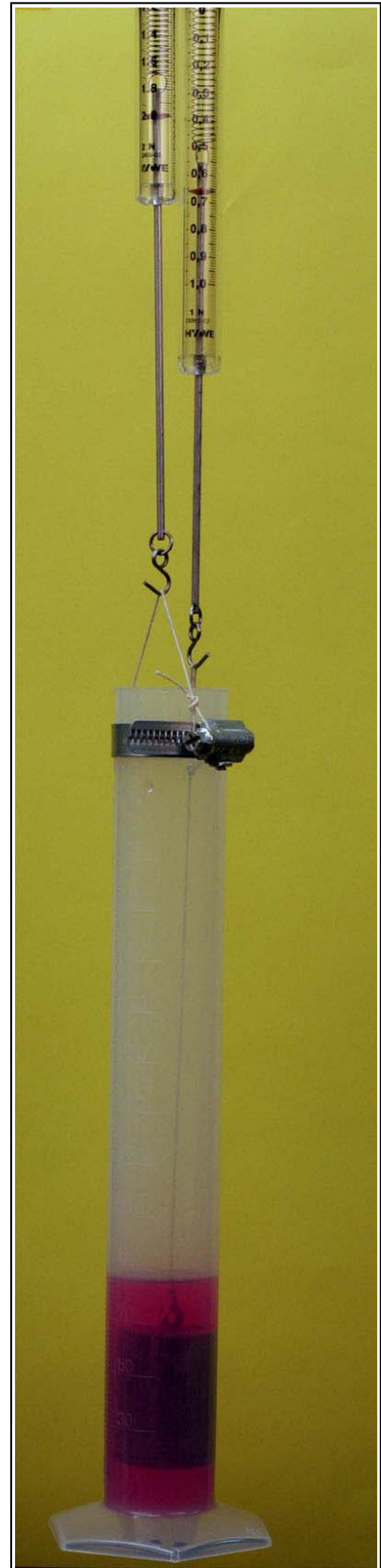
$$V^* - V = 86 \text{ mL} - 50 \text{ mL} = 36 \text{ mL}$$

El peso del agua desplazada vale:

$$P = m \cdot g = d_{\text{agua}} \cdot V \cdot g = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 36 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,35 \text{ N}$$

Lo que permite verificar que el empuje E, recibido por el cilindro al estar sumergido en el agua, es igual al peso del volumen del agua desplazada.

Fig.2



Verificación del tercer principio de la Dinámica de acción y reacción.

Si se restan las lecturas del dinamómetro del que pende la probeta con agua; cuando se ha introducido dentro el cilindro suspendido del hilo, pero sin tocar el fondo P_p^* , de la lectura del peso inicial de la probeta y del agua P_p , se encuentra:

$$P_p^* - P_p = 1,98 \text{ N} - 1,64 \text{ N} = 0,34 \text{ N}$$

Ahora, la probeta y el agua ejercen una fuerza sobre el dinamómetro, como si hubieran incrementado su peso en 0,34 N, mientras que el cilindro parecía haberlo disminuido en 0,35 N (está diferencia de una centésima es debido a los errores experimentales).

La explicación de estos resultados numéricos es la siguiente: Al introducir el cilindro en el agua ésta ejerce sobre él una fuerza vertical y hacia arriba que designamos como el empuje de Arquímedes. Ahora bien, si el agua interacciona con el cilindro, también éste interacciona con el agua ejerciéndole, (como se deduce de los resultados numéricos) una fuerza igual y contraria, que será vertical y hacia abajo. Esta fuerza se transmite a través del agua hasta el fondo de la probeta y mediante ésta se produce el “tirón” del dinamómetro hacia abajo, lo que justifica el incremento de la fuerza vertical leída en este dinamómetro.

Verificación de cómo las fuerzas interiores se anulan, al considerar en conjunto todo el sistema

Situamos el dinamómetro de 3N en el soporte y de él suspendamos la probeta, pero ahora dejamos suelto el hilo del cilindro, de modo que éste se vaya al fondo, fig.3. La lectura en éste dinamómetro es de 2,6 N.

Si calculamos el peso total del sistema sumando los datos medidos inicialmente por separado:

$$P_c + P_p = 1,00 \text{ N} + 1,64 \text{ N} \approx 2,6 \text{ N}$$

El valor coincide con el ahora encontrado, sin embargo, en la situación de la fig.3 el empuje sigue actuando sobre el cilindro, puesto que hay un volumen de agua desplazada y la pareja de acción reacción estará actuando en el fondo de la probeta,

Sucede ahora, que con un solo dinamómetro medimos la fuerza total sobre el sistema que no es otra que la fuerza exterior al mismo, el peso total del sistema, como hemos podido verificar. En consecuencia, comprobamos que las fuerzas interiores al considerar el sistema en su conjunto, se anulan por parejas de acción-reacción.



Fig.3