

Submarinos

Los submarinos ascienden o descienden controlando su densidad respecto al medio que les rodea: si son más densos se hunden y si son menos densos flotan y suben a la superficie.

Para controlar su densidad, lo que hacen es variar su masa y volumen (recuerda que $d = m/V$) mediante los tanques de aire.

Vamos a construir varios modelos simples de submarino en los que podamos controlar cuánto aire y cuánta agua hay en el interior.

El submarino de frasco es cualitativo y más adecuado para educación primaria o primer ciclo de secundaria.

El submarino en botella ya implica presión en gases y es más adecuado para segundo ciclo de secundaria.

El submarino de tubo graduado es cuantitativo y adecuado para bachillerato.

Submarino de frasco

Se puede construir un submarino con un frasco hermético que tenga dos tubos, uno para inyectar o extraer aire y otro para la entrada o salida de agua. Controlando el aire y el agua que contenga, se variará su densidad y flotará o se hundirá.

Material

- Frasco de vidrio pequeño o de plástico rígido con tapón que cierre bien
- Lastre (piedras o pedazos de metal)
- Pegamento o pistola de silicona o de plástico fundido
- Manguera de plástico de diámetro (0,3 a 0,5 cm)
- Recipiente grande con agua (en el que quepa holgado el frasco)
- Balanza y probeta graduada.

Procedimiento

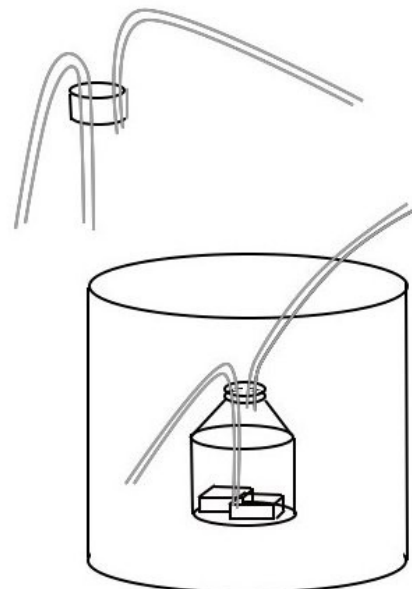
Se lastra el frasco pegando las piedras o los trozos de metal al fondo.

Se perforan en la tapa dos agujeros de forma que ambas mangueras queden bien encajadas, asegurándose de que no queden fugas de aire y usando la pistola de plástico fundido si es necesario.

Se cierra el frasco con esta tapa y se sumerge todo el sistema en un recipiente con agua.

Aspirando por la manguera entrará agua en el frasco y aumentará su densidad, hasta que se sumerja. Y soplando, expulsará el agua, disminuirá la densidad y flotará.

Vaciando y llenando el frasco, busca el punto en que la flotación es neutra.



Entonces, saca el frasco con el agua y pésalo. Luego, sin abrir el frasco y por inmersión en una probeta graduada, mide el volumen del submarino.

Cuestiones

- ¿Por qué se pone un lastre? ¿Para qué sirve? ¿Qué pasaría si no lo se pusiera?
- Para que un objeto flote en agua quedando al límite de hundirse, ¿qué densidad debe tener?
- Con la masa y el volumen del frasco, calcula su densidad.
- Cuando te quedas flotando en el agua “haciendo el muerto”, ¿qué densidad tienes?
- Si estás en el agua flotando “haciendo el muerto” y sacas un brazo del agua ¿qué ocurre? Sigues pesando lo mismo (tu masa no ha cambiado), ¿por qué pasa eso?

Submarino en una botella

Se vamos a utilizar una botella de plástico cerrada y con agua como “mar”, la funda de un bolígrafo como submarino y, para variar el volumen, cambiaremos la presión en el interior de la botella.

Material

- Botella de plástico de 1,5 l con tapón de rosca
- Bolígrafo tipo Bic con su tapón
- Alambre de estaño de soldar

Procedimiento

Se quita al bolígrafo la carga de tinta con su punta, de manera que quede un tubo transparente, y se comprueba que la funda del bolígrafo no tenga más agujero que el de su boca. Si hay más, se taponan con pegamento o plástico fundido.

Se debe lograr que la funda tenga una flotación neutra, que ni flote ni se hunda.

Para ello, se meten dentro 5 cm de alambre de estaño de forma que quede cerca de la boca y se deja que entre agua en media funda.

Se mete la funda en el agua y, si se hunde, se va quitando estaño hasta lograr que sólo asome un poquito del tapón de la parte de atrás. Si flota, se añade más estaño.

Se llena totalmente la botella con agua, sin dejar aire en el interior. Se mete el bolígrafo lastrado y se cierra bien el tapón.

Ya se ha construido el submarino. Ahora se va a hacerle cambiar de profundidad.

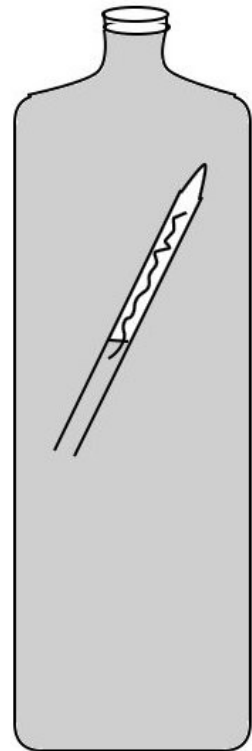
Se presiona con la mano las paredes de la botella. Observa lo que ocurre y fíjate en el comportamiento del agua y el aire del interior de la funda.

Deja de apretar. ¿Qué sucede ahora?

Se puede hacer un experimento semejante utilizando un fósforo usado que conserve la cabeza en lugar del bolígrafo, pero es más difícil de analizar lo que pasa porque no vemos el comportamiento del aire en el interior del fósforo.

Cuestiones

- ¿Qué le pasa al aire del interior del submarino al presionar la botella? ¿Por qué?
- ¿Ha cambiado la masa del submarino? ¿Y su volumen? Escribe tu análisis de lo que ha sucedido dentro del submarino al presionar la botella.
- Para que un objeto flote en agua quedando al límite de hundirse, ¿qué densidad debe tener?
- Saca el submarino del agua sin que se salga la que está en su interior. Pesa el submarino y mide su volumen. Puedes medir su volumen calculándolo si lo consideras un cilindro. O puedes medirlo por inmersión en una probeta graduada muy pequeña. Con los datos obtenidos, calcula su densidad.



Submarino de tubo graduado

Un submarino se hunde o asciende controlando su densidad respecto al medio que les rodea: si son más densos se hunden y si son menos densos flotan y suben a la superficie.

Para controlar su densidad, lo que hacen es variar su masa y volumen mediante los tanques de aire.

Para poder hacer mediciones, vamos a hacer un submarino con un tubo graduado, que nos permita medir el volumen de aire o de agua en su interior.

Material

- Tubo de ensayo grande graduado
- Tapón de goma del diámetro del tubo de ensayo, con dos perforaciones
- Tubo de vidrio
- Manguera de plástico del diámetro del tubo de vidrio.
- Balanza.
- Jeringuilla de plástico. Su boca debe encajar bien en la manguera de plástico.
- Abrazadera de plástico o aro de goma pequeño.

Procedimiento

Si no se dispone de un tubo grueso graduado, se puede graduar introduciendo en su interior agua de cm^3 en cm^3 y marcando el nivel con un rotulador resistente al agua.

Se corta el tubo de vidrio de forma que sea un poco más largo que el tubo de ensayo y se pasa el tubo por uno de los agujeros, de forma que, al cerrar el tapón el tubo, llegue casi al fondo del tubo. Se redondean al fuego los cantos del borde del tubo, se engrasa con parafina y se engrasa el orificio del tapón para facilitar la operación.

Este tubo queda abierto para que el agua pueda entrar o salir con facilidad del submarino.

En el segundo orificio del tapón se pone un tubo que llegue hasta la mitad del tubo y sobresalga del tapón lo suficiente como para encajar la manguera. Este tubo debe quedar siempre sumergido para evitar que se salga el aire.

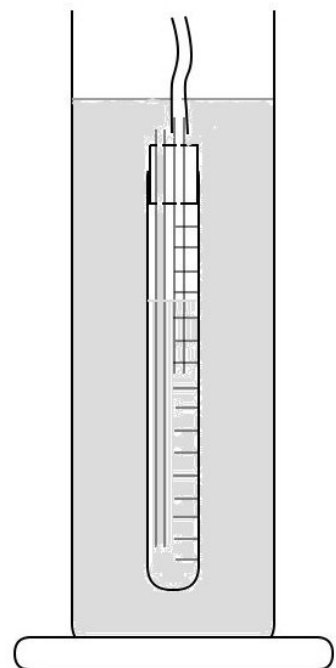
Se encaja la manguera de plástico en la parte externa de este tubo.

Se llena el tubo de agua hasta la mitad y se cierra bien el tapón. Se corta la manguera por encima del tubo de forma que se mantenga vertical.

Mediante la jeringuilla, se introduce aire hasta que logremos que el tubo tenga flotación neutra, sin ascienda ni se hunda. Si se mete demasiado aire no se podrá sacar y habrá que volver a empezar.

Mediante la graduación se puede medir el volumen de aire que hay en el interior. Cuando esté en flotación neutra, se saca del agua el tubo con el tapón y la manguera, se seca y se pesa.

Por inmersión o por geometría se puede medir el volumen exterior del submarino, considerando que tanto el tubo como la manguera son cilindros.



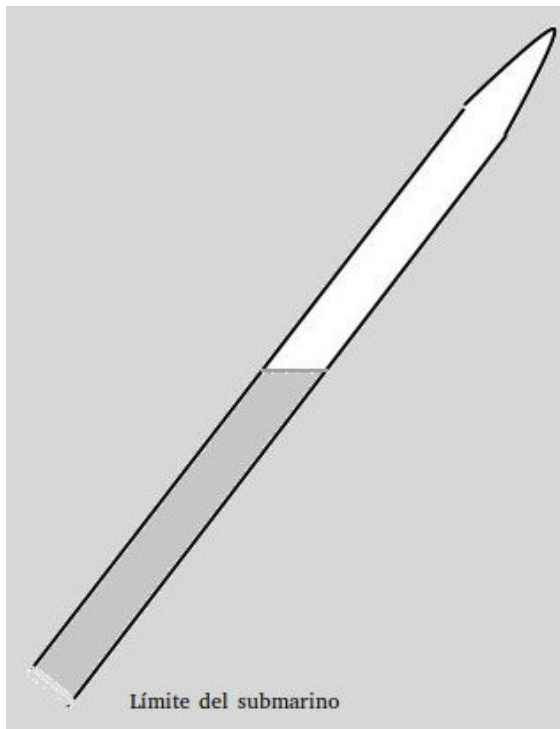
Cuestiones

- Calcula la densidad del submarino en flotación neutra. Puedes hacerlo de varias formas.
 - Mediante el volumen de aire y de agua del interior del tubo y la masa del submarino vacío de agua.
 - Mediante la masa y el volumen del submarino con agua en el interior.
- ¿Dónde pones el límite del submarino, en el borde del agujero del tapón o en el límite del agua del interior del tubo? Según dónde lo pongas, obtendrás masas y volúmenes diferentes pero, ¿qué pasa con las densidades?

El problema de la definición del sistema.

Los tres submarinos están abiertos al agua del exterior, son sistemas abiertos. En los tres podemos definir como "sistema" a dos definiciones diferentes:

a) El submarino está limitado por su perímetro exterior, es decir, hasta el punto de contacto del agua interior con el agua exterior. Por tanto, el agua del interior es parte del sistema y su masa debe ser tenida en cuenta. En cambio, su volumen no, ya que haya el volumen de agua que haya, el volumen del submarino no varía. Por tanto, la densidad cambia y el submarino flota o se hunde por cambio de masa pero no de volumen.



b) El submarino está limitado por la superficie del agua en su interior. Por tanto, la masa de agua en su interior no es parte del submarino y no se tiene en cuenta, pero el volumen del submarino varía mucho al entrar o salir el agua por el orificio abierto. Por tanto, la densidad cambia y el submarino flota o se hunde por cambio de volumen, ya que la masa no cambia (despreciamos la masa del aire).

