

1 1 1

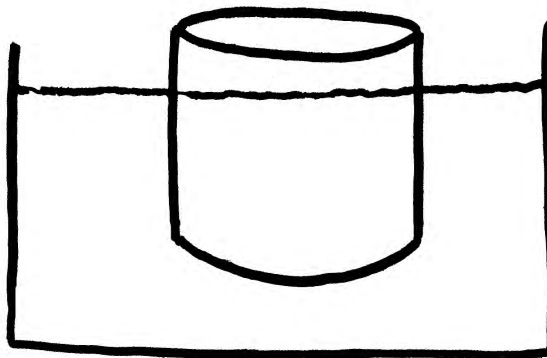


¿Influye la presión atmosférica en la línea de flotación?

(7 - 11 enero 2008)

Un cuerpo macizo flota en el agua contenida en un recipiente abierto a la atmósfera, tal como se ilustra en la figura. Si se produce una disminución de la presión atmosférica, el cuerpo estará:

- (a) más sumergido que antes.
- (b) menos sumergido que antes.
- (c) igual de sumergido que antes.



AVISO: El objeto de *Simple+mente física* no va más allá del placer que proporciona plantearse y resolver sencillas cuestiones razonando (y experimentando) de acuerdo con principios básicos de la física. No hay ningún tipo de compensación, excepto la satisfacción personal y no van dirigidas a ningún grupo de personas en particular (es decir, están abiertas a todo el mundo).

El primer día hábil de cada semana se presentará una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión de la semana anterior.

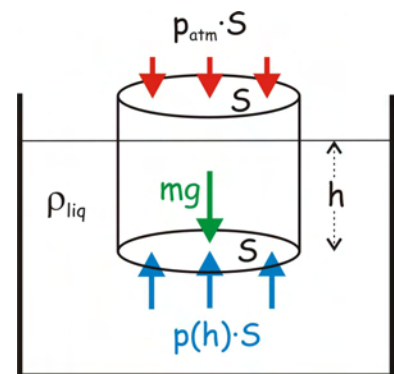
Rafael García Molina, Departamento de Física - CIOyN, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

<http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

Resp.: La línea de flotación de un cuerpo de masa m está determinada por la distancia h sumergida en el líquido, cuya densidad es ρ_{liq} . El valor de h se determina a partir del equilibrio entre el peso del cuerpo, $P = mg$ (dirigido hacia abajo), y el empuje E (dirigido hacia arriba); g es la aceleración debida a la gravedad terrestre. De acuerdo con el principio de Arquímedes, el empuje ejercido por el líquido sobre el cuerpo sumergido es el peso del fluido desalojado por dicho cuerpo, que vale $E = m_{\text{liq desaloj}} g = \rho_{\text{liq}} V_{\text{liq desaloj}} g = \rho_{\text{liq}} h S g$, donde S es la sección del cuerpo. El equilibrio entre P y E conduce a $mg = \rho_{\text{liq}} h S g$, de donde se obtiene que el cuerpo está sumergido una distancia $h = m / (\rho_{\text{liq}} S)$, que no depende de la presión atmosférica p_{atm} . De acuerdo con esta discusión, la línea de flotación de un cuerpo no se modifica cuando varía p_{atm} .

En el planteamiento anterior no hemos hecho intervenir la presión atmosférica en ningún momento del razonamiento, y lo cierto es que p_{atm} está actuando sobre la superficie S superior del cuerpo, por lo que sobre éste actúa una fuerza $p_{\text{atm}} S$ hacia abajo, además de su peso. Así pues, un cambio en p_{atm} se traduce en una variación de la fuerza que ejerce la atmósfera sobre el cuerpo; pero, ¿se produce una variación de su línea de flotación? Veamos qué sucede.

De acuerdo con la figura adjunta, las fuerzas verticales¹ que actúan sobre el cuerpo son: $mg + p_{\text{atm}} S$ (hacia abajo) y $p(h) S$ (hacia arriba), donde $p(h) = p_{\text{atm}} + \rho_{\text{liq}} g h$ es la presión hidrostática a la profundidad h . Como el cuerpo que flota se halla en equilibrio: $mg + p_{\text{atm}} S = (p_{\text{atm}} + \rho_{\text{liq}} g h) S$; simplificando en esta igualdad se obtiene $mg = \rho_{\text{liq}} h S g$, que equivale al resultado obtenido aplicando directamente



el principio de Arquímedes, tal como se había hecho al principio: el peso del cuerpo, mg , se equilibra con el peso del líquido desalojado, $\rho_{\text{liq}} h S g$.

Si se produce una variación Δp_{atm} de la presión atmosférica, esto afectará a las fuerzas que actúan sobre las superficies superior e inferior del cuerpo;² en las expresiones usadas anteriormente hay que reemplazar p_{atm} por $p_{\text{atm}} + \Delta p_{\text{atm}}$ y la ecuación del equilibrio de fuerzas se convierte ahora en³ $mg + (p_{\text{atm}} + \Delta p_{\text{atm}}) S = [(p_{\text{atm}} + \Delta p_{\text{atm}}) + \rho_{\text{liq}} g h] S$. Los términos $(p_{\text{atm}} + \Delta p_{\text{atm}}) S$ a ambos lados de la igualdad se cancelan mutuamente, con lo cual se llega al mismo resultado que habíamos obtenido al principio de esta discusión: $h = m / (\rho_{\text{liq}} S)$.

Por lo tanto, la respuesta correcta es la correspondiente al apartado (c).

¹ Las fuerzas horizontales, debidas a la presión (atmosférica, fuera del líquido e hidrostática dentro del líquido), se cancelan a pares enfrentados.

² También sobre sus superficies laterales, pero como se ha dicho anteriormente, estas fuerzas se cancelan a pares.

³ Se supone que el agua es incompresible y su densidad no varía ante un cambio de presión.