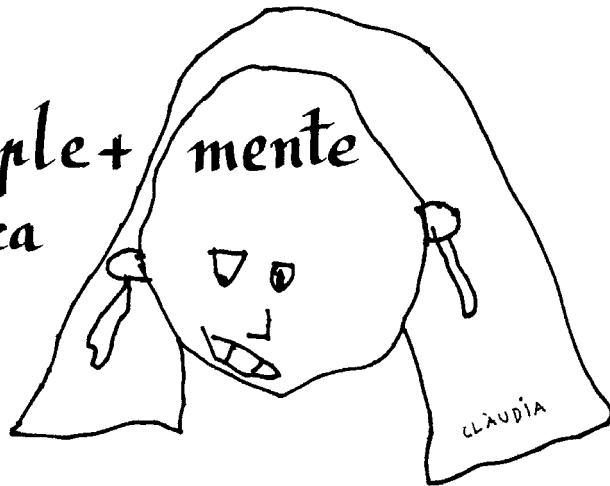


25

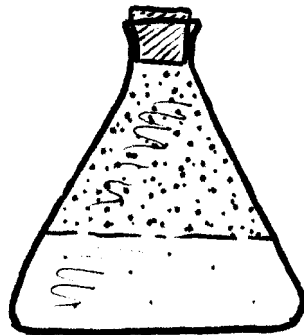
Simple+mente física



Num. 25 (19 - 23 mayo 2003)

Durante una comida familiar, uno de los invitados cogió una botella de forma troncocónica y llenó la mitad de su volumen con agua y la otra mitad con aceite. Después preguntó al resto de comensales en qué caso es mayor la presión sobre el fondo de la botella:

- (a) Cuando la parte ancha está abajo (botella derecha).
- (b) Cuando la parte estrecha está abajo (botella invertida).
- (c) Siempre se ejerce la misma presión, independientemente de la orientación de la botella.



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 Garcia Molina - Departamento de Física, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

****La ilustración de la cabecera ha sido realizada por Clàudia Garcia Abril (4 años)****

RESPUESTA

Num. 25 (19 - 23 mayo 2003)

Durante una comida familiar, uno de los invitados cogió una botella de forma troncocónica y llenó la mitad de su volumen con agua y la otra mitad con aceite. Después hizo la siguiente pregunta al resto de invitados: ¿en qué caso es mayor la presión sobre el fondo de la botella?:

- (a) Cuando la parte ancha está abajo (botella derecha).
- (b) Cuando la parte estrecha está abajo (botella invertida).
- (c) Siempre se ejerce la misma presión, independientemente de la orientación de la botella.



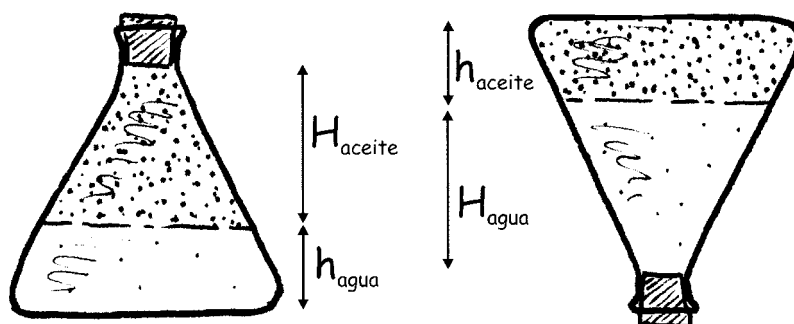
Resp.: Según la ecuación fundamental de la hidrostática, la presión en el fondo de la botella será $p_{\text{fondo}} = p_0 + g(\rho_{\text{aceite}} h_{\text{aceite}} + \rho_{\text{agua}} h_{\text{agua}})$, donde ρ_i y h_i representan la densidad y la altura, respectivamente, de cada uno de los líquidos ($i = \text{aceite, agua}$) que se acumulan sobre el fondo; g es la aceleración de la gravedad terrestre; p_0 es una presión de referencia que hay que añadir tanto si la botella está derecha como invertida a la que ejercen los líquidos que contiene,¹ por lo tanto no la consideraremos en la discusión que sigue.

El aceite siempre estará por encima del agua, pues $\rho_{\text{aceite}} < \rho_{\text{agua}}$. Puesto que hay el mismo volumen de agua que de aceite, la altura del líquido en la parte inferior será la misma cuando la botella está derecha o invertida -sólo cambiará el tipo de líquido- y como el líquido que esté en contacto con la base ancha de la botella tendrá menos altura, la designaremos mediante la letra hache minúscula; un razonamiento análogo para el líquido de la parte superior nos lleva a designar su altura mediante la letra hache mayúscula; así pues, $H_{\text{aceite}} > h_{\text{agua}}$ (botella derecha) y $H_{\text{agua}} > h_{\text{aceite}}$ (botella invertida). Pero como $H_{\text{aceite}} = H_{\text{agua}} = H$ y $h_{\text{aceite}} = h_{\text{agua}} = h$, la contribución a la presión ejercida por los líquidos sobre el fondo de la botella (dejando aparte el término constante p_0) en cada caso es:

$$\frac{(H\rho_{\text{aceite}} + h\rho_{\text{agua}})_{\text{bot. derecha}}}{(h\rho_{\text{aceite}} + H\rho_{\text{agua}})_{\text{bot. invertida}}} = \frac{(x\rho_{\text{aceite}} + \rho_{\text{agua}})_{\text{bot. derecha}}}{(\rho_{\text{aceite}} + x\rho_{\text{agua}})_{\text{bot. invertida}}} < 1$$

donde $x \equiv H/h > 1$.

Por lo tanto, la respuesta correcta es que la presión sobre el fondo será mayor en el caso en que la botella esté invertida, lo cual corresponde a la opción (b).



¹ Esta presión la ejerce el tapón directamente sobre el líquido o bien sobre una minúscula capa de aire que haya quedado atrapada dentro de la botella. Cuando la botella esté invertida, con el tapón en la parte inferior, la presión ejercida por el mismo se transmitirá íntegramente a todo el líquido contenido en la botella (principio de Pascal). Por lo tanto, en ambos casos (botella derecha o invertida), la presión de referencia será la misma.