

Descripción del dispositivo

El *buzo* o *diablillo de Descartes* es un pequeño tubo abierto por su parte inferior, con una burbuja de aire en su interior –un cuentagotas de un colirio–, que flota en el líquido de una botella de plástico cerrada o en una de vidrio provista de tapón ajustable.

Cuando la botella de plástico se aprieta, o el tapón se comprime ligeramente en una botella de vidrio, el pequeño tubo flotante empieza a hundirse y puede terminar por llegar al fondo. Una vez hundido, si el tapón deja de comprimirse, el tubo vuelve a subir a la superficie.

BUZO
DESCARTES



*Cartesian
Diver*

Descripción del comportamiento

En una botella de paredes flexibles y con el tapón bien enroscado, se deja un poco de aire en la parte superior. Cuando las paredes de la botella se comprimen suavemente el buzo empieza a descender, aunque manteniéndose flotante. Si las paredes se siguen comprimiendo llega un momento en que el buzo toca justo en la superficie del agua con su parte superior y a partir de ahí comienza a hundirse, llegando hasta el fondo si la botella se mantiene presionada. Si la botella tiene paredes de vidrio, el mismo comportamiento se puede conseguir apretando ligeramente el tapón.

Cuando la botella deja de apretarse, el buzo vuelve a la superficie. Aunque no siempre. Cuando la profundidad del agua es grande, puede suceder que un buzo que desciende al apretar, no vuelva a subir cuando la botella deja de apretarse.

En el dispositivo que se ha diseñado, diversos tubos de ensayo, con algo de aire atrapado en su interior, flotan en el interior de un tubo. Al aumentar la presión sobre el aire encima de ellos, comprimiendo el aire con una jeringa, los tubos descienden, primero los que menos aire tienen. Los tubos en el fondo se

pueden hacer subir disminuyendo la presión utilizando de nuevo la jeringa.

Fundamento físico

Sobre el buzo sumergido actúan dos fuerzas, el peso (descendente) y el empuje de Arquímedes (ascendente).

Cuando la burbuja de aire atrapada en el tubo tiene un volumen lo suficientemente grande como para que, por el *principio de Arquímedes* el peso del agua desalojada sea mayor que el peso del vidrio del tubo, el tubo flota. Si la presión del aire encima de la superficie del agua empieza a aumentar –bien por comprimir la botella, bien por apretar el tapón o bien por apretar una jeringa–, de acuerdo con el *principio de Pascal* el aire del tubo nota este aumento de la presión. El agua comprime el aire de su interior. Al aumentar la presión sobre la burbuja de aire atrapada, su volumen disminuye, de acuerdo con la ley de Boyle-Mariotte,

$$PV = Cte \text{ a } T = Cte .$$

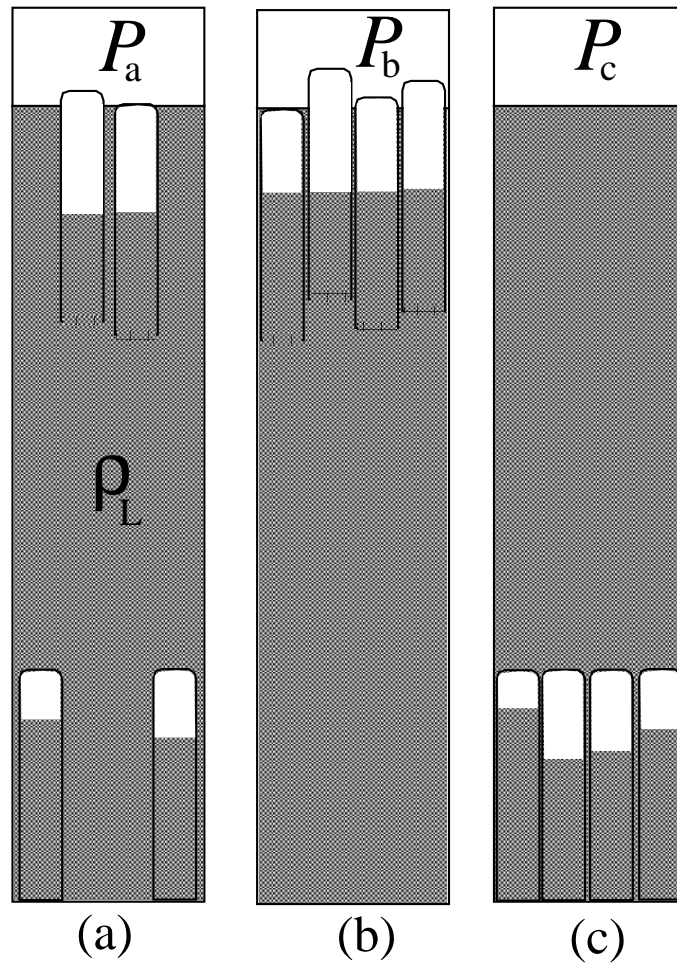


Figura 1: A presión inicial P_a algunos tubos flotan y otros no. La presión P_b es menor que la presión P_a . El volumen del aire en todos los tubos ha aumentado y todos flotan. La presión P_c es mayor que la presión P_a . El volumen del aire en todos los tubos ha disminuido y todos ellos se han hundido.

Entonces el tubo desciende. Si el aumento de la presión es tal que el volumen de aire disminuye hasta tal punto que el peso del agua que desaloja es menor que el peso del vidrio aparece una fuerza neta hacia abajo que, de acuerdo con la *segunda ley de Newton*, hace que el tubo se hunda hasta el fondo.

Cuando un tubo que flota se lleva a una gran profundidad, la propia presión ejercida por el agua localizada por encima hace que la burbuja disminuya su volumen. Si la profundidad es tan grande que el volumen de la burbuja es tal que el peso del agua desalojada es menor que el del vidrio, el tubo ya no puede volver a la superficie.