

21- FLUIDOS - Hidrostática



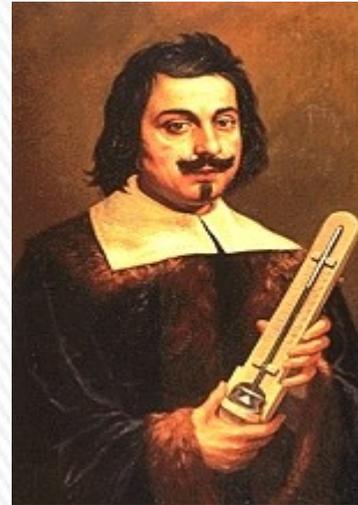
Arquímedes

-288 Siracusa,
-212 muerto
por un soldado
romano en el
sitios a
Siracusa.
“Eureka,
eureka! “



Blaise Pascal

19/6/1623, Francia.
Muere en 1662.
Matemático, físico,
filósofo y teólogo.
Inventó una
máquina para
sumar, la prensa
hidráulica y la
jeringa.



Evangelista Torricelli

15/10/1608,
Florencia. .
Muere en 1662.
Físico y
matemático.
Inventó el
barómetro.



Daniel Bernoulli
8/2/1700, Basilea.
Muere en 1782.
Físico , médico y
matemático.



Preguntas preliminares

23- Mecánica de fluidos ideales: Fluidos, densidad, presión. Medición de presión. Variación de la presión con la profundidad. Ley de Pascal. Fuerza de flotación y el principio de Arquímedes (K 13.1, S 15.1 -15.4).

24- Mecánica de fluidos ideales: Líneas de corriente y ecuación de continuidad (K 13.2, S 15.5-15.6). La ecuación de Bernoulli y aplicaciones (K 13.3-13.8, S 15.7 y 15.8). Ejemplos (El papel de la gravedad en la circulación (K-13.5), El vuelo (K-13.9), etc)

25- Fluido Viscoso y fuerzas de cohesión en líquidos: : Viscosidad (K 14.1) Flujo laminar (K 14.2) Flujo turbulento (K 14.3) Ejemplos (K 14.4-14.9). Tensión Superficial (K 15.1-15.3) Ejemplos (K 15.4-15.5).



Preguntas preliminares

- 1) ¿Qué fuerza aproximada ejerce la atmósfera sobre la parte superior de nuestra cabeza?
- 2) Medida de presión arterial: 140/80 ¿qué?
- 3) Un vaso con agua contiene cubitos de hielo flotando. Cuando el hielo se funde, ¿qué pasa con el nivel del agua en el vaso?
- 4) Estás en un bote que flota en el agua de una piscina, lanzas el ancla de hierro por la borda, que estaba originalmente dentro del bote, y se hunde dentro de la piscina.
¿Qué ocurre con el nivel de la piscina ?
Sube, baja o no se altera



INTRODUCCIÓN

Fluido es cualquier sustancia que puede fluir: líquidos y gases.

Gases: fáciles de comprimir; líquidos casi incompresibles.

Hidrostática: estudio de fluidos en reposo (equilibrio).

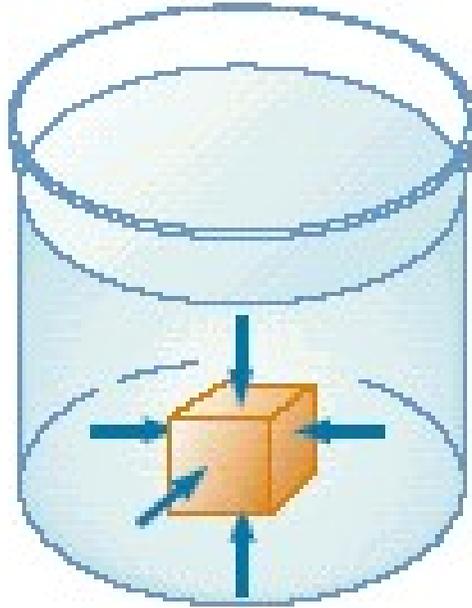
Conceptos de **densidad, presión y flotación.**

Dinámica de fluidos o hidrodinámica: estudio de fluidos en movimiento (rama de las más complejas de la mecánica).

Modelos idealizados sencillos y principios conocidos (leyes de Newton y la conservación de la energía).



FLUIDO



Medio constituido por conjunto de moléculas distribuidas al azar unidas por fuerzas cohesivas débiles y por fuerzas ejercidas por las paredes del recipiente.

Un sólido soporta esfuerzos cortantes (se le puede aplicar fuerzas que formen un ángulo arbitrario)

Un fluido (perfecto) es incapaz de soportar esfuerzos cortantes y sólo puede soportar esfuerzos normales a su superficie.

Por tanto la fuerza que ejerce el fluido sobre un objeto sumergido es siempre perpendicular a las superficies de éste.

Un fluido consta de un número muy grande de partículas, por tanto conceptos de **fuerza** y **masa** no son manejables.

Se sustituyen por los de **presión** y **densidad**, respectivamente.

DENSIDAD

Masa por unidad de volumen.

Un **material homogéneo** tiene la misma densidad en todas partes.

Usamos ρ (la letra griega rho) para denotar la densidad.

Si la masa m de material homogéneo tiene el volumen V , la densidad ρ es

$$\rho = \frac{dm}{dV}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

La unidad del SI de la densidad es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3).

Tabla 12.1 Densidades de algunas sustancias comunes

Material	Densidad (kg/m^3)*	Material	Densidad (kg/m^3)*
Aire (1 atm, 20°C)	1.20	Hierro, acero	7.8×10^3
Etanol	0.81×10^3	Bronce	8.6×10^3
Benceno	0.90×10^3	Cobre	8.9×10^3
Hielo	0.92×10^3	Plata	10.5×10^3
Agua	1.00×10^3	Plomo	11.3×10^3
Agua de mar	1.03×10^3	Mercurio	13.6×10^3
Sangre	1.06×10^3	Oro	19.3×10^3
Glicerina	1.26×10^3	Platino	21.4×10^3
Cemento	2×10^3	Estrella enana blanca	10^{10}
Aluminio	2.7×10^3	Estrella de neutrones	10^{18}

*Para obtener la densidad en gramos por centímetro cúbico, simplemente divida entre 10^3 .



DENSIDAD

Material más denso de la Tierra : metal **osmio** ($\rho = 22,500 \text{ kg/m}^3$),

Densidad relativa: razón entre su densidad y densidad del agua a $4,0^\circ\text{C}$, 1000 kg/m^3 ; (adimensionado).

Densidad relativa del aluminio: 2,7.

La densidad de algunos materiales varía de un punto a otro dentro del material.

El material del cuerpo humano, que incluye grasa de baja densidad (aproximadamente 940 kg/m^3) y huesos de alta densidad (de 1.700 a 2.500 kg/m^3).

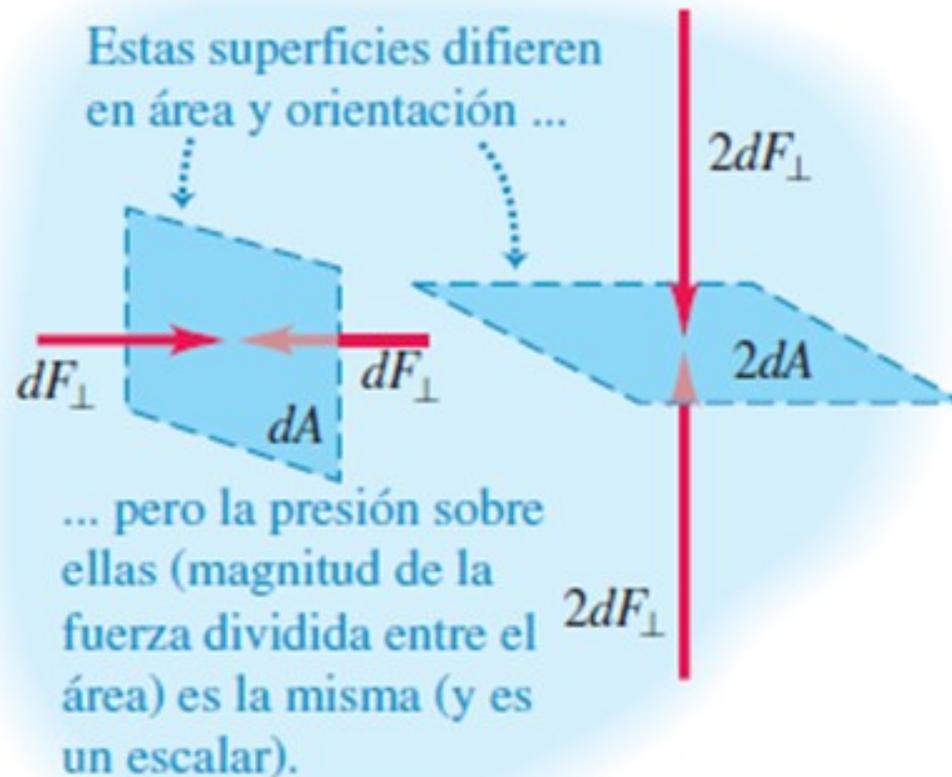
Otros dos ejemplos son la atmósfera de la Tierra (que es menos densa a grandes altitudes) y los océanos (que son más densos a mayor profundidad).

Para estos materiales, se define una **densidad media**.

La densidad de un material depende de factores ambientales tales como la temperatura y la presión.



PRESIÓN EN UN FLUIDO



Fluido en reposo, ejerce fuerza perpendicular a cualquier superficie en contacto con éste (pared de un recipiente o un cuerpo sumergido).

El fluido a cada lado de una superficie dada ejerce fuerzas iguales y opuestas sobre la superficie (sino se aceleraría y no estaría en equilibrio).

Sea una superficie pequeña de área dA centrada en un punto en el fluido; la fuerza normal que el fluido ejerce sobre cada lado es dF_{\perp} .

Presión p en ese punto es la fuerza normal por unidad de área.

$$p = \lim_{\delta A \rightarrow 0} \frac{F_{\perp}}{\delta A} = \frac{dF_{\perp}}{dA}$$

PRESIÓN EN UN FLUIDO

$$p = \lim_{\delta A \rightarrow 0} \frac{F_{\perp}}{\delta A} = \frac{dF_{\perp}}{dA}$$

Si la presión es la misma en todos los puntos de una superficie plana finita de área A , entonces

Unidad de presión en el SI es el **pascal (Pa)** que equivale a 1N/m^2 .

$$p = \frac{F_{\perp}}{A}$$

Otras unidades: el **bar**, igual a 10^5 Pa , y el **milibar**, igual a 100 Pa .

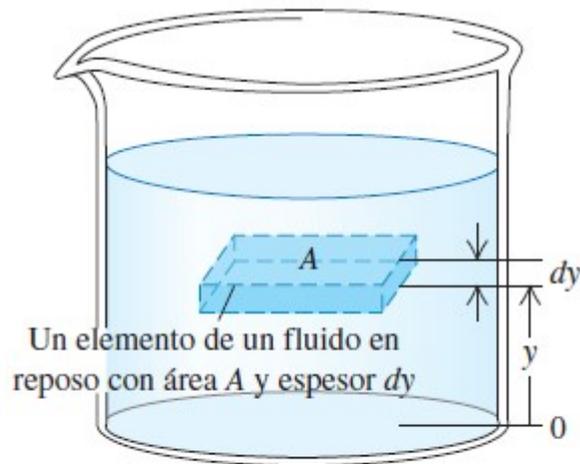
Presión atmosférica p_a es la **presión de la atmósfera terrestre**, la presión en el fondo de este mar de aire en que vivimos. Varía con el cambio de clima y con la altitud.

Presión atmosférica normal al nivel del mar (valor medio) es **1 atmósfera (atm)**: $1\text{ atm} = 1,01325 \times 10^5\text{ Pa} = 14,7\text{ psi}$ (lib/pulg²)

Otra unidad: presión ejercida por una columna vertical de mercurio de 760 mm a 0°C en una región donde g vale el valor normalizado ($g = 9,80665\text{ m/s}^2$) que equivale a 1 atm .

En esas condiciones la presión ejercida por un columna de mercurio de 1 mm de altura se dice que vale **1 torr**. $1\text{ atm} = 760\text{ torr}$

PRESIÓN, PROFUNDIDAD Y LEY DE PASCAL



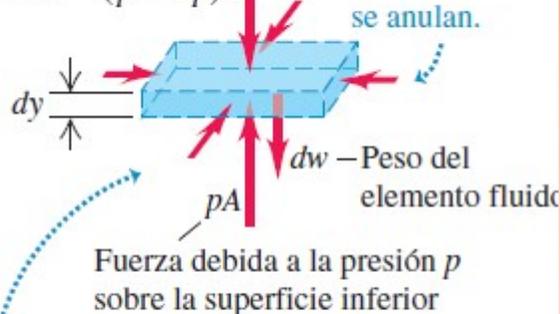
Si consideramos el peso del fluido *no es despreciable*, la presión en un fluido *no es la misma en todo su volumen*.

La presión atmosférica a gran altitud es menor que al nivel del mar, lo que obliga a presurizar la cabina de un avión.

Al sumergirnos en agua profunda, los oídos nos indican que la presión se incrementa rápidamente al aumentar la profundidad.

b)

Fuerza debida a la presión $p + dp$ sobre la superficie superior: $(p + dp)A$



Como el fluido está en equilibrio, la suma vectorial de las fuerzas verticales sobre el elemento fluido debe ser cero:
 $pA - (p + dp)A - dw = 0$.

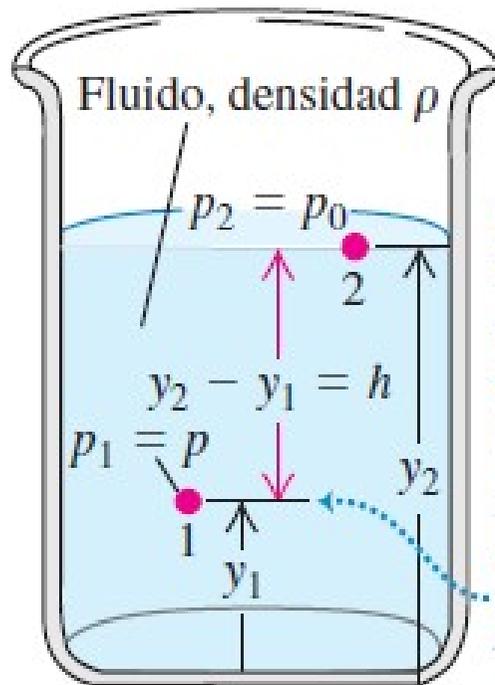
Suponemos uniformes: la densidad ρ y aceleración gravitatoria g .

Si el fluido está en equilibrio, cada elemento de volumen está en equilibrio.

Planteando un equilibrio de fuerzas: la componente y de fuerza total, incluyendo el peso y las fuerzas en las superficies superior e inferior, debe ser cero se llega a:

$$\frac{dp}{dy} = -\rho g$$

PRESIÓN, PROFUNDIDAD Y LEY DE PASCAL



A una profundidad h , la presión p es igual a la presión sobre la superficie p_0 más la presión ρgh debida al fluido que hay encima:
 $p = p_0 + \rho gh$.

La diferencia de presión entre los niveles 1 y 2:

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1)$$

La presión es mayor en un nivel más bajo.

A partir de la expresión anterior y suponiendo que el fluido es incompresible Se prueba que:

$$p_2 - p_1 = -\rho g y$$

Expresión en términos de la **profundidad** bajo la superficie de un fluido.

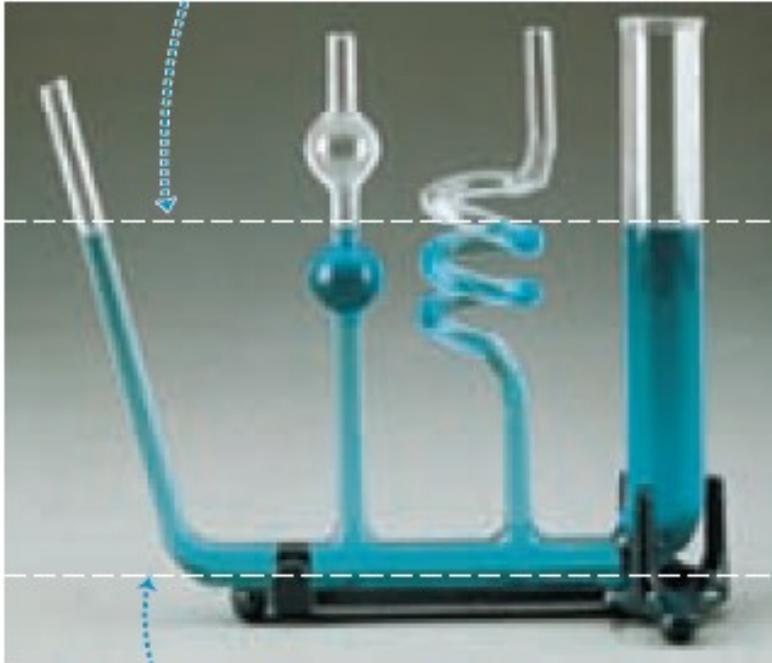
Punto 1 en cualquier nivel en el fluido y sea $p(h)$ presión en ese punto, el Punto 2 en la superficie del fluido, con la presión p_0 . La profundidad del punto 1 bajo la superficie es $h = y_2 - y_1$:

$$p(h) = p_0 + \rho gh$$

Válida para un fluido incompresible en equilibrio (en reposo) con densidad homogénea

PRESIÓN, PROFUNDIDAD Y LEY DE PASCAL

La presión en la parte superior de cada columna de líquido es la presión atmosférica, p_0 .



La presión en la parte inferior de cada columna de líquido tiene el mismo valor p .

La diferencia entre p y p_0 es ρgh , donde h es la distancia que hay de la parte superior a la parte inferior de la columna de líquido. Por lo tanto, todas las columnas tienen la misma altura.

Si aumentamos la presión p_0 en la superficie superior usando un pistón que ajuste herméticamente en el recipiente para empujar contra la superficie del fluido, la presión p a cualquier profundidad aumenta exactamente en la misma cantidad.

El científico francés Blaise Pascal (1623-1662) reconoció este hecho y lo enunció en la llamada *ley de Pascal*.

Ley de Pascal (1653): La presión aplicada a un fluido encerrado se transmite sin disminución a todas las partes del fluido y a las paredes del recipiente.

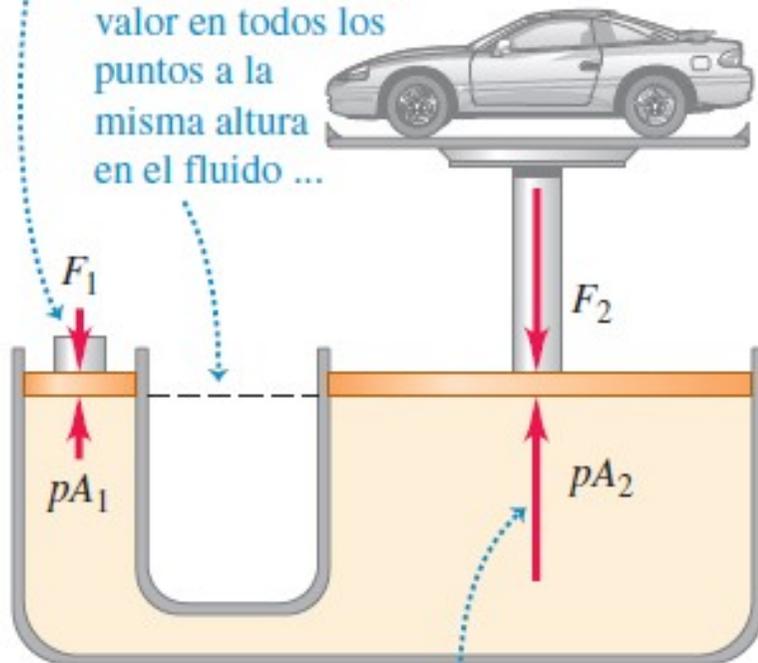
Si aumentamos en un lugar la presión sobre un fluido en una cantidad Δp , cualquier otra parte del fluido experimenta el mismo aumento de la presión

PRESIÓN, PROFUNDIDAD Y LEY DE PASCAL

12.7 El elevador hidráulico es una aplicación de la ley de Pascal. El tamaño del recipiente lleno de fluido se ha exagerado por claridad.

Se aplica una fuerza pequeña a un pistón.

Ya que la presión p tiene el mismo valor en todos los puntos a la misma altura en el fluido ...



... un pistón con una mayor área, a la misma altura, experimenta una gran fuerza.

Elevador hidráulico: un pistón con área transversal pequeña A_1 ejerce una fuerza F_1 sobre la superficie de un líquido (aceite).

La presión aplicada $p = F_1/A_1$ se transmite a través del tubo conector a un pistón mayor de área A_2 .

La presión aplicada es la misma en ambos cilindros:

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

Elevador hidráulico: dispositivo multiplicador de la fuerza con un factor de multiplicación igual al cociente de las áreas de los dos pistones. (sillas de los dentistas, gatos hidráulicos para autos, muchos elevadores y los frenos hidráulicos se basan en este principio.)

PRESIÓN, PROFUNDIDAD Y LEY DE PASCAL

Para los gases, la suposición de que la densidad ρ es uniforme solo es realista en distancias verticales cortas.

En un cuarto de 3,0 m de altura lleno de aire con densidad uniforme de $1,2 \text{ kg/m}^3$, la diferencia de presión entre el piso y el techo da:

$$\rho gh = (1.2 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(3.0 \text{ m}) = 35 \text{ Pa}$$

Aproximadamente 0,00035 atm, una diferencia muy pequeña.

En cambio, entre el nivel del mar y la cumbre del Monte Everest (8.882 m), la densidad del aire cambia casi en un factor de 3, y en este caso no podemos usar la ecuación anterior.

Los líquidos, por su parte, son casi incompresibles, y suele ser una buena aproximación considerar su densidad como independiente de la presión.

Una presión de varios cientos de atmósferas solo causa un pequeño incremento porcentual en la densidad de la mayoría de los líquidos.



PRESIÓN, PROFUNDIDAD Y LEY DE PASCAL

Si la presión dentro de un neumático es igual a la presión atmosférica, el neumático estará desinflado. La presión debe ser *mayor que la atmosférica para poder sostener el vehículo*, así que la cantidad significativa es la *diferencia entre las presiones interior y exterior*.

Cuando decimos que la presión de un neumático es de “32 libras” (en realidad 32 lb/in², igual a 220 kPa o $2,2 \times 10^5$ Pa), queremos decir que es *mayor que la presión atmosférica* (14,7 lb/in² o $1,01 \times 10^5$ Pa) en esa cantidad. La presión *total en el neumático* es de 47 lb/in², o 320 kPa.

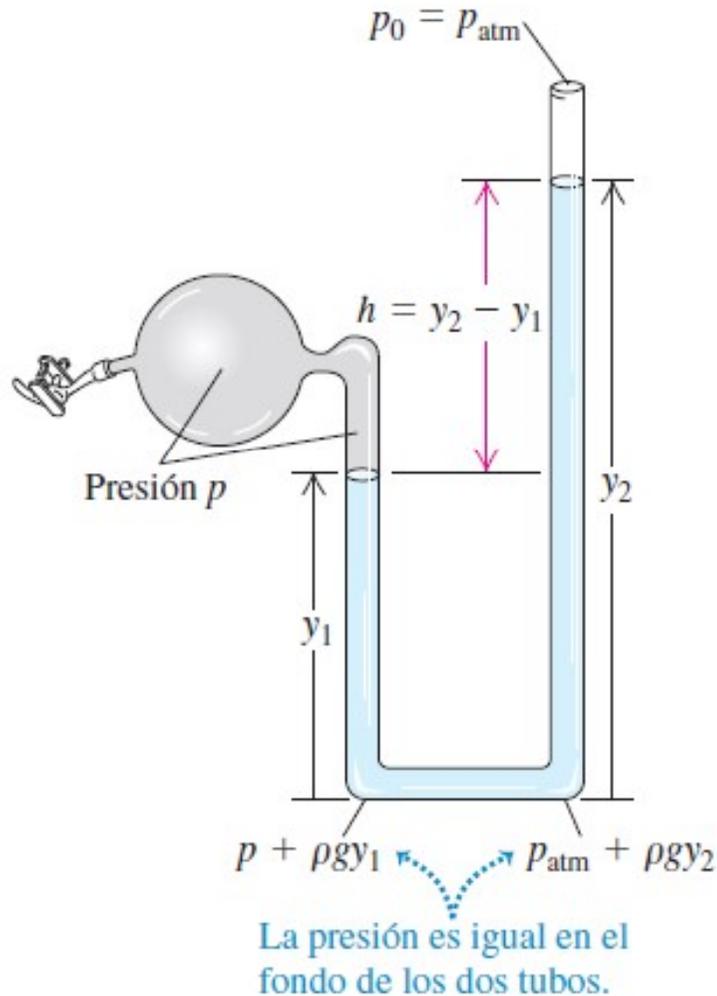
El exceso de presión más allá de la atmosférica suele llamarse **presión manométrica**, y la presión total se llama **presión absoluta**.

psig y psia: “lb/in² manométrica” y “lb/in² absoluta”, (*pounds per square inch gauge y pounds per square inch absolute*).

Si la presión es menor que la atmosférica, como en un vacío parcial, la presión manométrica es negativa.

MEDIDORES DE PRESIÓN

a) Manómetro de tubo abierto



Manómetro de tubo abierto

Tubo en forma de U con líquido de densidad ρ , (mercurio o agua) .

Extremo izquierdo conectado al recipiente donde se medirá la presión p , y el extremo derecho abierto a la atmósfera, con $p_0 = p_{atm}$.

Presión en el fondo del tubo debida al fluido de la columna izquierda es $p + \rho g y_1$, y la debida al fluido de la columna derecha es $p_{atm} + \rho g y_2$.

Estas presiones se miden al mismo nivel, así que deben ser iguales:

$$p + \rho g y_1 = p_{atm} + \rho g y_2$$

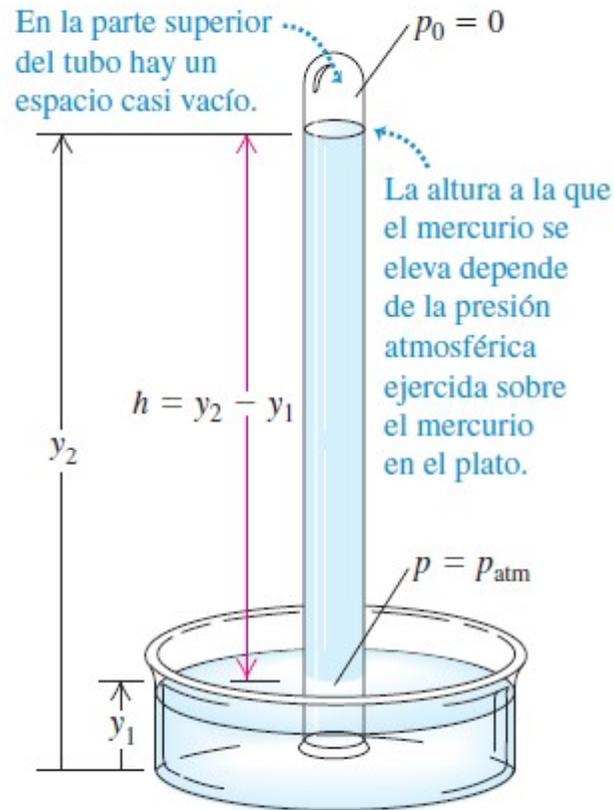
$$p - p_{atm} = \rho g (y_2 - y_1) = \rho g h$$

p es la presión absoluta, y la diferencia $p - p_{atm}$ entre la presión absoluta y la atmosférica es la presión manométrica

MEDIDORES DE PRESIÓN

Barómetro de mercurio

b) Barómetro de mercurio



Tubo largo de vidrio, cerrado por un extremo, que se llena con mercurio y luego se invierte sobre un plato con mercurio.

El espacio arriba de la columna solo contiene vapor de mercurio, cuya presión es insignificante, presión p_0 arriba de la columna prácticamente cero.

$$p_{atm} = p = 0 + \rho g(y_2 - y_1) = \rho g h$$

Indica la presión atmosférica p_{atm} directamente a partir de la altura de la columna de mercurio. “milímetros de mercurio” (que se abrevia mm Hg).

Una presión de 1 mm Hg es 1 torr, en honor de **Evangelista Torricelli**, el inventor del barómetro de mercurio (1643).

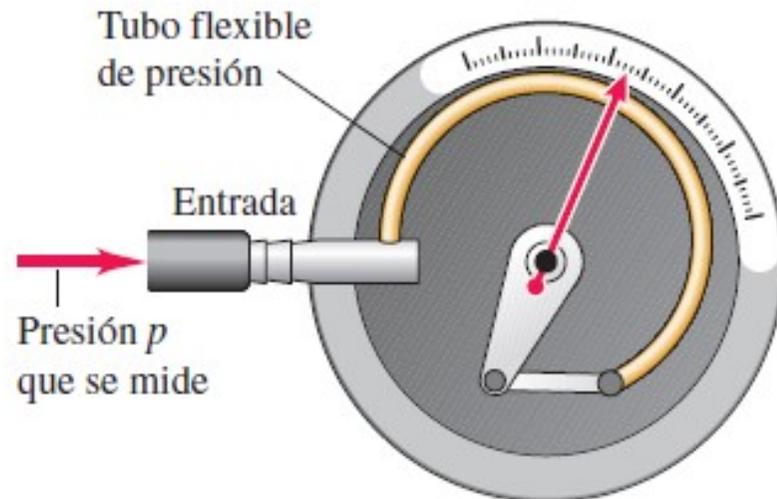
Depende de ρ del mercurio, que varía con la temperatura, y de g , que varía con el lugar.

MEDIDORES DE PRESIÓN

Muchos tipos de medidores de presión usan un recipiente flexible sellado. Un cambio en la presión adentro o afuera del recipiente provoca un cambio en sus dimensiones, que se detecta de manera óptica, eléctrica o mecánica (**manómetros del tipo de tubo de Bourdon**)

a)

Los cambios en la presión de entrada causan que el tubo se enrolle o desenrolle, lo que mueve al indicador.



b)



MEDIDORES DE PRESIÓN

Aplicación **Manómetro** para medir la presión arterial

Lecturas de presión arterial, tales como el 130/80, dan las presiones manométricas máxima y mínima en las arterias, medidas en mm Hg o en torr. La presión arterial varía con la posición vertical dentro del cuerpo; el punto de referencia estándar es la parte superior del brazo, a la altura del corazón.



Esfingomanómetro, más conocido como **tensiómetro**.

Las unidades son milímetros de columna de mercurio o Torr



FLOTACIÓN

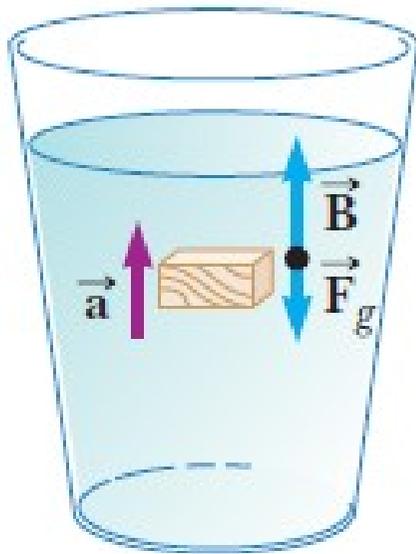
Flotación: un cuerpo sumergido en agua parece pesar menos que en el aire. Si el cuerpo es menos denso que el fluido, entonces flota.

El cuerpo humano normalmente flota en el agua, y un globo lleno de helio flota en el aire. **(Arquímedes: -287 a -212).**

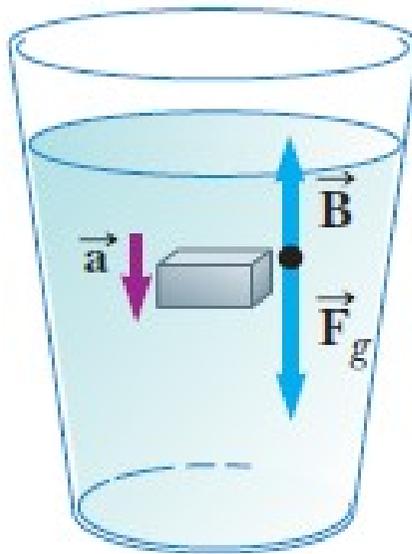
Principio de Arquímedes: si un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en un fluido, éste ejerce una fuerza hacia arriba (empuje B) sobre el cuerpo igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo.

La fuerza de empuje *no es una nueva fuerza que aparece en los fluidos. De hecho, la causa física de la fuerza de empuje es la diferencia de presiones entre las partes superior e inferior del objeto, que muestra ser igual al peso del fluido desplazado*

FLOTACIÓN



a)



b)

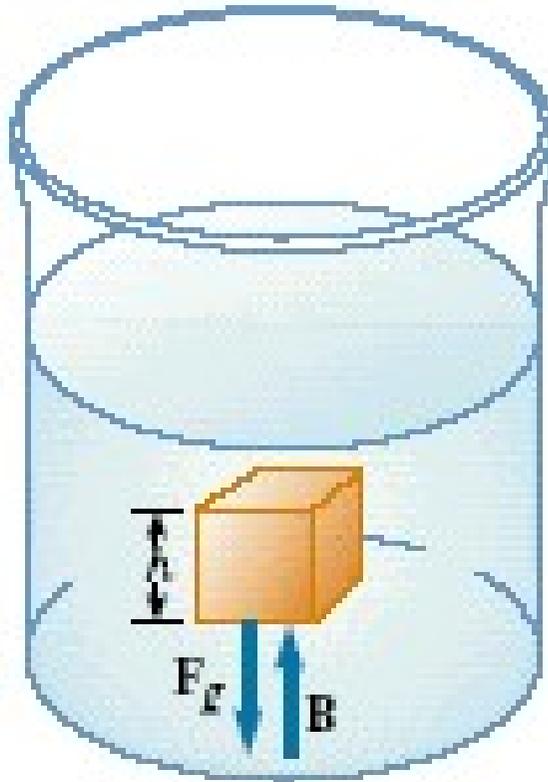


a) Un objeto totalmente sumergido menos denso que el fluido en el que se sumerge experimenta una fuerza neta hacia arriba.

b) Un objeto totalmente sumergido y que es mas denso que el fluido experimenta una fuerza neta hacia abajo.

Un objeto que flota sobre la superficie de un fluido experimenta dos fuerzas, la fuerza gravitacional F_g y la fuerza de flotación B . Puesto que el objeto flota en equilibrio, $B = F_g$.

FLOTACIÓN



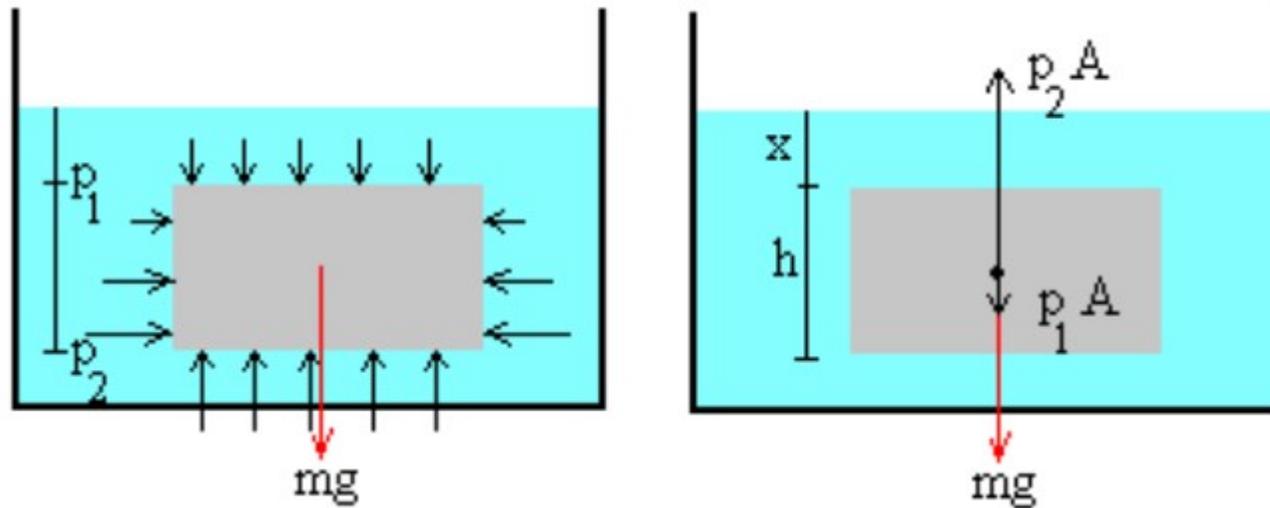
Para un cuerpo de volumen V y densidad ρ totalmente sumergido en un fluido de densidad ρ_f , la fuerza neta sobre él es:

$$B - mg = (\rho_f - \rho)Vg$$

Para un cuerpo en flotación, de densidad ρ y volumen V , que tiene un volumen sumergido en el fluido V_s , se tiene

$$\frac{\rho}{\rho_f} = \frac{V_s}{V}$$

FLOTACIÓN



Consideremos un cilindro de sección A y altura h totalmente sumergido.

Sobre la cara superior, debido a la presión del fluido, se le ejerce una fuerza hacia abajo igual a: $F_1 = p_1 \cdot A$

Sobre la cara inferior, debido a la presión del fluido, se le ejerce una fuerza hacia arriba igual a: $F_2 = p_2 \cdot A = (p_1 + \rho_f \cdot g \cdot h) A$

Surge una fuerza neta vertical hacia arriba igual a: $\Delta F = F_2 - F_1 = \rho_f \cdot g \cdot h \cdot A$

$\Delta F = \rho_f \cdot g \cdot h \cdot A = \rho_f \cdot g \cdot (h \cdot A) = m_f \cdot g = E$

La línea de acción de la fuerza de flotación pasa por el centro de gravedad del fluido desplazado (que no necesariamente coincide con el centro de gravedad del cuerpo)

FLOTACIÓN

Si un globo flota en equilibrio en el aire, su peso (incluido el gas en su interior) debe ser igual al del aire desplazado por el globo.

La carne de un pez es más densa que el agua; sin embargo, el pez puede flotar mientras está sumergido porque tiene una cavidad llena de gas dentro de su cuerpo. Esto hace que la densidad *media del pez sea igual a la del agua, de manera que su peso neto es igual al peso del agua que desplaza.*

Un cuerpo cuya densidad media es *menor que la de un líquido* puede flotar parcialmente sumergido en la superficie superior libre del líquido.



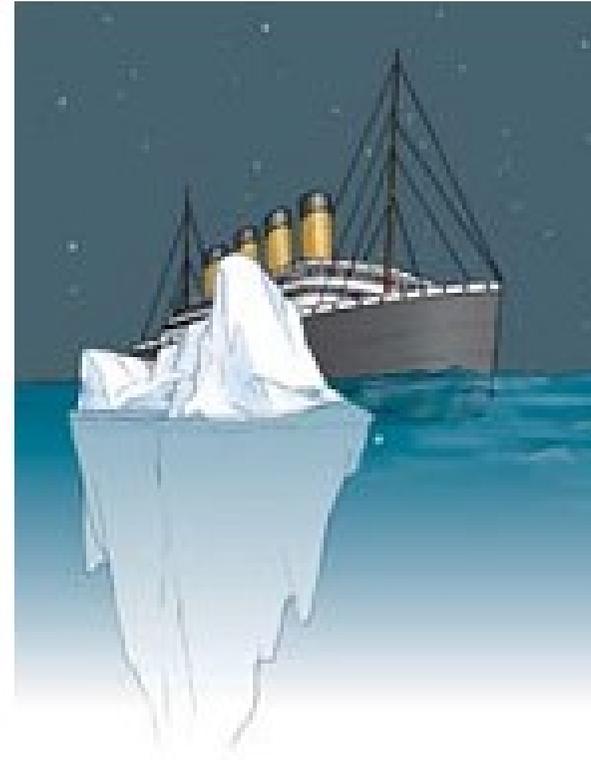
Globos de aire caliente. Debido a que el aire caliente es menos denso que el aire frío, hay una fuerza neta ascendente sobre los globos

FLOTACIÓN

Gerakline Premica/Getty



a)



b)

- a) Gran parte del volumen de este iceberg está bajo el agua (90%).
- b) Una embarcación puede resultar dañada incluso cuando no esté cerca del hielo visible.

EJEMPLO: ejercicio 7.1

La densidad del hielo es 920 kg/m^3 mientras que la del agua de mar es 1025 kg/m^3 ¿Qué fracción de un iceberg se halla sumergida?
¿Qué relación encuentra entre el resultado obtenido y el hecho de que los icebergs hayan sido históricamente muy peligrosos para la navegación?

La fracción del iceberg que permanece sumergida, estará dada por la relación entre el volumen de agua mar desplazada dividido el volumen del iceberg,

El iceberg desplazará un volumen de agua mar V_{AM} , tal que su peso sea igual al del iceberg. Sea V_H el volumen del iceberg:

$$\rho_{AM} V_{AM} g = \rho_H V_H g$$

$$\frac{V_{AM}}{V_H} = \frac{\rho_H}{\rho_{AM}} = \frac{920}{1025} = 0,89756$$

89,8% del volumen del iceberg se halla sumergido

EJEMPLO: ejercicio 7.4

Un pedazo de aluminio se suspende de una cuerda y después se sumerge por completo en un recipiente con agua. La masa del objeto es de 1,00 kg y la densidad del aluminio es de $2,70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Calcule la tensión en la cuerda antes y después de que se sumerja el aluminio.

Cuando está suspendido en el aire (despreciando el empuje del aire), la tensión de la cuerda será igual al peso del trozo de aluminio: $T_1 = mg$.

$$T_1 = W = mg = 1,00 \times 9,8 = 9,80 \text{ N}$$

Cuando está suspendido sumergido en el agua, la tensión de la cuerda será igual al peso del trozo de aluminio menos el empuje del agua: $T_2 = mg - B$.

Para determinar el empuje, debo conocer el volumen del trozo de aluminio.

El empuje vale:

$$B = V_{Al} \rho_{ag} g = \frac{m}{\rho_{Al}} \rho_{ag} g = 1,00 \frac{1,00 \times 10^3}{2,70 \times 10^3} 9,8 = 3,6296 \text{ N}$$

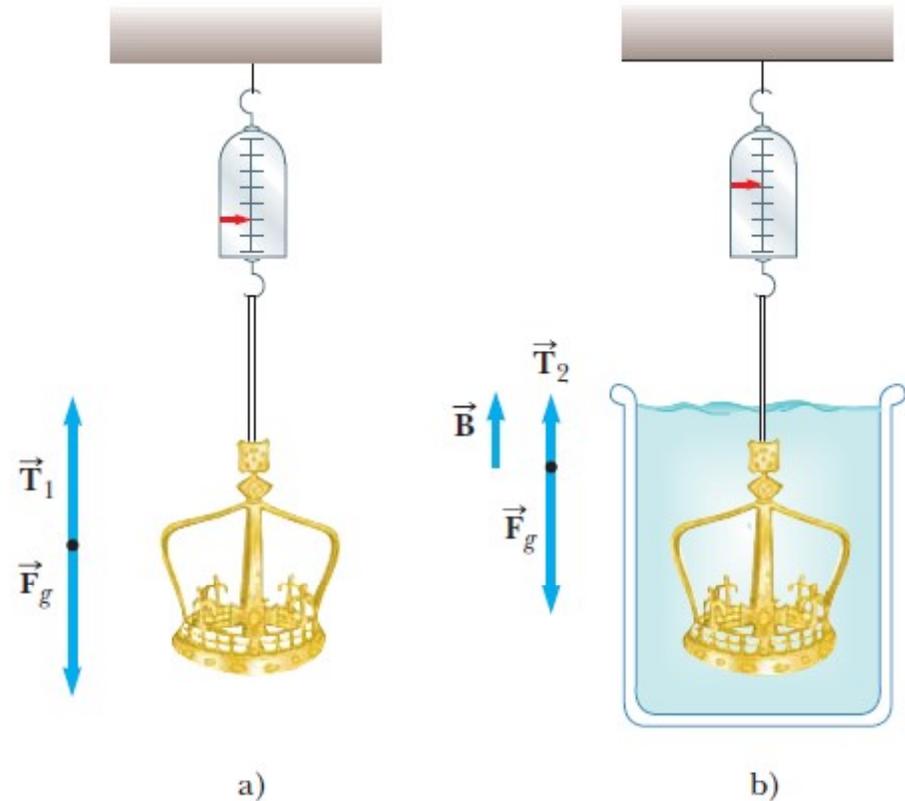
$$V = \frac{m}{\rho_{Al}}$$

$$T_2 = W - B = 9,80 - 3,63 = 6,17 \text{ N}$$

$$T_1 = 9,80 \text{ N y } T_2 = 6,17 \text{ N}$$

Ejemplo: ¡Eureka!

Según la tradición a Arquímedes se le pidió determinar si una corona hecha para el rey consistiera de oro puro. De acuerdo con la leyenda, el resolvió este problema al pesar la corona primero en aire y luego en agua, como se muestra en la figura. Suponga que lectura en la balanza es 7,84 N cuando la corona estaba en aire y 6,84 N cuando estaba en agua. ¿Qué dijo Arquímedes al rey?



Cuando la corona está suspendida en aire, la lectura en la balanza es el peso real $T_1 = F_g$ (se desprecia la pequeña fuerza de flotación debida al aire circundante).

Cuando la corona se sumerge en agua, la fuerza de flotación \mathbf{B} reduce la lectura de la balanza a un peso *aparente*:

$$T_2 = F_g - B.$$

Ejemplo: ¡Eureka!

$$\sum F = B + T_2 - F_g = 0 \quad B = F_g - T_2 = 7.84 \text{ N} - 6.84 \text{ N} = 1.00 \text{ N}$$

Ya que esta fuerza de flotación es igual en magnitud al peso del agua desplazada, $\rho_a g V_a = 1,00 \text{ N}$, donde V_a es el volumen del agua desplazada y ρ_a es su densidad.

Además, el volumen de la corona V_c es igual al volumen del agua desplazada porque la corona está completamente sumergida.

$$V_c = V_a = \frac{1.00 \text{ N}}{\rho_a g} = \frac{1.00 \text{ N}}{(1\,000 \text{ kg/m}^3)(9.80 \text{ m/s}^2)} = 1.02 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

La densidad de la corona vale:

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c} = \frac{m_c g}{V_c g} = \frac{7.84 \text{ N}}{(1.02 \times 10^{-4} \text{ m}^3)(9.80 \text{ m/s}^2)} = 7.84 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Como la densidad del oro es $19,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Arquímedes debió informar al rey que lo habían engañado: o la corona estaba hueca o no estaba hecha de oro puro.

PREGUNTA RÁPIDA

Uno de los problemas predichos debidos al calentamiento global es que el hielo en las capas de hielo polares se fundirá y elevará el nivel del mar en todas partes del mundo.

¿Hay más preocupación por el hielo:

- a) en el polo norte, donde la mayoría del hielo flota en el agua;
- b) en el polo sur, donde la mayoría del hielo se asienta en tierra;
- c) en ambos polos o;
- d) en ningún polo?



Pregunta para reflexionar y luego contestar...

Una persona en un bote que flota en el agua de una piscina lanza un ancla (por ejemplo de hierro), que estaba originalmente dentro del bote por la borda, y se hunde dentro de la piscina.

¿Qué ocurre con el nivel de la piscina luego?

- a) Se eleva.
- b) Baja.
- c) Permanece igual.
- d) No se puede determinar...

