UNIDAD 3: PRESIÓN Y FLUIDOS

¿QUÉ SABES DE ESTO?-ACTIVIDADES PÁG. 58

1. ¿Qué es la densidad de una sustancia? La densidad del mercurio es $d = 13,6\ g/cm^3$, exprésala en unidades del SI.

La densidad de una sustancia es la relación entre la masa de una porción de esa sustancia y el volumen que ocupa.

$$d = 13,6\frac{g}{cm^3} = 13,6\frac{g}{cm^3}\cdot\frac{1kg}{10^3\ g}\cdot\frac{10^6\ cm^3}{1m^3} = 13600\frac{kg}{m^3}$$

2. ¿Dónde se flota mejor en una piscina: en la zona más profunda o en la menos profunda?

En las dos partes se flota igual, el empuje con que actúa un líquido sobre un objeto depende de la densidad del líquido, pero no depende de la cantidad de líquido contenido en el recipiente.

3. ¿Por qué las ventosas se adhieren a las superficies lisas y no a las rugosas?

Porque en las superficies rugosos no se puede practicar el vacío entre la ventosa y la superficie.

ACTIVIDADES PROPUESTAS-PÁG. 60

1. Justifica el que las patas de los osos polares sean muy anchas por su base y el que los aguijones de los insectos sean muy finos.

Tanto la arena del desierto como la nieve son superficies poco rígidas. Por ello las patas de los animales que habitan en esas zonas tienen que ser anchas para actuar con presiones menores y no hundirse y así facilitar sus movimientos.

Por el contrario la misión del aguijón de un insecto es perforar la piel de los animales y por ello cuanto más fino sea, mayor es la presión con la que actúan para una misma fuerza aplicada.

ACTIVIDADES PROPUESTAS-PÁG. 65

2. ¿Cuál es el peso aparente de un objeto que flota?

Para un objeto que flota su peso y el empuje son iguales y, por tanto, su peso aparente es igual a cero.

3. Se tienen dos objetos del mismo tamaño uno de hierro y otro de aluminio. ¿Cuál experimentará mayor empuje al introducirlos dentro de un vaso con agua?

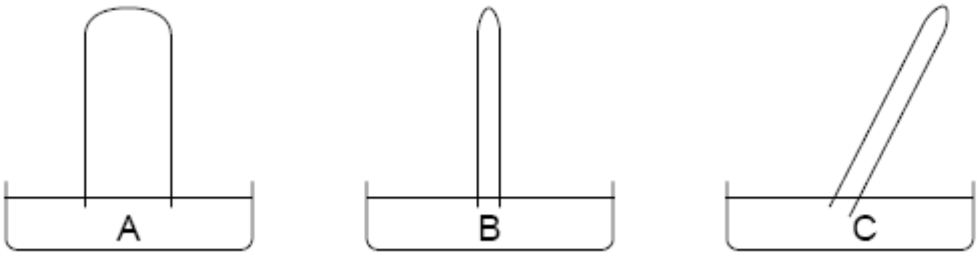
El empuje con el que actúa un líquido sobre un objeto depende de la densidad del líquido y de la porción del volumen del objeto sumergido. Como los dos objetos tienen el mismo volumen sumergido, ambos experimentan el mismo empuje cuando se introducen dentro de un líquido menos denso que ellos.

4. Arquímedes vivió en Siracusa, Sicilia, en el siglo III a. C. y cuenta la leyenda que descubrió el principio que lleva su nombre cuando estaba en el baño pensando la forma de determinar si la nueva corona de su rey era de oro puro o un fraude. Percatándose que a igual masa, el cobre desaloja más agua que el oro, descubrió el engaño.
¿Por qué para una misma masa, el cobre desaloja más agua que el oro?

El empuje depende del volumen del objeto sumergido. Como la densidad del oro es mayor que la del cobre, una misma cantidad de los dos metales ocupa un volumen mayor de cobre que de oro y por tanto el empuje es mayor sobre el cobre que sobre el oro. Para una misma masa de metal el peso aparente del oro es mayor que el del cobre

ACTIVIDADES PROPUESTAS-PÁG. 69

5. Tres personas repiten la experiencia de Torricelli, pero cada una utiliza un tubo de vidrio distinto. Los esquemas de las experiencias se representan en la figura adjunta. ¿Por cuál de los tubos asciende más el mercurio?
Los tamaños relativos y posiciones de los tubos son los representados en la figura.



La presión en la superficie libre del mercurio es la misma en las tres cubetas, la atmosférica. Por tanto la presión en la base de los tres tubos es la misma y por la ecuación fundamental de la hidrostática, el líquido asciende hasta la misma altura en todos ellos.

Aparentemente el mercurio tendría que ascender menos por el tubo más ancho. Sin embargo, la ecuación fundamental de la hidrostática indica que la presión en un punto de un recipiente que contenga un fluido en equilibrio, depende de la altura de la columna de fluido y de su densidad y es independiente del área de la base y del volumen que contenga el recipiente.

6. Si Torricelli hubiera utilizado agua en vez de mercurio para medir la presión atmosférica, ¿qué longitud de tubo habría necesitado?

Igualando la presión atmosférica a la presión con la que actúa una columna de agua de altura h, tenemos:

$$P_{atmosférica} = d_{agua} \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{P_{atmosférica}}{d_{agua} \cdot g} = \frac{101\ 300 \text{ Pa}}{1\ 000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9{,}8 \text{ m/s}^2} = 10{,}34 \text{ m}$$

7. Calcula la fuerza con la que actúa la atmósfera sobre la palma de tu mano. ¿Cómo es que se soporta tan fácilmente y no nos aplasta?

La superficie de la palma de una mano es: $S = 160\ cm^2 = 0{,}016\ m^2$
Y la presión atmosférica es: $P_{atmosférica} = 101\ 300\ Pa$

La fuerza con la que actúa la atmósfera sobre la palma de mano es:
$F = p \cdot S = 101\ 300\ Pa \cdot 0{,}016\ m^2 = 1\ 620{,}8\ N$
Que es peso de una masa de 165 kg

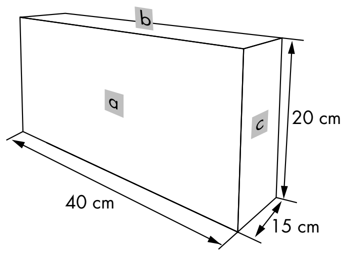
La presión atmosférica actúa por todas partes con fuerzas perpendiculares a las superficies. Los líquidos interiores de nuestro organismo, y de los demás seres vivos, están aproximadamente a la misma presión que la atmosférica. Por tanto no hay ninguna fuerza neta que deteriore a las paredes de las células. La presión de la sangre es mayor que la atmosférica, unos 100 mm de Hg, que se compensa con la resistencia de las paredes de las arterias

ACTIVIDADES FINALES-PÁG. 76

1. ¿Por qué los romanos construían acueductos para llevar el agua a las ciudades?

Por que no tenían tuberías apropiadas para utilizar la aplicación de los vasos comunicantes.

2. Un ladrillo tiene de dimensiones: 15 x 20 x 40 cm y una densidad de 2,5 g/cm^3. Determina la presión con la que actúa sobre una superficie, dependiendo de la cara sobre la que se apoye.



Se expresa la densidad en unidades del SI:

$$d = 2{,}5\ \frac{g}{cm^3} = 2{,}5\ \frac{g \cdot \frac{1kg}{1\ 000\ g}}{cm^3 \cdot \frac{1m^3}{10^3\ cm^3}} = 2\ 500\ \frac{kg}{m^3}$$

La masa y el peso del ladrillo son:

$m = d \cdot V = 2\ 500\ kg/m^3 \cdot 0{,}15\ m \cdot 0{,}20\ m \cdot 0{,}40\ m = 30\ kg$
$P = m \cdot g = 30\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 294\ N$

Al apoyarse sobre la cara a: $p_a = \frac{F}{S} = \frac{294\ N}{0{,}40\ m \cdot 0{,}20\ m} = 3\ 675\ Pa$

Si lo hace sobre la cara b: $p_b = \frac{F}{S} = \frac{294\ N}{0{,}40\ m \cdot 0{,}15\ m} = 4\ 900\ Pa$

Si reposa sobre la cara c: $p_c = \frac{F}{S} = \frac{294\ N}{0{,}20\ m \cdot 0{,}15\ m} = 9\ 800\ Pa$

3. Estima las masas de un niño y de un adulto y las respectivas superficies de las suelas de sus zapatos. Determina la presión con la que actúan sobre una superficie al caminar.

Supongamos que un niño tiene una masa de 20 kg y que las suelas de cada uno de sus zapatos tienen una superficie de 200 cm^2. La presión que actúa al cargar el niño todo su peso sobre un pie es:

$$p_{niño} = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{20\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2}{0{,}02\ m^2} = 9\ \ 800\ Pa$$

Supongamos que la persona adulta tiene una masa de 80 kg y que calza zapatos cuyas suelas tienen una superficie de 300 cm^2. La presión que aplica la persona adulta al cargar todo su peso sobre un pie es:

$$p_{adulto} = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{80\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2}{0{,}03\ m^2} = 26\ \ 133\ Pa$$

4. Los submarinos pueden sumergirse hasta unos 200 m de profundidad. Calcula la presión que soportan las paredes del submarino debido al peso del agua. Determina la fuerza que actúa sobre la escotilla que tiene un área de 1 m^2. Dato: $d_{agua\ del\ mar}$ = 1,025 g/cm^3.

Se expresa la densidad del agua en unidades del SI: d = 1,025 g/cm^3 = 1 025 kg/m^3

La presión que soporta el submarino debida a la columna de agua que tiene por encima, se determina aplicando la ecuación fundamental de la hidrostática.
$p = d \cdot g \cdot h = 1\ 025\ kg/m^3 \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot 200\ m = 2{,}01 \cdot 10^6\ Pa$
Compárese con la presión atmosférica que es de 101 300 Pa

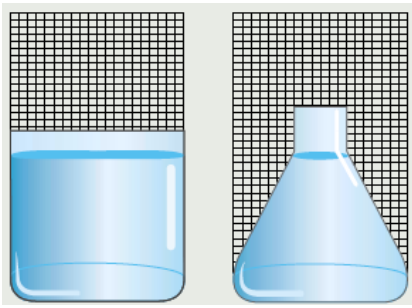
El módulo de la fuerza que actúa sobre la escotilla es:
$F = p \cdot S = 2{,}01 \cdot 10^6\ Pa \cdot 1\ m^2 = 2{,}01 \cdot 10^6\ N$

5. Se quiere construir una fuente que lance el agua verticalmente hasta una altura de 2 m. Calcula la presión con la que tiene que actuar la bomba.

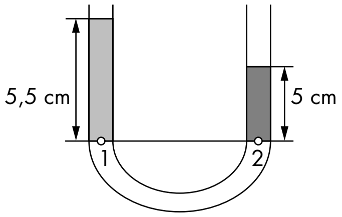
Aplicando la ecuación fundamental de la hidrostática:
$p = d \cdot g \cdot h = 1000\ kg/m^3 \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot 2\ m = 19\ 600\ Pa$

6. Se tienen dos recipientes de formas diferentes pero cuyas bases tienen la misma área. Si los dos se llenan con agua indica en cuál de los dos es mayor la presión en el fondo. ¿Cuál actúa con una fuerza mayor sobre la superficie en la que se apoyan?

Si la altura del agua es la misma, la presión en el fondo también lo es. Si el área de la base es la misma en los dos recipientes, también lo es la fuerza con la que actúan sobre la superficie de apoyo.



7. Un tubo con forma de U abierto contiene en una de sus ramas agua hasta una altura de 5,5 cm y en la otra un aceite hasta una altura de 5 cm. Calcula la densidad del aceite.



Los puntos 1 y 2 de la figura están a la misma presión, por ser su altura la misma. La presión que soporta cada uno de los puntos es igual a la presión atmosférica más la de la columna de líquido que tiene por encima.

$p_1 = p_2$; $p_{atmosférica} + p_{aceite} = p_{atmosférica} + p_{agua} \Rightarrow p_{aceite} = p_{agua}$

La presión con la que actúa una columna de líquido se determina a partir de la ecuación fundamental de la hidrostática:

$p_{aceite} = p_{agua}$; $d_{aceite} \cdot g \cdot h_{aceite} = d_{agua} \cdot g \cdot h_{agua}$

Sustituyendo: $d_{aceite} \cdot 5{,}5\ cm = 1\ g/cm^3 \cdot 5\ cm \Rightarrow d_{aceite} = 0{,}91\ g/cm^3$

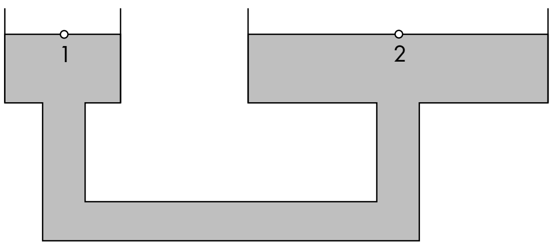
8. ¿Por qué las burbujas de aire son muy peligrosas en los circuitos de frenos?

Porque el aire es un gas y a diferencia de los líquidos se comprime y no transmite instantáneamente y con la misma intensidad la presión por el circuito cerrado de los frenos y por ello la presión con la que actúa el pedal no se transmite a los discos de las ruedas.

9. ¿Por qué se utiliza aceite y no aire en las máquinas hidráulicas?

Porque el aire es un gas y a diferencia de los líquidos se comprime y no transmite instantáneamente y con la misma intensidad la presión por el circuito cerrado de las máquinas.

10. Un elevador hidráulico tiene dos émbolos de superficies 10 y 600 cm², respectivamente. Si se desea elevar un coche que tiene una masa de 1 200 kg, ¿qué fuerza hay que aplicar?



La presión en el émbolo pequeño, punto 1 de la figura, y en el émbolo grande, punto 2, son iguales, ya que están a la misma altura dentro de un fluido en equilibrio.

$p_1 = p_2$; $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$

La fuerza F_1 es la fuerza aplicada y la F_2 el peso del automóvil que hay que elevar.

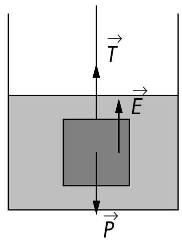
Despejando: $F_1 = \frac{S_1}{S_2} \cdot P = \frac{10\ cm^2}{600\ cm^2} \cdot 1\ 200\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 196\ N$

11. ¿Flotará en agua un objeto que tiene una masa de 50 kg y ocupa un volumen de 0,060 m^3?

La densidad del objeto es: $d = \dfrac{m}{V} = \dfrac{50\ kg}{0{,}060\ m^3} = 833{,}3\ \dfrac{kg}{m^3}$

Por tanto flota en el agua, ya que su densidad es menor que la de ésta:
d_{agua} = 1 000 kg/m^3

12. Una piedra de 0,5 kg de masa tiene un peso aparente de 3 N cuando se introduce en agua. Halla el volumen y la densidad de la piedra.



El peso de la piedra es: $P_{piedra} = m \cdot g = 0{,}5\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 4{,}9\ N$

El introducirla en un líquido, actúan su peso, el empuje y la tensión de la cuerda. El empuje es la diferencia entre su peso y su peso aparente.

$E = P_{piedra} - P_{aparente} = 4{,}9\ N - 3\ N = 1{,}9\ N$

A su vez el empuje es igual al peso del líquido que desaloja el objeto.
$E = m_{desalojada} \cdot g = V_{piedra} \cdot d_{líquido} \cdot g$

Igualando y sustituyendo:

$1{,}9\ N = V_{piedra} \cdot 1\ 000\ kg/m^3 \cdot 9{,}8\ m/s^2 \Rightarrow V_{piedra} = 1{,}94 \cdot 10^{-4}\ m^3 = 194\ cm^3$

La densidad de la piedra es: $d = \dfrac{m}{V} = \dfrac{0{,}5\ kg}{1{,}94 \cdot 10^{-4}\ m^3} = 2\ 577\ \dfrac{kg}{m^3} = 2{,}6\ \dfrac{g}{cm^3}$

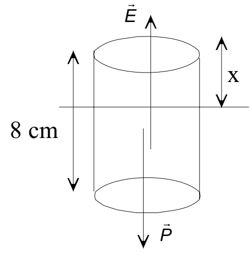
13. Un cilindro de aluminio tiene una densidad de 2,7 g/cm^3 y un volumen de 10 cm^3. Determina su masa, su peso, el empuje y su peso aparente dentro del agua.

La masa del cilindro es: $m = d \cdot V = 2{,}7\ g/cm^3 \cdot 10\ cm^3 = 27\ g$
Y su peso: $P = m \cdot g = 0{,}027\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 0{,}265\ N$
El empuje es: $E = V \cdot d_{agua} \cdot g = 10 \cdot 10^{-6}\ m^3 \cdot 1\ 000\ kg/m^3 \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 0{,}098\ N$
Su peso aparente es: $P_{aparente} = P_{cilindro} - E = 0{,}265\ N - 0{,}098\ N = 0{,}167\ N$

14. Un objeto que tiene una masa de 5 kg y ocupa un volumen de 2 litros, tiene un peso aparente de 12 N dentro de un líquido. Calcula la densidad de ese líquido.

El peso del objeto es: $P = m \cdot g = 5\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 49\ N$
El empuje con el que actúa el liquido es: $E = P - P_{aparente} = 49\ N - 12\ N = 37\ N$
El empuje es igual al peso del correspondiente líquido desalojado.
$E = m_{desalojado} \cdot g = d_{liquido} \cdot V_{objeto} \cdot g$
Sustituyendo: $37\ N = d_{líquido} \cdot 2 \cdot 10^{-3}\ m^3 \cdot 9{,}8\ m/s^2 \Rightarrow d_{líquido} = 1\ 888\ kg/m^3 = 1{,}9\ kg/litro$

15. Un cilindro de madera de 8 cm de altura y de densidad 0,75 g/cm^3 flota en el agua con una de sus bases sumergida. Calcula la altura del cilindro que sobresale del agua.



Las fuerzas que actúan sobre el cilindro son su peso y el empuje. Si el cilindro es de sección recta, llamando S a su sección y h a su altura, el peso del objeto es:
$P_{objeto} = m_{objeto} \cdot g = d_{madera} \cdot V_{objeto} \cdot g = d_{madera} \cdot S \cdot h \cdot g$

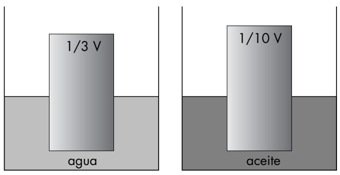
Llamando $h_{sumergida}$ a la longitud de la altura del cilindro sumergido en el agua, se tiene:
$E = m_{desalojada} \cdot g = d_{agua} \cdot V_{sumergido} \cdot g = d_{agua} \cdot S \cdot h_{sumergida} \cdot g$

Como el objeto está en equilibrio, las dos fuerzas tienen el mismo módulo. Igualando:
$P = E \Rightarrow d_{madera} \cdot S \cdot h \cdot g = d_{agua} \cdot S \cdot h_{sumergida} \cdot g; \; d_{madera} \cdot h = d_{agua} \cdot h_{sumergida}$

Despejando: $h_{sumergida} = \frac{d_{madera}}{d_{agua}} h_{objeto} = \frac{0{,}75\,g/cm^3}{1 g/cm^3} 8\,cm = 6\,cm$

La longitud de la altura que sobresale del agua es:
$x = h_{objeto} - h_{sumergida} = 8\text{ cm} - 6\text{ cm} = 2\text{ cm}$

16. Un bloque de madera flota en agua con 1/3 de su volumen por encima de la superficie y en aceite flota con 1/10 de su volumen por encima de la superficie. Calcula la densidad del aceite y la de la madera.



En los dos casos las fuerzas que actúan sobre el objeto son su peso y el empuje con el que actúa el líquido. En cada caso el peso tiene el mismo módulo que el del empuje correspondiente.
El peso del objeto es: $P_{objeto} = d_{madera} \cdot V_{objeto} \cdot g$

El volumen sumergido en el agua es: $V_{agua} = \frac{2}{3} V_{objeto}$

Y el volumen sumergido en el aceite es: $V_{aceite} = \frac{9}{10} V_{objeto}$

En el agua: $P = E; \; d_{madera} \cdot V_{objeto} \cdot g = d_{agua} \cdot V_{sumergido\ agua} \cdot g$

Operando: $d_{madera} V_{objeto} = d_{agua} \cdot \frac{2}{3} V_{objeto}$

Por tanto: $d_{madera} = \frac{2}{3} d_{agua} = \frac{2}{3} \cdot 1 \frac{g}{cm^3} = 0{,}67 \frac{g}{cm^3}$

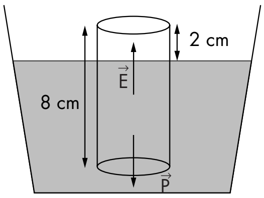
En el aceite: $P = E; \; d_{madera} \cdot V_{objeto} \cdot g = d_{aceite} \cdot V_{sumergido\ aceite} \cdot g$

Operando: $d_{madera} V_{objeto} = d_{aceite} \cdot \frac{9}{10} V_{objeto}$

Por tanto: $d_{aceite} = \frac{10}{9} d_{madera} = \frac{10}{9} \cdot \frac{2}{3} d_{agua} = \frac{20}{27} d_{agua} \Rightarrow$

$\Rightarrow d_{aceite} = \frac{20}{27} \cdot 1 \frac{g}{cm^3} = 0{,}74 \frac{g}{cm^3}$

17. Calcula la densidad de un objeto de madera con forma de cilindro de 8 cm de altura y que al colocarlo sobre la superficie del agua de un vaso sobresale una altura de 2 cm.



Las fuerzas que actúan sobre el objeto son su peso y el empuje, que tienen el mismo módulo. Supongamos que el cilindro es de sección recta y llamamos S a su sección.
El peso del objeto es:

$P_{objeto} = m_{objeto} \cdot g = d_{madera} \cdot V_{objeto} \cdot g = d_{madera} \cdot S \cdot h \cdot g$

Llamando $h_{sumergida}$ a la longitud de la altura del cilindro sumergido, se tiene:
$E = m_{desalojada} \cdot g = d_{agua} \cdot V_{sumergido} \cdot g = d_{agua} \cdot S \cdot h_{sumergida} \cdot g$

Como el objeto está en equilibrio, las dos fuerzas tienen el mismo módulo. Igualando:
$P = E \Rightarrow d_{madera} \cdot S \cdot h \cdot g = d_{agua} \cdot S \cdot h_{sumergida} \cdot g;\ d_{madera} \cdot h = d_{agua} \cdot h_{sumergida}$

Despejando: $d_{madera} = \dfrac{h_{sumergida}}{h} \cdot d_{agua} = \dfrac{6\text{ cm}}{8\text{ cm}} \cdot 1\ \dfrac{g}{cm^3} = 0{,}75\ \dfrac{g}{cm^3}$

ACTIVIDADES FINALES-PÁG. 77

18. Se tienen tres objetos que ocupan el mismo volumen, un cilindro de cobre, una esfera de hierro y un cubo de hierro y dos recipientes uno que contiene agua y otro que contiene aceite. ¿Cuál de los tres objetos experimenta mayor empuje al introducirlos en el agua y en el aceite? ¿En cuál de los dos líquidos es mayor el empuje?

El empuje con el que actúa un líquido sobre un objeto depende de la densidad del líquido y de la porción del volumen del objeto sumergido. Como los tres objetos tienen igual volumen experimentan el mismo empuje cuando se introducen dentro de un mismo líquido. A su vez, el empuje es mayor cuanto mayor sea la densidad del líquido.

19. La densidad del agua del mar es 1,025 g/cm^3 y la densidad del hielo 0,917 g/cm^3. Determina la relación entre la fracción que flota y la parte sumergida de un iceberg.

Como el iceberg flota, su peso es igual al empuje: $P_{iceberg} = E;\ m_{iceberg} \cdot g = m_{desalojada} \cdot g$

Por tanto: $d_{hielo} \cdot V_{iceberg} = d_{líquido} \cdot V_{sumergido} \Rightarrow \dfrac{V_{sumergido}}{V_{iceberg}} = \dfrac{d_{hielo}}{d_{líquido}}$

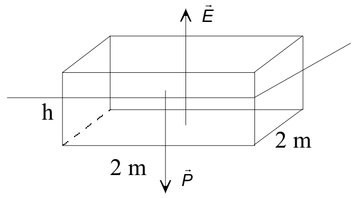
Sustituyendo: $\dfrac{V_{sumergido}}{V_{iceberg}} = \dfrac{0{,}917\text{ g/cm}^3}{1{,}025\text{ g/cm}^3} = 0{,}89 = \dfrac{9}{10}$

Del volumen total de un iceberg solamente se ve lo que flota, que es su décima parte.

Por tanto: $\dfrac{V_{flota}}{V_{sumergido}} = \dfrac{\frac{1}{10}\ V_{iceberg}}{\frac{9}{10}\ V_{iceberg}} = \dfrac{1}{9}$

20. Un explorador, que tiene una masa de 70 kg, desea cruzar un gran río cuyo agua tiene una densidad de 1 g/cm^3. Para ello fabrica una balsa de base cuadrada de 2 m de lado con una madera de densidad 0,9 g/cm^3. ¿Cuál es la altura mínima que debe tener la balsa?

La altura mínima de la balsa es cuando flota en el agua con toda ella sumergida. Cuando la balsa flota, su peso más el peso de la persona es igual al empuje.



$P_{persona} + P_{balsa} = E$
$m_{persona} \cdot g + d_{madera} \cdot V_{balsa} \cdot g = d_{agua} \cdot V_{sumergido} \cdot g$

En la situación límite el volumen de la balsa y el sumergido son iguales.

$m_{persona} + d_{madera} \cdot V_{balsa} = d_{agua} \cdot V_{balsa}$
$70\ kg + 900\ kg/m^3 \cdot 2\ m \cdot 2\ m \cdot h = 1000\ kg/m^3 \cdot 2\ m \cdot 2\ m \cdot h$

Operando: $70\ kg = 400\ kg/\ m \cdot h \Rightarrow h = 0{,}175\ m = 17{,}5\ cm$

21. La tela de un globo aerostático junto a sus aparejos tiene una masa de 50 kg y se llena con gas helio de densidad 1,8 · 10^{-4} g/cm^3. Si la densidad del aire es de 1,3 g/L, determina el volumen mínimo que tiene que ocupar la tela para que ascienda.

Se expresan las magnitudes en unidades del SI

$d_{helio} = 1{,}8 \cdot 10^{-4}\ g/cm^3 = 0{,}18\ kg/m^3$; $d_{aire} = 1{,}3\ g/litro = 1{,}3\ kg/m^3$

Para que el globo ascienda el empuje tiene que ser mayor que el peso.

El peso del globo es: $P = (m_{globo} + m_{helio}) \cdot g = (m_{globo} + d_{helio} \cdot V) \cdot g$
Y el empuje es: $E = d_{aire} \cdot V \cdot g$
Igualando: $P = E$; $(m_{globo} + d_{helio} \cdot V) \cdot g = d_{aire} \cdot V \cdot g \Rightarrow m_{globo} = (d_{aire} - d_{helio}) \cdot V$
Sustituyendo: $50\ kg = (1{,}3\ kg/m^3 - 0{,}18\ kg/m^3) \cdot V \Rightarrow V = 44{,}6\ m^3$

22. ¿Por qué los globos aerostáticos usados en meteorología acaban estallando?

Al ascender en la atmósfera disminuye la presión del aire. Si disminuye la presión exterior del globo, éste se dilata cada vez más según asciende y acaba estallando.

23. ¿Qué altura alcanza la columna de un barómetro de mercurio cuando la presión atmosférica es de 970 mb? ¿Corresponderá a un día soleado o lluvioso?

Aplicando la ecuación fundamental de la hidrostática y expresando las unidades en el SI, se tiene:

$d_{hg} = 13\,600\ kg/m^3$; $p = 970\,mb = 970\,mb \cdot \frac{100\,Pa}{1\,mb} = 97\,000\,Pa$

$p = d \cdot g \cdot h$; $97\,000\ Pa = 13\,600\ kg/m^3 \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot h \Rightarrow h_{mercurio} = 0{,}728\ m = 728\ mm$
Se corresponde con un día lluvioso ya que la presión es menor que la presión normal de la atmósfera.

24. Un barómetro indica que la presión en la base de una montaña es de 740 mm Hg y de 624 mm Hg en su cima. Calcula la altura de la montaña.

La diferencia de presiones entre la base y la cima de la montaña es:
Δp = 740 mm Hg - 624 mm Hg = 116 mm Hg

Que expresada en unidades del SI:

$$\Delta p = 116\,\text{mmHg}\,\frac{1\,\text{atm}}{760\,\text{mmHg}}\,\frac{101300\,\text{Pa}}{1\,\text{atm}} = 15\,462\,\text{Pa}$$

Esta diferencia de presión se debe a la diferente columna de aire que hay sobre cada uno de los dos lugares. Aplicando la ecuación fundamental de la hidrostática:
$\Delta p = d_{aire} \cdot g \cdot \Delta h$; 15462 Pa = 1,293 kg/m^3 · 9,8 m/s^2 · Δh
Despejando la altura de la montaña es: Δh = 1 220 m

25. Un día en el que la presión atmosférica al nivel del mar es 1 atm, halla la presión atmosférica en una localidad situada 1 000 m de altura sobre el nivel del mar y en otra situada a 2 000 m. Expresa esas cantidades en atmósferas y considera que la densidad del aire, 1,293 kg/m^3, permanece constante según se asciende.

La diferencia de presiones entre el nivel del mar y una determinada altitud se debe a la presión con la que actúa la diferente columna de aire. Aplicando la ecuación fundamental de la hidrostática:
$p_{nivel\ mar} - p_{localidad} = d_{aire} \cdot g \cdot \Delta h \Rightarrow p_{localidad} = p_{nivel\ mar} - d_{aire} \cdot g \cdot \Delta h$

Para una altura de 1 000 m:

$p_{localidad} = p_{nivel\ mar} - d_{aire} \cdot g \cdot \Delta h$
Sustituyendo: $p_{1\,000\,m}$ = 101 300 Pa - 1,293 kg/m^3 · 9,8 m/s^2 · 1 000 m = 88 629 Pa

Que expresada en atmósferas: $p_{1\,000\,m}$ = 88 629 Pa $\dfrac{1\,\text{atm}}{101\,300\,\text{Pa}}$ = 0,87 atm

Para una altura de 2 000 m:

$p_{localidad} = p_{nivel\ mar} - d_{aire} \cdot g \cdot \Delta h$
Sustituyendo: p_{2000m}=101 300 Pa - 1,293 kg/m^3 · 9,8 m/s^2 · 2 000 m = 75 957 Pa

Que expresada en atmósferas: $p_{2\,000\,m}$ = 758 957 Pa · $\dfrac{1\,\text{atm}}{101\,300\,\text{Pa}}$ = 0,75 atm

26. En los mapas de previsión del tiempo atmosférico la isobara de 1 012 mb separa los centros de baja presión de los de alta presión. En un mapa correspondiente a un día cualquiera se observa que sobre la península Ibérica hay colocada una A dentro de una isobara que señala 1 028 mb y que sobre las islas Británicas hay colocada una B dentro de una isobara de indica 984 mb. Expresa las presiones anteriores en atmósferas e indica a qué región del mapa de corresponde tiempo atmosférico estable y a cuál inestable.
Datos: 1 mb = 100 Pa y 1 atm = 101 300 Pa.

Se denominan isobaras a las curvas que unen los puntos que se encuentran a la misma presión. En una zona de baja presión se presentan las isobaras próximas, con las presiones disminuyendo hacia el interior, siendo la isobara central la de menor presión. Esta situación atmosférica recibe el nombre de borrasca y se indica con una B. Por el contrario, si las isobaras aumentan de presión cuanto más al centro entonces es una zona de altas presiones, que recibe el nombre de anticiclón y se representa mediante una A.

En la península Ibérica, el tiempo atmosférico será estable, mientras que en las islas Británicas gozarán de un tiempo atmosférico inestable.

A partir de las relaciones entre las unidades correspondientes, resulta que:

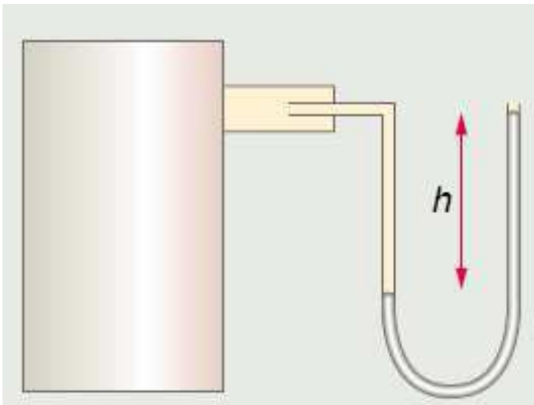
borrasca: $984\ \text{mb} = 984\ \text{mb}\ \dfrac{100\ \text{Pa}}{\text{mb}}\ \dfrac{1\ \text{atm}}{101\ \ 300\ \text{Pa}} = 0{,}97\ \text{atm}$

anticiclón: $1\ \ 028\ \text{mb} = 1\ \ 028\ \text{mb}\ \dfrac{100\ \text{Pa}}{\text{mb}}\ \dfrac{1\ \text{atm}}{101\ \ 300\ \text{Pa}} = 1{,}015\ \text{atm}$

27. Por qué la presión del aire de las ruedas de un vehículo hay que comprobarla antes de comenzar un viaje y nunca después de recorrer algunos kilómetros?

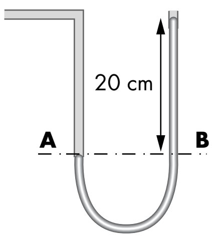
La presión con la que actúa un gas dentro de un recipiente aumenta al elevarse la temperatura del gas. Si se recorren algunos km, las ruedas se calientan y el aire actúa con una presión mayor que con la que actuaba en frío. Si se comprueba en ese instante la presión seguro que se está tentado en desinflar un poco las ruedas, con el consiguiente riesgo de accidente

28. El siguiente esquema representa a un manómetro cuyo un tubo en forma de U, contiene mercurio. Una de las ramas se conecta a un recipiente y la otra está abierta al aire. Al medir la presión del gas encerrado en el recipiente se observa que la diferencia de altura que alcanza el mercurio en las ramas es de 20 cm. Si la densidad del mercurio es de 13,6 g/cm^3, determina la presión del gas en unidades del SI.



Por la ecuación fundamental de la hidrostática los puntos que están a la misma altura dentro de un fluido en equilibrio tienen la misma presión.

$p_A = p_B$



La presión que actúa en el punto A es la del gas del recipiente y la que soporta el punto B es la presión atmosférica más la presión debida a la columna de mercurio que tiene por encima.

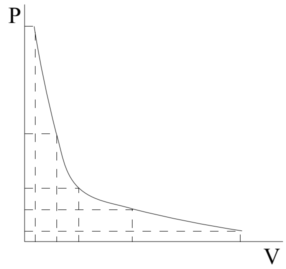
$p_{recipiente} = p_{atmosférica} + p_{columna\ Hg}$ = 760 mm Hg +200 mm Hg = 960 mm Hg
Para expresar la presión en unidades del SI se aplica la ecuación fundamental de la hidrostática.
$p = d_{Hg} \cdot g \cdot h$

$$p = 13{,}6\ \frac{g}{cm^3} \cdot \frac{kg}{1\ 000\ g} \cdot \frac{(100)^3\ cm^3}{m^3} \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}960\ m = 127\ \ 949\ Pa$$

29. Una cierta cantidad de gas ocupa un volumen V cuando la presión a la que se le somete es igual a p. Si se mantiene constante la temperatura, representa gráficamente la presión del recipiente frente al volumen que ocupa. Para ello construye una tabla de valores en la que se relacionen la presión con el volumen cuando la presión se divide por cuatro, se divide por dos, se duplica y se multiplica por cuatro.

Si la temperatura se mantiene constante, el gas cumple con la ley de Boyle.
$p \cdot V$ = constante

Aplicando esta ley se construye la siguiente tabla de valores



presión	p/4	p/2	p	2 · p	4 · p
volumen	4 · V	2 · V	V	V/2	V/4

30. Una cierta cantidad de gas ocupa 5 L a la temperatura ambiente y a la presión atmosférica. Calcula la presión del recipiente después de calentarlo a 100 ºC y reducir su volumen a 2 L.

Aplicando la ley de los gases perfectos a las dos situaciones:

$$\frac{p_{inicial} \cdot V_{inicial}}{T_{inicial}} = \frac{p_{final} \cdot V_{final}}{T_{final}};\ \frac{1 atm \cdot 5 L}{(273+20) K} = \frac{p_{final} \cdot 2 L}{(273+100) K} \Rightarrow p_{final} = 3{,}18\, atm$$

INVESTIGA-PÁG. 78


1. En la enciclopedia wikipedia, en el enlace aerostato, puedes encontrar información sobre la historia y los diferentes tipos de globos aerostáticos: http://es.wikipedia.org/

Los primeros globos aerostáticos se construyeron con tela de lino y papel y se inflaban con aire caliente. Posteriormente se llenaron con hidrógeno, lo que les hacía tremendamente peligrosos. Actualmente se llenan con aire caliente en los viajes de recreo y con helio para los estudios de la alta atmósfera.

2. Para ampliar información sobre los globos aerostáticos y los dirigibles puedes consultar la siguiente página web sobre la historia de la aviación: http://www.aero.upm.es/es/alumnos/historia_aviacion/tema3.html

Interesante página sobre la historia, tipos y usos actuales de los globos aerostáticos y los dirigibles.