EJERCICIOS PROPUESTOS

5.1 Explica por qué los clavos se fabrican acabados en punta. ¿Pueden clavarse si se rompe su punta?

Para que la superficie sobre la que se aplica la fuerza sea pequeña y, por tanto, la presión ejercida sea mayor. Podrán clavarse aplicando una fuerza mayor.

5.2 Una mesa de 20 kg está apoyada sobre un pie central de 800 cm^2. Calcula la presión que ejerce sobre el suelo.

La fuerza es el peso: $P = mg = 20 \cdot 9{,}8 = 196$ N.

La superficie es: $S = 0{,}08$ m^2.

La presión es: $p = \frac{F}{S} = \frac{196}{0{,}08} = 2450$ Pa.

5.3 Describe mediante modelos de partículas por qué los gases son más compresibles que los líquidos.

Las moléculas de los líquidos están en contacto y es muy difícil juntarlas más. En cambio, la separación entre las moléculas de los gases es grande en comparación con su tamaño y es fácil aproximarlas.

5.4 Explica por qué se necesitan depósitos para contener los fluidos.

Los fluidos son sustancias que pueden fluir, es decir, pasan a través de pequeños orificios, carecen de forma y, por tanto, se necesitan recipientes para contenerlos.

5.5 ¿De qué factores depende la presión que ejerce en un punto un líquido contenido en un recipiente?

La profundidad del punto considerado, la densidad del líquido y la aceleración de la gravedad.

5.6 ¿Qué presión ejerce el agua sobre una persona que bucea en una piscina a 3 m de profundidad?

$$p = dgh = 1000 \cdot 9{,}8 \cdot 3 = 29\,400 \text{ Pa}$$

5.7 Explica por qué se sitúan a gran altura los depósitos de agua que abastecen a una ciudad.

El abastecimiento de agua a las poblaciones sigue el principio de funcionamiento de los vasos comunicantes: los depósitos de agua se sitúan en la parte más alta para que el agua fluya por las tuberías y alcanzar así el mismo nivel en todos los puntos.

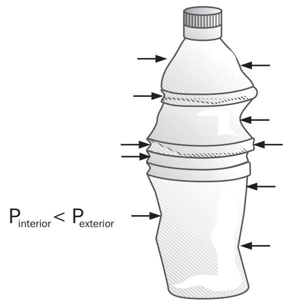
5.8 Describe cómo funciona una prensa hidráulica.

Una prensa hidráulica consta de dos recipientes cilíndricos de diferente sección, llenos de líquido y conectados entre sí. Cada cilindro tiene un pistón móvil. Si sobre el émbolo de uno de ellos se aplica una fuerza, la presión ejercida se transmite al segundo cilindro, sobre el que se ejercerá otra fuerza. Si el área del segundo cilindro es mayor que el área del primer cilindro, se obtiene una fuerza mayor que la fuerza aplicada.

5.9 Sobre el émbolo del cilindro menor de una grúa hidráulica se ejerce una fuerza de 10 000 N. Si el otro émbolo tiene una sección cinco veces mayor, calcula el peso que puede levantar la grúa.

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow \frac{10\,000}{S_1} = \frac{F_2}{5S_1} \Rightarrow F_2 = 50\,000 \text{ N}$$

5.10 Describe, utilizando esquemas y dibujos, algunas experiencias que demuestren la existencia de la presión atmosférica.



Al calentar suavemente un recipiente deformable (por ejemplo, de plástico) parte del aire contenido en él es expulsado. Si se cierra el recipiente y se deja enfriar, podremos comprobar que este se aplasta, debido a que la presión ejercida por el aire en el interior es menor que en el exterior (al escaparse parte de la masa de aire y alcanzar la temperatura exterior, el número de choques, por unidad de superficie, disminuye).

Otro ejemplo sería el comportamiento de las ventosas, etc.

5.11 Explica cómo varía la presión atmosférica con la altura.

De acuerdo con el principio fundamental de la hidrostática, la presión en un fluido varía con la profundidad. El valor de la presión atmosférica correspondiente al nivel del mar es 1 atm; su valor disminuye con la altura y llega a anularse para alturas próximas a 100 km.

5.12 La presión atmosférica en la cima de cierta montaña es de 500 mm Hg. Expresa esta presión en atmósferas y en milibares.

$$p = 500 \text{ mm Hg} = \frac{500 \text{ (mm Hg)} \cdot 1 \text{ (atm)}}{760 \text{ (mm Hg)}} = 0{,}66 \text{ atm}$$

$$p = 0{,}66 \text{ atm} = 0{,}66 \text{ (atm)} \cdot 1013 \text{ (mbar/atm)} = 666 \text{ mbar}$$

5.13 Calcula a cuántos pascales equivale un milímetro de mercurio.

$$p = 1 \text{ mm Hg} = \frac{1 \text{ (mm Hg)} \cdot 1 \text{ (atm)}}{760 \text{ (mm Hg)}} \cdot \frac{101\,300 \text{ (Pa)}}{1 \text{ (atm)}} = 133 \text{ Pa}$$

5.14 Calcula el empuje sobre un bloque metálico de 125 cm^3 cuando se sumerge completamente en agua. Repite el cálculo en el caso de que el bloque sea de madera.

En ambos casos el volumen y la densidad de líquido desalojado son los mismos, y por tanto, la masa. Así pues, el empuje es:

$$E = m\,g = V\,d\,g;\ E = 125 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)} \cdot 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \cdot 9{,}8 \text{ (m/s}^2\text{)} = 1{,}23 \text{ N}$$

5.15 Explica en qué condiciones un submarino sumergido en el mar está en equilibrio.

Los submarinos disponen de sistemas para aumentar o disminuir su peso mediante el llenado o vaciado de tanques de agua; al aumentar el peso, el submarino se hunde; al expulsar agua de sus depósitos, su peso se hace menor que el empuje y el submarino asciende. Cuando el peso es igual al empuje, el submarino está en equilibrio en el mar.

5.16 Describe cómo funciona un densímetro. ¿Por qué debe estar lastrado en su parte inferior?

Un densímetro o areómetro es un recipiente cerrado, alargado y lastrado que lleva una escala graduada. Al sumergirlo en un líquido, su peso queda equilibrado por el empuje: la parte del areómetro que sobresale depende del tipo de líquido utilizado; se puede medir directamente la densidad del líquido en la escala.

Debe estar lastrado para mantener la posición vertical y poder medir la densidad en la escala.

CIENCIA APLICADA

5.17 ¿Cuál es el valor de la presión atmosférica a 10 km de altura? ¿Y a 20 km? ¿Cuánto vale la presión a 500 m de profundidad?

Hasta alturas del orden de 10 km, la presión atmosférica desciende 10 mbar por cada 100 m de altura. Por tanto, a 10 km habrá disminuido su valor respecto al nivel del mar (1013 mbar) en 1000 mbar aproximadamente. Su valor será pues muy pequeño (13 mbar). Para alturas mayores, como 20 km, la presión es prácticamente nula.

Al nivel del mar la presión es 1 atm, pero se incrementa en 1 atm por cada 10 m de profundidad. Por tanto, a 500 m de profundidad, la presión será de unas 50 atm.

5.18 Explica, utilizando el modelo de partículas, por qué, a cualquier temperatura, el agua hierve cuando la presión desciende por debajo de un cierto límite.

Cuando la presión desciende por debajo de un cierto límite, esta es insuficiente para mantener las moléculas de agua en estado líquido.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

5.19 La superficie de la punta de un clavo es 0,01 mm². Calcula qué presión ejerce sobre la pared si, para clavarlo, el martillo aplica una fuerza de 100 N sobre su cabeza.

La superficie es: $S = 0{,}01\ \text{mm}^2 = 10^{-8}\ \text{m}^2$.

La presión: $p = \dfrac{F}{S} = \dfrac{100}{10^{-8}} = 10^{10}\ \text{Pa} = 10\,000\ \text{MPa}$.

5.20 Una caja de 30 × 40 × 60 cm tiene una masa de 40 kg. Calcula qué presión ejerce sobre el suelo apoyada sobre cada cara.

Peso de la caja: $P = m\,g = 40 \cdot 9{,}8 = 392\ \text{N}$.

Primera cara: $S_1 = 0{,}30 \cdot 0{,}40 = 0{,}12\ \text{m}^2$; $p_1 = \dfrac{P}{S_1} = \dfrac{392}{0{,}12} = 3267\ \text{Pa}$.

Segunda cara: $S_2 = 0{,}30 \cdot 0{,}60 = 0{,}18\ \text{m}^2$; $p_2 = \dfrac{P}{S_2} = \dfrac{392}{0{,}18} = 2178\ \text{Pa}$.

Tercera cara: $S_3 = 0{,}40 \cdot 0{,}60 = 0{,}24\ \text{m}^2$; $p_3 = \dfrac{P}{S_3} = \dfrac{392}{0{,}24} = 1633\ \text{Pa}$.

5.21 Calcula qué fuerza ejerce el agua de un embalse sobre cada centímetro cuadrado de la piel de un pez que se encuentra a 20 m de profundidad.

Presión: $p = d\,g\,h = 1000 \cdot 9{,}8 \cdot 20 = 196\,000$ Pa.

Fuerza: $F = p\,S = 196\,000\ (\text{Pa}) \cdot 10^{-4}\ (\text{m}^2) = 19{,}6$ N.

5.22 Una fosa marina tiene una profundidad de 10 kilómetros. Calcula:

a) El valor de la presión en el fondo de la fosa.

b) La fuerza que actuaría sobre un pez que tiene una superficie total de 500 cm².

a) Presión: $p = d\,g\,h = 1030 \cdot 9{,}8 \cdot 10\,000 = 1{,}01 \cdot 10^8$ Pa.

b) Fuerza: $F = p\,S = 1{,}01 \cdot 10^8\ (\text{Pa}) \cdot 500 \cdot 10^{-4}\ (\text{m}^2) = 5{,}05 \cdot 10^6$ N.

5.23 Un automóvil de 1600 kg descansa sobre un émbolo de 10 m² en un elevador de coches. Calcula qué fuerza se necesita aplicar sobre el otro émbolo, de 200 cm², para levantarlo.

La fuerza F_2 en el pistón mayor es el peso del coche: $P = m\,g = 1600 \cdot 9{,}8 = 15\,680$ N.

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow \frac{F_1}{0{,}02} = \frac{15\,680}{10} \Rightarrow F_1 = 31{,}36 \text{ N}$$

5.24 El servicio meteorológico ha comunicado que la presión atmosférica es de 960 mbar. Expresa el valor de esta presión en pascales, en atmósferas y en milímetros de mercurio.

$$p = 960 \text{ mbar} = 960\ (\text{mbar}) \cdot \frac{1\ (\text{atm})}{1013\ (\text{mbar})} = 0{,}95 \text{ atm}$$

$$p = 0{,}95\ (\text{atm}) \cdot \frac{101\,300\ (\text{Pa})}{1\ (\text{atm})} = 96\,235 \text{ Pa}$$

$$p = 0{,}95\ (\text{atm}) \cdot \frac{760\ (\text{mm Hg})}{1\ (\text{atm})} = 722 \text{ mm Hg}$$

5.25 Un mineral de 200 g tiene un volumen de 40 cm³. Calcula:

a) El peso del mineral.

b) El empuje que sufre si se sumerge completamente en agua.

c) Su peso aparente cuando se encuentra sumergido en agua.

a) $P = m\,g = 0{,}2 \cdot 9{,}8 = 1{,}96$ N

b) El empuje es el peso del volumen de agua desalojada: $V = 40\ \text{cm}^3 = 4{,}0 \cdot 10^{-5}\ \text{m}^3$.

$$E = m'\,g = V\,d\,g = 4{,}0 \cdot 10^{-5}\ (\text{m}^3) \cdot 1000\ (\text{kg/m}^3) \cdot 9{,}8\ (\text{m/s}^2) = 0{,}392 \text{ N}$$

c) Su peso aparente es: $P' = P - E = 1{,}96 - 0{,}392 = 1{,}568$ N.

5.26 Razona si las siguientes afirmaciones son correctas o no.

a) La unidad de presión en el SI es el kg/m².

b) La presión sobre un sólido sumergido depende del valor de la densidad del sólido.

c) El valor medio de la presión atmosférica es de 760 mm Hg.

d) El sistema de frenos hidráulicos de un automóvil es una aplicación del principio de Arquímedes.

a) Falsa, es el Pa (N/m²).

b) Falsa, depende de la profundidad.

c) Falsa, 760 mm Hg es el valor de la presión atmosférica al nivel del mar.

d) Falsa, es una aplicación del principio de Pascal.

5.27 Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas y por qué.

a) El valor de la presión ejercida por el agua sobre un sólido sumergido a una cierta profundidad depende de la densidad del agua.

b) La altura de la columna de mercurio en la experiencia de Torricelli varía según cuál sea la anchura del tubo que se utilice.

c) Una presión de 1 milibar equivale a una presión de 1 hectopascal.

d) Un sólido se hunde si se sumerge en un líquido más denso que él.

a) Verdadera. Según el principio fundamental de la hidrostática, la presión ejercida por un líquido sobre un sólido sumergido a una cierta profundidad depende de la densidad del líquido.

b) Falsa. La altura de la columna de mercurio depende del valor de la presión atmosférica, no de la anchura del tubo que se utilice

c) Verdadera. 101 300 Pa = 1013 mbar $\Rightarrow$ 100 Pa = 1 mbar $\Rightarrow$ 1 hPa = 1 mbar.

d) Falsa. Si un sólido se sumerge en un líquido más denso que él, flota porque su peso es menor que el empuje.

5.28 Un submarino navega a 120 m de profundidad. Calcula la fuerza ejercida por el agua del mar sobre una escotilla circular de 80 cm de diámetro.

***Dato*. La densidad del agua del mar es de 1030 kg/m^3.**

Presión: $p = d\,g\,h = 1030 \cdot 9{,}8 \cdot 120 = 1{,}2 \cdot 10^6$ Pa.

Superficie: $S = \pi R^2 = \pi \cdot 0{,}40^2 = 0{,}50$ m^2.

Fuerza: $F = p\,S = 1{,}2 \cdot 10^6$ (Pa) $\cdot$ 0,50 (m^2) $= 6{,}0 \cdot 10^5$ N.

5.29 Un globo aerostático lleno de helio tiene un volumen de 900 m^3. Si la densidad del aire es de 1,29 kg/m^3; y la del helio, 0,18 kg/m^3, calcula:

a) El peso del globo.

b) La fuerza de empuje que ejerce la atmósfera sobre él.

c) La fuerza resultante sobre el globo.

a) Peso del globo: $P = m_{He}\,g = (V_{He}\,d_{He})\,g = 900 \cdot 0{,}18 \cdot 9{,}8 = 1{,}59 \cdot 10^3$ N.

b) El empuje, E, es igual al peso del volumen de aire desalojado:

$$E = m_a\,g = (V_a\,d_a)\,g = 900 \cdot 1{,}29 \cdot 9{,}8 = 11{,}4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

c) Fuerza resultante sobre el globo: $F = E - P = 9{,}81 \cdot 10^3$ N $= 9810$ N.

5.30 Explica la razón de los siguientes hechos:

a) Las paredes de los embalses son más anchas en la base que en la parte alta.

b) Es muy difícil separar dos vidrios planos cuando se colocan juntos uno contra otro.

c) Los frascos de conservas cerrados al vacío se abren con facilidad si se hace un pequeño agujero en la tapa.

d) Si se llena un vaso de agua y se tapa con una hoja de papel, puede invertirse el vaso sin que caiga el agua.

e) Los peces pueden ascender o descender en el agua mediante contracciones o dilataciones de su vejiga natatoria.

f) El embudo de la figura no se vacía.

a) La presión del agua aumenta con la profundidad según el principio fundamental de la estática de fluidos. Por tanto, es mayor en la base que en la parte más alta del embalse.

b) La presión atmosférica actúa solo sobre una de las caras de cada lámina. Resulta por ello una fuerza sobre cada lámina que debe vencerse para separalas.

c) Al entrar aire en la lata, se igualan las presiones a ambos lados de la tapa y es fácil abrirla.

d) El agua no cae porque la fuerza debida a la presión atmosférica sobre la cara inferior de la hoja de papel es superior a la fuerza debida al peso del agua sobre la cara superior.

e) Tomando o cediendo agua pueden variar su peso y ascender o descender según que el peso sea menor o mayor que el empuje.

f) El aire encerrado en el frasco no tiene ninguna salida; el agua del tubo estrecho del embudo no puede desplazar el aire del interior del recipiente. La columna de agua se mantiene en equilibrio.

5.31 Investiga el origen de la exclamación ¡Eureka! en la dirección de Internet: www.e-sm.net/fq4eso08

Escribe un breve resumen de la anécdota.

Según la leyenda, Arquímedes descubrió su principio mientras se bañaba. Entonces salió de la bañera exclamando ¡eureka! ("lo encontré").

5.32 Un vaso cilíndrico tiene 7,6 cm de diámetro y 9,6 cm de altura. Se llena de agua y se invierte situando una hoja de papel para que no caiga el agua. Calcula:

a) El peso del agua contenida en el vaso.

b) La fuerza ejercida por la atmósfera para soportar el peso del agua.

a) Superficie de la base del vaso: $S = \pi r^2 = \pi \cdot (3{,}8 \cdot 10^{-2})^2 = 4{,}54 \cdot 10^{-3}\ m^2$.

Peso del agua del vaso: $P = m\,g = (V\,d)\,g$.

Volumen: $V = S\,l = 4{,}54 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}096 = 4{,}36 \cdot 10^{-4}\ m^3$.

$P = V\,d\,g = 4{,}36 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 \cdot 9{,}8 = 4{,}27\ N$.

b) Fuerza debida a la presión atmosférica: $F = p\,S = 101\,300 \cdot 4{,}54 \cdot 10^{-3} = 460\ N$.

La fuerza debida a la presión atmosférica es mucho mayor que el peso del agua.

5.33 La presión atmosférica disminuye 10 mbar por cada 100 m de altitud.

Calcula la altura de una montaña si la presión atmosférica en su cima es 590 mm Hg.

La disminución de presión atmosférica respecto al nivel del mar es: $\Delta p = 760 - 590 = 170$ mm Hg.

$$760 \text{ mm Hg} = 1013 \text{ mbar} \Rightarrow 1 \text{ mm Hg} = 1{,}33 \text{ mbar} \Rightarrow 170 \text{ mm Hg} = 227 \text{ mbar}$$

Como la presión atmosférica disminuye 1 mbar cada 10 m de altitud, la altura de la montaña es:

$$h = 10 \cdot 227 = 2270 \text{ m}$$

5.34 La presión sanguínea en las venas es de unos 20 mm Hg. Para administrar por vía intravenosa un medicamento, un enfermero cuelga el frasco con la disolución de medicamento de un soporte a cierta altura.

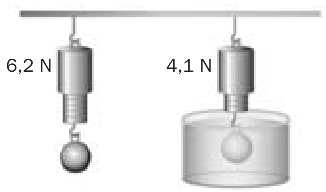
Si la densidad de la disolución es de 1,03 g/cm^3, calcula la altura mínima sobre el brazo del paciente a la que debe estar colgado el frasco.

$$p = 20 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ (atm)}}{760 \text{ (mm Hg)}} \cdot \frac{101\,300 \text{ (Pa)}}{1 \text{ (atm)}} = 2665{,}8 \text{ Pa}$$

$$d = 1{,}03 \text{ g/cm}^3 = 1030 \text{ kg/m}^3$$

$$p = d\,g\,h;\; h = \frac{p}{d\,g} = \frac{2665{,}8}{1030 \cdot 9{,}8} = 0{,}26 \text{ m}$$

5.35 Una bola metálica se ha pesado con un dinamómetro en el aire y completamente sumergida en el agua, como se indica en la figura.



Halla:

a) El empuje sobre la bola sumergida.

b) El volumen de la bola.

c) La densidad del metal del que está hecha.

d) Responde los anteriores apartados en el caso de que la bola se sumergiera en alcohol ($d_{alcohol} = 0{,}79$ g/cm^3).

a) Empuje: $E = 6{,}2 - 4{,}1 = 2{,}1$ N.

b) Empuje = peso del volumen de agua desalojada: $E = (V\,d)\,g \Rightarrow 2{,}1 = V \cdot 1000 \cdot 9{,}8$.
Volumen de la bola: $V = 2{,}14 \cdot 10^{-4}$ m^3.

c) Masa de la bola: $m = \frac{P}{g} = \frac{6{,}2}{9{,}8} = 0{,}63$ kg.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{0{,}63}{2{,}14 \cdot 10^{-4}};\; d = 2940 \text{ kg/m}^3$$

d) El volumen de la bola y la densidad del metal son propiedades que no varían.
Empuje: $E = V_{bola}\,d_{alcohol}\,g = 2{,}14 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^3) \cdot 790 \text{ (kg/m}^3) \cdot 9{,}8 \text{ (m/s}^2) = 1{,}66$ N.

5.36 Investiga sobre la flotabilidad de los barcos utilizando la siguiente dirección de internet:

www.e-sm.net/fq4eso09

Realiza las actividades que en ella se proponen y responde a las preguntas que se formulan.

Según el principio de Arquímedes existe una fuerza que empuja al barco de abajo hacia arriba haciéndolo flotar: "Cuando sumergimos un objeto en el agua éste flota por una fuerza igual al peso del líquido que desplaza." Los ingenieros se basan en este principio para diseñar los barcos de manera que sean más ligeros que el agua que desplazan y puedan flotar.

Supongamos una masa de agua en reposo. Si quitamos una parte del agua, el resto del líquido ocupa inmediatamente su lugar. Si metemos un recipiente vacío en el agua, este se hunde hasta que el agua que desaloja sea igual a su propio peso y alcance el equilibrio. Si el recipiente pesa más que el agua, se hundirá.

PARA PENSAR MÁS

5.37 Un cilindro metálico se suspende en posición vertical de un dinamómetro. Las medidas son de 4,7 N cuando el cilindro está en el aire y de 4,4 N cuando está sumergido hasta la mitad de su longitud en agua. Calcula:

a) El volumen del cilindro.

b) Su masa y su densidad.

c) La fuerza de empuje sobre él si se sumerge totalmente en agua.

d) Su peso aparente cuando está totalmente sumergido en agua.

a) El empuje sobre el cilindro es: $E = 4{,}7 - 4{,}4 = 0{,}3$ N.

Empuje = peso del volumen de agua desalojada: $E = (V_a\,d)\,g \Rightarrow 0{,}3 = V_a \cdot 1000 \cdot 9{,}8 \Rightarrow V_a = 3{,}06 \cdot 10^{-5}$ m^3.

El volumen del cilindro es el doble del volumen del agua desalojada cuando está sumergido hasta la mitad: $V = 2V_a = 6{,}12 \cdot 10^{5}$ m^3.

b) Masa del cilindro: $m = \frac{P}{g} = \frac{4{,}7}{9{,}8} = 0{,}48$ kg.

Densidad: $d = \frac{m}{V} = \frac{0{,}48}{6{,}12 \cdot 10^{-5}} = 7840$ kg/m^3.

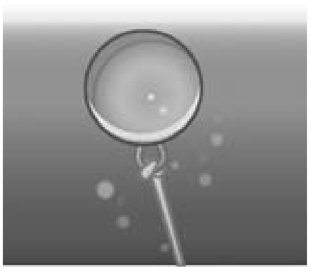
c) Si está totalmente sumergido, el empuje es el peso del volumen del agua desalojada:

$$E = (V_a\,d)\,g \Rightarrow E = 6{,}12 \cdot 10^{-5} \cdot 1000 \cdot 9{,}8 = 0{,}6 \text{ N}$$

d) $P' = P - E = 4{,}7 - 0{,}6 = 4{,}1$ N

5.38 Una boya esférica de 1 m de diámetro y 1600 N de peso está atada al fondo mediante un cable y flota con la marea baja.

Calcula la fuerza que ejerce el cable sobre la boya cuando queda totalmente sumergida con la marea alta.



Sobre la boya totalmente sumergida actúan una fuerza vertical hacia arriba (el empuje) y dos fuerzas verticales hacia abajo (el peso y la fuerza que ejerce el cable sobre la boya). En el equilibrio se cumple:

Empuje = peso + fuerza del cable: $E = P + F$.

El volumen de la boya es: $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot 0{,}5^3 = 0{,}52$ m^3.

El empuje es el peso del volumen de agua desalojado por la boya:

$$E = m_a\,g = (V\,d_a)\,g = (0{,}52 \cdot 1028) \cdot 9{,}8;\ E = 5290 \text{ N}$$

$$F = E - P = 5290 - 1600 = 3690 \text{ N}$$

5.39 La densidad del hielo es de 920 kg/m³ y la del agua de mar, de 1030 kg/m³. Calcula qué fracción del volumen de un iceberg sobresale por encima del nivel del agua del mar.

Sea V el volumen total del iceberg y V_S el volumen sumergido. El empuje es igual al peso del volumen V_S de agua desalojada:

$E = m_a\, g = (V_S\, d_a)\, g$, siendo d_a la densidad del agua del mar.

El peso del iceberg es: $P = m_h\, g = (V\, d_h)\, g$, siendo d_h la densidad del hielo.

Igualando el peso y el empuje resulta: $V\, d_h\, g = V_S\, d_a\, g \Rightarrow V\, d_h = V_S\, d_a$.

$$Vs = \frac{V\, d_h}{d_a} = \frac{920 \cdot V}{1030} = 0{,}893\ V$$

El volumen sumergido es 0,893 veces el volumen total.

El volumen sin sumergir es $V' = V - V_S = 0{,}107\ V$. Solo el 10,7% del volumen del iceberg emerge de la superficie del agua.

5.40 Una pelota de 400 g tiene 20 cm de diámetro. Se sumerge completamente en una piscina y a continuación se suelta. Calcula:

a) El peso de la pelota.

b) La fuerza de empuje sobre la pelota sumergida.

c) La fuerza resultante de ascensión sobre ella.

d) La aceleración ascensional de la pelota.

a) $P = m\, g = 0{,}4 \cdot 9{,}8 = 3{,}92$ N

b) Volumen de la pelota: $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot 0{,}1^3 = 4{,}2 \cdot 10^{-3}\ m^3$.

$$E = m_a\, g = (V\, d_a)\, g = (4{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 1000) \cdot 9{,}8 = 41{,}16\ N$$

c) $F = E - P = 41{,}16 - 3{,}92 = 37{,}24$ N

d) $a = \frac{F}{m} = \frac{37{,}24}{0{,}4}$; $a = 93{,}1\ m/s^2$

5.41 Un mineral pesa 26,2 N en el aire, 20,3 N sumergido en el agua y 21,5 N sumergido en un líquido desconocido. Halla:

a) La fuerza de empuje que sufre el mineral en el agua y en el líquido desconocido.

b) El volumen del mineral.

c) Su densidad.

d) La densidad del líquido desconocido.

a) Empuje en el agua: $E = 26{,}2 - 20{,}3 = 5{,}9$ N.

Empuje en el líquido: $E = 26{,}2 - 21{,}5 = 4{,}7$ N.

b) $5{,}9 = (V\, d_a)\, g$; $5{,}9 = V \cdot 1000 \cdot 9{,}8 \Rightarrow V = 6{,}0 \cdot 10^{-4}\ m^3$

c) Densidad del mineral: $P = m\, g = (V\, d)\, g \Rightarrow 26{,}2 = 6{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot d \cdot 9{,}8 \Rightarrow d = 4456\ kg/m^3$.

d) Si la densidad del líquido es d_L: $E = (V\, d_L)\, g \Rightarrow 4{,}7 = 6{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot d_L \cdot 9{,}8 \Rightarrow d_L = 799{,}3\ kg/m^3$.

1 Indica cómo se podría determinar la densidad de un líquido con el procedimiento seguido en esta experiencia.

Escogemos un objeto cuyo volumen sea fácilmente calculable, bien mediante cálculos geométricos, o introduciéndolo en una probeta graduada, con agua destilada hasta la mitad, y midiendo el volumen de líquido desplazado, el cual coincide con el volumen del objeto.

Se cuelga el objeto de un dinamómetro. Se mide su peso real en el aire y su peso aparente en el líquido problema.

Calculamos el empuje en dicho líquido: $E = P_{aire} - P_{líquido}$.

Aplicando el principio de Arquímedes y despejando la incógnita, podremos calcular la densidad del líquido:

$$E = V_{cuerpo}\, d_{líquido}\, g$$

2 Diseña una experiencia para calcular el empuje sobre un trozo de corcho.

Si se quiere calcular el empuje cuando el corcho flota se sigue un procedimiento análogo al descrito para los objetos metálicos.

Si se desea calcular el empuje cuando el corcho está totalmente sumergido seguimos estos pasos:

I. Enganchamos el corcho al dinamómetro para medir su peso.

II. A continuación lo sumergimos en agua, con el corcho por encima del dinamómetro. El corcho tiende a ascender y estira el dinamómetro. Anotamos su lectura.

III. El empuje será la suma del peso del corcho y de la fuerza que leamos en el dinamómetro.

$$E = F + P$$