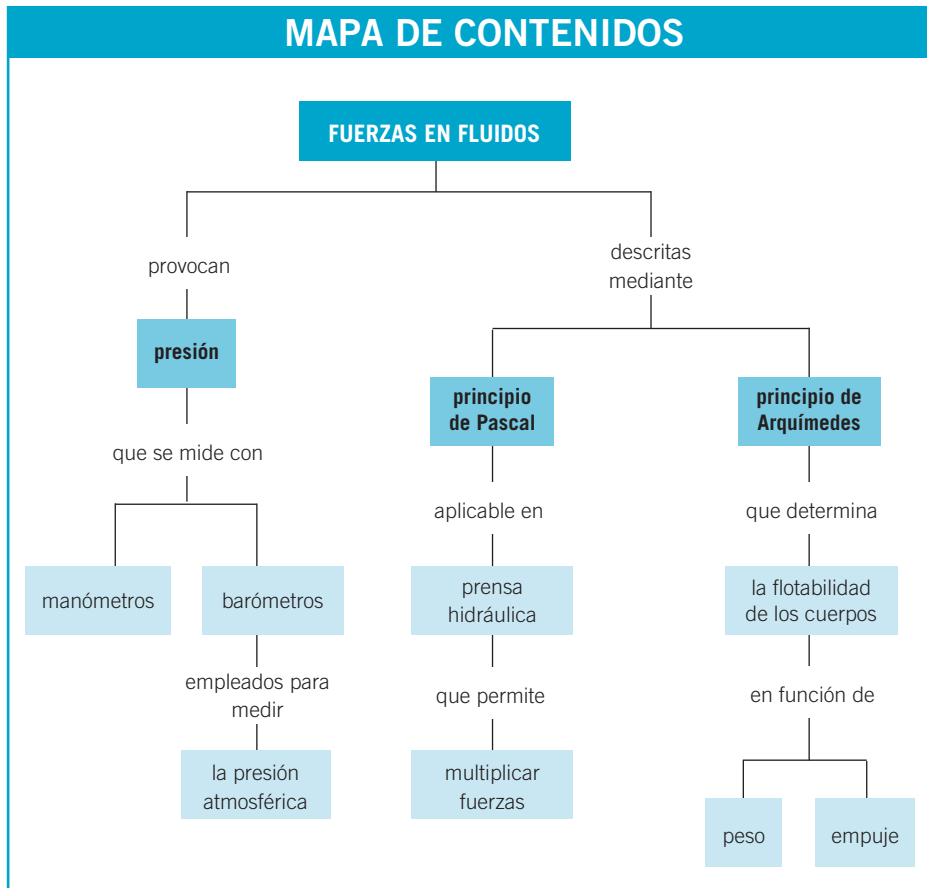


## MAPA DE CONTENIDOS



## OBJETIVOS

- Distinguir entre presión y fuerza.
- Entender la condición de flotabilidad de algunos cuerpos.
- Saber interpretar experiencias relacionadas con el principio de Arquímedes.
- Saber cuáles son las magnitudes que influyen en el empuje que experimenta un cuerpo cuando se sumerge en un fluido.
- Reconocer los diferentes efectos de una misma fuerza sobre distintas superficies.
- Reconocer la presencia de la presión atmosférica y saber cómo se puede medir.
- Entender el principio de Pascal y conocer sus aplicaciones.
- Justificar la pérdida aparente de peso de los cuerpos al introducirlos en los líquidos.
- Conocer algunas aplicaciones prácticas del principio de Pascal.

## CONTENIDOS

---

### Conceptos

- Principio de Arquímedes.
- Fuerza ascensional en un fluido.
- Flotabilidad.
- Concepto de presión.
- Presión hidrostática.
- Presión atmosférica.
- La presión y la altura.
- Presiones sobre líquidos.
- Principio de Pascal.

### Procedimientos, destrezas y habilidades

- Relacionar la presión en el interior de los fluidos con la densidad y la profundidad.
- Reflexionar sobre por qué los cuerpos flotan.
- Resolver ejercicios aplicando el principio de Pascal y el principio de Arquímedes.
- Realizar cambios de unidades de presión.
- Estudiar la fuerza de empuje realizando una experiencia.

### Actitudes

- Valorar la importancia de la estática de fluidos en nuestra vida cotidiana.
- Analizar con actitud interrogante los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor cada día.

## EDUCACIÓN EN VALORES

---

### 1. Educación para la salud

Con los contenidos de esta unidad se pueden abordar los posibles problemas para la salud ocasionados al sumergirnos a una determinada profundidad en el agua cuando buceamos, o los efectos de la diferencia de presión al aterrizar o despegar un avión.

Asimismo, analizar la influencia en la flotabilidad de un chaleco salvavidas nos permitirá destacar la importancia de su utilización cuando realizamos deportes acuáticos.

### 2. Educación medioambiental

El viento es un factor clave en la dispersión natural de los contaminantes. Su velocidad y dirección dependen de las variaciones de la temperatura en la atmósfera. El aumento anormal de la temperatura con la altitud, fenómeno conocido como «inversión térmica», puede provocar un incremento en la concentración de los contaminantes, ya que frena el movimiento del aire. En las ciudades, la inversión térmica se ve agravada por la capa de humos y agentes contaminantes del aire, capa que recoge el calor procedente de la actividad humana.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

### Competencia matemática

En esta unidad se enseña a los alumnos a relacionar la presión en el interior de los fluidos con la densidad y la profundidad.

En la resolución de estos ejercicios se utilizan ecuaciones con proporcionalidad directa e inversa y cálculos matemáticos.

En muchas de las actividades y problemas de la unidad se utilizan tablas para ordenar los resultados. También se plantean cambios de unidades de presión.

### Competencia en comunicación lingüística

Mediante las lecturas de los distintos epígrafes y a través de la realización de los distintos ejercicios y problemas, los alumnos irán adquiriendo un vocabulario científico que poco a poco aumentará y enriquecerá su lenguaje, contribuyendo de esta forma a esta competencia.

### Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico

Esta unidad es fundamental para adquirir las destrezas necesarias para entender el mundo que nos rodea.

Por ejemplo, a partir del conocimiento del principio de Pascal y el principio de Arquímedes se pueden justificar muchas situaciones fácilmente observables en la vida cotidiana, como la flotación de un barco.

### Competencia para aprender a aprender

En la sección **Resumen** se presenta una síntesis de la unidad para reforzar los contenidos más importantes, de forma que los alumnos conozcan las ideas fundamentales de la unidad.

### Autonomía e iniciativa personal

El conocimiento y la información contribuyen a la consecución de esta competencia.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Explicar fenómenos sencillos relacionados con la presión.
2. Conocer las distintas unidades de presión y realizar cambios entre ellas.
3. Aplicar el principio de Arquímedes en la resolución de ejercicios.
4. Discutir la posibilidad de que un cuerpo flote o se hunda al sumergirlo en otro.
5. Explicar experiencias sencillas donde se ponga de manifiesto la presión atmosférica.
6. Enunciar el principio de Pascal y explicar las múltiples aplicaciones que derivan del mismo.
7. Reconocer la relación existente entre la densidad y la profundidad con la presión en los líquidos.
8. Relacionar el principio de Arquímedes con experiencias llevadas a cabo en el laboratorio.

## 1. ¿Quién ejerce más presión sobre el suelo?

- a) Un elefante de dos toneladas que se apoya solo sobre una de sus patas de 500 cm<sup>2</sup> de superficie.
- b) Una bailarina de 50 kg que se apoya sobre la punta de uno de sus pies de 3 cm de superficie.

- a) Para calcular la presión hay que relacionar la fuerza (peso) que ejerce cada cuerpo con la superficie sobre la que se ejerce dicha fuerza.

$$p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} = 3,92 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- b) Ahora:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 1,63 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

La bailarina ejerce una mayor presión, ya que, aunque su peso es menor, el efecto de la superficie, unas cien veces menor, hace que la presión de esta supere a la del elefante.

## 2. ¿Por qué los vehículos todoterreno y las excavadoras no se atascan en terrenos blandos?

- a) Tienen motores potentes.
- b) Utilizan ruedas muy anchas de tipo oruga.
- c) Van muy lentos.
- d) Son muy poco densos.

Los vehículos todoterreno y las excavadoras no se atascan en terrenos blandos, principalmente porque:

- b) Utilizan ruedas muy anchas de tipo oruga.

Por lo que la superficie sobre la que se reparte su peso es muy grande, y la presión, pequeña.

3. El petrolero *Prestige* se hundió en el mar en 2002 a 133 millas del cabo Finisterre hasta una profundidad de 3600 m llevando 65 000 toneladas de fuel en sus tanques.

- a) Calcula la presión que soportan los tanques de combustible a dicha profundidad.

## b) ¿Qué peligro puede ocasionar esta elevada presión?

- a) El petrolero sumergido en el agua está sometido a la presión hidrostática:

$$p = d_{\text{liquido}} \cdot g \cdot h = 1020 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3600 \text{ m} = 3,6 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

- b) Esta alta presión puede originar roturas y fisuras en los depósitos de combustible, que no están contruidos para soportar presiones tan elevadas.

**4. Calcula la presión total que soporta un submarino:**

- a) Sobre la superficie del agua.
- b) A 50 m de profundidad en el mar.
- c) A 500 m de profundidad.

La presión total se obtiene sumando la presión atmosférica (1 atm = 101 325 Pa) a la presión hidrostática:

$$p_{\text{total}} = p_0 + p_{\text{hidrostática}} = p_0 + d_{\text{líquido}} \cdot g \cdot h$$

a)  $p_{\text{total}} = p_0 = 101\,325\text{ Pa}$

b)  $p_{\text{total}} = 101\,325\text{ Pa} + 1020\text{ kg/m}^3 \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 50\text{ m} = 601\,125\text{ Pa}$

c)  $p_{\text{total}} = 101\,325\text{ Pa} + 1020\text{ kg/m}^3 \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 500\text{ m} = 5\,099\,325\text{ Pa}$

**5. En un tubo en U la columna de aceite es de 10 cm y la columna de agua que hay sobre un punto que está a la misma altura que la interfase de separación de ambos líquidos es de 8,8 cm. Si la densidad del agua es 1 g/cm<sup>3</sup>, ¿cuánto valdrá la densidad del aceite?**

En la línea de separación entre ambos líquidos, la presión es la misma:

$$p_A = p_B \rightarrow d_{\text{aceite}} \cdot g \cdot h_A = d_{\text{agua}} \cdot g \cdot h_B \rightarrow$$

$$d_{\text{aceite}} = d_{\text{agua}} \cdot \frac{h_B}{h_A} = 1\text{ g/mL} \cdot \frac{8,8\text{ cm}}{10\text{ cm}} = 0,88\text{ g/mL}$$

**6. En los vasos comunicantes el agua alcanza la misma altura en todos ellos. ¿Sucede lo mismo si en lugar de agua se introduce otro líquido; por ejemplo, gasolina? ¿Y si se introduce una mezcla de agua y gasolina?**

- a) Al introducir cualquier líquido en un sistema de vasos comunicantes, de acuerdo con el principio fundamental de la hidrostática, todos los puntos que se encuentren en la misma horizontal están sometidos a igual presión, por lo que alcanzarán la misma altura en todos los vasos.
- b) Al echar una mezcla de agua y gasolina, como son dos líquidos inmiscibles y de diferente densidad, el nivel del líquido no será el mismo. El líquido menos denso (gasolina) alcanzará mayor altura que el líquido más denso (agua).

**7. El altímetro indica que la presión atmosférica en lo alto de la torre Eiffel es de 38 mbar menos que en su base. Calcula la altura del edificio. Dato:  $d_{\text{aire}} = 1,19\text{ kg/m}^3$ .**

Primero expresamos la presión en unidades del SI.

$$38\text{ mbar} \cdot \frac{1\text{ bar}}{1000\text{ mbar}} \cdot \frac{100\,000\text{ Pa}}{1\text{ bar}} = 3800\text{ Pa}$$

# Fuerzas y presiones en fluidos

Ahora aplicamos la expresión:

$$p_2 - p_1 = d \cdot g \cdot h \rightarrow$$

$$\rightarrow h = \frac{p_2 - p_1}{d \cdot g} = \frac{3800 \text{ Pa}}{1,19 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg}} = 325,5 \text{ m}$$

- 8.** Si Torricelli hubiese utilizado agua en su experiencia para medir la presión atmosférica, ¿qué altura habría alcanzado el agua en el interior del tubo invertido?

La densidad del mercurio es de  $13\,600 \text{ kg/m}^3$ , y un tubo que contenga este metal alcanza una altura de  $760 \text{ mm}$  ( $0,76 \text{ m}$ ) a nivel del mar cuando se vacía sobre una cubeta de mercurio:

$$p_{\text{mercurio}} = p_{\text{agua}} \rightarrow$$

$$\rightarrow d_{\text{mercurio}} \cdot g \cdot h_{\text{mercurio}} = d_{\text{agua}} \cdot g \cdot h_{\text{agua}} \rightarrow$$

$$\rightarrow h_{\text{agua}} = \frac{d_{\text{mercurio}}}{d_{\text{agua}}} \cdot h_{\text{mercurio}} = \frac{13\,600 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} \cdot 0,760 \text{ m} = 10,3 \text{ m}$$

- 9.** Un cilindro de plástico de  $2 \text{ cm}$  de radio y  $5 \text{ cm}$  de alto pesa  $1,7 \text{ N}$  en el aire y  $1 \text{ N}$  cuando se sumerge totalmente en un líquido. Calcula:

a) La fuerza de empuje.                      b) La densidad del líquido.

a) Fuerza de empuje = Peso real - Peso aparente =  
 $= 1,7 \text{ N} - 1,0 \text{ N} = 0,7 \text{ N}$

b) De acuerdo con el principio de Arquímedes:

$$E = V_{\text{líquido}} \cdot d_{\text{líquido}} \cdot g \rightarrow d_{\text{líquido}} = \frac{E}{V_{\text{líquido}} \cdot g}$$

Previamente hay que calcular el volumen del cilindro:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot L = \pi \cdot (2 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Finalmente:

$$d_{\text{líquido}} = \frac{0,7 \text{ N}}{6,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 1133,8 \text{ kg/m}^3$$

- 10.** Un objeto de  $100 \text{ kg}$  pesa  $900 \text{ N}$  sumergido en el agua.

- a) Calcula el empuje que experimenta.  
 b) ¿Qué volumen tiene el cuerpo?  
 c) ¿Cuál será la densidad del cuerpo?

Dato:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

a) Peso del cuerpo:

$$P = m \cdot g = 100 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ N}$$

Peso aparente:

$$P_{\text{aparente}} = 900 \text{ N}$$

Empuje:

$$P - P_{\text{aparente}} = 980 \text{ N} - 900 \text{ N} = 80 \text{ N}$$

b) En este caso:

$$E = V \cdot d_{\text{agua}} \cdot g \rightarrow$$

$$\rightarrow V = \frac{E}{d_{\text{agua}} \cdot g} = \frac{80 \text{ N}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 8,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$c) d = \frac{m}{V} = \frac{100 \text{ kg}}{8,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 12\,345,7 \text{ kg/m}^3$$

11.



**Fíjate en el esquema del submarino y explica qué válvulas deben estar abiertas y cuáles cerradas para que se produzca:**

**a) La inmersión.**

**b) El ascenso hasta la superficie.**

- a) Para que se produzca la inmersión o descenso se abren las válvulas de agua con el fin de que se inunden los tanques de lastre y aumente el peso del submarino.
- b) Para que el submarino ascienda deben abrirse las válvulas de agua y las de aire comprimido. De esta forma el aire desplaza el agua de los tanques y disminuye el peso del submarino.

12.



**Se sabe que en algunos puertos ciertos barcos solo pueden atracar cuando hay pleamar (marea alta). Explica por qué.**

Cuando los barcos están a plena carga, la línea de flotación se hunde y pueden llegar a encallar y quedarse detenidos en la arena o entre las rocas del fondo, impidiendo su atraque en el puerto.

13.



**Los grandes barcos de carga son más estables en alta mar si tienen sus tanques llenos. Cuando algunos de estos barcos van de vacío, salen del puerto y, una vez en alta mar, llenan sus tanques de agua. Explica por qué no hacen esto en las propias instalaciones del puerto.**

Para que un barco esté en equilibrio estable se ha de cumplir que:

- El peso y el empuje sean iguales.
- El centro de gravedad y el de empuje estén en la misma vertical.
- El centro de gravedad esté más bajo que el centro de empuje.
- Si por causa del oleaje se desplazase el centro de empuje, la dirección del empuje ha de cortar al eje de simetría del barco en un punto (metacentro) por encima del centro de gravedad.
- Al llenar los depósitos de agua el centro de gravedad queda más bajo y estabiliza al barco, pero si el puerto no tiene suficiente profundidad, esta operación debe hacerse en alta mar para que el barco no se quede encallado en la arena por falta de fondo.

14. Un cuerpo de peso 1000 N ocupa un volumen de  $0,1 \text{ m}^3$ .



a) ¿Flotará en una piscina de agua?

b) ¿Y en una piscina llena de agua salada?

Datos:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{agua salada}} = 1030 \text{ kg/m}^3$ .

a) El cuerpo se hundirá si el empuje es menor que el peso:

$$E = V \cdot d_{\text{agua}} \cdot g = 0,1 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ N}$$

Como el empuje es menor que el peso, el cuerpo se hundirá.

b) En agua salada aumenta la densidad del fluido, con lo que el empuje también aumentará:

$$E = V \cdot d_{\text{agua salada}} \cdot g = 0,1 \text{ m}^3 \cdot 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 1009,4 \text{ N}$$

Este valor supera al peso, por lo que el cuerpo flotará sobre la superficie del agua salada.

15. Un iceberg tiene un volumen total de  $100 \text{ m}^3$ .



a) Calcula el volumen de la parte sumergida.

b) ¿Cuál es la razón por la que los icebergs son peligrosos obstáculos para las embarcaciones?

Datos:  $d_{\text{hielo}} = 900 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{agua mar}} = 1030 \text{ kg/m}^3$ .

a) Al flotar sobre el agua, el peso debe ser igual al empuje:

$$\begin{aligned} \text{Peso} = \text{Empuje} &\rightarrow V_{\text{iceberg}} \cdot d_{\text{hielo}} \cdot g = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot g \rightarrow \\ &\rightarrow V_{\text{iceberg}} \cdot d_{\text{hielo}} = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \rightarrow \end{aligned}$$

$$\rightarrow V_{\text{sumergido}} = V_{\text{iceberg}} \cdot \frac{d_{\text{hielo}}}{d_{\text{agua}}} = 100 \text{ m}^3 \cdot \frac{900 \text{ kg/m}^3}{1030 \text{ kg/m}^3} = 83,37 \text{ m}^3$$

b) El volumen sumergido es mucho mayor que el volumen que se observa flotando. Como la mayor parte del volumen del iceberg no se ve al estar sumergida, puede ser muy peligrosa para las embarcaciones. En caso de chocar puede llegar a originar vías de agua en el casco del barco.

16. El voleibol se juega con un balón de unos 270 g y 21 cm de diámetro.



En un partido el balón fue a parar a una piscina con una fuerza tal que casi llegó hasta el fondo de la misma y luego subió a la superficie. Calcula:

a) La fuerza que ejerció el agua de la piscina sobre el balón.

b) La aceleración con que subió el balón hasta la superficie.

c) Suponiendo que la densidad del balón era uniforme, ¿qué parte del mismo sobresalía del agua?



- a) La fuerza es el empuje ocasionado por el agua. Como el balón se hundió por completo, primero calculamos el volumen total del balón:

$$V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot \left(\frac{0,21 \text{ m}}{2}\right)^3 = 4,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

El empuje será:

$$E = P_{\text{agua desalojada}} = m_{\text{agua}} \cdot g = d_{\text{agua}} \cdot V \cdot g = \\ = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 4,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 47,58 \text{ N}$$

- b) Aplicando la ecuación fundamental de la dinámica:

$$E - P = m \cdot a \rightarrow \frac{E - P}{m} = \frac{E - m \cdot g}{m} = \\ = \frac{47,58 \text{ N} - 0,27 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg}}{0,270 \text{ kg}} = 166,41 \text{ m/s}^2$$

- c) Calculamos la densidad del balón:

$$d_{\text{balón}} = \frac{m_{\text{balón}}}{V} = \frac{0,270 \text{ kg}}{4,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 55,67 \text{ kg/m}^3$$

Dividiendo esta densidad entre la densidad del agua:

$$\frac{m_{\text{balón}}}{d_{\text{agua}}} = \frac{55,67 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,0557 \rightarrow 5,6 \%$$

Es decir, solo permanecía hundido el 5,6% del balón.

Por tanto, sobresalía el 94,4% del balón.

17.



**¿Por qué razón los barcos de cientos de toneladas contruidos con materiales metálicos pueden flotar sin hundirse, a pesar de estar contruidos con materiales mucho más densos que el agua?**

Aunque los barcos pesen miles de toneladas, pueden flotar, porque se construyen de forma que el volumen que desplazan al estar sumergidos en el agua sea tal que origina un empuje capaz de equilibrar el peso del barco.

18.



**Explica la razón por la que los submarinistas:**

- Utilizan cinturones con plomo cuando van a realizar inmersiones bajo el agua.**
- Durante el ascenso a la superficie van expulsando lentamente el aire inhalado de las botellas.**
- No pueden descender a la misma profundidad que un submarino.**
- No utilizan largos tubos para respirar bajo el agua.**

- a) Los cinturones de plomo aumentan el peso del submarinista y, con ello, favorecen la inmersión en el agua.

# Fuerzas y presiones en fluidos

- b) Según la ley de Boyle, al disminuir la presión de un gas (al ascender) su volumen aumenta proporcionalmente. Cuando el submarinista asciende, tiene que ir expulsando el aire poco a poco para que el volumen de aire contenido en sus pulmones no aumente hasta el punto de que llegue a reventar los pulmones como si fuesen un globo.
- c) Un submarinista solo puede descender hasta una profundidad de varios metros. En caso contrario el organismo no sería capaz de soportar la elevada presión que ejerce el agua sobre él, que causaría la pérdida de conocimiento y hemorragias internas.
- d) A una profundidad determinada bajo el agua la presión sobre los pulmones es tan elevada que no se puede aspirar por un tubo el aire para hacerlo llegar hasta nuestros pulmones y poder respirar.

**19. Indica las sustancias que son fluidos en condiciones de presión atmosférica y a 20 °C de temperatura.**



- a) Madera.
- b) Agua de mar.
- c) Aire.
- d) Arena.
- e) Aceite.
- f) Helio.

Son fluidos aquellas sustancias que a 20 °C y presión atmosférica se encuentran en estado líquido o gaseoso, como es el caso de:

- b) Agua de mar (líquido).
- c) Aire (gas).
- e) Aceite (líquido).
- f) Helio (gas).

**20. Señala las propiedades que corresponden a los líquidos.**



- a) Tienen forma y volumen propios.
- b) Son compresibles.
- c) Son expansibles.
- d) Son prácticamente incompresibles.
- e) Ocupan todo el volumen del recipiente que los contiene.
- f) Tienen volumen propio y adoptan la forma del recipiente.

Las propiedades características de los líquidos son:

- d) Son prácticamente incompresibles.
- f) Tienen volumen propio y adoptan la forma del recipiente.

21. Completa el siguiente texto sobre los fluidos:

- Bajo el nombre de fluidos se incluyen todos los cuerpos no \_\_\_\_; es decir, \_\_\_\_ y gases. Las partículas de un sólido están \_\_\_\_ unidas y, por tanto, el sistema conserva la \_\_\_\_; mientras que en los fluidos las partículas pueden \_\_\_\_ unas sobre otras, por eso adoptan la forma del \_\_\_\_ que los contiene.

«Bajo el nombre de fluidos se incluyen todos los cuerpos no **sólidos**; es decir, **líquidos** y gases. Las partículas de un sólido están **fuertemente** unidas y, por tanto, el sistema conserva la **forma**; mientras que en los fluidos las partículas pueden **fluir o deslizarse** unas sobre otras, por eso adoptan la forma del **recipiente** que las contiene.»

22. Demuestra que  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{Pa}$ .

●

Desarrollamos y simplificamos las unidades para comprobar que coinciden en ambos casos.

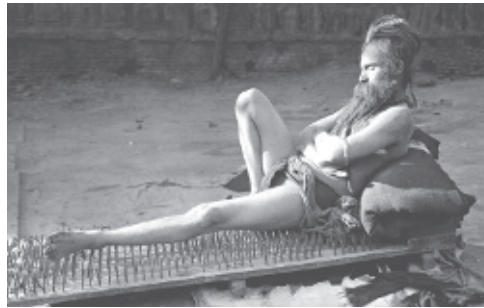
$$\text{Presión} = \text{densidad (kg/m}^3\text{)} \cdot \text{gravedad (m/s}^2\text{)} \cdot \text{altura (m)} = \text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg} \cdot (\text{m/s}^2)/\text{m}^2 = \text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$$

23. Calcula la presión que ejercerá un faquir de 60 kg al tumbarse sobre un solo clavo de 0,1 cm<sup>2</sup> de superficie.

●

- a) Compárala con la presión que ejercería sobre una cama de 1000 clavos.
- b) ¿Qué conclusión puedes sacar sobre la peligrosidad de este espectáculo?



$$\text{a) } p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S}$$

Sustituyendo datos en la presión:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{60 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} = 5,88 \cdot 10^7 \text{ Pa}$$

Esta presión es tan elevada que ningún faquir del mundo podría resistirla sin que su cuerpo sea agujereado.

- b) La cama de mil clavos multiplica la superficie en contacto con el faquir por mil:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{60 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} = 5,88 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

La presión que soporta es mil veces menor, por lo que cualquier persona podría realizar este espectáculo sin ningún peligro.

24. ●● Sobre la superficie de un lago helado se encuentra un gato asustado de 2 kg apoyado sobre las puntas de sus cuatro patas, de 1 cm<sup>2</sup> de superficie cada una.

- a) ¿Qué presión ejerce el gato sobre el hielo?  
 b) ¿Qué presión ejercerá una persona de 70 kg si se desplaza por el hielo sobre dos zapatos de 200 cm<sup>2</sup> de superficie?  
 c) ¿Cómo tendrá que desplazarse sobre el lago helado para poder rescatar al gato sin que se rompa el hielo?  
 d) ¿Cuál será la presión que ejerce la misma persona cuando se desplaza reptando sobre su cuerpo con una superficie de 0,5 m<sup>2</sup>?

$$a) p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S}.$$

Sustituyendo los datos del gato en la presión se obtiene que:

$$p_{\text{gato}} = \frac{P}{S} = \frac{2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 4,9 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

- b) Para el caso de la persona se obtiene la presión:

$$p_{\text{persona}} = \frac{P}{S} = \frac{70 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} = 3,4 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

- c) Aunque las presiones que ejercen ambos son parecidas, para mayor seguridad, la persona se tendrá que desplazar reptando con el fin de aumentar la superficie de contacto y de esta forma disminuir la presión sobre el hielo para que no se rompa y poder rescatar al gato.  
 d) Ahora:

$$p_{\text{reptando}} = \frac{P}{S} = \frac{70 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,5 \text{ m}^2} = 1,4 \cdot 10^2 \text{ Pa}$$

De esta forma, la presión que ejerce la persona ha disminuido unas cien veces debido al aumento en la superficie sobre la que se ejerce el peso.

25. ●● Elige la opción por la que no se puede clavar un clavo cuando se le golpea sobre su punta en lugar de sobre su cabeza.

- a) La punta se rompe y el clavo se dobla.  
 b) La punta tiene mayor superficie y la presión ejercida es mayor.  
 c) La cabeza tiene menor superficie y la presión es mayor.  
 d) La cabeza tiene mayor superficie y la presión es menor.

Un clavo no se puede clavar cuando se golpea sobre su punta porque:

- d) La cabeza tiene mayor superficie y la presión es menor.

- 26.** Razona si son verdaderas o falsas las afirmaciones referidas a un cuerpo sumergido en un fluido:
- Solo está sometido a fuerzas cuando el fluido es un líquido; no cuando es un gas.
  - La fuerza que actúa sobre el cuerpo es siempre vertical y hacia arriba.
  - La fuerza que actúa lo hace en todas las direcciones perpendicularmente al cuerpo.
  - La fuerza depende de la profundidad a la que se encuentre el cuerpo.
    - Incorrecto. El empuje lo experimentan todos los cuerpos sumergidos en un fluido, ya sea este gas o líquido.
    - Correcto.
    - Incorrecto. El empuje se dirige verticalmente y hacia arriba.
    - Incorrecto. El empuje que experimentan los cuerpos sumergidos no depende de la profundidad a la que se encuentren.

- 27.** Un batiscafo se encuentra sumergido a 100 m de profundidad en el mar.
- ¿Cuál es la presión total que está soportando?
  - Si una escotilla tiene una superficie de  $0,5 \text{ m}^2$ , ¿cuál será la fuerza mínima que hay que ejercer para abrirla bajo el agua?

La presión total se obtiene sumando la presión atmosférica ( $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ) a la presión hidrostática:

$$p_{\text{total}} = p_0 + p_{\text{hidrostática}} = p_0 + d_{\text{líquido}} \cdot g \cdot h$$

$$\text{a) } p_{\text{total}} = 101325 \text{ Pa} + 1020 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 100 \text{ m} = 1100925 \text{ Pa}$$

$$\text{b) } p = \frac{F}{S} \rightarrow F = p \cdot S = 1100925 \text{ Pa} \cdot 0,5 \text{ m}^2 = 550462,5 \text{ N}$$

- 28.** ¿Por qué razón no se puede salir de un vehículo sumergido debajo del agua? ¿Qué tendríamos que hacer para poder salir?

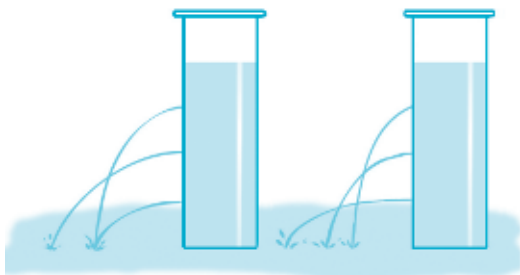
- Empujar muy fuerte la puerta.
- Esperar a que el interior se llene de agua para poder abrir la puerta.
- Romper el cristal delantero.
- Bajar la ventanilla y salir rápidamente.

Si un vehículo se encuentra bajo el agua, está sometido a la presión hidrostática en todos los puntos de su superficie. Por esta razón no se pueden abrir las puertas ni salir del vehículo.

Para poder salir habrá que:

- Esperar a que el interior se llene de agua para poder abrir la puerta. De esta forma se equilibran las presiones del interior del coche y del exterior, lo que permitirá abrir la puerta y salir del vehículo.

29. ● Una probeta llena de agua tiene tres agujeros espaciados a intervalos iguales. ¿Cuál de las figuras muestra la forma correcta de fluir el agua?



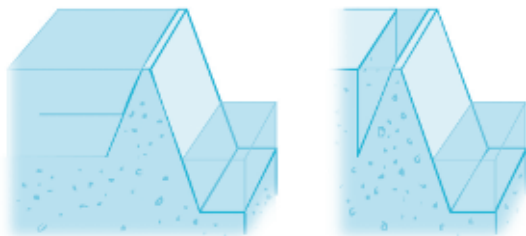
La figura de la derecha es la correcta: a mayor profundidad del agujero, mayor presión hidrostática y, como consecuencia, alcanzará mayor distancia el chorro que se escapa por él.

30. ●● ¿Qué sucederá si sumergimos a varios metros de profundidad dos botellas de plástico: una llena de agua y otra llena de aire?
- No le pasa nada a ninguna botella.
  - Las dos se arrugan debido a la presión atmosférica.
  - Solo se arruga la que está vacía, porque los líquidos son casi incompresibles.
  - La que está llena revienta debido a la presión hidrostática.

Al introducir las dos botellas en el agua:

- Solo se arruga la que está vacía, porque los líquidos son casi incompresibles.

31. ●● La presa de la izquierda contiene 10 000 toneladas de agua; en cambio, la de la derecha contiene solo 100 toneladas de agua. Ambas tienen la misma profundidad y anchura.



- ¿Deberá ser la presa de la izquierda más resistente que la de la derecha por contener mayor cantidad de agua?
- ¿Por qué las paredes de las presas son más anchas por la base que por la parte más alta?
  - Teóricamente ambas presas tienen la misma resistencia y seguridad. La presión en cualquier punto de un líquido depende solamente de la altura de la columna de líquido situada encima de ese punto, y no del volumen de agua.
  - A medida que aumenta la profundidad del líquido, aumenta la presión que ejerce sobre las paredes de la presa. Por esta razón se construyen más anchas en la zona profunda de la base que en la superficie.

32. Los romanos no tenían muchos conocimientos de hidráulica; por eso construían altos acueductos, largos y muy costosos, para llevar el agua de un sitio a otro, aprovechando pequeños desniveles.

Explica cómo resultaría mucho más económico el transporte de agua utilizando el principio de los vasos comunicantes.

Los arquitectos romanos no conocían el principio elemental de los vasos comunicantes gracias al cual se puede elevar el agua. Mediante un sistema de vasos comunicantes unidos por su parte inferior se puede transportar el agua entre dos puntos, por muy distantes que se encuentren, alcanzando el mismo nivel en los dos depósitos unidos, sin necesidad de construcciones costosas.

33. La presión sanguínea en las venas está entre 25 y 28 mbar. A una persona hospitalizada le van a administrar un medicamento por vía intravenosa con la ayuda de un gotero. ¿A qué altura deben colocarlo, como mínimo, si la densidad del líquido contenido en el gotero es de  $1,03 \text{ g/cm}^3$ ?

La presión es  $p = d \cdot g \cdot h$ . En este caso la presión ejercida por el líquido debe ser mayor que la presión sanguínea en las venas. Para conseguir una presión de 28 mbar habrá que elevar el líquido a cierta altura.

Primero expresamos la presión sanguínea en pascales:

$$28 \text{ mbar} \cdot \frac{1 \text{ bar}}{1000 \text{ mbar}} \cdot \frac{100\,000 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}} = 28\,000 \text{ Pa}$$

Para que el líquido ejerza una presión igual a esta:

$$p = d \cdot g \cdot h \rightarrow$$

$$\rightarrow h = \frac{d \cdot g}{p} = \frac{1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg}}{28\,000 \text{ Pa}} = 0,36 \text{ m} = 36 \text{ cm}$$

34. ¿Qué altura debe tener una columna de alcohol para que ejerza la misma presión que otra de mercurio de 25 cm de altura?

Datos:  $d_{\text{alcohol}} = 810 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{Hg}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$ .

$$p_{\text{Hg}} = p_{\text{alcohol}} \rightarrow$$

$$\rightarrow d_{\text{mercurio}} \cdot g \cdot h_{\text{mercurio}} = d_{\text{alcohol}} \cdot g \cdot h_{\text{alcohol}} \rightarrow$$

$$\rightarrow h_{\text{alcohol}} = \frac{d_{\text{mercurio}}}{d_{\text{alcohol}}} \cdot h_{\text{mercurio}} = \frac{13\,600 \text{ kg/m}^3}{810 \text{ kg/m}^3} \cdot 0,25 \text{ m} = 4,20 \text{ m}$$

35. En un tubo en forma de U con las dos ramas abiertas se echa agua por una de las ramas. A continuación se añade aceite por la otra rama.
- ¿Alcanza el agua la misma altura en las dos ramas?
  - ¿Alcanzan la misma altura el agua y el aceite?
  - Si la altura de la columna de aceite es de 10 cm, ¿cuál será la altura que alcanza el agua?

Datos:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{aceite}} = 800 \text{ kg/m}^3$ .

# Fuerzas y presiones en fluidos

- a) Si en dos vasos comunicantes se introducen dos líquidos inmiscibles, como agua y aceite, el agua alcanza una altura diferente en cada vaso.
- b) El nivel del aceite es diferente al nivel del agua; alcanza una altura superior el líquido que tenga menor densidad.
- c) En la línea que marca la separación entre el agua y el aceite se cumple que:

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

$$\rightarrow h_{\text{agua}} = \frac{d_{\text{aceite}}}{d_{\text{agua}}} \cdot h_{\text{aceite}} = \frac{800 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

- 36.** ● **Calcula la presión que soporta la base de un depósito cuando contiene los siguientes fluidos:**

La presión se obtiene aplicando la ecuación:

$$p = d_{\text{líquido}} \cdot g \cdot h$$

Fluido	Altura (m)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Presión (Pa)
Mercurio	5	13600	<b>666 400</b>
Agua	50	1000	<b>490 000</b>
Aire	50	1,3	<b>637</b>
Hidrógeno	500	0,07	<b>343</b>

- 37.** ● **Indica cuál es la afirmación correcta sobre la variación de la presión atmosférica:**

- a) No depende de la altura.  
 b) Disminuye con la altura.  
 c) Aumenta con la altura.  
 d) Se anula a nivel del mar.

a) Incorrecta.

c) Incorrecta.

b) Correcta.

d) Incorrecta.

- 38.** ● **El pico del Teide es el punto más alto de nuestro país, a 3718 m sobre el nivel del mar. Suponiendo que la densidad del aire permaneciese constante durante toda la ascensión, ¿qué valor marcaría nuestro barómetro al llegar a la cima? Exprésalo en Pa, atm y mbar.**  
**Dato:  $d_{\text{aire}} = 1,19 \text{ kg/m}^3$ .**

Calculamos la diferencia de presiones usando la densidad del aire:

$$p_{\text{mar}} - p_{\text{Teide}} = d \cdot g \cdot h_{\text{Teide}} \rightarrow p_{\text{Teide}} = p_{\text{mar}} - d \cdot g \cdot h_{\text{Teide}} =$$

$$= 101\,325 \text{ Pa} - 1,19 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 3718 \text{ m} = 57\,921,44 \text{ Pa}$$



Expresada en atmósferas:

$$57\,921,44 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101\,325 \text{ Pa}} = 0,57 \text{ atm}$$

Expresada en mbar:

$$57\,921,44 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ bar}}{100\,000 \text{ Pa}} = 0,58 \text{ bar}$$

39.

Una prensa elevadora de coches está formada por un pistón pequeño de  $100 \text{ cm}^2$  y otro grande de  $10 \text{ m}^2$ . Para elevar un coche de dos toneladas:

- a) ¿Qué fuerza habrá que aplicar?
- b) ¿En qué pistón habrá que ejercer la fuerza?
- c) ¿Qué presión se ejerce sobre el pistón grande? ¿Y sobre el pequeño? **Elabora un esquema sencillo para apoyar tu respuesta.**

a) De acuerdo con el principio de Pascal, la presión ejercida por un fluido se transmite por igual a todos sus puntos:

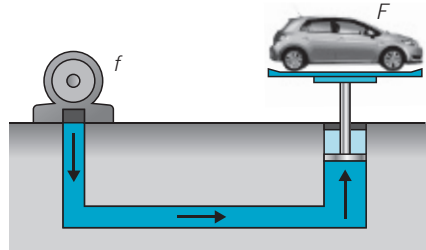
$$p_1 = p_2 \rightarrow \frac{f_1}{s_1} = \frac{F_2}{S_2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{f_1}{10^{-2} \text{ m}^2} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{10 \text{ m}^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow f_1 = 2000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{10^{-2} \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} = 19,6 \text{ N}$$

b) La presión debe ejercerse en el émbolo de sección menor.

c) La presión que se ejerce sobre el émbolo pequeño se transmite por igual hasta el émbolo grande.



$$p = \frac{f}{s} = \frac{F}{S} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{10 \text{ m}^2} = 1960 \text{ Pa}$$

40.

Completa los datos de presión, fuerzas y superficies para las diferentes prensas.

Prensa	1.º émbolo S (m <sup>2</sup> )	2.º émbolo s (m <sup>2</sup> )	1.º émbolo F (N)	2.º émbolo f (N)	1.º émbolo p (Pa)	2.º émbolo p (Pa)
A	10	1	50	5	5	5
B	10	1	500	50	50	50
C	4	0,5	400	50	100	100
D	2	0,4	10	10	25	25

# Fuerzas y presiones en fluidos

41. ● Dibuja en tu cuaderno el esquema del freno hidráulico de un coche. Identifica cada cilindro con una letra: A, B, C, D. Explica cómo se desplazan los pistones de cada uno cuando se pisa el pedal del freno y qué es lo que hace que el coche frene.

La presión ejercida por el pie sobre el pedal de freno se transmite a través de todo el líquido de frenos a los pistones, los cuales actúan sobre las zapatas o discos de frenado, que presionan sobre la parte interior del tambor de las ruedas reduciendo su velocidad por rozamiento. (Ver dibujo en el libro del alumno.)

- Cilindro del pedal (A): recibe la presión del pedal.
- Cilindro de las zapatas (B): transmite la presión a las zapatas.

42. ●● Calcula el empuje que experimenta una canica de acero de  $5 \text{ cm}^3$  ( $d_{\text{acero}} = 7,85 \text{ g/cm}^3$ ) en los siguientes líquidos.

- En el agua de una piscina ( $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ).
- En el agua del mar ( $d_{\text{agua mar}} = 1020 \text{ kg/m}^3$ ).
- En un recipiente con aceite ( $d_{\text{aceite}} = 800 \text{ kg/m}^3$ ).

El volumen de la canica en el Sistema Internacional es de  $5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ .

- $E = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot g = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,049 \text{ N}$
- $E = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua mar}} \cdot g = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 1020 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,050 \text{ N}$
- $E = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{aceite}} \cdot g = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 800 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,039 \text{ N}$

43. ●● Calcula y ordena de mayor a menor el empuje que experimentan las pelotas sumergidas en cada uno de los líquidos:

Pelotas	Volumen cuerpo ( $\text{cm}^3$ )	Densidad líquido ( $\text{kg/m}^3$ )	Empuje (N)
Tenis	60	1000	4.º
Playa	3500	800	1.º
Baloncesto	2500	1000	2.º
Canica	5	13 500	3.º

44. ●● Un fragmento de un mineral pesa  $35,5 \text{ N}$  en el aire,  $26,1 \text{ N}$  cuando está sumergido en agua y  $27,4 \text{ N}$  cuando lo sumergimos en un líquido desconocido. Calcula:

- El volumen del mineral.
- Su densidad.
- La densidad del líquido desconocido.

Dato:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

- a) La pérdida de peso se debe al empuje del líquido:  
 $35,5 \text{ N} - 26,1 \text{ N} = 9,4 \text{ N}$ . Esta pérdida de peso coincide con el peso del volumen de líquido desalojado; es decir, con el producto del volumen del objeto por la densidad del líquido.

$$E = P_{\text{liq. desalojado}} \rightarrow E = m_{\text{liq. desalojado}} \cdot g \rightarrow E = d_{\text{liq. desalojado}} \cdot V \cdot g \rightarrow$$

$$\rightarrow V = \frac{E}{d_{\text{liq. desalojado}} \cdot g} = \frac{9,4 \text{ N}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg}} =$$

$$= 9,582 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 958,2 \text{ cm}^3$$

- b) La densidad se calcula a partir del volumen y la masa:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{\left(\frac{P}{g}\right)}{V} = \frac{\frac{35,5 \text{ N}}{9,81 \text{ N/kg}}}{9,582 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 3776,6 \text{ kg/m}^3$$

- c) La densidad del líquido se calcula sabiendo cuánto peso «pierde» el mineral al sumergirlo en él:

$$P' = P - E = P - V \cdot d' \cdot g \rightarrow d' = \frac{P - P'}{V \cdot g}$$

$$d' = \frac{35,5 \text{ N} - 27,4 \text{ N}}{9,582 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 861,7 \text{ kg/m}^3$$

**45. Indica verdadero o falso.**

- a) El empuje depende de la masa del cuerpo sumergido.
- b) El empuje depende del volumen del líquido donde se sumergen los cuerpos.
- c) El empuje depende del volumen del cuerpo sumergido.
- d) El empuje depende de la profundidad.

- a) Falso.      b) Falso.      c) Verdadero.      d) Falso.

**46. Completa la tabla y calcula el empuje y el peso aparente de cada cuerpo sumergido en el agua.**

	Hierro	Aluminio	Madera (pino)
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	7870	2700	700
Masa (kg)	1	1	5
Volumen (m <sup>3</sup> )	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Peso real (N)	<b>9,8</b>	<b>9,8</b>	<b>49</b>
Empuje (N)	<b>1,24</b>	<b>3,63</b>	<b>69,98</b>
Peso aparente (N)	<b>8,56</b>	<b>6,17</b>	<b>0 (flota)</b>

47. Completa la tabla y calcula el peso aparente de cada cuerpo en el aire.  
 $d_{\text{aire}} = 1,3 \text{ kg/m}^3$ .

El empuje que experimentan en el aire es tan pequeño que la diferencia entre el peso real y el aparente es despreciable.

Cuerpo	Densidad ( $\text{kg/m}^3$ )	Masa (kg)	Volumen ( $\text{m}^3$ )	Peso real (N)	Empuje (N)	Peso aparente (N)
Cobre	8930	1	$1,1 \cdot 10^{-4}$	9,8	0,0014	9,7986
Platino	21 500	1	$4,7 \cdot 10^{-5}$	9,8	0,0006	9,7994
Madera (roble)	900	5	$5,6 \cdot 10^{-3}$	49	0,0713	48,9286

48. Un objeto pesa 150 N en el aire, 100 N en el agua y 125 N en otro líquido.

a) Calcula la densidad del objeto.

b) ¿Cuál será la densidad del otro líquido?

- a) El empuje que experimenta es la diferencia entre el peso en el aire y el peso en el agua:

$$E = 150 \text{ N} - 100 \text{ N} = 50 \text{ N}$$

Obtenemos el volumen del objeto a partir del empuje:

$$E = V_{\text{objeto}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot g \rightarrow$$

$$\rightarrow V = \frac{E}{d \cdot g} = \frac{50 \text{ N}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

El peso del cuerpo es igual al producto de la masa por la gravedad, lo que nos permite obtener la masa del cuerpo:

$$P = 150 \text{ N} = m \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \rightarrow m = \frac{150 \text{ N}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 15,3 \text{ kg}$$

Con los resultados de la masa y el volumen obtenemos la densidad del objeto:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{15,3 \text{ kg}}{5,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 3000 \text{ kg/m}^3$$

- b) En este caso, el empuje es diferente:

$$E = 150 \text{ N} - 125 \text{ N} = 25 \text{ N}$$

Al ser el empuje menor que en el caso del agua, el líquido desconocido debe ser menos denso que el agua.

La densidad se obtiene a partir del empuje:

$$E = V_{\text{objeto}} \cdot d_{\text{líquido}} \cdot g \rightarrow$$

$$\rightarrow d_{\text{líquido}} = \frac{E}{V \cdot g} = \frac{25 \text{ N}}{5,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 500 \text{ kg/m}^3$$

49. Completa la tabla de densidades e indica en qué casos los cuerpos flotarán sobre el agua.

Sólido	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad	¿Flotará?
A	450	0,5	900	Sí
B	700	0,1	7000	No
C	1000	2	500	Sí

50. Comenta la veracidad de cada frase referida a cuerpos sumergidos en el agua:

- Si el peso del cuerpo es muy pequeño, siempre flota en agua.
- Si el peso de un cuerpo es menor que el empuje, el cuerpo se hunde.
- Si el peso es igual al empuje, el cuerpo permanece en equilibrio.
- Si el peso es mayor que el empuje, el cuerpo sube y flota en la superficie.
  - Incorrecta. La flotación no depende únicamente del peso; hay que tener en cuenta el empuje que experimenta.
  - Incorrecto. La fuerza resultante actúa hacia arriba.
  - Correcto. La fuerza resultante es nula y el cuerpo permanece en equilibrio.
  - Incorrecto. El cuerpo se hunde al ser mayor el peso que el empuje.

51. Colocas un barquito hecho de papel de aluminio sobre el agua y, a continuación, haces una bolita con el mismo papel de aluminio y lo dejas sobre el agua.

- ¿Se hundirá el barquito de aluminio?
- ¿Qué le sucederá a la bolita de aluminio? Razona la respuesta.
- ¿Qué pesa más: el barquito o la bolita de aluminio?
  - La densidad del aluminio es mayor que la del agua, pero si hacemos un barquito de aluminio de manera que el empuje que experimenta sobre el agua es mayor que la del peso, entonces el barquito flotará.
  - Al hacer una bolita, el volumen disminuye y no es suficiente para conseguir un empuje que equilibre al peso.
  - El peso es el mismo en ambos casos; solo cambia la forma, que no influye en el peso.

**52.** Sabiendo que la densidad del plomo es mucho mayor que la de la paja, contesta:

- a) **¿Realmente pesa lo mismo en el aire un kilogramo de paja que un kilogramo de plomo?**
- b) **¿Cómo podrías demostrarlo?**
- a) Según el principio de Arquímedes, todo cuerpo sumergido en un fluido (el aire es un fluido) experimenta un empuje vertical y hacia arriba. Como la paja ocupa mayor volumen que el plomo, esta experimentará un mayor empuje en el aire y, por tanto, su peso no será el mismo que el del plomo, sino algo menor.
- b) Se puede demostrar pesando ambos cuerpos con una balanza muy sensible que esté situada en el interior de una campana de vidrio a la que se ha extraído el aire y en la que se ha hecho el vacío.

**53.** Una pelota de golf se hunde en agua ( $d = 1000 \text{ kg/m}^3$ ), pero flota en agua con sal ( $d = 1020 \text{ kg/m}^3$ ).

- a) **¿Por qué se hunde en el agua?**
- b) **¿Qué puedes deducir sobre la densidad de la pelota?**
- c) **¿Qué sucederá si la sumergimos en aceite? ( $d = 900 \text{ kg/m}^3$ ).**
- a) Si la pelota de golf se hunde en agua, es que tiene una densidad mayor que  $1000 \text{ kg/m}^3$ .
- b) Si flota en agua con sal, es que tiene una densidad menor que  $1020 \text{ kg/m}^3$ . La conclusión es que la densidad de la pelota es mayor que  $1000 \text{ kg/m}^3$  y menor que  $1020 \text{ kg/m}^3$ .
- c) Al sumergir la pelota de golf en aceite, de densidad  $900 \text{ kg/m}^3$ , la pelota se hundirá, ya que la densidad de la pelota ( $1000 \text{ kg/m}^3 < d < 1020 \text{ kg/m}^3$ ) es mayor que la del aceite.

**54.** Los globos aerostáticos calientan el aire con unos potentes quemadores de gas butano para ascender y desplazarse por el aire.

- a) **¿Por qué calientan el aire?**
- b) **¿Por qué no pueden subir muchos pasajeros en cada viaje?**
- c) **Cuando quieren descender, ¿cómo lo hacen?**
- d) **¿Por qué comienzan el ascenso sin llenar totalmente el globo de aire caliente?**
- e) **¿Por qué razón pueden saltar los tapones de las botellas al ascender?**

- a) Al calentar el aire, este se dilata, disminuye su densidad, asciende y llena el globo.
- b) El empuje que experimenta la cesta para contrarrestar el peso de los pasajeros está limitado por el volumen del globo. Además, no pueden sobrepasar una determinada altura, ya que el ascenso progresivo del globo tiene lugar hasta que el empuje que experimenta verticalmente y hacia arriba sea igual al peso total.
- c) Para descender dejan de calentar el aire; al enfriarse ocupa menos volumen, el empuje es menor y, como consecuencia, desciende el globo.
- d) Al ascender el globo, la presión atmosférica es menor, lo que favorece la expansión del aire contenido en el globo. Por esta razón, los globos comienzan el ascenso sin completar de aire su interior, con el fin de que vaya hinchándose poco a poco a lo largo del ascenso. Si el globo se llenara completamente al iniciar el ascenso, por expandirse el aire contenido en el interior, podría estallar al llegar a zonas de baja presión.
- e) Al ascender, la presión atmosférica disminuye y pueden saltar los tapones de las botellas cerradas debido a la expansión del aire que queda entre el nivel del líquido en la botella y el tapón.

### 55. Completa el siguiente texto.



**El calado de un barco es el peso del agua desalojada por la parte sumergida del barco y se indica por la línea de flotación.**

**Según el principio de Arquímedes, el barco recibe un empuje hacia \_\_\_\_\_ exactamente igual a su \_\_\_\_\_. Cuando el barco flota, la fuerza de su peso debe ser del mismo \_\_\_\_\_, de la misma \_\_\_\_\_ y de sentido opuesto al \_\_\_\_\_.**

«Según el principio de Arquímedes, el barco recibe un empuje hacia **arriba** exactamente igual a su **peso**. Cuando el barco flota, la fuerza de su peso debe ser del mismo **módulo**, de la misma **dirección** y de sentido opuesto al **peso**.»

### 56. En Groenlandia es fácil ver icebergs. Son islas de hielo que pueden causar graves problemas a la navegación, ya que solo sobresale por encima del nivel del agua una octava parte del volumen total del bloque de hielo. Teniendo en cuenta que la densidad del hielo es $0,9 \text{ g/cm}^3$ , calcula cuál es el valor de la densidad del agua en Groenlandia.



Ahora:

$$\begin{aligned} \text{Peso} &= \text{Empuje} \rightarrow \\ \rightarrow V_{\text{iceberg}} \cdot d_{\text{hielo}} \cdot g &= V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot g \rightarrow \\ \rightarrow V_{\text{iceberg}} \cdot d_{\text{hielo}} &= V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \end{aligned}$$

Despejando la densidad del agua:

$$d_{\text{agua}} = \frac{V_{\text{iceberg}}}{V_{\text{sumergido}}} \cdot d_{\text{hielo}}$$

Si la parte que sobresale es un octavo del volumen del iceberg, la parte sumergida será de 7/8 del volumen total:

$$\frac{V_{\text{iceberg}}}{V_{\text{sumergido}}} = \frac{1}{7/8} = \frac{8}{7}$$

$$d_{\text{agua}} = \frac{8}{7} \cdot 900 \text{ kg/m}^3 = 1028,6 \text{ kg/m}^3$$

57.



Quando se introduce un cilindro de corcho blanco de 2 cm de radio y 5 cm de alto en un líquido de densidad 1,2 g/cm<sup>3</sup>, se observa que solo se sumerge hasta una altura de 3 cm. Calcula:

- La fuerza de empuje.
- La densidad del corcho blanco.
- Si atamos el corcho al fondo del recipiente por medio de una cuerda, ¿qué fuerza tendrá que hacer para que el corcho quede completamente sumergido?
- ¿Cuál debería ser la densidad del líquido en el que se introduce el corcho para que quede completamente sumergido sin que se caiga al fondo?

- a) El empuje que experimenta el cilindro coincide con el peso del líquido desalojado debido a la parte del cilindro que se encuentra bajo el agua, que tiene un volumen de:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot L = \pi \cdot (2 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Sustituyendo en la expresión del empuje:

$$E = V_{\text{liquido}} \cdot d_{\text{liquido}} \cdot g = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot 1200 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,44 \text{ N}$$

- b) Al flotar sobre el agua, el peso debe ser igual al empuje:

$$P = E \rightarrow V_{\text{cilindro}} \cdot d_{\text{corcho}} \cdot g = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{liquido}} \cdot g \rightarrow$$

$$\rightarrow V_{\text{cilindro}} \cdot d_{\text{corcho}} = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{liquido}} \rightarrow$$

$$\rightarrow d_{\text{corcho}} = \frac{V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{liquido}}}{V_{\text{cilindro}}} \rightarrow$$

$$\rightarrow d_{\text{corcho}} = \frac{3,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot 1200 \text{ kg/m}^3}{6,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} = 723,8 \text{ kg/m}^3$$

- c) Cuando queda sumergido el empuje es:

$$E = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{liquido}} \cdot g = (\pi \cdot r^2 \cdot h) \cdot d_{\text{liquido}} \cdot g =$$

$$= (3,14 \cdot 0,02^2 \text{ m}^2 \cdot 0,05 \text{ m}) \cdot 1200 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg} \rightarrow$$

$$\rightarrow E = 0,74 \text{ N}$$



El peso del corcho es:

$$P = m \cdot g = d_{\text{corcho}} \cdot V \cdot g =$$

$$= 723,8 \text{ kg/m}^3 \cdot (3,14 \cdot 0,02^2 \text{ m}^2 \cdot 0,05 \text{ m}) \cdot 9,81 \text{ N/kg} \rightarrow$$

$$\rightarrow P = 0,446 \text{ N}$$

Por tanto, la fuerza que ejerce la cuerda es:

$$F = E - P = 0,74 \text{ N} - 0,446 \text{ N} = 0,294 \text{ N}$$

- d) Para que quede sumergido el empuje debe ser igual al peso. Esto ocurre cuando la densidad del líquido es igual a la del objeto sumergido. En este caso,  $723,8 \text{ kg/m}^3$ .

## RINCÓN DE LA LECTURA

### 1. Resume el primer texto en una línea.



Una deportista ha conseguido bajar a pulmón libre hasta una profundidad de 122 m.

### 2. Resume conjuntamente los otros dos textos en uno cuya extensión sea de dos líneas.



Respuesta modelo: existen seres vivos que viven en el mar a gran profundidad, soportando elevadas presiones.

### 3. Calcula la presión que sientes cuando descienes al fondo de una piscina de cuatro metros de profundidad. Halla también la presión que debió aguantar la deportista británica en cada uno de sus tres récords. Compáralas con las que soportan los foraminíferos en la fosa abisal.



La presión es:

$$p = d \cdot g \cdot h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ m} = 39\,200 \text{ Pa}$$

Para el caso de la deportista:

$$p = d \cdot g \cdot h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 122 \text{ m} = 1\,195\,600 \text{ Pa}$$

Los foraminíferos soportan una presión mucho mayor.

### 4. En uno de los textos se habla de tres modalidades de inmersión. Explica en qué consiste cada una de ellas.

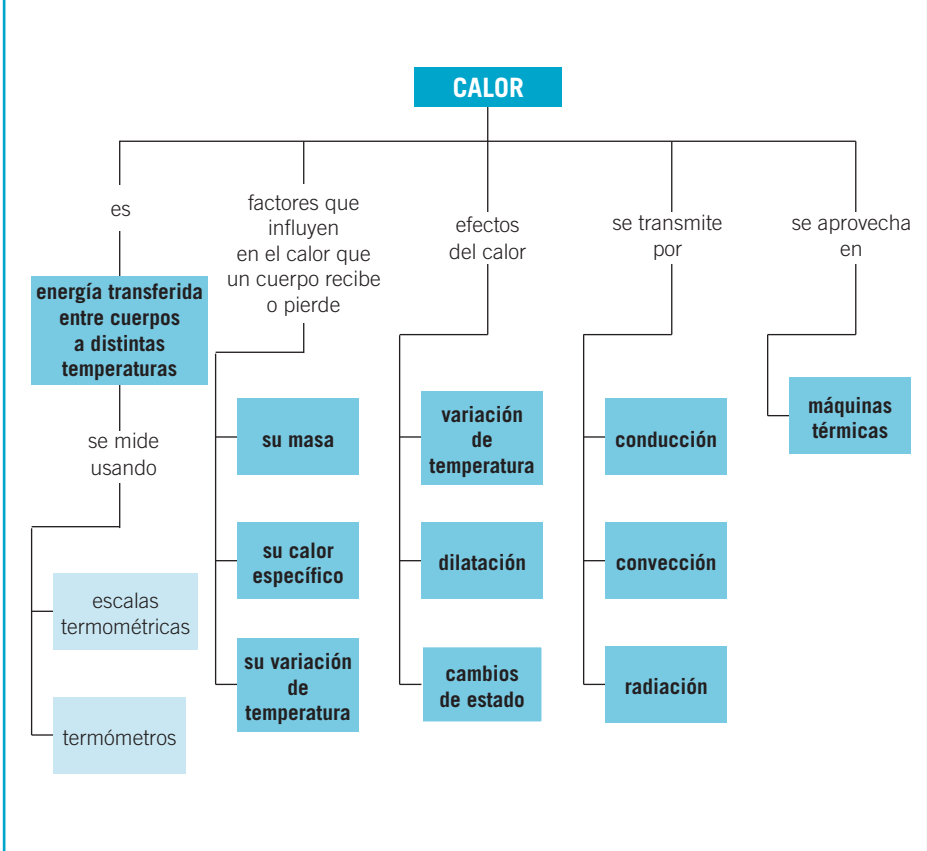


- 1.ª: Modalidad variable: el deportista puede bajar con lastre. Se permite el descenso con un peso diferente del de ascenso.
- 2.ª: Modalidad constante sin aletas: el deportista debe bajar y subir con el mismo lastre.
- 3.ª: Modalidad constante con aletas: el deportista debe bajar y subir con el mismo lastre.

5. **Aporta alguna reflexión a esa superación de un récord mundial absoluto en la modalidad de inmersión conseguida por parte de una mujer.**

Respuesta personal. Queda a juicio del profesor comentar que en algunas ocasiones se han producido accidentes, incluso en el caso de deportistas de élite, con terribles consecuencias.

## MAPA DE CONTENIDOS



## OBJETIVOS

- Explicar el concepto de temperatura a partir de la teoría cinética.
- Diferenciar claramente los conceptos de calor y temperatura.
- Determinar la temperatura de equilibrio de las mezclas.
- Distinguir los conceptos de calor específico y calor latente.
- Comprender el significado del principio de conservación de la energía y aplicarlo a transformaciones energéticas cotidianas.
- Describir el funcionamiento de las máquinas térmicas y comprender el concepto de rendimiento en una máquina.
- Conocer las diferentes formas de transmitirse el calor: conducción, convección y radiación.

## CONTENIDOS

---

### Conceptos

- La temperatura de los cuerpos.
- Equilibrio térmico.
- Medida de temperatura: termómetros.
- Calor y variación de temperatura: calor específico.
- Calor y cambios de estado: calor latente.
- Dilatación de los cuerpos.
- Equivalencia entre calor y trabajo mecánico.
- Principio de conservación de la energía.
- Transformación de la energía: máquinas térmicas.
- Transmisión del calor: conducción, convección y radiación.

### Procedimientos, destrezas y habilidades

- Analizar situaciones de la vida cotidiana en las que se producen transformaciones e intercambios de energía.
- Resolver ejercicios de aplicación.
- Transformar correctamente julios en calorías y viceversa.
- Interpretar esquemas en los que se muestran algunos efectos del calor sobre los cuerpos.
- Determinar el calor específico del aluminio en el laboratorio empleando un calorímetro.

### Actitudes

- Valorar la importancia de la energía en la sociedad, su repercusión sobre la calidad de vida y el progreso económico.
- Tomar conciencia de las consecuencias que el desarrollo tecnológico tiene sobre el medio ambiente y la necesidad de minimizarlas.
- Fomentar hábitos destinados al consumo responsable de energía.

## EDUCACIÓN EN VALORES

---

### 1. Educación para el consumo

Podemos hacer notar a los alumnos que la sociedad moderna está supeditada a la posibilidad de disponer de fuentes de energía que permitan obtener energía eléctrica o mecánica. La mayor parte de los recursos energéticos utilizados actualmente son limitados, y por ello es necesario fomentar hábitos de ahorro energético.

### 2. Educación cívica

El estudio de la energía puede servir para transmitir a los alumnos la dimensión social de la ciencia, analizando la relación que existe entre el control de los recursos energéticos y el desarrollo tecnológico de un país, así como su desarrollo económico.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

### Competencia matemática

Mediante la resolución de ejemplos y de las actividades propuestas los alumnos desarrollan esta competencia a lo largo de toda la unidad.

En esta unidad se enseña a los alumnos a analizar situaciones de la vida cotidiana en las que se producen transformaciones e intercambios de energía y a resolver ejercicios de aplicación mediante sencillos cálculos matemáticos.

En algunos ejercicios los datos o los resultados se expresan mediante una tabla para organizarlos y representarlos gráficamente.

Además, en algunos de los ejercicios se muestra a los alumnos la relación existente entre el calor y la variación de temperatura mediante una representación gráfica.

En estas páginas se trabajan los cambios de unidades de temperatura y calor.

### Competencia en comunicación lingüística

En la sección **Rincón de la lectura** se trabajan de forma explícita los contenidos relacionados con la adquisición de la competencia lectora, a través de textos con actividades de explotación.

### Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico

A partir del conocimiento sobre el calor se llega a entender su relación con los cambios de estado y las variaciones de temperatura.

### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** se proponen varias direcciones web con el objetivo de afianzar los contenidos estudiados en la unidad.

### Competencia social y ciudadana

Realizando las actividades de esta unidad se fomenta que los alumnos tomen conciencia de las consecuencias que el desarrollo tecnológico tiene sobre el medio ambiente y la necesidad de minimizarlas, contribuyendo de esta forma a esta competencia.

También se fomentan hábitos destinados al consumo responsable de energía.

### Autonomía e iniciativa personal

El conocimiento sobre el calor y la temperatura contribuye a desarrollar en los alumnos las destrezas necesarias para evaluar y emprender proyectos individuales o colectivos.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Utilizar la teoría cinética para explicar la temperatura de los cuerpos.
2. Explicar el calor como un proceso de transferencia de energía entre dos cuerpos.
3. Plantear y resolver problemas utilizando los conceptos de calor específico y de calor latente.
4. Enumerar y explicar los diferentes efectos del calor sobre los cuerpos.
5. Aplicar el principio de conservación de la energía a situaciones cotidianas.
6. Realizar ejercicios transformando correctamente julios en calorías y viceversa.
7. Enumerar y explicar los diferentes mecanismos de propagación del calor.
8. Describir el funcionamiento de una máquina térmica y calcular su rendimiento.
9. Calcular el calor específico del aluminio a partir de una experiencia.

## 1. Contesta:

- a) ¿Cuántos grados centígrados hay entre el punto de fusión del agua y el punto de ebullición del agua?
- b) ¿Cuántos kelvin hay entre esos dos puntos?
  - a) La diferencia de temperatura entre los puntos de fusión (0 °C) y ebullición (100 °C) del agua es 100 °C.
  - b) La diferencia de temperatura entre los puntos de fusión (273 K) y ebullición (373 K) del agua es 100 K.

## 2. Calentamos una cierta cantidad de agua de forma que su temperatura aumenta 10 °C.

- a) ¿Tendremos que aplicar más o menos calor para que su temperatura aumente 10 K?
- b) ¿Y para que aumente 10 °F?
  - a) La variación de un grado centígrado equivale a la variación de un kelvin; por tanto, tendremos que aplicar el mismo calor.
  - b) La variación de un grado centígrado equivale a la variación de 1,8 °F. El aumento de 10 °F equivale al aumento de 5,6 °C: tendremos que aplicar menos calor en este caso.

## 3. Encuentra un valor de la temperatura medida en la escala centígrada que coincida con el mismo valor de la temperatura medida en la escala Fahrenheit. ¿Podrás encontrar un valor de temperatura que coincida tanto si se mide en escala centígrada como si se mide en escala absoluta?

Centígrada y Fahrenheit: partimos de la relación matemática que existe entre las dos escalas:

$$\frac{t(^{\circ}\text{F}) - 32}{180} = \frac{t(^{\circ}\text{C})}{100}$$

Planteamos y resolvemos la ecuación

$$\frac{x - 32}{180} = \frac{x}{100} \rightarrow x = -40$$

El valor de temperatura en el que coinciden ambas escalas es de -40 grados.

Centígrada y absoluta: partimos de la relación matemática que existe entre las dos escalas:

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$$

Planteamos la ecuación:

$$x = x + 273$$

No tiene solución. No hay ningún valor de temperatura coincidente en las dos escalas.

4. ●● **¿Existe algún límite para el valor más alto de temperatura que se puede alcanzar? ¿Y para el valor más bajo?**

Según la teoría cinética, la temperatura de un cuerpo es más alta cuando sus partículas se mueven con mayor rapidez y disminuye cuando se mueven más despacio.

No existe límite superior para valores de temperatura. Teóricamente, el límite superior de temperatura se alcanzaría cuando la velocidad media de las partículas que forman la materia llegase a la velocidad de la luz en el vacío.

Sí existe límite inferior: llegará un momento en que las partículas no se mueven, entonces la temperatura no puede bajar más. Este punto se conoce como cero absoluto; es la temperatura más baja posible.

5. ● **¿De qué depende la energía interna que tiene un cuerpo?**

La energía interna de un cuerpo es la suma de las energías cinética y potencial de cada una de las partículas que lo forman. Por tanto, dependerá de: la **cantidad** de materia (número de partículas), del **tipo** de sustancia (fuerzas entre las partículas) y de la **temperatura** (velocidad con que se mueven las partículas).

6. ●● **¿Qué relación existe entre la temperatura y el movimiento de las partículas de los cuerpos?**

La temperatura está relacionada con el movimiento de las partículas que forman un cuerpo. Es una medida de la energía cinética media de las partículas; por tanto, será mayor cuanto mayor sea la velocidad con que se mueven.

7. ●● **Calcula la cantidad de calor que se necesita para aumentar 30 °C la temperatura de una botella con 2 L de agua (2 kg).**

La variación de 30 °C equivale a una variación de 30 K:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 30 \text{ K} = 250\,800 \text{ J}$$

8. ●● **En la experiencia descrita en esta página introducimos un cilindro de 50 g de cobre y la temperatura de equilibrio es 23,4 °C. Calcula  $c_e$  para el cobre.**

Dentro del calorímetro se produce la transferencia de calor entre el cobre y el agua hasta que se llega al equilibrio térmico:

$$Q_{\text{agua}} + Q_{\text{Cu}} = 0 \rightarrow (m \cdot c_e \cdot \Delta t)_{\text{agua}} + (m \cdot c_e \cdot \Delta t)_{\text{Cu}} = 0$$

Sustituimos los datos y despejamos el calor específico del cobre:

$$0,1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (23,4 - 20) ^\circ\text{C} + \\ + 0,05 \text{ kg} \cdot c_e \cdot (20 - 100) ^\circ\text{C} = 0 \rightarrow c_e = 355 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

**9. ●●** Calcula el calor necesario para vaporizar 2 L de agua líquida a 100 °C.

El valor de la densidad del agua es 1 kg/L:

$$Q = m \cdot L_v = 2 \text{ kg} \cdot 2248,8 \text{ kJ/kg} = 4497,6 \text{ kJ} = 4\,497\,600 \text{ J}$$

**10. ●** ¿Qué cantidad de calor tienen que perder 5 kg de agua líquida a 0 °C para que se congelen?

$$Q = m \cdot L_f = 5 \text{ kg} \cdot 334,4 \text{ kJ/kg} = 1672 \text{ kJ} = 1\,672\,000 \text{ J}$$

**11. ●** ¿Qué cantidad de hielo a 0 °C podremos derretir si disponemos de 100 kJ?

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{100 \text{ kJ}}{334,4 \text{ kJ/kg}} = 0,3 \text{ kg}$$

**12. ●●** Explica si es igual de grave que se derrame sobre ti agua a 100 °C o que te alcance un chorro de vapor de agua a 100 °C.

Aunque las dos sustancias se encuentren a la misma temperatura, las partículas de un gas contienen mayor cantidad de energía, recibida durante la vaporización. Lo que significa que el vapor almacena más energía y, como consecuencia, puede transmitir mayor energía calorífica que el agua líquida. No obstante, las partículas gaseosas están más dispersas. Es por eso que son más peligrosas las quemaduras que provoca el agua líquida.

**13. ●** ¿Qué cantidad de calor hace falta para que fundan 20 g de hielo que se encuentran a -15 °C?

La cantidad total de calor será la suma del calor necesario para elevar la temperatura del hielo a 0 °C ( $Q_1$ ) y el necesario para fundirlo ( $Q_2$ ).

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$\bullet Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 0,02 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot (0 + 15) \text{ °C} = 627 \text{ J}$$

$$\bullet Q_2 = m \cdot L_f = 0,02 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J/kg} = 6688 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 627 \text{ J} + 6688 \text{ J} = 7315 \text{ J}$$

**14. ●●** ¿Cuál será la temperatura final si se mezclan 200 g de hielo a -10 °C o, 0,5 kg de agua a 40 °C?

Calculamos el calor que necesita absorber el hielo para elevar su temperatura y fundirse. Queda agua líquida a 0 °C:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$\bullet Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 0,2 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot (0 + 10) \text{ °C} = 418 \text{ J}$$

$$\bullet Q_2 = m \cdot L_f = 0,2 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J/kg} = 66\,880 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 418 \text{ J} + 66\,880 \text{ J} = 67\,298 \text{ J}$$



Calculamos el calor que desprendería el agua si se enfriara hasta  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (0 - 40) \text{ K} \rightarrow \\ \rightarrow Q = -83\,600 \text{ J}$$

El agua desprende más cantidad de calor de la que el hielo necesita; por ello no se enfriará hasta  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Calculamos, por tanto, la temperatura que alcanzará cuando haya desprendido el calor que el hielo necesita:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t \rightarrow \\ \rightarrow -67\,298 \text{ J} = 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (t_f - 40\text{ }^{\circ}\text{C}) \rightarrow t_f = 7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Para calcular la temperatura final establecemos la ecuación de equilibrio térmico que se producirá entre el agua a  $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y el agua a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$0,2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (t_f - 0\text{ }^{\circ}\text{C}) + \\ + 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (t_f - 7,8\text{ }^{\circ}\text{C}) = 0 \rightarrow t_f = 5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$$

15.



**¿Qué cantidad de hielo fundirá si se mezclan 1 kg de hielo a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y 1 kg de agua a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?**

Calculamos el calor que necesita absorber el hielo para elevar su temperatura y fundirse:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

- $Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 1 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (0 + 10)\text{ }^{\circ}\text{C} = 20\,900 \text{ J}$
- $Q_2 = m \cdot L_f = 1 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J}/\text{kg} = 334\,400 \text{ J}$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 20\,900 \text{ J} + 334\,400 \text{ J} = -355\,300 \text{ J}$$

Calculamos el calor que desprendería el agua si se enfriara hasta  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (0 - 80)\text{ }^{\circ}\text{C} = -334\,400 \text{ J}$$

Esta cantidad de energía no es suficiente para fundir toda la masa de hielo.

Calculamos qué masa se funde con el calor que desprende el agua al enfriarse hasta  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Para elevar la temperatura del hielo hasta el punto de fusión se utilizan  $20\,900 \text{ J}$ ; el resto del calor ( $313\,500 \text{ J}$ ) se emplea para el cambio de estado.

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{313\,500 \text{ J}}{334\,400 \text{ J}/\text{kg}} = 0,94 \text{ kg}$$

16. Si mezclamos 10 kg de hielo a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y 10 kg de agua a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál será el resultado de la mezcla?

El calor que necesita el hielo para elevar su temperatura a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  es:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 10\text{ kg} \cdot 2090\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (0 + 5)^{\circ}\text{C} = 104\,500\text{ J}$$

El calor que desprende el agua será el doble, al ser el doble el calor específico, la misma masa y la misma variación de temperatura:

$$Q = -209\,000\text{ J}$$

De esta cantidad, el hielo gasta 104 500 J en elevar su temperatura, y el resto, en fundirse. Calculamos la masa de hielo que se funde:

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{104\,500\text{ J}}{334\,400\text{ J}/\text{kg}} = 0,3\text{ kg}$$

El resultado será, por tanto, una mezcla de 10,3 kg de agua y 9,7 kg de hielo a una temperatura de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

17. ¿Qué tamaño tendrá una vara de aluminio de 5 m de longitud y 2 kg de masa si su temperatura aumenta  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ¿Cuánto calor se le comunica?

La longitud de la vara de aluminio dilatada será:

$$l = l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) = 5\text{ m} \cdot (1 + 50^{\circ}\text{C} \cdot 2,4 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}) = 5,006\text{ m}$$

El calor que se le comunica lo calculamos en función de la masa:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t = 2\text{ kg} \cdot 878\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot 50^{\circ}\text{C} = 87\,800\text{ J}$$

18. En los inviernos de Zamora se pueden alcanzar temperaturas de  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; y en verano, de  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál es la máxima variación de longitud que podrían experimentar los raíles de la vía si miden 15 m de longitud y son de hierro?

La máxima variación de longitud la experimentarán con la diferencia de temperaturas entre el invierno y el verano de Zamora:

$$t_{\text{ver.}} - t_{\text{inv.}} = 42^{\circ}\text{C} - (-12^{\circ}\text{C}) = 54^{\circ}\text{C}$$

$$l = l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) =$$

$$= 15\text{ m} \cdot (1 + 54^{\circ}\text{C} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}) = 15,009\,72\text{ m}$$

19. Explica por qué no se deben meter en el congelador botellas de agua completamente llenas. ¿Qué puede pasar?

El agua tiene un comportamiento anómalo en cuanto a su dilatación.

El volumen aumenta al disminuir la temperatura de  $4$  a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Esta circunstancia puede suponer que estalle una botella si la metemos completamente llena de agua en el congelador debido a la dilatación que experimenta el agua líquida.

- 20.** Imagina que estás cocinando y necesitas coger una cuchara de madera o una de metal. Ambas están en el mismo cajón y, teóricamente, a la misma temperatura. Sin embargo, cuando tocas la de metal, parece más fría. ¿Podrías explicarlo?

Los metales conducen mejor el calor que la madera. Por esta razón, al tocar un metal hacemos que pase el calor de nuestro cuerpo al metal, dándonos la sensación de frío.

- 21.** Si vas a la nieve, o vives en una zona muy fría, es probable que utilices plumíferos. Estas prendas tienen entre la capa interior y la exterior una espuma muy hueca. ¿Puedes imaginar por qué?

El aire es mal conductor del calor. La espuma muy hueca entre la capa interior y la exterior de plumífero actúa como aislante térmico, logrando así mantener la temperatura corporal.

- 22.** Las personas que viven en el desierto se protegen del calor envolviéndose en ropa de lana. También ponemos mantas de lana en nuestras camas cuando hace mucho frío. ¿Por qué la lana produce efectos aparentemente opuestos?

La lana es un aislante que impide el intercambio de calor. En el caso de las personas que viven en el desierto no deja que pase el calor desde el exterior hacia su cuerpo. En el caso de la manta de nuestra cama impide que pase el calor desde nuestro cuerpo hacia el exterior.

- 23.** Explica el viejo refrán que dice: «Lo que quita el calor, también quita el frío».

Un material aislante impide que se intercambie calor entre dos cuerpos que están a distinta temperatura. *Quitar el calor* supone aislar el cuerpo de un ambiente con temperatura más alta. *Quitar el frío* significa aislar el cuerpo de un ambiente con temperatura más baja. La misma prenda sirve, por tanto, para ambas situaciones.

- 24.** Explica por qué se suelen colocar los radiadores de calefacción debajo de las ventanas.

El aire cerca del vidrio de las ventanas se encuentra a menor temperatura. El aire en contacto con el radiador asciende. Así apantalla el aire frío de la ventana. Además, se favorecen las corrientes de convección distribuyendo el aire caliente por toda la habitación.

25. ●● ¿Por qué la temperatura de las estrellas puede llegar a millones de grados y, sin embargo, existe un límite inferior de temperaturas y no se pueden obtener temperaturas por debajo de 0 K o  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

Según la teoría cinética, la temperatura de un cuerpo es una medida de la energía cinética media de las partículas que lo forman, por lo que existe un límite inferior: cuando las partículas no se muevan. La escala Kelvin de temperatura establece el cero en este punto, que se conoce como cero absoluto, es la temperatura más baja que existe y equivale a  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

26. ●● La energía interna de un cuerpo depende de:

- a) La cantidad de materia.                      c) El volumen.  
b) El estado físico del cuerpo.                d) La temperatura.

La energía interna de un cuerpo depende de:

- a) La cantidad de materia.                      d) La temperatura.  
b) El estado físico del cuerpo.

27. ● Razona si las frases relativas a un vaso con agua están expresadas correctamente.

- a) Contiene mucho calor.                      c) Tiene mucha energía.  
b) Se encuentra a temperatura elevada.    d) Está muy fría.

- a) Incorrecta. El calor es una energía en tránsito; no tiene sentido decir que un cuerpo contiene o tiene calor.  
b) Correcta. La temperatura es una medida de la energía cinética media de las partículas de agua.  
c) Correcta. La energía interna de un cuerpo es la suma de las energías cinética y potencial de cada una de las partículas que lo forman.  
d) Incorrecta. Es más correcto decir que se encuentra a una temperatura baja.

28. ● Indica los apartados que corresponden a la temperatura y los que corresponden al calor.

- a) La unidad en el SI es el julio.            e) Se mide con un calorímetro.  
b) Se mide con un termómetro.            f) No depende de la masa.  
c) Depende de la masa.                      g) Se expresa en grados.  
d) Es una forma de energía.                h) Es una medida de la energía interna.

- a) Calor.                      c) Calor.                      e) Calor.                      g) Temperatura.  
b) Temperatura.            d) Calor.                      f) Temperatura.            h) Temperatura.

- 29.** Si tocamos un trozo de mármol y otro de madera que se encuentran a la misma temperatura nos parecerá que la madera está a mayor temperatura que el mármol.
- Explica esta sensación aparente.
  - ¿Cómo se podría demostrar si la sensación coincide con la realidad?
    - El mármol conduce mejor el calor que la madera, al tocarlo le cedemos calor más rápido de nuestro cuerpo, que se encuentra generalmente a mayor temperatura, dándonos la sensación de frío.
    - Para comprobar si los dos objetos están a la misma temperatura hay que medirla de forma objetiva con el termómetro.

- 30.** Al mezclar un litro de agua a 20 °C con dos litros de agua a 60 °C, podemos deducir que la temperatura final de equilibrio será:
- 60 °C.
  - 40 °C.
  - Entre 20 y 60 °C.
  - Próxima a 20 °C.

Al ser la misma sustancia, la variación de la temperatura será menor en la que se encuentre en mayor cantidad. La temperatura de equilibrio estará, seguro, entre 20 y 60 °C, y más próxima a 60 °C.

- 31.** Señala en qué fenómeno se basa la construcción de un termómetro de alcohol:
- Variación de resistencia eléctrica de un conductor.
  - Variación de longitud de un metal.
  - Variación del volumen de un líquido.
  - Variación de la presión de un gas a volumen constante.

c) Variación del volumen de un líquido.

- 32.** Expresa en kelvin las temperaturas:
- 24 °C.
  - 10 °C.
  - 72 °F.
  - 460 °F.

Relación entre las escalas:

$$T(K) = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \qquad t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot [t(^{\circ}\text{F}) - 32]}{9}$$

- $T(K) = 24 + 273 = 297 \text{ K}$
- $T(K) = -10 + 273 = 263 \text{ K}$
- $t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (72 - 32)}{9} = 22,22 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T(K) = 22,22 + 273 = 295,22 \text{ K}$

# Transferencia de energía: calor

$$d) t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (-460 - 32)}{9} = -273^{\circ}\text{C}$$

$$T(\text{K}) = -273 + 273 = 0 \text{ K}$$

- 33.** Completa el cuadro y expresa las diferencias de temperatura en la escala  $^{\circ}\text{C}$  y en K.

$T_{\text{inicial}}$		$T_{\text{final}}$		$T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$	
$^{\circ}\text{C}$	K	$^{\circ}\text{C}$	K	$^{\circ}\text{C}$	K
100	373	20	293	-80	-80
0	273	27	300	27	27
27	300	30	303	3	3
-30	243	200	473	230	230

- 34.** Escribe ordenadamente, de menor a mayor, las siguientes temperaturas:

- a)  $100^{\circ}\text{C}$ .
- b)  $350 \text{ K}$ .
- c)  $200^{\circ}\text{F}$ .

Para ordenar las temperaturas las expresamos todas en  $^{\circ}\text{C}$ .

a)  $100^{\circ}\text{C}$

b)  $T(^{\circ}\text{C}) = 350 - 273 = 77^{\circ}\text{C}$

c)  $t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5 \cdot (200 - 32)}{9} = 93,3^{\circ}\text{C}$

De menor a mayor  $350 \text{ K} < 200^{\circ}\text{F} < 100^{\circ}\text{C}$ .

- 35.** La cantidad de calor que es necesario comunicar a un líquido para conseguir un incremento de temperatura en él es directamente proporcional a:

- a) La masa del líquido.
- b) El volumen del líquido.
- c) Su naturaleza.
- d) La densidad.
- e) La variación de temperatura experimentada.

a) La masa del líquido.

c) Su naturaleza.

e) La variación de temperatura experimentada.

36. Razona la veracidad de las frases:



- a) El calor específico sirve para identificar a las sustancias puras.
- b) Masas iguales de sustancias diferentes adquieren la misma cantidad de calor para un mismo aumento de temperatura.
- c) El cuerpo que está a más temperatura cede calor al que está a menos temperatura, hasta que alcanzan la misma temperatura.
- d) La cantidad de calor absorbida por el cuerpo caliente ha de ser igual a la cedida por el cuerpo frío.

- a) Verdadera. El valor del calor específico depende de la naturaleza de la sustancia. Es una propiedad característica.
- b) Falso. El aumento de la temperatura dependerá del calor específico de las sustancias, que es diferente en general.
- c) Verdadero. El calor es una energía en tránsito entre cuerpos que se encuentran a distinta temperatura, hasta que se igualan.
- d) Falso. La cantidad de calor es absorbida por el cuerpo que se encuentra a menor temperatura y cedida por el que se encuentra a mayor temperatura.

37.



En un calorímetro que contiene 150 g de agua a 20 °C se introduce rápidamente un cilindro de aluminio de 50 g que se encuentra a 100 °C y se cierra de forma hermética. ¿Cuál será la temperatura del agua una vez que el sistema haya alcanzado el equilibrio?

Datos: calor específico del aluminio = 878 J/(kg · K). calor específico del agua = 4180 J/(kg · K); equivalente en agua del calorímetro = 15 g.

El aluminio se enfría (cede calor) y el agua del calorímetro se calienta (absorbe calor). El calor absorbido más el calor cedido es igual a 0:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{absorbido}} &= 0 \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + \\
 + m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) + m_{\text{eq. cal}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 0,050 \text{ kg} \cdot 878 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (T_{\text{eq}} - 100 \text{ °C}) + & \\
 + (0,150 + 0,015) \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (T_{\text{eq}} - 20 \text{ °C}) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 43,9 \cdot T_{\text{eq}} - 4390 + 689,7 \cdot T_{\text{eq}} - 13794 &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 733,6 \cdot T_{\text{eq}} = 18184 \rightarrow T_{\text{eq}} = 24,8 \text{ °C} &
 \end{aligned}$$

38.



En un calorímetro que contiene 150 g de agua a 20 °C se introduce rápidamente un cilindro de aluminio de 50 g que se encuentra a 100 °C y se cierra de forma hermética. Cuando se alcanza el equilibrio se comprueba que la temperatura del sistema es 25 °C. Calcula el equivalente en agua de este calorímetro.

Datos: calor específico del aluminio = 878 J/(kg · K); calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Planteamos el equilibrio térmico como en otros casos:

$$\begin{aligned} Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{absorbido}} &= 0 \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + \\ + m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) + m_{\text{eq. cal}} \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\ \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{e Al}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ Al}}) + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot c_{\text{e agua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_{1 \text{ agua}}) &= 0 \rightarrow \\ \rightarrow 0,050 \text{ kg} \cdot 878 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (25 \text{ }^\circ\text{C} - 100 \text{ }^\circ\text{C}) + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot & \\ \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (25 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) = 0 \rightarrow & \\ \rightarrow -3292,5 + (m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}}) \cdot 20 \text{ } 900 = 0 \rightarrow & \end{aligned}$$

$$\rightarrow m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}} = \frac{3292,5}{20 \text{ } 900} = 0,157 \text{ kg} = 157 \text{ g}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} m_{\text{agua}} + m_{\text{eq. cal}} &= 157 \text{ g} \rightarrow m_{\text{eq. cal}} = 157 \text{ g} - m_{\text{agua}} = \\ &= 157 \text{ g} - 150 \text{ g} = 7 \text{ g} \end{aligned}$$

39.



**Una bañera contiene 50 L de agua a 70 °C. ¿Cuántos litros de agua a 20 °C habrá que añadir para que la temperatura final sea de 40 °C?**

La densidad del agua es 1 kg/L.

Suponemos que todo el calor que cede el agua caliente lo absorbe el agua fría, aplicamos la ecuación de equilibrio térmico y despejamos la masa de agua fría:

$$\begin{aligned} 50 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 70 \text{ }^\circ\text{C}) + \\ + m \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) = 0 \rightarrow m = 75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Volumen = 75 L.

40.



**Una bañera contiene 50 L de agua a 25 °C. ¿Cuánto tiempo será preciso abrir el grifo para que salga agua caliente a 80 °C y conseguir que la temperatura final del agua sea de 40 °C? Dato: caudal del grifo = 5 L/min.**

Calculamos la masa de agua caliente necesaria para alcanzar la temperatura de equilibrio.

$$\begin{aligned} 50 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C}) + \\ + m \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (40 \text{ }^\circ\text{C} - 80 \text{ }^\circ\text{C}) = 0 \rightarrow m = 18,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Como la densidad del agua es 1 kg/L: volumen = 18,75 L.

Al ser el caudal de 5 L/min, el tiempo que será preciso abrir el grifo:

$$t = 18,75 \text{ L} \cdot 1 \text{ min}/5 \text{ L} = 3,75 \text{ min} = 225 \text{ s}$$

41.



**Calcula la temperatura final de una mezcla de 10 L a 80 °C y 50 L de agua a 20 °C.**

Aplicamos la ecuación de condición de equilibrio térmico y despejamos la temperatura final de la mezcla:

$$\begin{aligned} 10 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (t_f - 25 \text{ }^\circ\text{C}) + \\ + 50 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \cdot (t_f - 80 \text{ }^\circ\text{C}) = 0 \rightarrow t_f = 30 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$



42. Una bola de hierro a 200 °C se introduce en un calorímetro que contiene 100 g de agua a 20 °C. ¿Qué temperatura alcanza el agua?

**Datos:** calor específico del hierro = 460 J/(kg · K); calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Para facilitar los cálculos suponemos una masa de hierro de 100 g.

Aplicamos la condición de equilibrio térmico y despejamos la variación de temperatura final de la mezcla:

$$0,1 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/kg} \cdot (t_f - 200 \text{ °C}) + 0,1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg} \cdot (t_f - 20 \text{ °C}) = 0 \rightarrow t_f = 38 \text{ °C}$$

La variación de temperatura del agua es:

$$t_f - t_i = 38 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 18 \text{ °C}$$

43. Si comunicas la misma cantidad de calor a 100 g de las diferentes sustancias que se indican:

- Agua.
- Aluminio.
- Aceite.

¿En qué caso se produce un mayor aumento de temperatura?

Razona la respuesta.

**Datos:** calor específico [J/(kg · K)]: agua = 4180; aluminio = 878; aceite = 1670.

- El aluminio. Cuanto menor sea el calor específico, mayor será el aumento de temperatura.

44. Si tres bolas de igual masa, de sustancias distintas (cobre, plomo y estaño) que están a la misma temperatura de 60 °C se colocan sobre una fina lámina de cera:

- ¿Qué bola atravesará antes la lámina?
- ¿Cuál lo hará en último lugar?

**Datos:** calor específico de los metales [J/(kg · K)]: cobre = 375; plomo = 125; hierro = 460.

La bola de la sustancia que tenga mayor calor específico podrá ceder más cantidad de calor a la fina lámina de cera. Por tanto:

- La bola de hierro.
- La bola de plomo.

45. Desde una altura de 10 m se deja caer una bola de plomo de 10 kg en el interior de un calorímetro que contiene 500 g de agua. Determina:

- La energía potencial de la bola.
- El calor que absorbe el agua.
- La variación de la temperatura del agua.

Datos: calor específico del plomo = 125 J/(kg · K);  
calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Para facilitar los cálculos suponemos que:

- La temperatura inicial de la bola de plomo y del agua es la misma.
- Energía potencial de la bola antes de dejarla caer, en función de la altura:

$$E_M = m \cdot g \cdot h = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 980 \text{ J}$$

- Al caer la bola su energía potencial se transforma, durante el choque, en energía calorífica que absorben el plomo y el agua:

$$E_M = \Delta Q_{\text{agua}} + \Delta Q_{\text{plomo}}$$

$$\begin{aligned} E_M &= m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot \Delta T + m_{\text{plomo}} \cdot c_{\text{plomo}} \cdot \Delta T \rightarrow \\ \rightarrow 980 \text{ J} &= 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot \Delta T + \\ &+ 10 \text{ kg} \cdot 125 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot \Delta T \rightarrow \\ \rightarrow 980 \text{ J} &= 2190 \text{ J/°C} \cdot \Delta T + 1250 \text{ J/°C} \cdot \Delta T \end{aligned}$$

Variación de la temperatura que experimenta el agua:

$$\Delta T = 0,285 \text{ °C}$$

Calor que absorbe el agua:

$$\Delta Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot \Delta T = 624 \text{ J}$$

Calor que absorbe el plomo:

$$\Delta Q_{\text{plomo}} = m_{\text{plomo}} \cdot c_{\text{plomo}} \cdot \Delta T = 356 \text{ J}$$

46. En un vaso calorimétrico se han introducido 50 g de hielo a  $-20 \text{ °C}$ . A continuación se añaden 150 g de agua a  $80 \text{ °C}$  y se cierra rápidamente de forma hermética.

- Comprueba que se llega a fundir todo el hielo.
- Calcula la temperatura final de la mezcla cuando se alcance el equilibrio.

Datos: calor de fusión del hielo = 334,4 kJ/kg;  
calor específico del hielo = 2090 J/(kg · K);  
calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

- Primero calculamos el calor necesario para fundir todo el hielo. Será la suma del calor necesario para elevar su temperatura de  $-20$  a  $0 \text{ °C}$  más el calor necesario para fundirlo:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_1 + Q_2 = m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{hielo}} \cdot (T_f - T_i) + m_{\text{hielo}} \cdot L_f \text{hielo} = \\
 &= 0,05 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (0 - (-20)) \text{ K} + \\
 &+ 0,05 \text{ kg} \cdot 334\,400 \text{ J/kg} = 18\,810 \text{ J} = 18,81 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Ahora vemos cuánto calor puede ceder el agua cuando se enfría desde 80 hasta 0 °C:

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - T_i) = \\
 &= 0,15 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (0 - 80) \text{ K} = -50\,160 \text{ J} = \\
 &= -50,15 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

El signo es negativo porque es calor que puede ceder el agua. Como vemos, el agua puede ceder más calor del que le hace falta al hielo para fundirse, con lo cual el hielo se fundirá todo.

- b) Como hay calor «de sobra», después de fundirse el hielo continuará calentándose. Planteamos el equilibrio entre el calor absorbido por el hielo y el calor cedido por el agua:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{absorbido}} + Q_{\text{cedido}} &= 0 \rightarrow Q_1 + Q_2 + m_{\text{hielo}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - T_i) + \\
 &+ m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - T_i) = 0 \rightarrow \\
 &\rightarrow 18\,810 \text{ J} + 0,05 \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (T_f - 0) + \\
 &+ 0,15 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (T_f - 80) = 0 \rightarrow \\
 &\rightarrow 18\,810 + 209 \cdot T_f - 50\,160 + 627 \cdot T_f = 0 \rightarrow \\
 &\rightarrow 836 \cdot T_f = 31\,350 \rightarrow T_f = \frac{31\,350}{836} = 37,5 \text{ °C}
 \end{aligned}$$

Esta es la temperatura final de la mezcla.

#### 47. ¿Qué quiere decir que?:



- El calor de fusión del hielo es **334,4 kJ/kg**.
- El calor específico del agua es **4180 J/(kg · K)**.
- El calor de vaporización del agua es **2248,8 kJ/kg**.

- Que se necesitan 334,4 kJ de calor para fundir 1 kg de hielo a 0 °C y 1 atm.
- Que se necesitan 4180 J de calor para elevar 1 °C la temperatura de 1 kg de agua.
- Que se necesitan 2248,8 kJ de calor para vaporizar 1 kg de agua a 100 °C y 1 atm.

#### 48. ¿Por qué el calor latente de fusión de una sustancia es menor que el de vaporización?



En general, se necesita menos energía para modificar las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas en el cambio de sólido a líquido que en el cambio de líquido a gas.

49. ●● Para fundir un lingote de oro se han necesitado 251,2 kJ de energía calorífica. ¿Podemos afirmar que es un lingote de oro puro?

Datos: masa del lingote: 4 kg; calor latente de fusión del oro = 62,8 kJ/kg.

Sí, podemos afirmar que es oro puro calculando el calor necesario para fundir ese lingote:

$$Q = m \cdot L_f = 4 \text{ kg} \cdot 62,8 \text{ kJ/kg} = 251,2 \text{ J}$$

50. ●● Para fundir un lingote de plata fueron necesarios 210 kJ. ¿Cuál es la masa del lingote de plata?

Dato: calor latente de fusión de la plata = 105 kJ/kg.

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{210 \text{ kJ}}{105 \text{ kJ/kg}} = 2 \text{ kg}$$

51. ●●● Un bloque de hielo de 0,05 m<sup>3</sup> que se encuentra a 0 °C cae desde una altura de 20 m. Calcula:

- La energía mecánica del bloque.
- El calor producido al chocar contra el suelo.
- La masa de hielo que se fundirá si todo el calor es absorbido por el bloque.

Dato: calor latente de fusión del hielo = 334,4 kJ/kg.

$$\text{a) } d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \cdot V = 900 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,05 \text{ m}^3 = 45 \text{ kg}$$

$$E_M = E_C + E_p = 0 + m \cdot g \cdot h = 0 + 45 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m} = 8820 \text{ J}$$

- b) Al chocar contra el suelo, suponemos que toda la energía mecánica se transforma en calor. Por tanto:

$$\Delta Q = 8820 \text{ J}$$

- c) Si todo el calor es absorbido por el bloque de hielo, la masa que se fundirá será:

$$Q = m \cdot L_f \rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{8820 \text{ J}}{334 \text{ kJ/kg}} = 0,026 \text{ kg}$$

52. ●●● A un vaso calorimétrico que contiene 500 g de agua a 20 °C se hacen llegar 25 g de vapor de agua a 105 °C. Calcula la temperatura final de la mezcla suponiendo que no hay pérdidas de calor al ambiente ni al propio calorímetro.

Datos: calor específico del agua = 4180 J/(kg · K);

calor de vaporización del agua = 2248,8 kJ/kg,

calor específico del vapor de agua = 1920 J/(kg · K).

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{absorbido}} + Q_{\text{cedido}} &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - 20) - m_{\text{vapor}} \cdot L_v + \\
 + m_{\text{vapor}} \cdot c_{\text{vapor}} \cdot (100 - 105) + m_{\text{vapor}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_f - 100) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 0,5 \cdot 4180 \cdot (T_f - 20) - 0,025 \cdot 2\,248\,800 + \\
 + 0,025 \cdot 1920 \cdot (100 - 105) + 0,025 \cdot 4180 \cdot (T_f - 100) &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 2090 \cdot T_f - 41\,800 - 56\,220 - 240 + 104,5 \cdot T_f - 10\,450 &= 0 \rightarrow \\
 \rightarrow 2194,5 \cdot T_f = 108\,710 \rightarrow T_f = \frac{108\,710}{2194,5} &= 49,54 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

53.

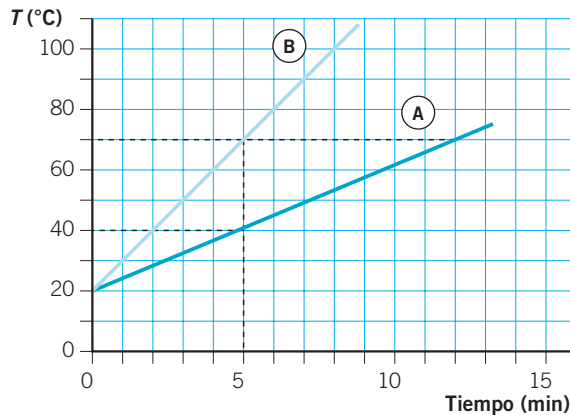
Explica qué crees que sucederá si llenas un globo con agua y le aplicas una llama.



El agua irá absorbiendo calor elevando su temperatura hasta alcanzar la ebullición a los 100 °C. Como la temperatura de ignición del globo es mayor que los 100 °C de temperatura, el plástico del globo no se quemará.

54.

La misma masa de dos sustancias A y B se calientan en el laboratorio obteniéndose las gráficas de la figura.



- Después de cinco minutos de calentar, ¿cuál es la temperatura de cada una?
- ¿Cuánto tiempo necesita cada sustancia para alcanzar los 70 °C?
- ¿La sustancia B puede ser agua? Razona la respuesta.
- ¿Pueden ser A y B la misma sustancia? ¿Por qué?
- ¿Cuál de ellas tiene un calor específico mayor?
  - 40 °C la sustancia A y 70 °C la sustancia B.
  - 12 min la sustancia A y 5 min la sustancia B.

## Transferencia de energía: calor

- c) La sustancia B no puede ser agua a la presión atmosférica, porque al pasar de 100 °C se produciría el cambio de estado a vapor de agua. Esto no se ve en la gráfica.
- d) No pueden ser la misma sustancia: tienen la misma masa y, sin embargo, se observa diferente variación de temperatura para la misma cantidad de calor. Por tanto, el calor específico será diferente, y las sustancias A y B, también.
- e) Tendrá mayor calor específico la sustancia que tarda más tiempo en aumentar la temperatura; por tanto, la sustancia A.

55. Completa las siguientes leyes obtenidas de las curvas de calentamiento:



- a) Para una presión exterior dada, cada sustancia pura cambia de estado a una temperatura \_\_\_\_\_.
  - b) Mientras dura el cambio de estado, la temperatura permanece \_\_\_\_\_.
  - c) La \_\_\_\_\_ exterior influye muy poco sobre las temperaturas de fusión y solidificación; en cambio su influencia es grande sobre la temperatura de \_\_\_\_\_.
  - d) Si la presión exterior aumenta, la temperatura de ebullición \_\_\_\_\_.
- a) Para una presión exterior dada, cada sustancia pura cambia de estado a una temperatura **determinada**.
  - b) Mientras dura el cambio de estado, la temperatura permanece **constante**.
  - c) La **presión** exterior influye muy poco sobre las temperaturas de fusión y solidificación; en cambio, la influencia es grande sobre la temperatura de **ebullición**.
  - d) Si la presión exterior aumenta, la temperatura de ebullición **aumenta**.

56. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones.



- a) El agua puede llegar a hervir a 120 °C.
  - b) La fusión es el cambio de estado líquido a sólido.
  - c) El calor específico de una sustancia depende de la temperatura.
  - d) El calor de fusión de una sustancia es igual al calor de vaporización.
- a) Verdadero. Si aumenta la presión, aumenta la temperatura de ebullición.
  - b) Falso. Es el cambio de estado de sólido a líquido.
  - c) Falso. Depende de la naturaleza de la sustancia.

d) Falso. El calor de fusión es el calor latente del cambio de estado de sólido a líquido, y el de vaporización, de líquido a gas.

57. ●● ¿Dónde hervirá el agua a mayor temperatura?

- a) ¿En Barcelona o en Madrid?
- b) ¿En el Himalaya o en Sierra Nevada?
- c) En una olla a presión o en un cazo.
- d) En un día de borrasca o en un día de anticiclón.

Razona la respuesta.

La temperatura de ebullición aumenta al aumentar la presión exterior; por tanto:

- a) En Barcelona.
- b) En Sierra Nevada.
- c) En una olla a presión.
- d) En un día de anticiclón.

58. ●●● ¿Por qué los cables utilizados en el transporte de energía eléctrica entre las ciudades se colocan flojos y no tensos?

Por las posibles dilataciones y contracciones producidas por los cambios de temperatura que pueden sufrir tanto por los cambios de estación, como por el paso de la corriente eléctrica. Si se colocasen tensos en verano, podrían contraerse en invierno por la disminución de la temperatura y llegar a romperse.

59. ● Un cable de acero tiene una longitud de 25,000 m a 22 °C. Calcula la longitud del cable a:

- a) -10 °C.
- b) 40 °C.

Dato:  $\alpha_{\text{acero}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

$$\text{a) } \Delta t = -10 \text{ } ^\circ\text{C} - 22 \text{ } ^\circ\text{C} = -32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} l &= l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) = \\ &= 25,000 \text{ m} \cdot (1 - 32 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 24,9916 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{b) } \Delta t = 40 \text{ } ^\circ\text{C} - 22 \text{ } ^\circ\text{C} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} l &= l_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot \alpha) = \\ &= 25,000 \text{ m} \cdot (1 + 18 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 25,0047 \text{ m} \end{aligned}$$

60. Un cable de acero tiene una longitud de 500 cm a 0 °C. Calcula la temperatura que debe tener para que su longitud sea de:

a) 499 cm.

b) 503 cm.

Dato:  $\alpha_{\text{acero}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

$$\text{a) } \Delta l = 499 \text{ cm} - 500 \text{ cm} = -1 \text{ cm.}$$

$$\Delta l = l_0 \cdot \Delta t \cdot \alpha \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha} = \frac{-1 \text{ cm}}{500 \text{ cm} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = -190 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow$$

$$\rightarrow t = -190 \text{ } ^\circ\text{C} + 0 \text{ } ^\circ\text{C} = -190 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{b) } \Delta l = 503 \text{ cm} - 500 \text{ cm} = 3 \text{ cm.}$$

$$\Delta l = l_0 \cdot \Delta t \cdot \alpha \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha} = \frac{3 \text{ cm}}{500 \text{ cm} \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = 571 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow$$

$$\rightarrow t = 571 \text{ } ^\circ\text{C} + 0 \text{ } ^\circ\text{C} = 571 \text{ } ^\circ\text{C}$$

61. Una plancha de cobre de 10,000<sup>2</sup> m de superficie está inicialmente a 20 °C. ¿Cuál será su superficie a las siguientes temperaturas?

a) 100 °C.

b) -20 °C.

Dato:  $\alpha_{\text{cobre}} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

$$\text{a) } \Delta t = 100 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$S = S_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot 2\alpha) = \\ = 10,000 \text{ m}^2 \cdot (1 + 80 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 10,026 \text{ m}^2$$

$$\text{b) } \Delta t = -20 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C} = -40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$S = S_0 \cdot (1 + \Delta t \cdot 2\alpha) = \\ = 10,000 \text{ m}^2 \cdot (1 - 40 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) = 99,987 \text{ m}^2$$

62. Una plancha de cobre mide 50,000 m<sup>2</sup> de superficie a 20 °C. Calcula la temperatura que deberá tener para que su superficie sea de:

a) 50,010 m<sup>2</sup>

b) 49,995 m<sup>2</sup>

Dato:  $\alpha_{\text{cobre}} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .



$$a) \Delta S = 50,010 \text{ m}^2 - 50,000 \text{ m}^2 = 0,010 \text{ m}^2$$

$$\Delta S = S_0 \cdot \Delta t \cdot 2 \cdot \alpha \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{S_0 \cdot 2 \cdot \alpha} = \frac{0,010 \text{ m}^2}{50,000 \text{ m}^2 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}} = 6,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 6,25 \text{ }^\circ\text{C} + 20 \text{ }^\circ\text{C} = 26,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$b) \Delta S = 49,995 \text{ m}^2 - 50,000 \text{ m}^2 = 0,005 \text{ m}^2$$

$$\Delta S = S_0 \cdot \Delta t \cdot 2 \cdot \alpha \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{S_0 \cdot 2 \cdot \alpha} = \frac{-0,005 \text{ m}^2}{50,000 \text{ m}^2 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}} = -3,125 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = -3,125 \text{ }^\circ\text{C} + 20 \text{ }^\circ\text{C} = 16,875 \text{ }^\circ\text{C}$$

**63.** ● Dos láminas con la misma superficie, pero de metales diferentes se unen mediante soldadura a una temperatura inicial de 20 °C.

a) ¿Qué sucederá si se calientan?

b) ¿Y si se enfrían?

a) Al ser dos metales diferentes, al calentarse se dilatarán de distinta forma.

b) Al ser dos metales diferentes, al enfriarse se contraerán de distinta forma.

**64.** ●●● El científico Humphry Davy (1778-1829) realizó la siguiente experiencia: frotó dos trozos de hielo aislados a 0 °C uno contra otro y observó que se fundía parte del hielo. ¿Cómo se explica este hecho?

a) Por un fluido invisible llamado calórico que penetraba en los cuerpos.

b) Por el calor suministrado por el frotamiento entre los trozos de hielo.

c) Por el calor de las manos transferido al hielo.

b) Por el calor suministrado por el frotamiento entre los trozos de hielo.

**65.** ●● Realiza las siguientes experiencias y explica lo que sucede.

a) Frótate las manos repetidamente durante medio minuto.

b) Dobra un clip rápidamente de un lado a otro intentando romperlo.

# Transferencia de energía: calor

- a) Se calientan por el calor suministrado por el frotamiento de las manos.  
 b) Se calienta por la transformación de trabajo en calor.

**66.** El siguiente experimento permite determinar la equivalencia entre el calor y el trabajo. Se hace caer un bloque de 50 kg atado a una cuerda de 3 m de altura que provoca la rotación de unas palas en el interior de un calorímetro con un litro de agua inicialmente a 20 °C. Calcula:

- a) La energía potencial del bloque.  
 b) El calor que absorbe el agua.  
 c) La temperatura final del agua.

$$a) E_p = m \cdot g \cdot h = 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m} = 1470 \text{ J.}$$

b) Suponemos que toda la energía del bloque es transferida al agua; por tanto:  $\Delta Q = 1470 \text{ J.}$

$$c) Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t \rightarrow 1470 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)} \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 0,35 \text{ °C} \rightarrow t = 20,35 \text{ °C}$$

**67.** Una máquina térmica consume 30 000 J en cada ciclo y produce un trabajo de 15 000 J.

- a) ¿Cuál es el rendimiento en % de la máquina?  
 b) ¿Podría obtenerse un valor superior al 100 %?

El rendimiento es:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100 = \frac{W}{Q_1} \cdot 100$$

a) Con los datos que nos dan:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 = \frac{15\,000 \text{ J}}{30\,000 \text{ J}} \cdot 100 = 50 \%$$

b) El rendimiento de una máquina térmica es la relación entre el trabajo producido y la energía consumida; nunca podría obtenerse un valor superior al 100 %.

**68.** El foco caliente de una máquina térmica produce 100 kJ/min y cede al foco frío 60 kJ/min. Calcula:

- a) El trabajo desarrollado por la máquina en un minuto y en media hora.  
 b) El rendimiento de la máquina.  
 c) La potencia desarrollada por la máquina.

a) En un minuto:

- La cantidad de calor que la máquina absorbe del foco caliente es:

$$Q_1 = 100\,000\text{ J}$$

- La cantidad de calor cedida al foco frío es:

$$Q_2 = 60\,000\text{ J}$$

El trabajo realizado es:

$$W = Q_1 - Q_2 = 100\,000\text{ J} - 60\,000\text{ J} = 40\,000\text{ J}$$

En media hora, el trabajo realizado se obtiene multiplicando por 30 el dato anterior:  $W_{\text{total}} = 1,2 \cdot 10^6\text{ J}$ .

b) El rendimiento es:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100 = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 \rightarrow \eta = \frac{40\,000\text{ J}}{100\,000\text{ J}} \cdot 100 = 40\%$$

c) La potencia se obtiene de la relación entre el trabajo y el tiempo:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{40\,000\text{ J}}{60\text{ s}} = 6667\text{ W}$$

**69.**



**Un motor quema 2 kg de combustible con un poder calorífico de 2500 kJ/kg y utiliza la energía liberada para elevar 4 t de agua hasta una altura de 40 m.**

- ¿Qué energía se produce al quemar el combustible?
- ¿Qué cantidad de energía se necesita para elevar el agua?
- ¿Qué porcentaje de calor se transforma en trabajo?

a) La energía producida es:

$$Q = 2 \cdot 2500\text{ J} = 5000\text{ kJ} = 5\,000\,000\text{ J}$$

b) La energía necesaria para elevar el agua la calculamos a través de la expresión de la energía potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 4000\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 40\text{ m} = 1\,568\,000\text{ J}$$

c) El rendimiento es:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \cdot 100 = \frac{1\,568\,000\text{ J}}{5\,000\,000\text{ J}} \cdot 100 = 31\%$$

**70.**



**Indica el mecanismo de transferencia de energía térmica que tiene lugar en cada caso.**

- Calentamiento del agua del mar por la energía procedente del Sol.
- Aumento de temperatura al calentar agua en una cocina eléctrica.
- Calentamiento de una viga metálica en un incendio.
- Movimiento de las nubes y corrientes submarinas.

- a) Radiación.
- b) Convección.
- c) Conducción.
- d) Convección.

71. Señala qué mecanismo de transmisión de calor se produce en cada caso.



- a) Con transporte de materia.
- b) Sin contacto material.
- c) Por choques entre las partículas.
- d) Por ondas electromagnéticas.
- e) En los sólidos.

- a) Convección.
- b) Radiación.
- c) Conducción.
- d) Radiación.
- e) Conducción.

72. ¿Qué le sucede a la densidad de una masa de agua o aire si se calienta?



- a) Aumenta.
- b) Disminuye.
- c) Nada.

- b) Disminuye.

73. ¿Qué le ocurre a una masa de aire si aumenta su temperatura?



- a) Ascende.
- b) Desciende.
- c) Nada.

- a) Ascende, al dilatarse y disminuir su densidad.

74. ¿Tiene alguna relación el movimiento de convección de líquidos y gases con la densidad?



- a) Sí; al enfriarse, disminuye su densidad y descienden.
- b) Sí; al calentarse, disminuye su densidad y ascienden.
- c) No hay relación.

- b) Verdadero. Al calentar un gas o un líquido, disminuye su densidad y asciende sobre las moléculas que se encuentran a menor temperatura y mayor densidad.

## RINCÓN DE LA LECTURA

### 1. Resume en una frase, a modo de titular, el primer texto.

El aumento de la temperatura media del planeta está ocasionando la fusión del hielo ártico.

### 2. Explica qué puede significar la frase referente a que tal vez «el Ártico esté a punto de alcanzar un punto de no retorno».

Un punto de no retorno implica que las consecuencias no tienen vuelta atrás, que no es posible recuperar lo que se ha perdido, incluso aunque la temperatura media de la Tierra no continúe aumentando.

### 3. Investiga y explica en qué consiste el llamado efecto invernadero.

El efecto invernadero es consecuencia de la presencia de atmósfera terrestre, que retiene una parte del calor reflejado por la Tierra y que en última instancia procede del Sol.

### 4. Redacta un resumen (máximo tres líneas) del segundo texto.

El calentamiento está afectando más a las regiones árticas que al resto del planeta.

### 5. Explica el significado de los verbos que se emplean en esos textos:

a) Citar.

b) Incrementar.

c) Revertir.

d) Mermar.

a) Citar: mencionar, hacer referencia a algo.

b) Incrementar: aumentar, elevar el valor.

c) Revertir: dicho de algo, volver a la condición que tenía antes.

b) Mermar: reducir, disminuir.

- 6.** Aporta alguna reflexión crítica a lo que has leído. ¿Qué podemos aportar cada uno de nosotros para solucionar los problemas que se mencionan en los textos?

Respuesta libre. Es interesante proponer las acciones que los ciudadanos, localmente, podemos llevar a cabo para hacer frente a los problemas globales: ahorrar energía, reciclar...