

4

FÍSICA Y QUÍMICA

SOLUCIONARIO



MADRID • BARCELONA • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • LISBOA • MÉXICO
NUEVA YORK • PANAMÁ • SAN JUAN • SANTAFÉ DE BOGOTÁ • SANTIAGO • SÃO PAULO
AUCKLAND • HAMBURGO • LONDRES • MILÁN • MONTREAL • NUEVA DELHI • PARÍS
SAN FRANCISCO • SIDNEY • SINGAPUR • ST. LOUIS • TOKIO • TORONTO

<http://www.mcgraw-hill.es>



Educación

FÍSICA Y QUÍMICA · 4.º ESO SOLUCIONARIO

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Derechos reservados © 2008, respecto a la primera edición en español, por:

McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
Edificio Valrealty, 1.ª planta
Basauri, 17
28023 Aravaca (Madrid)

ISBN: 978-84-481-6298-6

Depósito legal:

Autores del Libro del Alumno: Ángel R. Cardona, José Antonio García,
Ángel Peña, Antonio Pozas, Antonio José Vasco

Autor de la Guía Didáctica: Antonio José Vasco

Autora de Atención a la Diversidad: Reyes de la Vega

Equipo Editorial: Bernardino Pérez, Daniel Zarazaga, Anna Katarina Victoria,
Sergio Nombela

Equipo Preimpresión: Javier Aranda, Eduardo Márquez, Luis Hernández,
María de los Ángeles Ramírez, Patricia Fernández

Diseño de cubierta: islagrafica.com

Diseño de interior: Germán Alonso

Maquetación: Artedís Producción Gráfica, S.L.L.

Ilustraciones: Pilar Bermejo, Mamen Canalda

Fotografías: Getty Images, Cover, Age Fotostock, Prisma Archivo Fotográfico

Impresión:

IMPRESO EN ESPAÑA - PRINTED IN SPAIN

SUMARIO

<http://www.McGraw-Hill.es>

Libro del alumno	5
Introducción: Medidas y método científico	6
Unidad 1. El movimiento de los cuerpos	7
Unidad 2. Las fuerzas	17
Unidad 3. Las fuerzas y el movimiento	22
Unidad 4. Estática de fluidos	31
Unidad 5. Fuerzas gravitacionales	38
Unidad 6. Trabajo, potencia y energía mecánica	41
Unidad 7. Calor y energía térmica.	46
Unidad 8. La energía de las ondas: luz y sonido	51
Unidad 9. Los elementos químicos y sus enlaces	56
Unidad 10. Las reacciones químicas.	60
Unidad 11. Reacciones químicas de interés	67
Unidad 12. La química de los compuestos del carbono	71
Unidad 13. La Física y la Química en el mundo en que vivimos	76
Anexo. Formulación y nomenclatura de los compuestos inorgánicos	80
 Guía didáctica	 87
Introducción: Medidas y método científico	88
Unidad 1. El movimiento de los cuerpos	89
Unidad 2. Las fuerzas	96
Unidad 3. Las fuerzas y el movimiento	99
Unidad 4. Estática de fluidos	104
Unidad 5. Fuerzas gravitacionales	111
Unidad 6. Trabajo, potencia y energía mecánica	114
Unidad 7. Calor y energía térmica.	120
Unidad 8. La energía de las ondas: luz y sonido	124
Unidad 9. Los elementos químicos y sus enlaces	128
Unidad 10. Las reacciones químicas.	131
Unidad 11. Reacciones químicas de interés	136
Unidad 12. La química de los compuestos del carbono	138
Unidad 13. La Física y la Química en el mundo en que vivimos	142

Atención a la diversidad	145
Unidad 1. El movimiento de los cuerpos	146
Unidad 2. Las fuerzas	147
Unidad 3. Las fuerzas y el movimiento	148
Unidad 4. Estática de fluidos	149
Unidad 5. Fuerzas gravitacionales	150
Unidad 6. Trabajo, potencia y energía mecánica	152
Unidad 7. Calor y energía térmica.	153
Unidad 8. La energía de las ondas: luz y sonido	154
Unidad 9. Los elementos químicos y sus enlaces	156
Unidad 10. Las reacciones químicas.	158
Unidad 11. Reacciones químicas de interés	159
Unidad 12. La química de los compuestos del carbono	162
Unidad 13. La Física y la Química en el mundo en que vivimos	166

A cluster of squares in various shades of gray, ranging from light to dark, arranged in a non-uniform pattern in the top-left corner of the page.

SOLUCIONARIO LIBRO

A cluster of squares in various shades of gray, ranging from light to dark, arranged in a non-uniform pattern in the bottom-right corner of the page.

INTRODUCCIÓN: MEDIDAS Y MÉTODO CIENTÍFICO

<http://www.McGraw-Hill.es>

EJERCICIOS

1 Cita 10 magnitudes derivadas y escribe el nombre de la unidad que tienen en el SI.

Respuesta libre. Ejemplos: velocidad (m/s), aceleración (m/s²), cantidad de movimiento (kg m/s), impulso (N s), fuerza (N —newton—), energía (J —julio—), calor (J), trabajo (J), potencia (W —vatio—), cantidad de electricidad (C —culombio—), diferencia de potencial (V —voltio—), resistencia (Ω —ohmio—) que ya conozcan y velocidad angular (rad/s), aceleración angular (rad/s²), frecuencia (Hz —hertzio—), etcétera.

2 Busca en Internet o en libros el valor de 10 constantes físicas y escríbelas en notación científica con unidades del Sistema Internacional.

Respuesta libre.

3 Escribe el valor de π y de $\sqrt{3}$ con 5 cifras significativas, redondeando el número si es preciso. Recuerda que lo puedes hacer con la calculadora.

$\pi \approx 3,141\ 592\ 653\ 589\ 793\ 238\ 462\ 643\ 383\ 279\ 502\ 884\ 197\ 169\ 399\ 375\ 105\ 820\ 974\ 944\ 592\ 307\ 816\ 406\ 286\ 208\ 998\ 628\ 034\ 825\ 342\ 117\ 067\ 982\ 148\ 086\ \dots \approx 3,141\ 59$

$\sqrt{3} \approx 1,732\ 050\ 807\ 568\ 877\ 293\ 527\ 446\ 341\ 505\ 872\ 366\ 942\ 805\ 253\ 810\ 380\ 628\ 055\ 806\ 979\ 451\ 933\ 016\ 908\ 800\ 037\ 081\ 146\ 186\ 757\ 248\ 575\ 675\ 626\ \dots \approx 1,732\ 05$

4 Si tengo un reloj preciso puesto en hora perfectamente (es exacto) en Valencia y me voy volando a Tenerife, ¿sigue siendo correcta la hora que marca el reloj si no lo cambio de hora? ¿Sigue siendo exacto el reloj? ¿Y preciso? ¿Cuánto vale el sesgo que tiene el reloj?

La hora ya no es correcta puesto que, por convenio, la hora en Canarias es una unidad anterior a la de la Península. El reloj ha dejado de ser exacto, pues no marca la hora correcta, aunque sigue siendo igual de preciso que era en Valencia. Lo que ha variado es que antes tenía un sesgo nulo y ahora tiene un sesgo de una hora de adelanto sobre la hora correcta.

5 Haz un trabajo buscando en Internet o en libros el nombre de 10 aparatos de medida, quién los fabricó por primera vez (si es posible), qué magnitud miden, si existe la versión analógica y/o digital y cómo se utilizan.

Respuesta abierta. Hay multitud de aparatos de medida que pueden contestar como respuesta. Enunciar aquí todas las posibilidades excede el espacio del que disponemos. En Wikipedia, «instrumento de medición», hay una enumeración exhaustiva de aparatos de medida con su historia, en la mayoría de los casos (http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumento_de_medici%C3%B3n).

6 Intenta averiguar por qué, si pesamos un objeto con una balanza y una báscula en la Tierra, da el mismo valor, mientras que si lo hacemos en la Luna da valores distintos.

En la Tierra, una balanza compararía el objeto con una serie de pesas que equivalen a su peso y a su masa, ya que se ven atraídas por la Tierra de igual forma (objeto y pesas). Lo mismo sucede en la Luna, aunque ahora la fuerza de atracción sea menor, pero lo es por igual para los dos conjuntos (objeto y pesas). En la Tierra, una báscula compara el peso del objeto con la compresión que produce en un muelle, que se ha calibrado para medir pesos en la Tierra, por lo que el valor que se obtendrá será el correcto. En la Luna, el objeto pesa menos, comprime o estira menos el muelle y el valor obtenido será menor al del peso del objeto en la Tierra (la sexta parte).

EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS

1

<http://www.McGraw-Hill.es>

EJERCICIOS

1 Coloca las siguientes posiciones en el sistema cartesiano y dibuja una posible trayectoria para el móvil: a) (1, 2); b) (2, 4); c) (5, 7); d) (8, 9); e) (11, 11); f) (12, 15) y g) (14, 20).

Se trata, simplemente, de colocar los puntos señalados en un diagrama de coordenadas.

2 ¿Tiene el mismo valor el desplazamiento que el espacio recorrido?

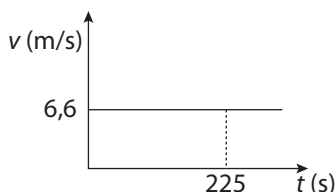
El desplazamiento no tiene por qué coincidir con el espacio recorrido (ver libro de texto).

3 ¿En qué caso coinciden el desplazamiento y el espacio recorrido?

Cuando la trayectoria seguida por el móvil coincide con el desplazamiento.

4 Representa gráficamente la velocidad frente al tiempo de los datos recogidos en la Tabla 1.1. Ten en cuenta que la velocidad debes expresarla en m/s.

- ¿Qué conclusiones obtienes de la gráfica?
- ¿Cuánto vale el área encerrada entre la línea que has obtenido, el valor de tiempo $t = 60$ s y el eje de abscisas?
- Calcula matemáticamente, aplicando la correspondiente ecuación, el espacio recorrido por el corredor en los primeros 60 s del movimiento.
- ¿Qué conclusiones obtienes de los resultados obtenidos en los apartados b) y c)?



a) Estamos ante un movimiento rectilíneo uniforme.

$$v = \frac{e}{t} = \frac{300}{45} = 6,6 \cdot \text{m s}^{-1}; \frac{700}{105} = 6,6 \cdot \text{m s}^{-1}$$

$$\frac{1100}{165} = 6,6 \cdot \text{m s}^{-1}; \frac{1500}{225} = 6,6 \cdot \text{m s}^{-1}$$

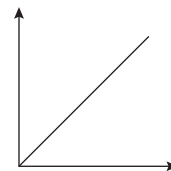
b) $A = 6,6 \cdot 225 = 1485 \text{ m}^2$

c) $e = 6,6 \cdot 60 = 396 \text{ m}$

d) Que, al ser el mismo, el área contenida debajo de la recta y la ecuación $e = v t$ representan lo mismo.

5 Si se puede calcular la velocidad del coche mediante una simple división entre el espacio y el tiempo o leyén-

dolo en el velocímetro, ¿por qué empleamos la representación gráfica y el cálculo de la pendiente para obtener la velocidad? ¿Qué ventajas tiene resolver el problema mediante el método gráfico? ¿Crees que es importante el número de datos que se obtengan a la hora de emplear este método?



Porque la representación gráfica ajusta de forma correcta y lo más aproximada posible los datos de una experimentación, ya que es difícil que los datos experimentales se ajusten exactamente a rectas. Para evitar esos pequeños errores se hace el ajuste por el método de mínimos cuadrados de los puntos experimentales que en principio se ajustan a una recta. De esa forma, eliminamos el posible error experimental. Por ello, el número de datos ha de ser el máximo posible. Al calcular la pendiente de la gráfica ajustada a los puntos se obtiene el valor medio e igualmente se minimizan los errores.

6 El guepardo puede llegar a correr a 30 m/s. Calcula:

- Cuál es su velocidad en km/h.
- Cuánto tiempo tardaría en recorrer 1 km.

a) $30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

b) $t = \frac{e}{v} = \frac{1 \text{ km}}{108 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0,00925 \text{ horas} = 33,3 \text{ s}$

7 Calcula la velocidad media del ejemplo anterior empleando unidades del SI.

$$88 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{27,81 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 24,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

8 ¿Puede ser la velocidad instantánea diferente de la velocidad media?

Sí, pues la velocidad media es el cociente entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo, mientras que la velocidad instantánea es la velocidad del móvil en un instante dado.

9 ¿Podrías decir en qué tipo de movimiento coincide siempre la velocidad media con la velocidad instantánea?

En el movimiento uniforme constante.

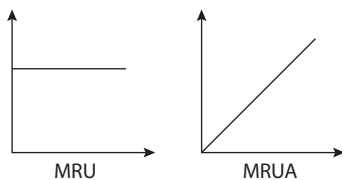
10 ¿Únicamente con el dato de la velocidad de un coche puedes saber si tiene aceleración?

Sí, pues la velocidad va variando con el tiempo, su cociente es la aceleración. Si la velocidad del móvil fuera constante la aceleración sería cero.

11 ¿Qué conclusiones obtienes de la gráfica representada en la Fig. 1.10?

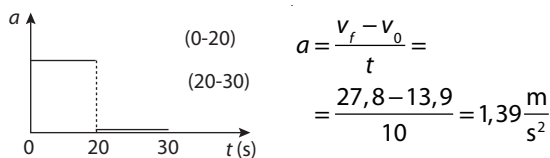
Que el movimiento en la primera parte del recorrido lleva velocidad variable y, por lo tanto, es uniformemente variado y en la segunda parte del recorrido lleva velocidad constante, lo que implica aceleración cero y responde a un movimiento rectilíneo uniforme.

12 Compara las gráficas v-t de los movimientos MRU y MRUA. ¿Qué diferencias observas?



Aunque en ambos casos la representación gráfica es una recta, en un caso (MRU) la pendiente es cero, y en el otro (MRUA) la pendiente es $\neq 0$.

13 Obtén la gráfica de «a» frente a «t» de la Fig. 1.10. ¿Qué conclusiones obtienes?



$a = 0$ ya que $v = \text{cte}$

14 Con los datos de la Tabla 1.2:

- a) **Calcula el espacio recorrido por el móvil en cada intervalo.**
 b) **Representa en una gráfica el espacio recorrido frente al tiempo.**

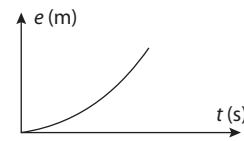
a) en el intervalo $t = 0\text{s}$ a $t = 20\text{s}$ se produce un MRUA, así

$$e_1 = e_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1,39 \cdot 20^2}{2} = 278 \text{ m}$$

en el intervalo $t = 20\text{s}$ a $t = 30\text{s}$ el movimiento es MRU, así
 $e_2 = v \cdot t = 27,8 \cdot 10 = 278 \text{ m}$

$$e_T = e_1 + e_2 = 278 + 278 = 556 \text{ m}$$

b)



15 Con los conocimientos que has adquirido, completa la siguiente tabla y deduce las ecuaciones que faltan.

Velocidad	Aceleraciones	Espacio	Tiempo
$v = f(v_0, a, t)$ $v_f = v_0 + a t$	$a = f(v_0, e, t)$ $a =$	$e = f(v_0, a, e)$ $e =$	$t = f(v_0, v, a)$ $t =$
$v = f(v_0, e, t)$ $v_f = \left(\frac{2e}{t} \right) - v_0$	$a = f(v_0, v, e)$ $a =$	$e = f(v_0, v, a)$ $e =$	$t = f(v_0, v, e)$ $t =$
$v = f(v_0, a, e)$ $v_f = \sqrt{v_0^2 + 2 a e}$	$a = f(v_0, v, t)$ $a =$	$e = f(v_0, a, t)$ $e = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$t = f(v_0, e, a)$ $t =$

$$a = f(v_0, e, t) \text{ sabemos que } v = v_0 + a t \text{ y } e = \left(\frac{v_f + v_0}{2} \right) \cdot t$$

$$\text{por tanto: } e = \left(\frac{v_0 + a t + v_0}{2} \right) \cdot t = \left(\frac{2v_0 + a t}{2} \right) \cdot t =$$

$$= v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\text{despejamos } a \text{ tenemos: } a = \frac{2e - 2v_0 t}{t^2}$$

$$a = f(v_0, v, e); t = \frac{v - v_0}{a}; e = \frac{v + v_0}{2} \cdot \frac{v - v_0}{a} =$$

$$= \frac{v^2 - v_0^2}{2a}; e = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\text{de donde: } a = \frac{v^2 - v_0^2}{2e}$$

$$a = f(v_0, v, t) \text{ directamente } a = \frac{v - v_0}{t}$$

Con el espacio actuamos de la misma forma:

$e = f(v_0, v, a)$, ya lo hemos calculado cuando se hizo la $a = f(v_0, v, t)$ y por tanto:

$$e = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$e = f(v, a, t); e = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Con el tiempo procedemos de la misma forma:

$$t = f(v_0, v, e) \text{ directamente; } t = \frac{2e}{v + v_0}$$

$$t = f(v_0, a, e) \text{ directamente; } \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t - e = 0$$

ecuación de 2.º grado que habría que resolver; $t = f(v_0, v, a)$

$$\text{directamente } t = \frac{v - v_0}{a}$$

EJERCICIOS PROPUESTOS

16 Expresa en radianes la equivalencia de los siguientes ángulos: a) 30° ; b) 60° ; c) 240° ; d) 320° y e) 3 vueltas.

$$\begin{aligned} \text{a) } 30^\circ \cdot \frac{\pi \text{ rad}}{180^\circ} &= 0,166\pi; & \text{b) } 60^\circ \cdot \frac{\pi \text{ rad}}{180^\circ} &= 0,33\pi \\ \text{c) } 240^\circ \cdot \frac{\pi \text{ rad}}{180^\circ} &= 1,33\pi; & \text{d) } 320^\circ \cdot \frac{\pi \text{ rad}}{180^\circ} &= 1,77\pi \\ \text{e) } 3 \text{ vueltas} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} &= 6\pi \text{ rad} \end{aligned}$$

17 Expresa la velocidad angular de un CD que gira a 45 rpm. Asimismo, calcula la velocidad lineal de los puntos situados a 5 y 8 cm del centro.

$$45 \text{ rpm} = 45 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1,5\pi \text{ rad/s}$$

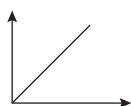
$$v = R \cdot \omega = 1,5\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,05 \text{ m} = 0,075 \text{ m/s}$$

$$v = R \cdot \omega = 1,5\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,08 \text{ m} = 0,12 \text{ m/s}$$

18 En la experiencia de laboratorio *Movimiento circular uniforme*, mide la distancia de las fichas roja, amarilla, verde y azul y calcula la velocidad de cada una. Posteriormente, representa en una gráfica las velocidades lineales en ordenadas y las distancias al centro del microondas de cada ficha, en abscisas. ¿Qué deduces de esa ecuación?

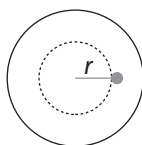
Realizar la experiencia.

— La velocidad angular de todas las fichas es la misma y, por tanto, constante.



— La velocidad lineal dependerá de la distancia al eje de giro, pero la gráfica que debemos obtener será una recta cuya pendiente es la velocidad angular (ω).

19 Expresa el periodo y la frecuencia, en función de la velocidad lineal, de un punto situado a una distancia r del centro.



$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2/v}{\frac{v}{r}} = \frac{2\pi r}{v}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{v}{2\pi r}$$

PARA REPASAR

1 Explica qué es la trayectoria de un móvil.

Trayectoria es la línea que une todos los puntos por los que ha pasado el móvil.

2 Define qué es desplazamiento y qué es el espacio recorrido por un móvil. Di qué diferencias encuentras entre ellos.

Desplazamiento es la distancia más corta entre dos puntos, mientras que el espacio recorrido es la trayectoria seguida por el móvil.

3 ¿Qué es lo que mide la aceleración?

La variación de la velocidad con el tiempo.

4 ¿Cómo definirías el movimiento uniforme? ¿Cuánto vale la aceleración en el movimiento rectilíneo uniforme?

Es el movimiento que lleva un móvil cuando su velocidad permanece constante respecto al tiempo. La aceleración es 0.

5 Hay una magnitud que permanece constante en el movimiento rectilíneo uniforme. ¿Cuál es?

La velocidad.

6 ¿Siempre son iguales la velocidad media y la velocidad instantánea?

Velocidad media es el cociente entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo. Es igual a la velocidad instantánea cuando la aceleración es 0.

7 ¿Qué magnitud permanece constante en un movimiento uniformemente acelerado?

La aceleración.

8 ¿Cómo varía la velocidad de caída de un cuerpo que se deja caer desde una azotea? ¿Qué variación sufre la velocidad vertical del mismo cuerpo cuando se lanza hacia arriba?

La caída es un movimiento uniformemente acelerado, cuya aceleración adquiere un valor que coincide con el de la gravedad.

$$a = g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

El movimiento hacia arriba —contra el sentido de la gravedad— hará que el móvil sufra una aceleración exactamente igual que en el caso anterior, cuyo valor será:

$$a = -g = -9,8 \text{ m/s}^2$$

9 ¿Qué indica el velocímetro de un vehículo que se mueve con movimiento circular uniforme? ¿Qué ocurre con la dirección hacia la que se dirige el coche? ¿Es siempre la misma?

El velocímetro se mantiene inmóvil.

Que cambia continuamente, siendo tangente a la trayectoria que es una circunferencia.

10 Si desde un barco te comunicaras por teléfono con otra persona, ¿cómo le indicarías tu posición exacta en ese instante?

Lo correcto sería preguntar por las coordenadas de situación al capitán, así como el rumbo a seguir y la velocidad que llevamos en ese instante.

Otra forma menos precisa sería contestar, una vez conocida la velocidad media que lleva el barco, que la posición de éste respecto al muelle del que partió será la recorrida a esa velocidad multiplicada por el tiempo transcurrido desde la salida hasta que realizamos la llamada, suponiendo que el rumbo del barco es conocido.

11 ¿Por qué cuando vuelas en avión sobre el océano no puedes demostrar que el avión está en movimiento?

Porque el punto de referencia, el azul del océano, es siempre igual y no existe ningún elemento que nos haga saber que estamos en movimiento; igual ocurrirá si volamos en un cielo limpio de nubes.

12 Expresa en rad/s la velocidad angular de las manecillas de un reloj.

La aguja del segundero da una vuelta cada minuto:

$$\begin{aligned} \text{Segundero} \rightarrow \omega &= \frac{1 \text{ vuelta}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \\ &= \frac{\pi \text{ rad}}{30 \text{ s}} = 0,10 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{aligned}$$

La aguja del minuterio da una vuelta cada hora, y por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Minuterio} \rightarrow \omega &= \frac{1 \text{ vuelta}}{\text{h}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \\ &= 1,74 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s} \end{aligned}$$

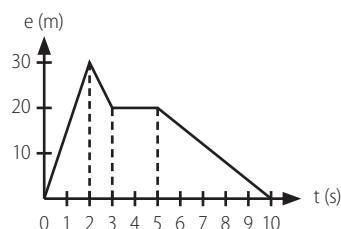
La aguja horaria da una vuelta cada 12 horas, y por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Horaria} \rightarrow \omega &= \frac{1 \text{ vuelta}}{12 \text{ h}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \\ &= 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s} \end{aligned}$$

13 Indica cuerpos o sistemas materiales que se muevan a tu alrededor continuamente, desde las nubes hasta el mar.

Se mueven: las nubes, el agua de lluvia, la nieve en su deshielo hacia los ríos, el agua de los ríos en su recorrido hacia el mar, el agua que se evapora del mar y vuelve a formar nubes, las personas, los coches, etcétera.

14 La representación gráfica del movimiento de un cuerpo es la que aparece en la figura siguiente.



- Explica razonadamente los movimientos que el móvil ha seguido desde el principio.
- ¿Cuál ha sido la velocidad que ha llevado el móvil en el primer y tercer tramo?
- ¿Qué distancia ha recorrido mientras ha durado el movimiento?
- ¿Cuál es el desplazamiento final del móvil?

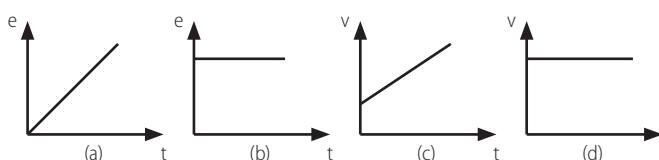
- De (0-2) segundos, MRU; de (2-3) segundos, marcha atrás con MRU; de (3-5) segundos, el móvil está parado; de (5-10) segundos, marcha atrás hasta llegar al punto de partida con MRU.

$$\text{b) Primer tramo} \rightarrow v = \frac{e}{t} = \frac{30}{2} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Tercer tramo} \rightarrow v = \frac{\Delta e}{\Delta t} = \frac{0}{2} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \text{ está parado durante 2 s.}$$

- $e_T = e_1 + e_2 + e_3 + e_4 = 30 + 10 + 0 + 20 = 60 \text{ m.}$
- Desplazamiento cero, pues el móvil vuelve al punto de origen.

15 De las gráficas siguientes correspondientes a movimientos rectilíneos, ¿cuáles corresponden a un MRU y cuáles a un MRUA? ¿Hay alguna gráfica que no corresponda a ninguno de los movimientos? Razona tus respuestas.



Gráfica (a): MRU $v = \text{cte}$.

Gráfica (b): el móvil está parado.

Gráfica (c): MRUA con velocidad inicial v_0 ($a = \text{cte}$).

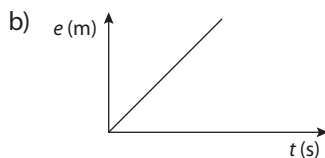
Gráfica (d): MRU $v = \text{cte}$.

16 Un cuerpo lleva un movimiento correspondiente a la tabla adjunta:

Tiempo (s)	0	10	20	30	40	50	60
Espacio (m)	0	25	50	75	100	125	150

- a) ¿Cuál ha sido la velocidad media del móvil a lo largo del recorrido?
 b) Representa gráficamente los valores de la tabla. ¿Qué significado tiene esa gráfica?

a) $v_m = \frac{\Delta e}{\Delta t} = \frac{150-0}{60-0} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



La gráfica es la representación de una recta cuya pendiente es la velocidad, única magnitud que se mantiene constante.

17 En una prueba de aceleración, una moto de carreras alcanza los 240 km/h en 14 s. Calcula la velocidad que ha alcanzado, en unidades del SI, así como su aceleración y el espacio recorrido.

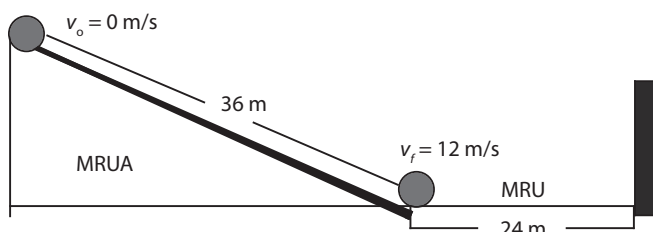
a) $v = 240 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 66,6 \text{ m/s}$

b) $a = \frac{v}{t} = \frac{66,6 \text{ m/s}}{14} = 4,7 \text{ m/s}^2$

c) $e = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{66,6 \text{ m/s} \cdot 14 \text{ s}}{2} = 466,2 \text{ m}$

18 Una esfera se deja caer con una aceleración de 2 m/s^2 por un plano inclinado de 36 m de longitud. Posteriormente, continúa moviéndose sobre un plano horizontal con MRU, hasta que choca y se detiene en una pared que hay a 24 m de distancia del plano inclinado.

- a) Calcula la velocidad final con la que el móvil llega al final del plano inclinado.
 b) ¿Cuánto tiempo ha estado el cuerpo en movimiento?
 c) Dibuja las gráficas $v-t$ y $e-t$ del movimiento completo.

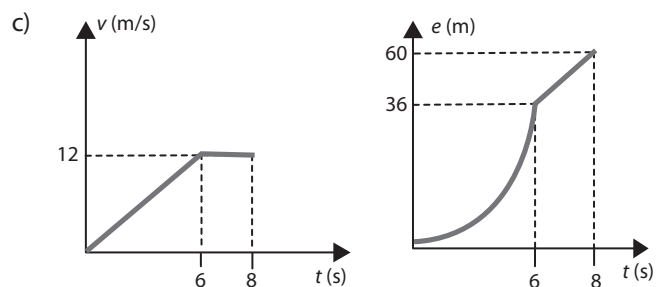


a) Aplicamos la ecuación:

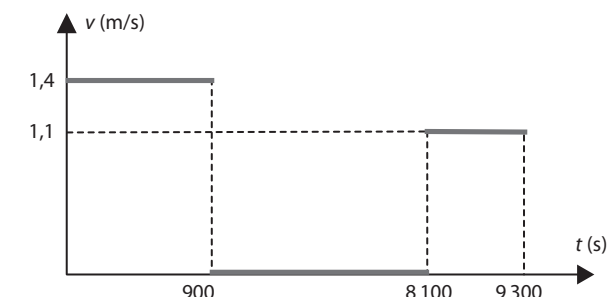
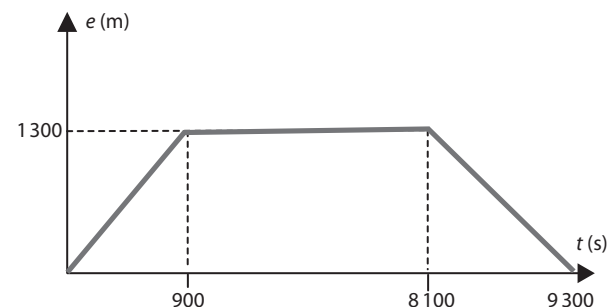
$$v = \sqrt{2 a e} = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 36} = 12 \text{ m/s}$$

b) Dividimos el tiempo en el tramo A, que es un MRUA y en el tramo B, que es un MRU

$$\left. \begin{aligned} t_A &= \frac{v}{a} = \frac{12 \text{ m/s}}{2 \text{ m/s}^2} = 6 \text{ s} \\ t_B &= \frac{e}{v} = \frac{24 \text{ m}}{12 \text{ m/s}} = 2 \text{ s} \end{aligned} \right\} t_T = t_A + t_B = 2 \text{ s} + 6 \text{ s} = 8 \text{ s}$$



19 Nos vamos a la playa, que se encuentra a 1,3 km de casa. Tardamos 15 minutos en llegar, estamos en ella durante dos horas y volvemos a casa en 20 minutos. Dibuja las gráficas $e-t$ y $v-t$ que representan nuestro movimiento a lo largo de la mañana.

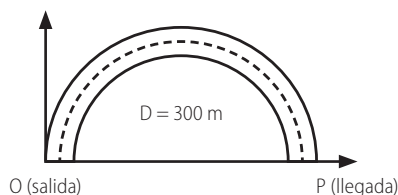


Hemos pasado los kilómetros a metros: $1,3 \text{ km} = 1300 \text{ m}$

Las horas a segundos: $2 \text{ h} = 7200 \text{ s}$

Y los minutos a segundos: $15 \text{ min} = 900 \text{ s}$ y $20 \text{ min} = 1200 \text{ s}$

20 Un ciclista recorre una semicircunferencia cuyo diámetro son 300 metros. Si situamos el origen de coordenadas en el punto de la salida (véase la figura), contesta las siguientes preguntas:



- a) ¿Cuál es el espacio recorrido por el ciclista?
b) ¿Cuál ha sido su desplazamiento desde el origen de coordenadas?

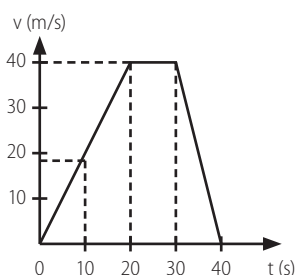
$$D = 300 \text{ m}$$

$$L = 2\pi r$$

$$a) \quad e = \frac{2\pi r}{2} = \pi r = 3,14 \cdot 150 = 471 \text{ m}$$

$$b) \quad \text{Desplazamiento} = 300 \text{ m}$$

21 El movimiento de un cuerpo responde a la gráfica de la figura siguiente:



- a) ¿Qué movimiento lleva en cada tramo de la gráfica?
b) Calcula el espacio recorrido cuando el tiempo transcurrido ha sido 30 s.

$$a) \quad \begin{aligned} (0 - 20) \text{ segundos} &= \text{MRUA} \\ (20 - 30) \text{ segundos} &= \text{MRU} \\ (30 - 40) \text{ segundos} &= \text{MRUA} \end{aligned}$$

$$b) \quad e = e_1 + e_2; \quad e_1 = \frac{vt}{2} = \frac{40 \cdot 20}{2} = 400 \text{ m};$$

$$e_2 = v \cdot t = 40 \cdot 10 = 400 \text{ m}$$

$$e = 400 + 400 = 800 \text{ m}$$

22 Calcula la velocidad media de un ciclista que tarda 15 minutos en recorrer 12 km. Calcula su velocidad y exprésala en km/h y en m/s.

$$v = \frac{e}{t} = \frac{12\,000}{900} = 13,3 \text{ m/s};$$

$$13,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} = 48 \text{ km/h}$$

23 El movimiento sobre una línea horizontal correspondiente a un móvil viene dado por la expresión $e = 10 + 20t$, donde el espacio viene en metros y el tiempo, en segundos. Calcula:

- a) La posición del objeto cuando han transcurrido 30 segundos.

<http://www.McGraw-Hill.es>

- b) ¿Qué representa el número 10? ¿Y el 20?
c) El tiempo que debe transcurrir hasta que el móvil se encuentre a 500 metros de distancia.
d) ¿Cuál es la velocidad del móvil?
e) Representa la gráfica del movimiento.

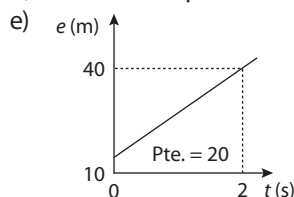
$$e = 10 + 20t$$

$$a) \quad t = 30 \text{ s} \rightarrow e = 10 + 20 \cdot 30 = 610 \text{ m}$$

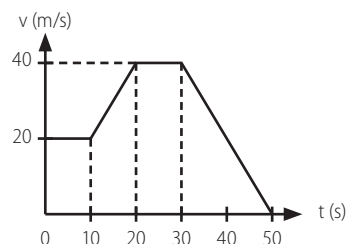
$$b) \quad \text{El espacio inicial} \rightarrow t = 0; e = e_0$$

$$c) \quad 500 = 10 + 20t \rightarrow t = 24,5 \text{ s}$$

$$d) \quad 20 \text{ m/s es la pendiente de la recta } e = e_0 + vt$$



24 La representación gráfica de un movimiento viene dada por la figura adjunta. Responde a las siguientes cuestiones:



- a) ¿En qué tramos el movimiento es uniforme? ¿En algún tramo el cuerpo está parado?
b) ¿Cuál ha sido la aceleración durante el primer y cuarto tramos?
c) ¿Qué espacio total ha recorrido el móvil?

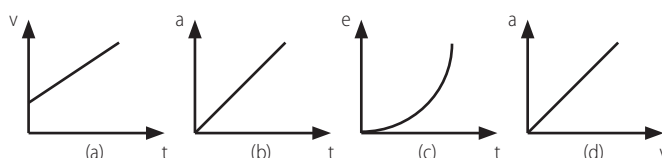
$$a) \quad \begin{aligned} (0 - 10) \text{ segundos} &\rightarrow \text{MRU} \\ (10 - 20) \text{ segundos} &\rightarrow \text{MRUA aceleración positiva} \\ (20 - 30) \text{ segundos} &\rightarrow \text{MRU} \\ (30 - 50) \text{ segundos} &\rightarrow \text{MRUA aceleración negativa} \end{aligned}$$

$$b) \quad \text{Primer tramo } a = 0 \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0}{10} = 0$$

$$\text{Cuarto tramo } a = \frac{v_f - v_0}{\Delta t} = \frac{0 - 40}{5} = -\frac{4}{5} \text{ m/s}^2$$

$$c) \quad e_1 = 200 \text{ m}; e_2 = 300 \text{ m}; e_3 = 400 \text{ m}; e_4 = 400 \text{ m} \\ e_t = 1\,300 \text{ m}$$

25 Razona cuál de las gráficas de la figura siguiente responden a un MRUA. ¿Cuáles de ellas no? Razona tus respuestas.



La a) y la c) corresponden a un MRUA.

- La a) responde a una gráfica de la forma:
 $y = mx + n$; donde la pendiente es la aceleración, $v = v_0 + at$
- La c) corresponde a una gráfica de la forma
 $y = 1/2 at^2 \rightarrow e = 1/2 at^2$

26 Dos familias, en coche, van a visitar una ciudad que se encuentra a 450 km de su lugar de origen. Una de ellas va a 100 km/h de media, mientras que la otra va a 120 km/h.

- ¿Cuál debe salir primero para que al cabo de cierto tiempo se puedan encontrar en una gasolinera a 240 km del punto de partida?
- Si el coche que marcha a mayor velocidad sale 15 minutos más tarde, ¿cuánto tiempo tardará en alcanzar al otro?
- ¿Qué distancia han recorrido ambos en ese momento?
- Representa ambos movimientos en la misma gráfica.

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= 100 \text{ km/h} = 27,77 \text{ m/s} \\ v_2 &= 120 \text{ km/h} = 33,33 \text{ m/s} \end{aligned} \right\}$$

- Debe salir primero la familia que va a menor velocidad.
- Cuando la segunda familia alcance a la primera, ambas habrán realizado el mismo recorrido, la distancia desde el inicio al punto P.

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= v_1 t_1 \\ e_2 &= v_2 t_2 \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} v_1 t_1 &= v_2 t_2; t_2 = t_1 - 900 \\ 27,77 \cdot t_1 &= 33,33 (t_1 - 900); t_1 = 5395,14 \text{ s} \\ t_2 &= 5395,14 - 900 = 4495,14 \text{ s} \end{aligned}$$

- $e_1 = 27,77 \cdot 5395,1 = 149822 \text{ m}$
 $e_2 = 33,33 \cdot 4495,1 = 149822 \text{ m}$
- Solución gráfica no incluida.

27 Los datos de e , v y t correspondientes al inicio de un recorrido que ha realizado un coche con MRUA en el transcurso de una carrera, se han recogido en la siguiente tabla de forma incompleta.

Tiempo (s)	0	5	10	
Velocidad (m/s)	0	40	80	
Espacio (m)	0		400	700

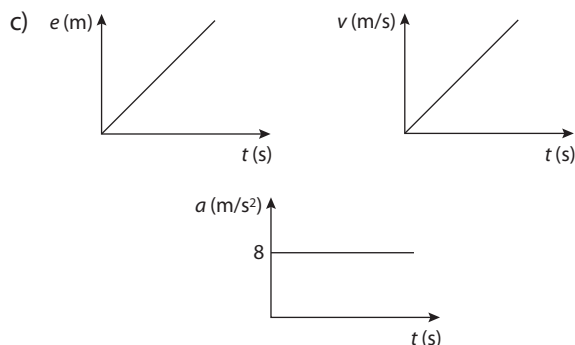
- Completa los datos de la tabla.
- Calcula la aceleración del coche.
- Representa las gráficas $e - t$, $v - t$ y $a - t$ del movimiento hasta el punto final.

$$\begin{aligned} a) \quad e &= \frac{v_f^2 - v_0^2}{2a} = \frac{40^2}{2 \cdot 8} = 100 \text{ m}; \quad e = \frac{v t}{2} = \frac{40 \cdot 5}{2} = 100 \text{ m}; \\ e &= \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 5^2 = 100 \text{ m} \end{aligned}$$

$$700 = 1/2 \cdot 8 \cdot t^2 \rightarrow t = 13,2 \text{ s};$$

$$v = at = 8 \cdot 13,2 = 105,6 \text{ m/s}$$

$$b) \quad a = \frac{v_f - v_0}{t} = \frac{80 - 0}{10} = 8 \text{ m/s}^2$$

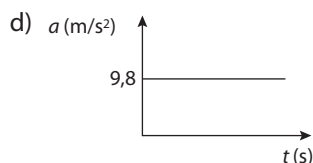
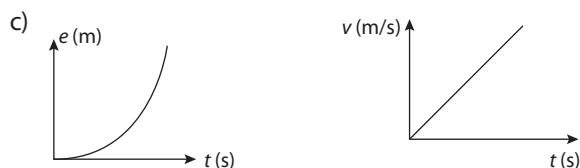


28 Un nadador en una competición de saltos compite desde el trampolín de 20 m. Calcula:

- Con qué velocidad llegará al agua si se deja caer libremente.
- Cuánto tiempo tardará en efectuar el recorrido.
- Cómo sería la representación gráfica del espacio frente al tiempo y de la velocidad frente al tiempo a lo largo de toda la trayectoria.
- Dibuja también la gráfica de la aceleración frente al tiempo en todo el movimiento.

$$a) \quad h = 20; v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 20} = 19,8 \text{ m/s}$$

$$b) \quad v_f = v_0 + at; \quad t = \frac{v_f - v_0}{a} = \frac{19,8 - 0}{9,8} = 2 \text{ s}$$



29 La ecuación de velocidad de un móvil viene dada por la siguiente expresión:

$$v = 30 + 3t$$

donde la velocidad está expresada en m/s y el tiempo, en segundos. Contesta a las siguientes cuestiones:

- Cuál es la velocidad inicial del móvil.
- El tipo de movimiento que lleva.
- Cuál será su velocidad a los 5 segundos.
- Cuál es su aceleración.
- El espacio que recorrerá el móvil en 50 segundos.
- El tiempo necesario para que el móvil tenga una velocidad de 35 m/s.

g) Construye una gráfica $v - t$ que represente el movimiento.

a) $v_0 = 30 \text{ m/s}$ responde a la recta de la forma:

$$v_f = v_0 + a t$$

b) MRUA

c) $v = 30 + 3 \cdot 5 = 45 \text{ m/s}$

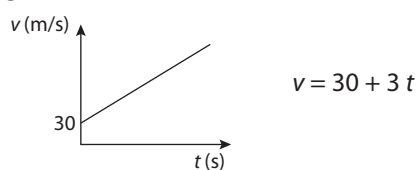
d) $a = 3 \text{ m/s}^2$ es la pendiente de la recta

e) Aplicamos $e = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 =$

$$= 30 \cdot 50 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 50^2 = 5250 \text{ m}$$

f) $35 = 30 + 3t \rightarrow t = 1,66 \text{ s}$

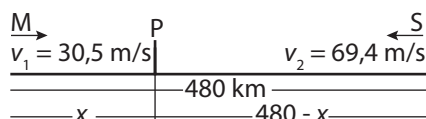
g)



30 Dos trenes salen al mismo tiempo de Madrid y de Sevilla. El tren que sale de Madrid hacia Sevilla es un tren de mercancías que circula a una velocidad media de 110 km/h, mientras que el que sale de Sevilla hacia Madrid es el AVE, que circula a una velocidad media de 250 km/h. Sabiendo que la distancia Madrid-Sevilla es de 480 km, calcula:

a) El tiempo que tardan en cruzarse.

b) El espacio recorrido por cada tren en ese momento.



Cuando se encuentren los dos trenes habrán tardado el mismo tiempo desde que partieron, lo que ocurre es que el más rápido habrá recorrido más espacio; por tanto, se debe cumplir:

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= 30,5 \cdot t_1 \\ e_2 &= 69,44 \cdot t_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} t_1 &= t_2; \frac{e_1}{30,5} = \frac{e_2}{69,44} \\ e_1 &= x; e_2 = 480 - x \end{aligned}$$

$$\frac{x}{30,5} = \frac{480 - x}{69,44}$$

$$x = 146,48 \cdot 10^3 \text{ m} = 146,48 \text{ km}$$

El móvil 1 recorre 146,48 km.

$$t_1 = \frac{146,48 \text{ km}}{110 \text{ km/h}} = 1,33 \text{ horas}$$

El móvil 2 recorre 333,52 km.

$$t_2 = \frac{333,52 \text{ km}}{250 \text{ km/h}} = 1,33 \text{ horas}$$

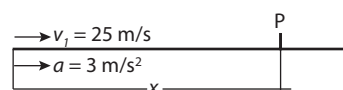
31 Un camión que se desplaza a velocidad constante de 90 km/h adelanta a un coche que se encuentra parado en la carretera. Si éste arranca 5 segundos después con una aceleración constante de 3 m/s^2 , calcula:

a) El tiempo que tardará el coche en alcanzar al camión.

b) La velocidad del coche cuando alcanza al camión.

c) El espacio que recorre el camión antes de ser alcanzado.

$$v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$



Cuando el coche alcance al camión se ha de cumplir que el espacio recorrido por ambos ha de ser el mismo.

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= v_1 t_1 \\ e_2 &= \frac{1}{2} a t_2^2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} e_1 &= e_2 \\ t_2 &= t_1 - 5 \end{aligned} \left| \begin{aligned} v_1 t_1 &= \frac{1}{2} a t_2^2 \\ 25 t_1 &= \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (t_1 - 5)^2 \end{aligned} \right.$$

$$\text{De donde: } t_1 = 25,7 \text{ s}; t_2 = 20,7 \text{ s}$$

b) $v_2 = a t_2 = 3 \cdot 20,7 = 62,1 \text{ m/s}$

c) $e_1 = v_1 t_1 = 25 \cdot 25,7 = 642 \text{ m};$

$$e_2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 20,7^2 = 642 \text{ m}$$

32 El conductor de un vehículo tarda en pararse 5 segundos después de frenar con una deceleración de 3 m/s^2 . Calcula:

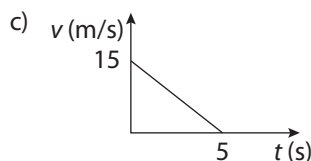
a) La velocidad inicial del automóvil antes de comenzar a frenar.

b) El espacio recorrido durante la frenada.

c) Dibuja una gráfica $e - t$ que represente el movimiento de frenada descrito.

a) $v_f = v_0 + a t; v_0 = v_f - a t = 0 - (-3 \cdot 5) = 15 \text{ m/s}$

b) $e = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 15 \cdot 5 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 5^2 = 37,5 \text{ m}$



33 Un neumático de coche de 55 cm de diámetro gira a razón de 800 rpm. ¿Qué velocidad lineal lleva el coche?

$$\left. \begin{aligned} R &= 55 \text{ cm} = 0,55 \text{ m} \\ \omega &= 800 \text{ rpm} \end{aligned} \right\}$$

$$800 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 83,8 \text{ rad/s}$$

$$v = \omega \cdot R = 83,8 \text{ rad/s} \cdot 0,55 \text{ m} = 46,09 \text{ m/s}$$

34 Un punto material situado en un volante de 1 m de radio gira a razón de 30 vueltas/minuto. Calcula: el periodo, la frecuencia, la velocidad angular y la velocidad lineal.

$$\omega = 30 \frac{\text{vueltas}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \pi \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ s}; \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ s}$$

PARA REFORZAR

35 Un pasajero camina hacia popa a 5 km/h por la cubierta de un barco que se mueve a 15 km/h. Se para y se le cae un objeto. Todo esto lo observa una persona en reposo desde una playa cercana. Describe qué tipo de movimiento tienen las dos personas y el objeto, utilizando todos los sistemas de referencia posibles.

El pasajero que circula por la cubierta del barco se mueve con MRU a:

$$v = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 1,38 \text{ m/s}$$

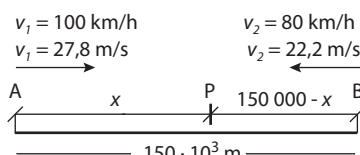
respecto a la propia cubierta del barco y a una velocidad suma de la suya propia y de la del barco con respecto al observador que está en reposo en la playa, es decir:

$$15 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 4,16 \text{ m/s}$$

$$4,16 \text{ m/s} + 1,38 \text{ m/s} = 5,54 \text{ m/s}$$

36 Dos coches están separados por una distancia de 150 km. A las 12 de la mañana salen uno al encuentro del otro; uno lo hace a una velocidad constante de 100 km/h y el otro lo hace a una velocidad de 80 km/h. Calcula:

- ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse?
- ¿Qué distancia ha recorrido cada uno de ellos?
- ¿Qué hora marcará el reloj cuando se encuentren?
- Dibuja las gráficas que creas oportuno.



En este caso el tiempo que tardarán en encontrarse es el mismo, y por tanto:

$$t_1 = \frac{e_1}{v_1} \quad t_1 = \frac{x}{27,8}$$

$$t_2 = \frac{e_2}{v_2} \quad t_2 = \frac{150\,000 - x}{22,2}$$

a) Los tiempos serán: $t_1 = \frac{83\,400}{27,8} = 3\,000 \text{ s}$

equivalentes a 50 min.

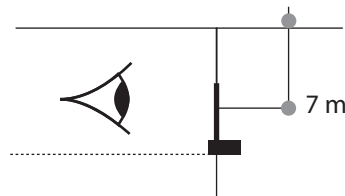
$$t_2 = \frac{66\,600}{22,2} = 3000 \text{ s}$$

b) $\frac{x}{27,8} = \frac{150\,000 - x}{22,2}$ de donde $x = 83\,400 \text{ m}$

El móvil A recorrerá 83 400 m y el móvil B recorrerá $150\,000 - 83\,400 = 66\,600 \text{ m}$

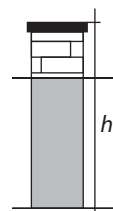
c) El reloj marcará las 12:50 h

37 Estás asomado a una ventana de tu casa y observas que pasa por delante de ti una pelota que ha caído desde la azotea. Si la diferencia de altura entre tu casa y la azotea es de 7 m, ¿a qué velocidad pasará la pelota por delante de tu ventana?



$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 7} = 11,7 \text{ m/s}$$

38 Calcula la profundidad de un pozo sabiendo que cuando tiras una piedra al fondo tardas 4 segundos en oír el ruido que ésta hace al chocar contra el agua. (Dato: velocidad del sonido 340 m/s.)



$$\left. \begin{aligned} \text{Bajada (MRUA): } h &= \frac{1}{2}gt_1^2 \\ \text{Subida (MRU): } h &= v_2 t_2 \end{aligned} \right\}$$

$$t_1 + t_2 = 4$$

$$v_2 = 330 \text{ m/s ya que } v_{\text{sonido}} = v_2$$

$$\text{Por tanto: } \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t_1^2 = 330 \cdot t_2;$$

$$4,9 t_1^2 = 330 (4 - t_1)$$

$$\text{De donde: } t_1 = 3,787 \text{ s y } t_2 = 0,212 \text{ s}$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 3,787^2 = 70 \text{ m y } h = 330 \cdot 0,212 = 70 \text{ m}$$

EVALUACIÓN

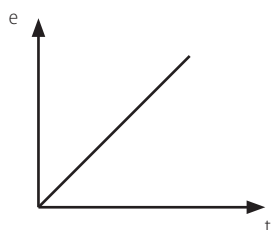
1 Un ciclista va por delante de un motorista. Para que el motorista alcance al ciclista:

- a) Basta que vaya con la velocidad que tiene el ciclista.
- b) Debe ir con más velocidad que el ciclista.
- c) No le alcanzará nunca.
- d) Sólo le alcanzará si el ciclista se cae.

Respuesta correcta: b).

2 El movimiento representado en la figura se corresponde a un móvil que:

- a) Sube una cuesta en línea recta.
- b) Posee un movimiento rectilíneo y uniforme.
- c) Está parado.
- d) Lleva velocidad constante y, por tanto, recorre espacios iguales en tiempos iguales.



Respuesta correcta: d).

3 Indica las respuestas que creas correctas:

- a) En un movimiento rectilíneo uniforme el móvil se desplaza en línea recta.
- b) En un movimiento rectilíneo uniforme el móvil va siempre con velocidad constante.
- c) El móvil va con velocidad constante en los movimientos llamados «de tipo uniforme».

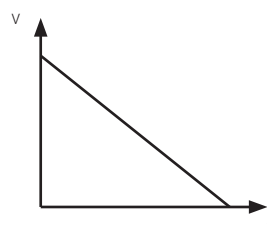
<http://www.McGraw-Hill.es>

d) En los movimientos acelerados la velocidad siempre aumenta.

Respuesta correcta: b).

4 El movimiento representado en la figura corresponde al de un móvil:

- a) Con movimiento rectilíneo y uniforme.
- b) Que va cuesta abajo.
- c) Con aceleración positiva, o sea, que aumenta su velocidad a medida que pasa el tiempo.
- d) Con aceleración negativa, es decir, que disminuye su velocidad a medida que pasa el tiempo.



Respuesta correcta: b).

5 Contesta cuáles de los siguientes movimientos corresponden a un movimiento circular con velocidad constante:

- a) La rueda de un coche que circula con aceleración constante.
- b) Las manecillas de un reloj.
- c) Una pelota que dejamos caer por una pendiente.
- d) La cuchilla de una batidora cuando hacemos un batido.

Respuestas correctas: b) y d).

EJERCICIOS

1 Indica, mediante un ejemplo, cada uno de los tipos de efectos que pueden ocasionar las fuerzas.

Por ejemplo, si detienes una pelota con la mano has cambiado su velocidad.

Si coges esa pelota y la aplastas has cambiado su forma.

2 Pon ejemplos de materiales de los tres tipos que existen, en función del efecto que las fuerzas ejercen sobre ellos.

Rígidos: un lápiz, una silla, una mesa.

Elásticos: una goma de borrar, una regla de plástico.

Plásticos: una hoja de papel, plastilina.

3 Se ejerce una fuerza sobre un muelle y se observa que se alarga 5 cm. ¿Cuánto se alargará si se le somete a una fuerza cinco veces mayor?

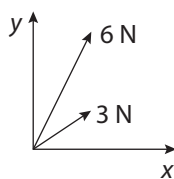
$F = k \Delta l$, el alargamiento es proporcional a la fuerza, si la fuerza es cinco veces mayor también lo será el alargamiento, es decir, serán 25 cm.

4 Se tiene un muelle de 20 cm que se alarga 10 cm cuando se le aplica una fuerza de 2 N. ¿Cuánto vale su constante elástica?

Aplicando directamente la ley de Hooke queda

$$F = k \Delta l \Rightarrow 2 \text{ N} = k \cdot 0,10 \text{ m}; k = 20 \text{ N/m.}$$

5 Dibuja a escala 2 N : 1 cm, dos fuerzas de 3 N y 6 N que formen 30° y 60° con el eje Ox y cuyo punto de aplicación es el origen de coordenadas.



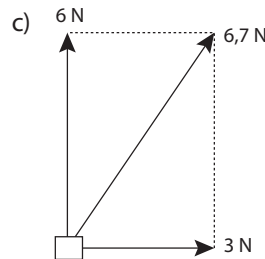
6 Halla la fuerza resultante, numérica y gráficamente, de dos fuerzas de 3 N y 6 N cuando:

- Se ejercen en la misma dirección y sentido.
- Se ejercen en la misma dirección, pero sentidos opuestos.
- Se ejercen formando un ángulo de 90°.

a) $F_R = 3 \text{ N} + 6 \text{ N} = 9 \text{ N}$

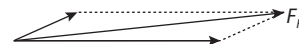


b) $F_R = 6 \text{ N} - 3 \text{ N} = 3 \text{ N}$

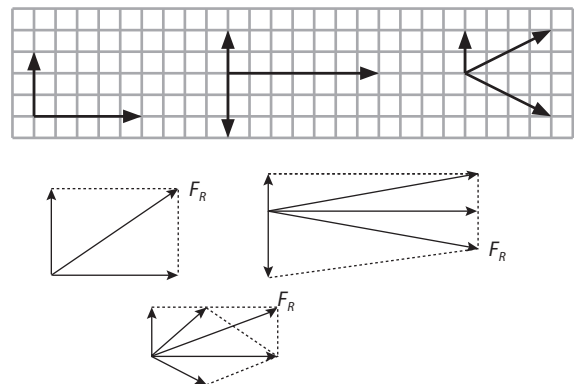


$$|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2} = \sqrt{(6 \text{ N})^2 + (3 \text{ N})^2} = 6,7 \text{ N}$$

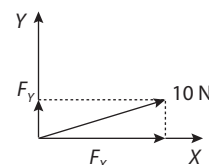
7 Dibuja dos fuerzas concurrentes que formen ángulo de 30°, de manera que una tenga su intensidad tres veces la de la otra, y calcula el valor de su resultante gráficamente.



8 Halla gráficamente la resultante de cada uno de estos grupos de fuerzas y calcula su intensidad.



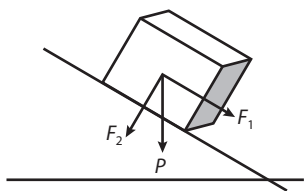
9 Se tiene una fuerza de 10 N en ángulo de 30° con la horizontal. Calcula y dibuja las componentes de dicha fuerza.



$$F_x = F \cos \alpha = 10 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 8,7 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \alpha = 10 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 5 \text{ N}$$

10 Imagina que dejas caer un cuerpo por su propio peso por una pendiente. Dibuja las fuerzas que actúan y obtén la componente útil de manera gráfica.



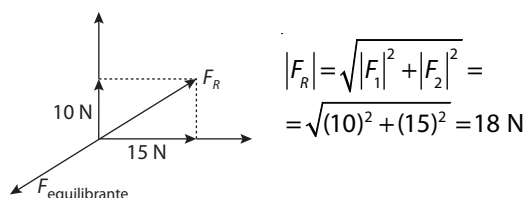
F_1 es la componente útil, la que hace descender al cuerpo.

11 ¿Cuál debería de ser la inclinación óptima que debe tener una cuerda con la que estás arrastrando un cuerpo atado a ella para que sea mínima la fuerza que se desaprovecha?

La fuerza debe hacerse en horizontal, para que no haya componente perpendicular al desplazamiento, lo que no ocasionaría trabajo.

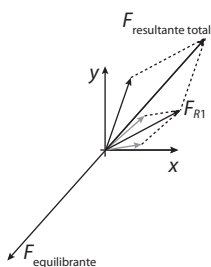
Si el coeficiente de rozamiento fuera muy grande, a veces resulta interesante tirar con un cierto ángulo hacia arriba, para que la componente vertical disminuya parte de la normal y el rozamiento sea menor, pero eso excede sus conocimientos.

12 Dadas dos fuerzas de 10 N y 15 N que forman un ángulo de 90° , aplicadas sobre el punto (0, 0) de los ejes cartesianos, dibuja y calcula el valor de la fuerza necesaria para equilibrar ambas.



Luego, la fuerza equilibrante será también de 18 N, pero su dirección y sentido es tal y como se muestra en la figura.

13 Se tienen tres fuerzas de 5 N, 8 N y 10 N que forman, respectivamente, ángulos de 30° , 45° y 60° con la horizontal, y que se aplican sobre un mismo punto. Calcula gráfica y numéricamente la fuerza que provocará el equilibrio de las tres sobre el punto de aplicación.



Un método fácil es la descomposición de las fuerzas en sus componentes normales:

<http://www.McGraw-Hill.es>

$$\begin{aligned} F_{1X} &= F_1 \cdot \cos \alpha_1 = 5 \cdot \cos 30 = 4,33 \text{ N} \\ F_{1Y} &= F_1 \cdot \sin \alpha_1 = 5 \cdot \sin 30 = 2,50 \text{ N} \\ F_{2X} &= F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 8 \cdot \cos 45 = 5,66 \text{ N} \\ F_{2Y} &= F_2 \cdot \sin \alpha_2 = 8 \cdot \sin 45 = 5,66 \text{ N} \\ F_{3X} &= F_3 \cdot \cos \alpha_3 = 10 \cdot \cos 60 = 4,99 \text{ N} \\ F_{3Y} &= F_3 \cdot \sin \alpha_3 = 10 \cdot \sin 60 = 8,66 \text{ N} \end{aligned}$$

Podemos sacar una componente X total y una componente Y total.

$$F_{XT} = 4,33 + 5,66 + 4,99 = 14,98 \text{ N}$$

$$F_{YT} = 2,50 + 5,66 + 8,66 = 16,82 \text{ N}$$

Ahora se pueden sumar las dos componentes:

$$F_1 = \sqrt{(14,98)^2 + (16,82)^2} = 22,52 \text{ N}$$

La fuerza equilibrante será también de 13,7 N, pero su dirección y sentido es tal y como se muestra en la figura.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 Indica el tipo de fuerza, a distancia o contacto, que se aplica cuando:

- Cae un coco de una palmera.
- Golpeas el balón con el pie.
- Coges un libro.
- El viento mueve las hojas de un árbol.

- Fuerza a distancia;
- Fuerza de contacto;
- Fuerza de contacto;
- Fuerza de contacto.

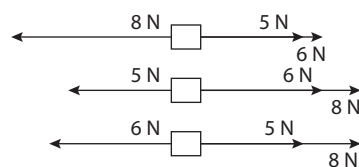
2 Cuando se le aplica a un muelle una fuerza de 10 N se observa que se alarga 4 cm. Calcula la constante elástica del muelle.

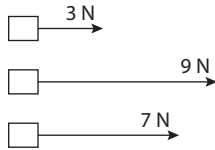
$$k = 10 \text{ N} / 0,04 \text{ m} = 250 \text{ N/m}$$

3 De las siguientes magnitudes, indica cuáles son escalares y cuáles vectoriales: velocidad, temperatura, volumen y energía. Explícalo.

Velocidad: vectorial; temperatura: escalar; volumen: escalar; energía: escalar.

4 Se aplican en dirección horizontal fuerzas de 5 N, 6 N y 8 N sobre un cuerpo. Calcula con qué fuerza y hacia dónde se moverá éste si dos van hacia la derecha y una hacia la izquierda (estudia todas las posibilidades).





Estas posibilidades y sus correspondientes en sentido contrario.

5 Una barca atraviesa un río empujada por el remero con una fuerza de 350 N y por la corriente que la arrastra perpendicularmente con otra fuerza de 100 N. ¿Cuál es la fuerza que hace avanzar la barca?

Se aplica la ecuación:

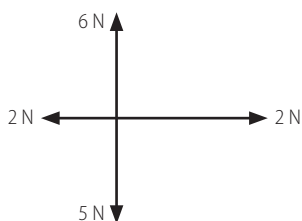
$$|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2} = \sqrt{(350)^2 + (100)^2} = 364 \text{ N}$$

En dirección 45° con la horizontal del río.

6 ¿Cuál será la fuerza mínima que se debe aplicar para conseguir mover una mesa que pesa 100 N por un suelo cuyo rozamiento —fuerza que se opone al movimiento— tiene su misma dirección, sentido contrario y vale 30 N?

$$F > 100 \text{ N} + 30 \text{ N} > 130 \text{ N}$$

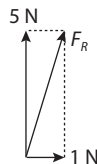
7 Calcula la resultante de las siguientes fuerzas:



$$F_{RH} = 7 \text{ N} - 2 \text{ N} = 5 \text{ N};$$

$$F_{RV} = 6 \text{ N} - 5 \text{ N} = 1 \text{ N};$$

$$|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2} = \sqrt{(5 \text{ N})^2 + (1 \text{ N})^2} = 5,1 \text{ N}$$



8 Un caballo tira de un carromato con una fuerza de 2000 N y le ayuda el carretero con una fuerza de 250 N. Si el suelo opone una fuerza de rozamiento de 150 N, calcula la fuerza que realmente impulsa al carromato.

$$F_R = 2000 \text{ N} + 250 \text{ N} - 150 \text{ N} = 2100 \text{ N}$$

9 Vas empujando una bola con una fuerza de 2 N por un suelo barnizado. ¿Qué fuerza de rozamiento hará éste si la bola se desplaza con velocidad constante?

$$F_{\text{rozamiento}} = 2 \text{ N}$$

PARA REFORZAR

10 Se tiene un muelle de 15 cm de longitud cuya constante de elasticidad vale 100 N/m. Calcula la longitud que tendrá el muelle cuando se cuelgue de él un objeto que pesa 40 N. Si el máximo estiramiento que soporta es de 80 cm, ¿se romperá el muelle al colgar este peso?

$$F = k \cdot \Delta l; 40 \text{ N} = 100 \text{ N/m} \cdot \Delta l; \Delta l = (l - l_0) = 0,4 \text{ m}; l = 0,15 + 0,40 = 0,55 \text{ m}$$

No se romperá porque $0,55 \text{ m} < 0,80 \text{ m}$.

11 En un experimento con un dinamómetro se reflejaron las siguientes medidas:

F (N)	0	2	4	10	14	18
Alargamiento (cm)	0	3	6	15	21	27

Calcula:

- La constante elástica del muelle del dinamómetro en N/m.
- Cuánta fuerza se aplica cuando se estira 30 cm.
- Cuánto se estirará el muelle cuando se apliquen 25 N.

- Se dibuja en un papel milimetrado la recta dada por los puntos.

Su pendiente es la constante K:

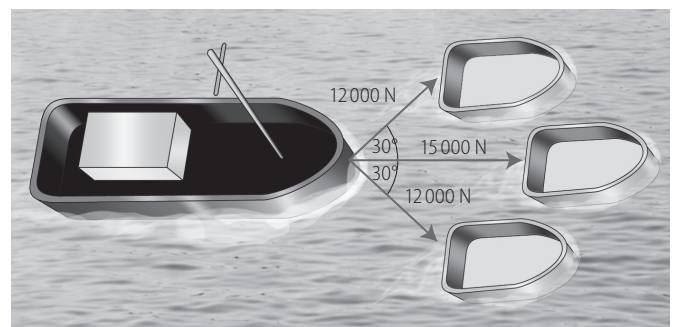
$$\Delta y / \Delta x = 0,67 \text{ N/cm}$$

$$\frac{0,67}{1 \text{ cm}} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 67 \text{ N/m}$$

$$\text{b) } F = 67 \text{ N/m} \cdot 0,30 \text{ m} = 20,1 \text{ N}$$

$$\text{c) } 25 \text{ N} = 67 \text{ N/m} \cdot \Delta l; \Delta l = 0,37 \text{ m}$$

12 Tres remolcadores tiran de una barcaza tal y como se ve en la figura. ¿Cuál es la fuerza real que hace avanzar la barcaza?



La forma más fácil de realizar este ejercicio es descomponer las fuerzas de 12000 N en sus componentes x e y. Sólo nos interesa la componente x.

$$F_{x1} = 12000 \cdot \cos 30 = 10392,3 \text{ N}$$

Sumando las dos componentes de 12 000 N tenemos una componente x que es $2 \cdot F_{x1}$. La fuerza total que hace avanzar la barcaza es:

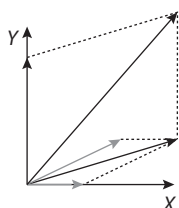
$$F_2 + 2 \cdot F_{1x} = 15\,000 + 2 \cdot 10\,392,3 = 25\,392,3 \text{ N}$$

13 Dos chicos aplican sendas fuerzas de 30 N y 40 N hacia arriba y con un ángulo de 30° a fin de conseguir sacar de un pozo un saco de 50 N de peso. Indica si lo conseguirán.

$$\begin{aligned} |\vec{F}_R| &= \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2|\vec{F}_1||\vec{F}_2|\cos\alpha} = \\ &= \sqrt{(30 \text{ N})^2 + (40 \text{ N})^2 + 2 \cdot 30 \text{ N} \cdot 40 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ} = \\ &= 67,4 \text{ N} \end{aligned}$$

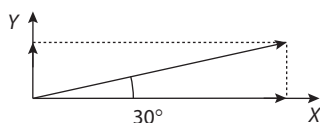
Como la fuerza resultante es mayor de 50 N que pesa el saco, lo podrán arrastrar.

14 Se aplican las siguientes fuerzas sobre un objeto: 10 N en la dirección de la horizontal, 15 N en dirección 30° sobre la horizontal y 25 N en dirección vertical ascendente. Calcula la fuerza resultante que actúa sobre el objeto y dibuja su vector a escala.



$$\begin{aligned} |\vec{F}_{R1}| &= \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2|\vec{F}_1||\vec{F}_2|\cos\alpha} = \\ &= \sqrt{(10 \text{ N})^2 + (15 \text{ N})^2 + 2 \cdot 10 \text{ N} \cdot 15 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ} = 24,1 \text{ N} \\ |\vec{F}_T| &= \sqrt{|\vec{F}_{R1}|^2 + |\vec{F}_3|^2 + 2|\vec{F}_{R1}||\vec{F}_3|\cos\alpha} = \\ &= \sqrt{(24,1 \text{ N})^2 + (25 \text{ N})^2 + 2 \cdot 24,1 \text{ N} \cdot 25 \text{ N} \cdot \cos 71,9^\circ} = \\ &= 39,8 \text{ N} \end{aligned}$$

15 Dibuja una fuerza de 20 N con escala 4 N: 2 cm inclinada 30° sobre la horizontal. Calcula gráfica y numéricamente cuáles son sus componentes sobre los ejes cartesianos.



$$\begin{aligned} |\vec{F}_y| &= |\vec{F}| \sin 30^\circ = 20 \text{ N} \cdot 1/2 = 10 \text{ N}; \\ |\vec{F}_x| &= |\vec{F}| \cos 30^\circ = 20 \text{ N} \cdot \sqrt{3}/2 = 17,3 \text{ N} \end{aligned}$$

EVALUACIÓN

1 Cuando acercas un imán a un clavo observas que éste es atraído por aquél. Esto ocurre porque:

- No ocurre. El imán no atrae al clavo hasta que no contacta con él.
- El imán ejerce una fuerza sobre el clavo atrayéndolo a pesar de estar a una distancia de él.
- El clavo ejerce una fuerza sobre el imán atrayéndolo a pesar de estar a una distancia de él.
- Ambos ejercen fuerzas atractivas, cada uno sobre el otro.

Respuesta correcta: d).

2 Si colocas un papel encima de una mesa y soplas, observarás que el papel se mueve. Esto ocurre porque:

- Ejerces una fuerza a distancia con tu boca sobre el papel.
- El papel se mueve porque al girar la Tierra se desliza sobre la mesa.
- El aire que sale de tu boca al contactar con el papel ejerce una fuerza que lo mueve.
- En realidad el papel nunca se moverá sólo porque soples hacia él.

Respuesta correcta: c).

3 Coges varios objetos: un lápiz, un trozo de plastilina y una goma elástica, e intentas doblarlos.

- Todos se doblarán con facilidad; son objetos elásticos.
- Ninguno se puede doblar porque son objetos rígidos.
- El lápiz no se doblará, es rígido; la plastilina y la goma sí, porque son elásticos.
- El lápiz no se doblará, es rígido; la goma sí, porque es elástica; la plastilina aunque se dobla no recupera su forma inicial, es plástica.

Respuesta correcta: d).

4 Aplicas una fuerza de estiramiento de 4 N sobre un objeto elástico y observas que se alarga 2 cm.

- Si se aplica una fuerza de 8 N se observará un alargamiento de 3 cm.
- Si se aplica una fuerza de 2 N se observará un alargamiento de 0,5 cm.
- Si se aplica una fuerza de 6 N se observará un alargamiento de 3 cm.
- Si se aplica una fuerza de 15 N se observará un alargamiento de 6 cm.

Respuesta correcta: c).

5 Al aplicar sobre un mismo punto de un cuerpo varias fuerzas de la misma dirección pero diferentes sentidos, la resultante será:

- a) La suma de todos los módulos de las fuerzas aplicadas.
- b) La resta de todos los módulos de las fuerzas aplicadas.
- c) La suma algebraica de todos los módulos de las fuerzas aplicadas.
- d) Es imposible de calcular sólo con esta información.

Respuesta correcta: c).

6 Una fuerza puede descomponerse:

- a) Sólo en dos únicas fuerzas concurrentes.
- b) En dos fuerzas de la misma dirección y sentidos opuestos.
- c) En dos fuerzas de la misma dirección y el mismo sentido.
- d) En infinitas parejas de fuerzas concurrentes.

Respuesta correcta: d).

EJERCICIOS

1 En las siguientes figuras se representan ejemplos de fuerzas de contacto (C) y de acción a distancia (D). Clasifícalas con las letras C y D. Indica el agente que las origina y marca el sistema en cada una punteando una circunferencia.



- Fuerza de contacto entre el sistema (el muelle) y el agente (la mano).
- Fuerza de contacto entre el pie del futbolista (agente) y el balón (sistema).
- Fuerza a distancia entre la Tierra (agente) y la masa (sistema).
- Fuerza de contacto entre la cuerda (agente) y el cubo (sistema).
- Fuerza a distancia entre el imán (agente) y el tornillo (sistema).
- Fuerza a distancia que ejerce la varilla electrizada (agente) y el péndulo (sistema).

2 Calcula el peso que corresponde a una persona de masa 50 kg, a una bicicleta de masa 6 kg y a un filete de 120 g. Dato: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

El peso de un cuerpo viene dado por $P = mg$:

- Para la persona: $P = 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 490 \text{ N}$
- Para la bicicleta: $P = 6 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 58,8 \text{ N}$
- Para el filete: $P = 0,12 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 1,2 \text{ N}$

3 ¿Qué pesa más, un libro de 12,5 N de peso o un paquete de naranjas de 1,3 kg de masa? Dato: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

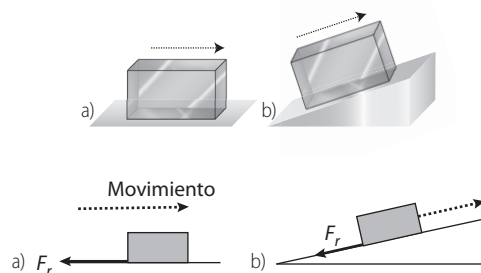
El paquete es más pesado que el libro, porque su peso es:

$$P = 1,3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 12,7 \text{ N}$$

4 En los demás planetas también existe el peso. Busca en Internet o en una enciclopedia los valores de la aceleración de la gravedad en los distintos planetas del Sistema Solar. ¿El que sea distinto significa que los objetos cambian de peso según el planeta en el que estén? ¿Cambiarían los objetos de masa?

El peso depende de la gravedad, por tanto, varía de un planeta a otro. En cambio, la masa es una propiedad característica de los cuerpos y es independiente del planeta en que se encuentren.

5 Dibuja la fuerza de rozamiento en los siguientes casos:



6 Cuando tenemos frías las manos, instintivamente las frotamos entre sí presionándolas con energía. ¿Por qué hacemos esto?

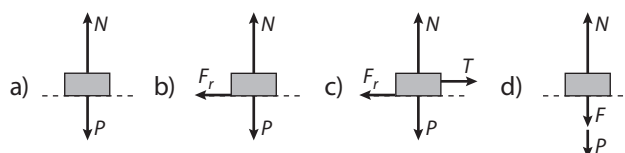
La presión de las manos aumenta el rozamiento entre ellas. Cuanto mayor sea el rozamiento, mayor será el calor que se origina en el movimiento.

7 Cuando las calles están cubiertas de hielo se echa sal y se ponen cadenas en las ruedas de los automóviles. Justifica estas operaciones.

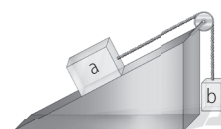
Las cadenas se usan para aumentar la adherencia y aumentar, así, el rozamiento.

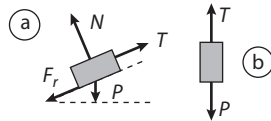
8 Dibuja el diagrama de cuerpo libre de las fuerzas que actúan sobre un libro en cada uno de los siguientes casos:

- Apoyado en tu mano.
- Que lanzas a lo largo de una mesa.
- Que arrastras por la mesa tirando de él con una cuerda.
- Que empujas contra la mesa.

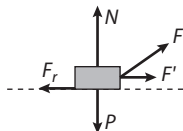
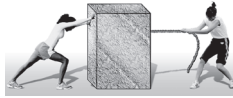


9 Los cuerpos a y b de la siguiente figura están unidos con una cuerda que pasa por una polea. El cuerpo a se desliza subiendo por la rampa. Dibuja el diagrama de las fuerzas, incluida la de rozamiento, que actúan sobre cada cuerpo.



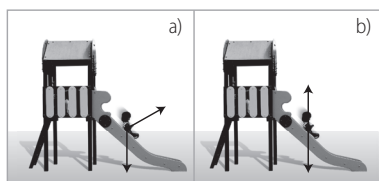


10 Dibuja el diagrama de las fuerzas, incluida la de rozamiento, que intervienen en la figura.



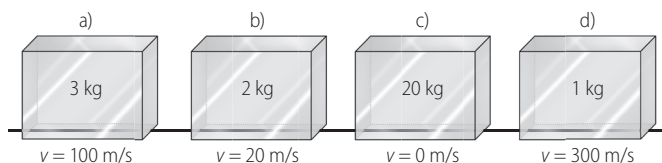
11 Una niña se desliza con velocidad constante por un tobogán, como se ve en el dibujo.

- ¿Qué diagrama es correcto, a o b?
- Indica el nombre de las fuerzas que intervienen.
- ¿Falta alguna fuerza en el dibujo? En caso afirmativo, indica su nombre y dibújala.



- Es correcto el diagrama a).
- La normal (N) debe ser perpendicular a la superficie de deslizamiento.
- Falta la fuerza de rozamiento: paralela a la superficie de deslizamiento y opuesta al movimiento.

12 ¿Qué cuerpo tiene más inercia?



La inercia es una propiedad que depende solamente de la masa. Por tanto, tiene más inercia el cuerpo c).

13 La limitación de velocidad en los vehículos pesados ¿está relacionada con la inercia? ¿Por qué?

La inercia de un cuerpo es tanto mayor cuanto mayor sea su masa. Por tanto, los vehículos pesados tienen mayor tendencia a mantener su velocidad y por ello es más difícil frenarlos. De ahí la limitación de velocidad.

14 La inercia es la causa principal de los accidentes mortales en los choques frontales de dos vehículos. Explica por qué. ¿Qué objetivo tiene el cinturón de seguridad?

La inercia es la causa fundamental de los accidentes en el choque frontal de dos vehículos. Éstos se detienen brusca-

mente, pero la inercia de los pasajeros los lanza hacia adelante hasta que una fuerza los detiene; esta fuerza, si no usamos el cinturón de seguridad, suele ser el volante, el tablero de mandos o el cristal del parabrisas.

15 La Segunda Ley de Newton nos permite conocer la causa de cada uno de los movimientos fundamentales. Completa en tu cuaderno los siguientes enunciados:

- Si un cuerpo tiene MRU, la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es _____
- Una fuerza instantánea produce un movimiento _____
- Una fuerza constante produce un movimiento _____
- Una fuerza constante en intensidad, pero que cambia continuamente de dirección produce un movimiento _____

- Cero.
- Rectilíneo y uniforme.
- Rectilíneo y uniformemente acelerado.
- Circular uniforme.

16 Completa las tablas siguientes aplicando la Segunda Ley de Newton:

F	$2F$	$3F$	$4F$	$5F$
m	m	m	m	m

F		$3F$	F
$2m$	$2m$		$3m$
	a	a	

F	$2F$	$3F$	$4F$	$5F$
m	m	m	m	m
a	$2a$	$3a$	$4a$	$5a$

F	$2F$	$3F$	F
$2m$	$2m$	$3m$	$3m$
$a/2$	a	a	$a/3$

17 Una fuerza F aplicada sobre un libro produce una aceleración a . Cuando esa fuerza se duplica sobre un segundo libro, la aceleración es tres veces mayor. ¿Qué relación existe entre las masas de los dos libros?

Si m_1 es la masa del primer libro, se cumple:

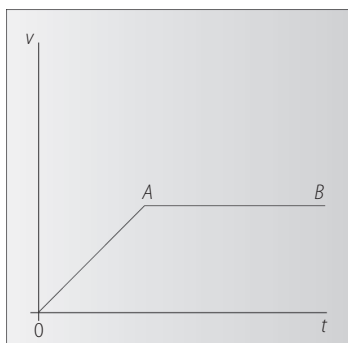
$$m_1 = F_1/a_1.$$

Si m_2 es la masa del segundo libro, se cumple que:

$$m_2 = \frac{F_2}{a_2} = \frac{2 \cdot F_1}{3 \cdot a_1} = \frac{2}{3} \cdot m_1$$

La relación anterior también se puede escribir:
 $2 m_1 = 3 m_2$.

18 El movimiento de un automóvil viene dado por la gráfica:



Indica las afirmaciones correctas:

- a) En el tramo OA el coche no está sometido a ninguna fuerza.
- b) En el tramo OA la resultante de las fuerzas es constante.
- c) En el tramo AB el coche está parado.
- d) En el tramo AB la resultante de las fuerzas sobre el coche es cero.

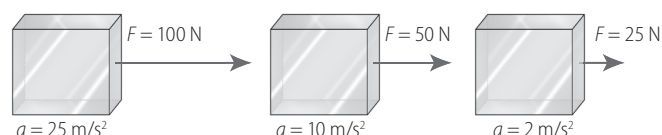
- a) Es falso. En el tramo OA la velocidad aumenta uniformemente con el tiempo, como indica la pendiente de la gráfica. El automóvil, pues, está sometido a una fuerza constante.
- b) Es verdadero. Por lo expuesto anteriormente.
- c) Es falso. En el tramo AB el coche tiene velocidad constante, ya que la pendiente del diagrama $v-t$, que representa la aceleración, es cero.
- d) Es verdadero. Porque en ese tramo la aceleración es nula.

19 Completa la siguiente tabla en tu cuaderno:

$F = 10 \text{ N}$	$F =$	$F = 45 \text{ N}$	$F = 15 \text{ N}$
$m =$	$m = 400 \text{ g}$	$m = 15 \text{ kg}$	$m =$
$a = 0,2 \text{ m/s}^2$	$a = 2 \text{ m/s}^2$	$a =$	$a = 0,5 \text{ m/s}^2$

$F = 10 \text{ N}$	$F = 0,8 \text{ N}$	$F = 45 \text{ N}$	$F = 15 \text{ N}$
$m = 50 \text{ kg}$	$m = 400 \text{ g}$	$m = 15 \text{ kg}$	$m = 30 \text{ kg}$
$a = 0,2 \text{ m/s}^2$	$a = 2 \text{ m/s}^2$	$a = 3 \text{ m/s}^2$	$a = 0,5 \text{ m/s}^2$

20 ¿Cuál de los siguientes cuerpos tiene mayor masa?



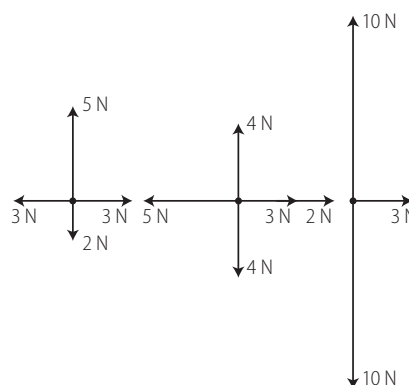
<http://www.McGraw-Hill.es>

Aplicando la segunda ley de Newton se deduce que:

- a) $m = \frac{100 \text{ N}}{25 \text{ m/s}^2} = 4 \text{ kg}$
- b) $m = \frac{50 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2} = 5 \text{ kg}$
- c) $m = \frac{25 \text{ N}}{2 \text{ m/s}^2} = 12,5 \text{ kg}$

Por tanto, el cuerpo c) tiene mayor masa.

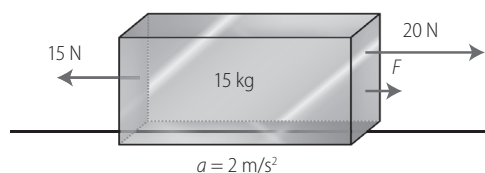
21 ¿Qué cuerpo puede moverse con movimiento rectilíneo y uniforme si las únicas fuerzas que actúan son las que se indican a continuación?



Se moverá con movimiento rectilíneo y uniforme aquel cuerpo en el que la resultante de las fuerzas que actúan sobre él sea cero. Esta condición la cumple el cuerpo que está en segundo lugar.

22 Para que el cuerpo de la figura se mueva hacia la derecha con una aceleración de 2 m/s^2 , la fuerza F debe valer:

- a) 10 N; b) 15 N; c) 20 N; d) 25 N



Aplicamos la segunda ley de Newton.

$$F_{\text{resultante}} = m a \Rightarrow F + 20 \text{ N} - 15 \text{ N} = 15 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2$$

De donde, $F = 30 \text{ N} + 15 \text{ N} - 20 \text{ N} = 25 \text{ N}$

En consecuencia, es correcta la afirmación d).

23 Un hombre está de pie sobre una barca. Salta hacia la orilla y la barca se desplaza hacia atrás. Explica los movimientos que tienen lugar.

Para poder saltar, el hombre debe ejercer una fuerza (acción) sobre la barca, la cual ejerce otra fuerza igual (reacción) sobre el individuo. Esto hace que los dos cuerpos, el hombre y la barca, se muevan en sentido contrario.

24 El Barón de Munchausen, en una de sus inverosímiles aventuras, explica cómo salió de un pantano en el que había caído, agarrándose por los cabellos y tirando de ellos con todas sus fuerzas. Demuestra con las Leyes de Newton en la mano que el Barón no dice la verdad.

Si un hombre intenta elevarse tirándose de los cabellos, la acción estaría sobre la cabeza y la reacción, sobre la mano. Así que las dos fuerzas son internas, aplicadas al mismo sistema, por lo que producirán sobre él un efecto nulo.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

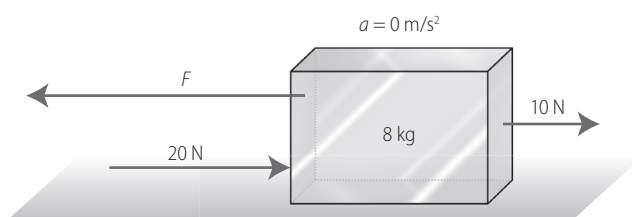
1 Completa en tu cuaderno las siguientes afirmaciones:

- La Ciencia que estudia las relaciones que existen entre las fuerzas y el movimiento recibe el nombre de _____.
- _____ es la propiedad de un cuerpo según la cual éste se resiste a cambiar su estado de movimiento.
- Un cuerpo está _____ cuando una fuerza no equilibrada actúa sobre él.
- La aceleración de un cuerpo es inversamente proporcional a _____ de dicho cuerpo.

- La ciencia que estudia las relaciones que existen entre las fuerzas y el movimiento recibe el nombre de **Dinámica**.
- Inercia** es la propiedad de un cuerpo según la cual éste se resiste a cambiar su estado de movimiento.
- Un cuerpo está **acelerado** cuando una fuerza no equilibrada actúa sobre él.
- La aceleración de un cuerpo es inversamente proporcional a **la masa** de dicho cuerpo.

2 La fuerza de la figura vale:

- 10 N
- 20 N
- 30 N
- 40 N



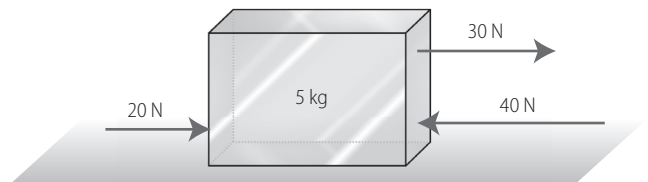
Al no haber aceleración, la resultante de las fuerzas es cero. Se debe cumplir, pues, que:

$$10 \text{ N} + 20 \text{ N} - F = 0 \Rightarrow F = 30 \text{ N}$$

Por tanto, es correcta la afirmación c).

3 El cuerpo de la figura tiene una aceleración de:

- 1 m/s²
- 2 m/s²
- 3 m/s²
- 4 m/s²



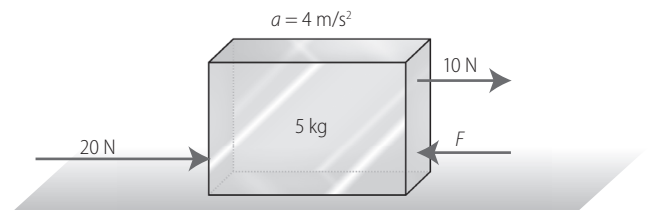
De la segunda ley de Newton se deduce que:

$$30 \text{ N} + 20 \text{ N} - 40 \text{ N} = 5 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

Es correcta la afirmación b).

4 La fuerza F de la figura vale:

- 10 N
- 30 N
- 50 N
- 70 N



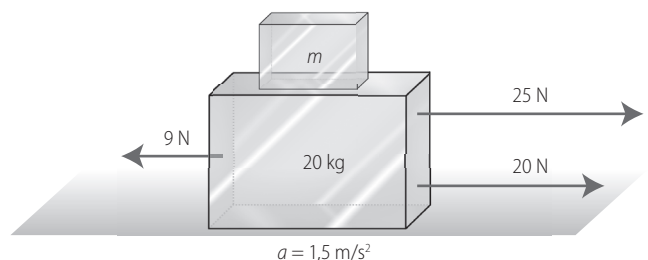
Es correcta la afirmación a), porque se cumple:

$$20 \text{ N} + 10 \text{ N} - F = 5 \text{ kg} \cdot 4 \text{ m/s}^2$$

$$F = 30 \text{ N} - 20 \text{ N} = 10 \text{ N}$$

5 La masa m de la figura vale:

- 2 kg
- 4 kg
- 5 kg
- 8 kg



Aplicamos la segunda ley de Newton:

$$20 \text{ N} + 25 \text{ N} - 9 \text{ N} = (20 \text{ kg} + m) \cdot 1,5 \text{ m/s}^2$$

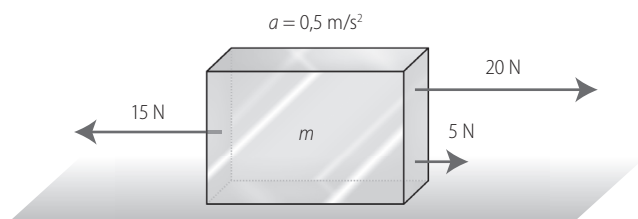
$$36 \text{ N} - 30 \text{ N} = 1,5 \text{ m/s}^2 \cdot m$$

$$m = \frac{6 \text{ N}}{1,5 \text{ m/s}^2} = 4 \text{ kg}$$

Es correcta, pues, la afirmación b).

6 Para que el cuerpo de la figura se mueva hacia la derecha con una aceleración de $0,5 \text{ m/s}^2$, la masa m del cuerpo debe valer:

- a) 10 kg
- b) 15 kg
- c) 20 kg
- d) 25 kg



Es correcta la afirmación d), como se deduce de la aplicación de la segunda ley del Movimiento.

$$5 \text{ N} + 20 \text{ N} - 15 \text{ N} = m \cdot 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$m = \frac{10 \text{ N}}{0,5 \text{ m/s}^2} = 20 \text{ kg}$$

7 Un objeto tiene 55 kg de masa y es acelerado con una fuerza de 82,5 N. ¿Qué aceleración tiene?

La aceleración viene dada por:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{82,5 \text{ N}}{55 \text{ kg}} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

8 Un estudiante tiene una masa de 64 kg. ¿Cuánto pesa este estudiante?

$$P = m \cdot g = 64 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 627,2 \text{ N}$$

9 ¿Qué masa debe tener un objeto para que adquiera una aceleración de $0,5 \text{ m/s}^2$ bajo la acción de una fuerza de 135 N?

$$m = \frac{F}{a} = \frac{135 \text{ N}}{0,5 \text{ m/s}^2} = 270 \text{ kg}$$

10 Calcula la fuerza que debes aplicar a un cuerpo de 4 kg para que en 5 s cambie su velocidad de 2 m/s a 5 m/s.

Hallamos primero la aceleración:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{5 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 0,6 \text{ m/s}^2$$

La fuerza que se debe aplicar se obtiene de la segunda ley de la Dinámica.

$$F = m \cdot a = 4 \text{ kg} \cdot 0,6 \text{ m/s}^2 = 2,4 \text{ N}$$

11 Un cuerpo de 8 kg se desplaza por el suelo bajo la acción de una fuerza horizontal de 15 N y pasa de 5 m/s a 20 m/s en 10 s. ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento?

<http://www.McGraw-Hill.es>

En primer lugar calculamos la aceleración:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{20 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = \frac{15 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

De la segunda ley de la Dinámica se obtiene que:

$$F - F_r = m \cdot a \Rightarrow F_r = F - m \cdot a = 15 \text{ N} - 8 \text{ kg} \cdot 1,5 \text{ m/s}^2 = 3 \text{ N}$$

12 Calcula la masa de un autobús que se mueve a 90 km/h sabiendo que para detenerlo en 20 s se precisa una fuerza de 12 000 N.

Aceleración del autobús mientras frena:

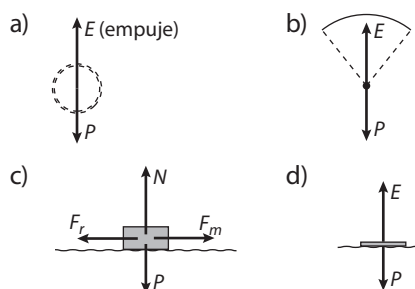
$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{20 \text{ m/s} - 25 \text{ m/s}}{20 \text{ s}} = -1,25 \text{ m/s}^2$$

La masa se obtiene de la segunda ley de la Dinámica:

$$m = \frac{F}{a} = \frac{12\,000 \text{ N}}{-1,25 \text{ m/s}^2} = 9\,600 \text{ kg}$$

13 Dibuja las fuerzas que intervienen en las siguientes situaciones:

- a) Un globo que asciende verticalmente con velocidad constante (se supone despreciable el rozamiento con el aire).
- b) Un paracaidista que desciende con velocidad constante.
- c) Un coche que se mueve, por una carretera horizontal, con velocidad constante.
- d) Un bañista que flota en el agua.



14 Una motora tiene una masa de 500 kg y ha recorrido 60 m en 5 s con aceleración constante, partiendo del reposo. ¿Cuál es la fuerza resultante sobre la motora?

De la ecuación $e = 1/2 a t^2$ del movimiento obtenemos la aceleración:

$$a = \frac{2e}{t^2} = \frac{120 \text{ m}}{(5 \text{ s})^2} = 4,8 \text{ m/s}^2$$

La fuerza motriz será:

$$F = m \cdot a = 500 \text{ kg} \cdot 4,8 \text{ m/s}^2 = 2\,400 \text{ N}$$

15 Un alpinista de 65 kg de masa pesa en la cumbre de una montaña 636 N. ¿Cuánto vale la gravedad en la cima de la montaña? ¿Cuánto pesa el alpinista al nivel del mar si la gravedad aquí vale $9,80 \text{ m/s}^2$?

$$g = \frac{P}{m} = \frac{636 \text{ N}}{65 \text{ kg}} = 9,78 \text{ m/s}^2$$

$$P = m g = 65 \text{ kg} \cdot 9,80 \text{ m/s}^2 = 637 \text{ N}$$

16 Una caja de masa 1,4 kg se mueve por el suelo con velocidad constante por la acción de una fuerza de 5,8 N. ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento?

Si la velocidad es constante, la resultante de las fuerzas ha de ser cero:

$$F - F_r = 0 \Rightarrow F_r = F = 5,8 \text{ N}$$

17 Una piedra pesa 5,4 N. ¿Qué fuerza se debe aplicar sobre la piedra para que ésta ascienda verticalmente con una aceleración de 2 m/s^2 ?

Hallamos la masa de la piedra:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{5,4 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 0,6 \text{ kg}$$

La fuerza se obtiene de la segunda ley de la Dinámica:

$$F - P = m a \Rightarrow F = P + m a = 5,8 \text{ N} + 0,6 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 7 \text{ N}$$

18 Un ladrillo de 0,400 kg de masa se desplaza por una superficie horizontal con una aceleración de $0,25 \text{ m/s}^2$. Si la fuerza de rozamiento vale 0,8 N, ¿qué fuerza se aplica sobre el ladrillo?

Aplicando la ley de Newton tenemos:

$$F - F_r = m a$$

$$F = F_r + m a = 0,400 \text{ kg} \cdot 0,25 \text{ m/s}^2 + 0,8 \text{ N} = 0,9 \text{ N}$$

19 Un coche de 800 kg pasa de 72 km/h a 90 km/h en 10 s. Si la fuerza de rozamiento vale 200 N, ¿qué fuerza desarrolla el motor?

Hallamos primero la aceleración:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{25 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

La fuerza se obtiene de la segunda ley de la Dinámica:

$$F = F_r + m a = 200 \text{ N} + 800 \text{ kg} \cdot 0,5 \text{ m/s}^2 = 600 \text{ N}$$

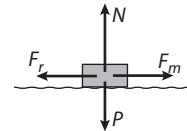
20 Un automóvil de 1 000 kg acelera durante 8 s partiendo del reposo. Al cabo de dicho tiempo la velocidad del coche es de 90 km/h. Calcula:

- La aceleración del vehículo.
- La fuerza resultante que ha originado dicha aceleración.

Operamos igual que en el problema anterior.

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{25 \text{ m/s} - 0}{8 \text{ s}} = 3,125 \text{ m/s}^2$$

$$F = m a = 1\,000 \text{ kg} \cdot 3,125 \text{ m/s}^2 = 3\,125 \text{ N}$$



PARA REFORZAR

21 Una pelota alcanza una velocidad de 12 m/s en un recorrido de 0,5 m cuando se le aplica una fuerza constante. Si la pelota tiene una masa de 0,050 kg, ¿cuánto vale la fuerza aplicada?

La aceleración se obtiene aplicando la expresión:

$$v^2 = 2 a e; \quad a = \frac{v^2}{2 \cdot e} = \frac{144 \text{ m}^2/\text{s}^2}{1 \text{ m}} = 144 \text{ m/s}^2$$

La fuerza aplicada será:

$$F = m a = 0,050 \text{ kg} \cdot 144 \text{ m/s}^2 = 7,2 \text{ N}$$

22 Un ciclista y su bicicleta tienen una masa de 85 kg. Cuando el ciclista se mueve a 15 m/s observa un árbol en medio del camino a 20 m de distancia. ¿Con qué fuerza debe frenar para parar justamente delante del árbol?

Operando de la misma manera que en el problema anterior tenemos:

$$a = \frac{v^2}{2 \cdot e} = \frac{225 \text{ m}^2/\text{s}^2}{40 \text{ m}} = 5,625 \text{ m/s}^2$$

$$F = m a = 85 \text{ kg} \cdot 5,625 \text{ m/s}^2 = 478 \text{ N}$$

23 Una pelota de béisbol de 180 g de masa se dirige hacia un bateador con una velocidad de 30 m/s, quien, al golpearla, le imprime una velocidad de 45 m/s en sentido contrario. Si la pelota y el bate estuvieron en contacto durante $2 \cdot 10^{-2} \text{ s}$:

- ¿Qué fuerza ejerció el bate sobre la pelota?
- ¿Qué fuerza ejerció la pelota sobre el bate?

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{45 \text{ m/s} - (-30 \text{ m/s})}{2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}} = \frac{75 \text{ m/s}}{2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}} = 3\,750 \text{ m/s}^2$$

- $F = m a = 0,180 \text{ kg} \cdot 3\,750 \text{ m/s}^2 = 675 \text{ N}$
- $F = -675 \text{ N}$, de acuerdo con la tercera ley de la Dinámica.

24 El cable de un montacargas soporta una tensión máxima de 10 000 N. ¿Con qué aceleración máxima puede subir el montacargas una masa de 800 kg?

Sobre el sistema actúan dos fuerzas: la tensión del cable y el peso del montacargas. La resultante de estas fuerzas produce la aceleración, de acuerdo con la ley de la Dinámica.

$$T - mg = ma$$

$$a = \frac{T - mg}{m} = \frac{10\,000\text{ N} - 800\text{ kg} \cdot 9,81\text{ m/s}^2}{800\text{ kg}} = 2,7\text{ m/s}^2$$

25 Un hombre quiere huir de un edificio en llamas descolgándose por una cuerda que sólo soporta un peso de 400 N. El hombre pesa 800 N.

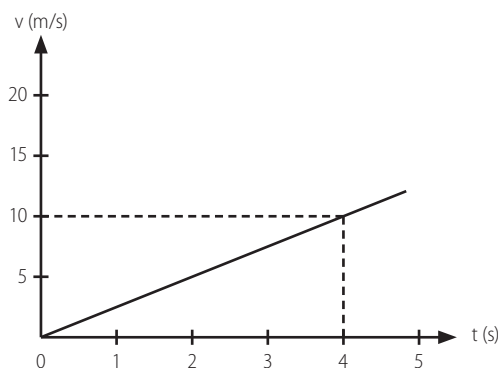
- ¿Le sirve esa cuerda para abandonar el edificio?
- En caso afirmativo, ¿con qué aceleración lo puede hacer?

Aplicamos la ley de la Dinámica teniendo en cuenta que la aceleración es negativa, porque tiene el mismo sentido que la aceleración de la gravedad:

$$T - mg = m(-a)$$

$$a = \frac{T - mg}{m} = \frac{400\text{ N} - 800\text{ N}}{800\text{ N} / 9,81\text{ m/s}^2} = -4,9\text{ m/s}^2$$

26 Un automóvil de 1 000 kg se mueve según la gráfica:



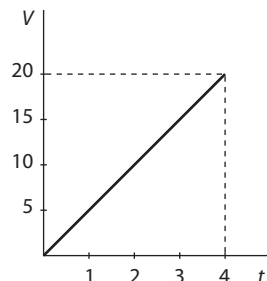
- ¿Cuánto vale la aceleración del coche?
- ¿Qué fuerza actúa sobre él?
- ¿Qué velocidad tendrá el coche al cabo de 10 s?
- Dibuja la gráfica $v-t$ en el caso de que la fuerza fuera el doble.

- La aceleración viene dada por la pendiente de la gráfica:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{10\text{ m/s} - 0\text{ m/s}}{4\text{ s}} = 2,5\text{ m/s}^2$$

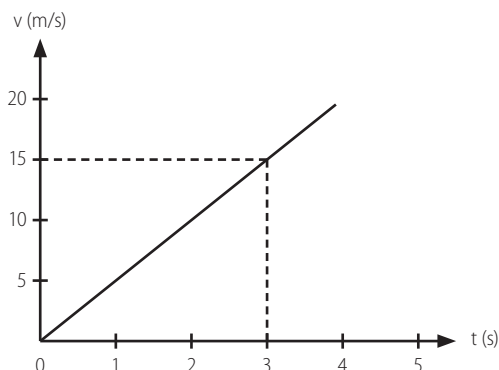
- $F = ma = 1\,000\text{ kg} \cdot 2,5\text{ m/s}^2 = 2\,500\text{ N}$
- $v = v_0 + at = 0 + 2,5\text{ m/s}^2 \cdot 10\text{ s} = 25\text{ m/s}$

- Si la fuerza se hace el doble, la aceleración también se duplica. Por tanto, la pendiente de la gráfica será el doble.



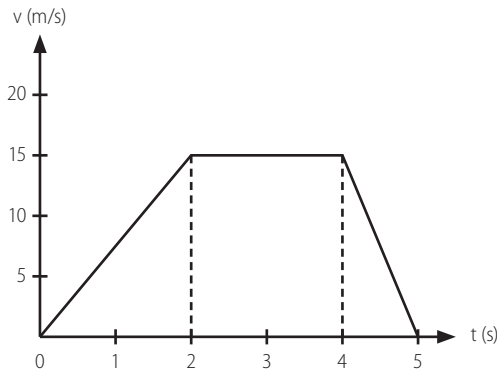
27 La figura siguiente es la gráfica $v-t$ del movimiento rectilíneo de un coche de 1 200 kg. Tacha en tu cuaderno las afirmaciones falsas:

- La velocidad del coche es constante.
- La aceleración del coche vale 5 m/s^2 .
- La velocidad del coche a los 2 s vale 8 m/s .
- Para $t = 0$, la aceleración es cero.
- Cuando han transcurrido 4 s la velocidad del coche es 72 km/h .
- La fuerza constante que actúa sobre el coche es $4\,000\text{ N}$.



- Afirmación falsa. Porque el coche tiene aceleración.
- La aceleración vale $a = \frac{15\text{ m/s}}{3\text{ s}} = 5\text{ m/s}^2$. Por tanto, la afirmación es verdadera.
- La velocidad es: $v = at = 5\text{ m/s}^2 \cdot 2\text{ s} = 10\text{ m/s}$. Por tanto, la afirmación es falsa.
- Afirmación falsa. El móvil ha tenido una aceleración constante desde el instante inicial.
- La velocidad toma el valor de:
 $v = at = 5\text{ m/s}^2 \cdot 4\text{ s} = 20\text{ m/s} = 72\text{ km/h}$
Por tanto, se trata de una afirmación verdadera.
- La afirmación es falsa, porque el valor de la fuerza es:
 $F = 1\,200\text{ kg} \cdot 5\text{ m/s}^2 = 6\,000\text{ kg}$

28 Un móvil de 4 kg se desplaza de acuerdo con la gráfica $v-t$ de la figura.



- a) ¿En qué intervalos de tiempo está sometido a una fuerza?
 b) ¿En qué intervalos de tiempo la fuerza es nula?
 c) ¿Cuánto vale la aceleración en el intervalo de 4 a 5 s?
 d) ¿Cuánto vale la velocidad en el intervalo comprendido entre 2 y 3 s?
 e) ¿Cuánto vale la fuerza durante los dos primeros segundos?

- a) Estará sometido a una fuerza en aquellos intervalos en los que el móvil tenga aceleración. Es decir, en aquellos intervalos en los que la pendiente del diagrama no sea cero. Estos intervalos son: de 0 a 2 s y de 4 a 5 s.
 b) La fuerza deja de actuar en el intervalo de 2 a 4 s. Porque en este intervalo no hay aceleración.
 c) La aceleración vale en ese intervalo:

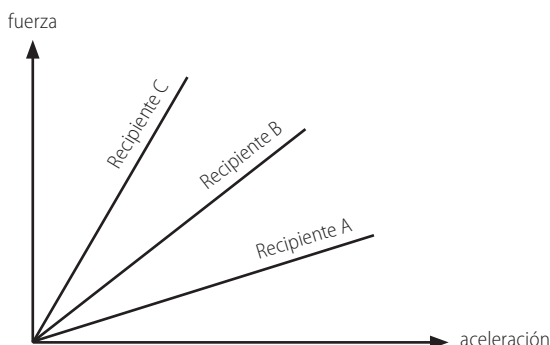
$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 \text{ m/s} - 15 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = -15 \text{ m/s}^2$$

- d) En el intervalo de 2 a 3 s la velocidad es constante y vale 15 m/s.
 e) En el intervalo indicado la aceleración vale

$$a = \frac{15 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 7,5 \text{ m/s}^2$$

Por tanto, la fuerza será: $F = 4 \text{ kg} \cdot 7,5 \text{ m/s}^2 = 30 \text{ N}$

29 Tenemos tres recipientes iguales. El primero está lleno de clavos de hierro. El segundo está lleno de agua y el tercero, de serrín. En la figura se muestra cómo varía la fuerza aplicada sobre cada recipiente y la aceleración con que se mueven éstos. Responde falso o verdadero:



- a) El recipiente A está lleno de agua.
 b) El recipiente C contiene clavos de hierro.
 c) El recipiente B está lleno de serrín.

La pendiente de las gráficas representa la masa del cuerpo correspondiente. De acuerdo con esto:

- El recipiente C tiene clavos de hierro, por ser la pendiente mayor.
- El recipiente B contiene agua, pendiente intermedia.
- El recipiente A tiene serrín, porque es el recipiente que tiene la pendiente más pequeña.

Por tanto, a) Falso; b) Verdadero; c) Falso.

30 Calcula la masa de un automóvil que se mueve a 70 km/h sabiendo que para detenerlo en 16 segundos es precisa una fuerza de 4 000 N.

La velocidad en el SI vale $v = 19,4 \text{ m/s}$

La aceleración es $a = 19,4/16 = 1,2 \text{ m/s}^2$

Y la masa $m = F/a = 4000/1,2 = 3333 \text{ kg}$

31 ¿Qué fuerza debes aplicar sobre un cuerpo de 200 g de masa para que en 2 s aumente la velocidad desde 10 m/s a 20 m/s?

La aceleración vale $a = \frac{20-10}{2} = 5 \text{ m/s}^2$

Y la fuerza se obtiene por $F = m a = 0,2 \cdot 5 = 1 \text{ N}$

32 Un automóvil de 1 000 kg se mueve con una velocidad de 60 km/h. Si dicho automóvil acelera uniformemente durante 8 s hasta alcanzar una velocidad de 100 km/h, ¿cuánto vale la fuerza aceleradora?

Hallamos las velocidades en m/s:

$v = 60 \text{ km/h} = 16,7 \text{ m/s}$

$v = 100 \text{ km/h} = 27,8 \text{ m/s}$

La aceleración será $a = \frac{27,8-16,7}{8} = 1,39 \text{ m/s}^2$

$F = 1000 \cdot 1,39 = 1390 \text{ N}$

EVALUACIÓN

1 Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- a) Las fuerzas constantes no producen movimiento.
 b) Las fuerzas constantes producen movimiento uniforme.
 c) Si un cuerpo se mueve en línea recta y con velocidad constante no está sometido a ninguna fuerza.
 d) Si la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero, dicho cuerpo puede estar en movimiento.

- a) Falso.
- b) Falso. Porque una fuerza constante origina un movimiento uniformemente acelerado.
- c) Falso. Lo correcto sería «... no está sometido a ninguna fuerza neta».
- d) Verdadero. Porque puede estar parado o puede tener movimiento rectilíneo y uniforme, como se deduce de la ley de la inercia.

2 Indica la respuesta correcta en el siguiente texto: una furgoneta que transporta un paquete frena bruscamente. Como consecuencia de esto:

- a) El paquete no experimenta ningún cambio.
- b) El paquete tiende a irse hacia adelante.
- c) El paquete tiende a irse hacia atrás.
- d) El paquete salta hacia arriba.

Es correcta la respuesta *b*), porque el paquete, por inercia, tiende a conservar el movimiento que tenía. Por esto tiende a irse hacia delante.

3 Un automóvil se desplaza por una carretera recta con una velocidad constante de 120 km/h. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- a) Sobre el coche no actúa ninguna fuerza porque no existe aceleración.
 - b) Sobre el coche actúan dos fuerzas que se equilibran: la fuerza que ejerce el motor y el peso del coche.
 - c) La resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el coche es cero.
 - d) Sobre el coche solamente actúa una fuerza: la que ejerce el motor.
- a) Falso. Lo correcto sería «Sobre el coche no actúa ninguna fuerza neta».
 - b) Falso. La fuerza del motor y el peso no pueden equilibrarse en este caso, porque no tienen la misma dirección.
 - c) Verdadero. Como dice la Ley de la inercia.
 - d) Falso. Además de la fuerza del motor, actúan sobre el coche el peso, la normal y la fuerza de rozamiento.

<http://www.McGraw-Hill.es>

4 Señala la afirmación correcta. Si solamente existiera la Tierra en el Universo:

- a) Estaría necesariamente en reposo.
- b) Se movería necesariamente en línea recta y sin aceleración.
- c) Podría estar en reposo o moviéndose en línea recta y sin aceleración.
- d) Seguiría con el mismo movimiento que actualmente posee.

Es correcta la afirmación *d*). De acuerdo con la Ley de la inercia, un cuerpo que está aislado se mueve con velocidad constante o está parado.

5 Las siguientes afirmaciones están referidas a las fuerzas de acción y reacción. Indica cuáles son verdaderas:

- a) Las dos fuerzas son iguales.
- b) Las dos fuerzas actúan sobre el mismo cuerpo.
- c) Si la acción es F , la reacción es $-F$.
- d) Siempre se equilibran porque tienen la misma dirección y sentido contrarios.

Respuesta correcta: *c*).

6 Señala la respuesta verdadera. Cuando dos cuerpos interaccionan:

- a) La fuerza que ejerce el primero es igual a la fuerza que ejerce el segundo, incluso con la misma dirección y sentido.
- b) La masa de los dos cuerpos es la misma.
- c) La variación de la cantidad de movimiento del primero es igual y opuesta al cambio en el segundo cuerpo.
- d) La cantidad de movimiento total de los dos cuerpos permanece constante.

Respuesta correcta: *c*).

EJERCICIOS

1 Aplica la Teoría cinética de la materia, estudiada el curso anterior, a fin de explicar las características básicas que acabamos de mencionar para los fluidos.

La teoría cinético-molecular se basa en dos postulados:

- Las partículas que componen la materia están en movimiento continuo.
 - Cuanto mayor es la temperatura, mayor es su movimiento.
- Los sólidos se caracterizan por partículas muy juntas y en posiciones fijas; por eso tienen forma y volumen constantes. En los líquidos, las fuerzas son más débiles, lo que permite cierta libertad de rotación y traslación; por ello los líquidos adoptan la forma del recipiente. Tienen volumen constante. Los gases presentan movilidad casi total de vibración, rotación y traslación, por lo que no tienen ni volumen ni forma definidos.

2 Intenta explicar por qué al ponernos unos esquís nos hundimos menos en la nieve, aunque ahora pesamos más.

Porque al ponernos los esquís aumenta nuestra superficie de contacto y como nuestro peso no cambia, la presión ejercida sobre la superficie de contacto es menor y, por ello, nos hundimos menos.

3 ¿A qué crees que se debe el que, con una persona «a caballito» en la espalda te hundas más?

Porque al aumentar el peso aumenta la presión sobre la superficie de contacto (nuestros pies) que no ha variado.

4 ¿Existe alguna relación entre el peso y la presión que haces sobre la nieve?

Sí, a mayor peso, mayor presión: $p = \frac{F}{S}$

$$\uparrow F \rightarrow \uparrow p$$

5 ¿A qué crees que se debe el hecho de que se corten mejor las cosas con cuchillos afilados que con cuchillos romos?

A que la superficie de contacto es menor y al realizar la misma fuerza la presión aumenta.

6 ¿Por qué a veces nos cortamos en los dedos al pasar una página de un libro?

Porque están muy afiladas, es decir, la superficie de contacto es muy pequeña, con lo que al realizar una mínima fuerza, la presión ejercida sobre nuestra piel es muy elevada y nos cortamos.

7 ¿Por qué los clavos se clavan por la punta en lugar de hacerse por la cabeza?

Porque la punta tiene mucha menor superficie de contacto.

8 ¿Cómo te hace más daño un libro al caerte en el pie: si te cae de punta o si cae plano? ¿Por qué?

Hace mucho más daño si cae de punta, puesto que, al caer el mismo peso sobre menor superficie, el valor de la presión es mucho mayor por lo que puede incrustarse o por lo menos incidir de forma mucho más evidente sobre el pie.

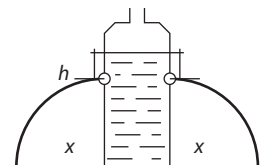
9 Calcula la presión a la que se ve sometido el nadador de la Fig. 4.3 cuando está a 2 y a 3 metros de profundidad.

$$p_{(2m)} = d g h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 16\,900 \text{ Pa}$$

$$p_{(3m)} = d g h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m} = 29\,400 \text{ Pa}$$

10 Si en otra botella, también llena de agua, practicas dos orificios a la misma altura, pero en sitios diferentes, ¿qué ocurrirá? ¿Por qué?

Que el alcance del agua será el mismo en ambos lados, porque la presión ejercida en ambos puntos es la misma, ya que la h es igual.



11 Según el esquema de la Fig. 4.7, ¿qué pozo artesiano dejará antes de suministrar el agua?

El que está a mayor altura.

12 Indica otras situaciones de la vida cotidiana en donde se emplee el Principio de Pascal.

En cualquier situación en que se usen pistones de presión (sillones de peluqueros, de dentistas, en las plataformas elevadoras de los garajes de coches, etcétera).

13 Calcula la densidad de la piedra de la experiencia anterior en unidades del SI.

La densidad hay que darla en el SI en kg/m^3 , por tanto:

$$x \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = x \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Habrás que multiplicar por 1 000 el valor que nos salga en g/cm^3 para pasarlo al SI.

14 Si introduces una pelota de goma en el interior de un río a 0,5 m de profundidad, ¿sufrirá un empuje igual o diferente que si la introducimos a 1,5 m?

El empuje a una profundidad de 1,5 m será exactamente igual que a 0,5 m, ya que el empuje es una fuerza y, por tanto, no dependerá de la altura sino del volumen del líquido desalojado, que será igual al volumen del cuerpo que introducimos en el agua, pero una vez introducido da igual que lo hagamos a 0,5 m o a 1,5 m: $E = V_c d_l g$.

15 ¿Por qué el empuje de los gases es menor que el de los líquidos para un mismo cuerpo?

Porque la densidad de los gases es del orden de 1 000 veces menor.

16 ¿Por qué crees que hay cuerpos que flotan y otros que se hunden en algunos líquidos? ¿A qué puede ser debido?

A que la densidad del cuerpo sea mayor que la del líquido y, por tanto, la presión ejercida sea mayor que el empuje.

17 Sabiendo que la densidad de la madera es 6/10 de la densidad del agua líquida, ¿cuál será la parte emergente de un bloque de madera?

Utilizamos la expresión:

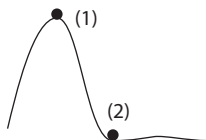
$$\frac{V_c}{V_{\text{sumergido}}} = \frac{d_{\text{líquido}}}{d_{\text{cuerpo}}};$$

$$\frac{V_c}{V_s} = \frac{V_c}{V_s} = \frac{10}{6}$$

Del volumen total de la madera, 6 partes estarán sumergidas y 4 estarán emergidas.

18 ¿Dónde existirá mayor presión, en una montaña a 2 000 m de altitud o en la superficie terrestre?

Existirá mayor presión en la superficie terrestre, ya que el aire ejerce presión; aunque sea gas igualmente se cumple que: $p = d g h$.



En la superficie terrestre existirá la misma presión que en la cima de la montaña más la debida a la altura, es decir:

$$P_{\text{superficie}} = p_{\text{montaña}} + d g h$$

19 La densidad del aire es unas 800 veces menor que la densidad del agua, ya que su valor aproximado es 1,29 g/L, mientras que para el agua es 1 000 g/L. Teniendo en cuenta estos valores, explica qué diferencias se apreciarán en ambos medios cuando se ascienda 10 m en su seno. ¿Qué le ocurre a la presión en uno y otro caso?

Como $p = d g h$, la gravedad es constante en ambos casos y la altura exactamente igual: 10 m.

La única magnitud diferente es la densidad, que en un caso es 800 veces mayor, por lo que la presión a los 10 m en ambos casos valdrá:

- a) $p_{\text{aire}} = 1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 127 \text{ Pa}$, ya que $1,3 \text{ g/L} = 1,3 \text{ kg/m}^3$.
b) $p_{\text{agua}} = 1 000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 98 000 \text{ Pa}$.

Mientras que a 1 m de altura los valores serán:

$$p = 1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 12,7 \text{ Pa}$$

$$p = 1 000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 9 800 \text{ Pa}$$

Es decir, la presión en ambos casos ha aumentado 10 veces.

20 Si succionas, con ayuda de una pajita, el batido contenido en un vaso, el líquido asciende hacia tu boca. Esto es también consecuencia de la existencia de la presión atmosférica. ¿Puedes explicarlo? Los globos que venden en las ferias, cuando se escapan, aumentan de tamaño a medida que ascienden. ¿Tiene que ver también con la presión atmosférica?



Evidentemente, pues si ponemos la pajita en el vaso observaremos que el líquido no sale por la pajita hasta que no vencemos la presión atmosférica que se ejerce sobre la superficie del líquido.

Para vencer esa presión hay que succionar, que es exactamente lo mismo que hacemos cuando bebemos un batido con una pajita.

21 Sabiendo que la presión atmosférica al nivel del mar equivale a 0,76 m de mercurio y que la densidad de éste es 13 600 kg/m³, ¿cuál será la altura de una columna de agua, cuya densidad es 1 000 kg/m³ equivalente a la presión atmosférica?

$$d g h = d' g' h'$$

$$13 600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,76 \text{ m} =$$

$$= 1 000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot h'$$

de donde: $h' = 10,33 \text{ m}$

22 Recuerda el experimento de los hemisferios de Otto de Guericke. Si en lugar de ellos se acoplan dos cajas cilíndricas de 15 cm de diámetro, ¿qué fuerza habría que realizar para separarlas en un día de presión atmosférica normal?

Habrà que vencer la presión atmosférica, suponemos 1 atm = 101 300 Pa

$$F = p S = 101 300 \text{ N/m}^2 \cdot \pi R^2 = 101 300 \text{ N/m}^2 \cdot$$

$$\cdot 3,14 \cdot \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 = 1789,2 \text{ N}$$

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 ¿Cuál será la presión que ejercerá una vaca sobre el suelo si la superficie inferior de cada una de sus patas es aproximadamente de 50 cm² y su masa es de 600 kg?

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{600 \cdot 9,8}{4 \cdot 50 \cdot 10^{-4}} = 294\,000 \text{ N}$$

2 Compara el resultado anterior con la presión que ejerce una chica, que tiene una masa de 50 kg, sobre el suelo cuando está con zapatos de tacón, cuya superficie es de 20 cm².

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{50 \cdot 9,8}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-4}} = 122\,500 \text{ N}$$

3 Un automóvil tiene una masa de 1 500 kg y sus neumáticos están hinchados a una presión de $175 \cdot 10^3$ Pa. Calcula la superficie de contacto de cada neumático con el suelo. Dato: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

$$S = \frac{F}{p} = \frac{mg}{p} = \frac{1500 \cdot 9,8}{175 \cdot 10^3} = 0,02 \text{ m}^2$$

4 Habrás leído alguna vez que si un coche cae en el río o en el mar, antes de abrir sus puertas se debe esperar a que se haya llenado de agua su interior. ¿Por qué crees que esto es así?

Para poder igualar la presión interior con la exterior.

5 ¿Qué presión deben aguantar los animales marinos que viven a 5 000 m de profundidad? (Densidad del agua del mar = $1,03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.)

$$p = dgh = 1,030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5\,000 = 50\,470\,000 \text{ Pa}$$

6 ¿Por qué las bombas manuales de extracción de agua no pueden cumplir su cometido cuando el líquido está a 11 o más metros de profundidad?

Porque para subir el agua había que vencer la presión atmosférica que sabemos que vale:

$$p = 13\,600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,76 \text{ m} = 101\,293 \text{ Pa}$$

y esa presión equivaldría a una altura de agua que es:

$$h = \frac{p}{dg} = \frac{101\,293 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 10,33 \text{ m}$$

Por eso, a partir de una profundidad de más de 10,33 metros haría falta una bomba con un motor y no serviría una bomba manual.

7 ¿Dónde pesa más un cuerpo, en una habitación con aire o en una en donde se ha hecho el vacío? Explícalo.

Donde se ha hecho el vacío la masa del cuerpo sería la misma, ya que al hacer el vacío se eliminaría el efecto de la gravedad y, como el peso del cuerpo es $p = mg$, el cuerpo pesaría más en una habitación donde no se hubiera realizado el vacío.

8 La presión máxima que puede soportar el ser humano es de 8 atm. ¿Hasta qué profundidad puede descender en el mar sin peligro?

$$p = dgh \Rightarrow h = \frac{p}{dg} = \frac{8 \text{ atm} \cdot \frac{101\,300 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 80,3 \text{ m}$$

9 Queremos levantar un peso de 1 000 kg con una prensa hidráulica sabiendo que el émbolo pequeño es un cuadrado de 10 cm de lado y el émbolo grande es un cilindro de 10 cm de radio. ¿Cuál será la fuerza que deberemos realizar y en qué émbolo de los dos, si queremos hacer la mínima fuerza?

Superficie del émbolo grande: $S = l^2$; $S = 0,10^2 = 0,01 \text{ m}^2$

Superficie del émbolo pequeño: $s = \pi R^2 = 3,14 \cdot (10^{-2})^2 = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$$f = F \frac{s}{S}; \quad f = 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{0,000314}{0,01} = 307,88 \text{ N}$$

10 Explica cómo calcularías la densidad de un objeto de forma irregular con la ayuda de un dinamómetro, agua y una probeta.

Con el dinamómetro calcularíamos la masa del objeto y con la probeta calcularíamos el volumen del mismo, que sería equivalente al aumento de volumen dentro de la probeta. Finalmente se aplicaría la ecuación $d = m/V$ en unidades del SI.

11 ¿Qué crees que pasa con la línea de flotación de un barco cuando, durante su navegación, pasa de un río al mar?

La densidad del agua de mar es mayor ($1\,030 \text{ kg/m}^3$) que la del agua de río ($1\,000 \text{ kg/m}^3$); por tanto, la línea de flotación subirá.

12 Al sumergir dos cuerpos en agua uno desaloja 3 mL y el otro, 12 cm³. ¿Qué podrías decir de sus densidades?

Si los dos cuerpos tienen el mismo volumen, el que desplaza mayor volumen de agua debe tener mayor densidad, pues se ha de sumergir más para que desplace más volumen; exactamente, la densidad ha de ser cuatro veces mayor.

13 ¿Qué fuerza ejerce la atmósfera un día en que el barómetro marca 760 mm Hg sobre un objeto que tiene una superficie de 2 m²? ¿Y si el barómetro marcara 700 mm Hg?

$$F = p S = 760 \text{ mm Hg} \cdot \frac{101300 \text{ Pa}}{760 \text{ mm Hg}} \cdot 2 \text{ m}^2 = 202600 \text{ N}$$

$$F = p S = 700 \text{ mm Hg} \cdot \frac{101300 \text{ Pa}}{760 \text{ mm Hg}} \cdot 2 \text{ m}^2 = 186605 \text{ N}$$

14 ¿Hubieran cambiado los resultados si el tubo que usó Torricelli fuera la mitad de ancho que el que utilizó?

No, porque la presión depende exclusivamente de la altura y no del volumen: $p = d g h$.

PARA REFORZAR

15 Calcula la diferencia entre las presiones que soportan dos peces en un pantano si uno está 5 m más arriba que el otro.

La presión equivalente a una altura de 5 m de agua es:

$$p = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m} = 49000 \text{ Pa}$$

16 ¿Cuántos metros deberíamos escalar en una montaña para que la diferencia de presiones fuera la misma que la del apartado anterior? (Densidad media del aire = 1,29 g/dm³.)

$$49000 = 1,29 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{10^3 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot h \rightarrow$$

$$\rightarrow h = 3875,9 \text{ m}$$

En agua, la presión equivalente a 5 m es igual a 3875,9 m en el aire.

17 La ventana lateral de un batiscafo tiene 80 cm de diámetro. Calcula la fuerza que se ejerce sobre ella cuando el batiscafo se halla a 8 km de profundidad. (Densidad del agua de mar = 1,03 g/cm³.)

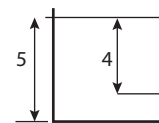
Si la ventana es circular, tenemos:

$$F = p S = d g h S = 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 8000 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 0,42 = 40590382 \text{ N}$$

18 En el lateral de un depósito de 5 m de altura se produce un agujero de 4 cm de diámetro a una altura de 4 m por debajo de la superficie. Si el depósito se va a llenar totalmente de agua, ¿cuál será la presión que deberá soportar el material que utilizemos para taponar el agujero? ¿Y la fuerza?

$$p = d g h = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ m} = 39200 \text{ Pa}$$

$$F = p S = 39200 \text{ Pa} \cdot 3,14 \cdot 0,042 = 197 \text{ N}$$



19 Durante el mes de agosto de 2000 se hundió en el mar de Barents, a 110 metros de profundidad, el submarino nuclear Kursk, de nacionalidad rusa. Para proceder a su reflotación un equipo de buceadores noruegos tuvo que sumergirse. Calcula la diferencia de presión que soportaron con respecto al nivel de mar.

$$p = d g h = 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 110 \text{ m} = 1110340 \text{ Pa}$$

20 La torre Eiffel tiene una masa de $7,34 \cdot 10^6 \text{ kg}$, y se apoya en tierra descansando sobre los émbolos grandes de 16 prensas hidráulicas de sección circular. Sabiendo que el diámetro de las prensas hidráulicas grandes es de 6,2 m y el de las pequeñas, 17,3 cm, calcula la fuerza que soporta cada una de estas últimas.

$$m = \frac{7,34 \cdot 10^6 \text{ kg}}{16} = 458750 \text{ kg}$$

$$S = \pi R^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{0,173}{2} \right)^2 = 0,0235 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{458750 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,0235 \text{ m}^2} = 1,9 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

$$F = p S = 1,9 \cdot 10^8 \text{ Pa} \cdot 0,0235 \text{ m}^2 = 4495750 \text{ N}$$

21 Una balsa de madera de 2 m de largo por 1 m de ancho y 15 cm de espesor soporta, antes de hundirse totalmente, una masa de 150 kg. Calcula la densidad de la madera con la que se ha construido la balsa.

$V_{\text{balsa}} = 2 \cdot 1 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ m}^3$; la masa de la balsa será: $m_b = 0,3 \text{ m}^3 \cdot d_b$ y el peso de la balsa será: $P = 0,3 \text{ m}^3 \cdot d_b \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$

El empuje que puede llegar a soportar es:

$$E = m g = 150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 1470 \text{ N}$$

$$\text{Por tanto: } 1470 \text{ N} = 0,3 \text{ m}^3 \cdot d_b \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{De donde la densidad de la balsa será: } d = 500 \text{ kg/m}^3$$

22 Sabiendo que la densidad del corcho es de 310 kg/m³, calcula cuál será la relación entre su volumen emergido y sumergido en agua.

$$\frac{V_{\text{cuerpo}}}{V_{\text{sumergido}}} = \frac{d_{\text{agua}}}{d_{\text{corcho}}}; \frac{V_{\text{cuerpo}}}{V_{\text{sumergido}}} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{310 \text{ kg/m}^3};$$

$$\frac{V_{\text{cuerpo}}}{V_{\text{sumergido}}} = 3,22$$

Esta relación es la existente entre el volumen total del objeto de corcho y el que se encuentra sumergido. De 10 partes hay 3,1 sumergidas y 6,9 emergidas.

Si el volumen del cuerpo fuera 10 m^3 :

$$v_s = \frac{10}{3,22} = 3,1 \text{ m}^3$$

23 Se realiza la experiencia de Torricelli al pie de una montaña y en su cima. Entre ambas experiencias existe una diferencia de altura de la columna de mercurio del barómetro de 2 cm. (Densidad del aire = $1,3 \text{ kg/m}^3$.)

- a) **Calcula la altura de la montaña.**
b) **¿Cuál sería la diferencia de altura si en lugar de emplear mercurio ($d = 13\,600 \text{ kg/m}^3$) en el barómetro hubiésemos utilizado agua?**

- a) La altura es equivalente a una diferencia de presión de 2 cm de Hg, por tanto, la presión equivalente a esa altura de Hg será:

$$\Delta p = d g \Delta h = 13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,02 \text{ m} = 2\,665,6 \text{ Pa}$$

Como estamos en el aire, esa diferencia de presión equivaldrá a:

$$2\,665,6 = 1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot h$$

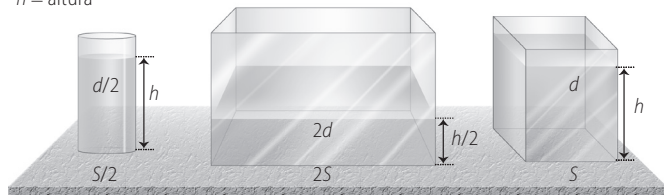
De donde $h = 209,2 \text{ m}$.

La montaña pequeña tendrá aproximadamente 210 m menos de altura.

- b) $13\,600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,02 \text{ m} = 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot h \rightarrow h = 27,2 \text{ m}$

24 Indica el fondo de qué recipiente sufre mayor presión:

d = densidad
 S = superficie
 h = altura



$$1.^\text{a} \text{ columna: } p = d g h = d/2 g h = \frac{d g h}{2}$$

$$2.^\text{a} \text{ columna: } p = d g h$$

$$3.^\text{a} \text{ columna: } p = d g h = 2 d g h/2 = d g h$$

25 Un paracaidista se lanza en caída libre con un barómetro de precisión en su muñeca. Calcula:

- a) **Si la caída comienza a los 3 000 m de altitud, cuál es la lectura del manómetro.**
b) **Si el paracaidista quiere abrir su paracaídas cuando esté a 500 m sobre el suelo, cuál será la lectura que debe marcar su manómetro de muñeca.**

Dato: Cuando estaba en tierra, el manómetro marcaba 1 atmósfera; 1 atmósfera = 101 300 Pa.

A nivel terrestre la presión sería de 1 atmósfera o 760 mmHg o 101 300 Pa; como el paracaidista está a 3 000 m de altura la presión será menor y equivaldrá a:

$$a) p = 101\,300 \text{ Pa} - d g h = 101\,300 - (1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3\,000 \text{ m}) = 63\,080 \text{ Pa}$$

$$63\,080 \text{ Pa} \cdot \frac{760 \text{ mm Hg}}{101\,300 \text{ Pa}} = 473,25 \text{ mm Hg}$$

- b) A 500 m la altura que deberá marcar el manómetro será:

$$p = 101\,300 \text{ Pa} - d g h = 101\,300 - (1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 500 \text{ m}) = 94\,930 \text{ Pa}$$

$$94\,930 \text{ Pa} \cdot \frac{760 \text{ mm Hg}}{101\,300 \text{ Pa}} = 712,2 \text{ mm Hg}$$

26 El tapón de una bañera es circular y tiene 4 cm de radio. Si llenamos la bañera con agua hasta una altura de 0,50 m, calcula la fuerza que habría que hacer para levantar el tapón, si su masa es de 20 g.

$$F = m_{\text{tapón}} g + d g h S = 0,020 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 + 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,50 \text{ m} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 49,5 \text{ N}$$

27 La copa Jules Rimet que recibe el ganador del Mundial de fútbol es de oro. Sabiendo que pesa 2,50 kg y que si la sumerges en agua su peso aparente es de 23,23 N, calcula la densidad del oro de esa copa.

$$P = m g = 2,50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 24,5 \text{ N}$$

El empuje que sufre es de: $24,5 - 23,23 = 1,27 \text{ N}$

Como sabemos que $E = V_{\text{líquido}} d_{\text{líquido}} g$;

$$1,27 = V_{\text{líquido}} \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

De donde $V_{\text{líquido}} = 129,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ que será el mismo que el del cuerpo sumergido.

$$\text{Por tanto } V_{\text{líquido}} = V_{\text{cuerpo}}; d = m/V = 2,50 \text{ kg} / 129,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 19\,290 \text{ kg/m}^3$$

28 Queremos medir la densidad de un objeto esférico de metal. Para ello disponemos de un dinamómetro que nos señala 25 N cuando colgamos la esfera en el aire. Si repetimos el mismo procedimiento sumergiendo el objeto en agua, el dinamómetro señala 20 N. Calcula la densidad del metal y su volumen.

El empuje realizado por el agua es:

$$E = P - P_{\text{aparente}} = 25 - 20 = 5 \text{ N}$$

$$5 = V_{\text{líquido}} \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

Y como el volumen del líquido desalojado es igual al volumen del cuerpo, tenemos:

$$V_{\text{cuerpo}} = 510 \text{ cm}^3 = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3; F = m g;$$

$$m = F/g = 25 \text{ N}/9,8 \text{ m/s}^2 = 2,55 \text{ kg}$$

$$d = m/V; d = 2,55 \text{ kg}/5,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 5000 \text{ kg/m}^3$$

29 ¿Cuánto hubiera marcado el dinamómetro del ejercicio anterior si en lugar de introducir la bola de metal en agua lo hubiéramos introducido en metanol o en mercurio? Datos: $d_{\text{metanol}} = 7,91 \cdot 10^2 \text{ kg m}^{-3}$; $d_{\text{Hg}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

$$E_{\text{alcohol}} = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 7,91 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 3,95 \text{ N}$$

$$E = 25 - 3,95 = 21,05 \text{ N}$$

$$E_{\text{mercurio}} = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 67,97 \text{ N}$$

No se habría hundido, pues el empuje es mayor que el peso.

30 Una esfera de madera tiene una masa de 200 g. La densidad de la madera es 600 kg/m^3 .

- Si se sumerge en agua, ¿qué fuerza hay que aplicarle para mantenerla en equilibrio dentro de ella?
- Si se deja en libertad, ¿cuál es la aceleración con la que sube hacia la superficie?

El empuje que sufrirá la bola de madera cuando está dentro del agua será:

$$a) \quad E = m/d_{\text{agua}} \cdot g = \frac{0,200 \text{ kg}}{600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3,26 \text{ N}$$

Por tanto, la fuerza que deberíamos hacer será: $3,26 - 0,200 \cdot 9,8 = 1,3 \text{ N}$

- La fuerza con que la bola saldrá del agua una vez que la soltamos será:

$$E - mg = 3,26 - 0,200 \cdot 9,8 = 1,3 \text{ N}$$

Y, por tanto, la aceleración con que la bola emergería es:

$$a = F/m = 1,3 \text{ N}/0,200 = 6,5 \text{ m/s}^2$$

31 Se introduce, colgada de un dinamómetro, una bola de hierro de 2 cm de radio en un vaso de agua.

- ¿Qué empuje experimenta la bola? ¿Cuál será su peso aparente?
- Si en vez de en agua se introduce en alcohol, el peso aparente observado es 2,38 N. ¿Cuál sería su densidad? ($d_{\text{hierro}} = 7900 \text{ kg/m}^3$.)

Suponemos que la bola se sumerge totalmente en el líquido.

$$a) \quad E = V_{\text{líquido desalojado}} d_{\text{líquido}} g = 4/3 \cdot 3,14 \cdot 0,023 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,33 \text{ N}$$

ya que el volumen del cuerpo es: $V = 4/3 \cdot 3,14 \cdot 0,023 = 3,35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

$$E = P - P_{\text{aparente}}; P_{\text{aparente}} = P - E = m_c \cdot g - E = V_c \cdot d_c \cdot g - E$$

El peso de la bola será: $p = 3,35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot 7,9 \cdot$

$$\cdot 103 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 2,59 \text{ N}$$

$$P_{\text{aparente}} = 3,35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot 7,9 \cdot 103 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 - 0,33 = 2,26 \text{ N}$$

<http://www.McGraw-Hill.es>

Que también podía haberse calculado como:

$$PE + P_{\text{aparente}} = 2,26 + 0,33 = 2,59 \text{ N}$$

- El empuje en ese caso será:

$$E = 2,59 - 2,38 = 0,21 \text{ N}$$

Y la densidad del alcohol será: $0,21 = V_c d_c g$

$$d_{\text{alcohol}} = \frac{0,21}{3,35 \cdot 10^{-5} \cdot 9,8} = 650 \text{ kg/m}^3$$

32 Calcula a qué altura hay que subir para que la presión atmosférica disminuya en 5 mm Hg aproximadamente.

La altura equivalente a una presión de 5 mm Hg es:

$$5 \text{ mm Hg} \cdot \frac{101300 \text{ Pa}}{760 \text{ mm Hg}} = 666,6 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = d g \Delta h; \quad \Delta h = \frac{\Delta p}{d g} =$$

$$= \frac{666,6}{1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 52,3 \text{ m}$$

EVALUACIÓN

1 Dos esquiadores se encuentran sobre la nieve. Se hundirán más o menos dependiendo:

- De sus pesos y de la superficie de los esquís sobre los que se encuentran.
- De sus pesos y de la velocidad a la que se mueven.
- Sólo de sus pesos.
- De las características de la nieve (su dureza, lo compacta que esté, etcétera).

Respuesta correcta: a).

2 La presión en el interior de una piscina depende:

- De la forma del vaso de la piscina.
- Del volumen de agua que tengamos encima.
- Sólo de la profundidad a la que estamos.
- De la densidad, profundidad y gravedad del lugar.

Respuesta correcta: d).

3 El empuje sobre un objeto que se encuentra dentro de un fluido es:

- La masa del fluido desalojado.
- La fuerza que ejerce el fluido sobre el cuerpo en sentido contrario al peso.
- El volumen del fluido desalojado.
- La profundidad a la que está sumergido.

Respuesta correcta: b).

4 ¿Dónde es mayor la presión?

- a) En la cima del Everest.
- b) En Barcelona.
- c) En un puerto de montaña.
- d) En el fondo de una piscina situada al nivel del mar.

Respuesta correcta: d).

5 De las siguientes afirmaciones, indica cuál es la correcta:

- a) La densidad de un objeto depende de su tamaño.
- b) La densidad de un objeto depende de su forma.
- c) La densidad de un objeto depende de su masa y de su volumen.
- d) La densidad de un objeto sólo depende de su peso.

Respuesta correcta: c).

6 Un objeto flotará en el agua cuando:

- a) Su densidad sea igual a la del agua.
- b) Su densidad sea mayor que el agua.
- c) El empuje sea mayor que su peso.
- d) El empuje sea igual a su peso.

Respuesta correcta: c).

7 1 atmósfera de presión equivale a:

- a) 900 mm Hg.
- b) 1 013 milibares.
- c) 100 000 Pa.
- d) 1 N/m².

Respuesta correcta: b).

8 La tensión superficial es la causante de:

- a) Que los líquidos se adapten al recipiente que los contiene.
- b) Que los líquidos mojen los objetos que tocan.
- c) La forma de las gotas de agua.
- d) Que la mayoría de los troncos floten en el agua.

Respuesta correcta: c).

EJERCICIOS

1 Calcula a qué distancia equivale el año-luz.

$$e = v t; 1 \text{ año} \cdot \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 31,536 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$e = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \cdot 31,536 \cdot 10^6 \text{ s} = 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

2 La Vía Láctea tiene un diámetro de 100 000 años-luz y el Sol se encuentra a 30 000 años-luz del centro de la galaxia. Calcula a cuántos kilómetros corresponden estas distancias.

$$10^5 \text{ años-luz} \cdot 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km año-luz}^{-1} = 9,5 \cdot 10^{17} \text{ km}$$

$$3 \cdot 10^4 \text{ años-luz} \cdot 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km año-luz}^{-1} = 2,9 \cdot 10^{17} \text{ km}$$

3 La Gran Nube de Magallanes se halla situada a $1,6 \cdot 10^{18}$ km. Calcula su distancia expresada en años-luz.

$$1,6 \cdot 10^{18} \text{ km} / 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km años-luz}^{-1} = 168\,421 \text{ años-luz.}$$

4 Sabemos que hay al menos diez mil millones de galaxias. Si tuvieran cada una el mismo número de estrellas que la Vía Láctea, ¿cuántas estrellas habría en el Universo?

$$10^{10} \text{ galaxias en el Universo} \cdot 2 \cdot 10^{11} \text{ estrellas en la Vía Láctea} = 2 \cdot 10^{21} \text{ estrellas en el Universo.}$$

5 Nuestra galaxia tiene un radio de unos 50 000 años-luz. Suponiendo que el Sol no cambiara de posición respecto del centro de la galaxia durante el tiempo que la circunvala, y que gira alrededor de ella a unos 225 km/s, calcula cuánto tiempo tardará en hacerlo.

$$r = 5 \cdot 10^4 \text{ años-luz} \cdot 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m años-luz}^{-1} = 4,75 \cdot 10^{20} \text{ m;}$$

$$l = 2\pi r = 2\pi \cdot 4,75 \cdot 10^{20} \text{ m} = 3 \cdot 10^{21} \text{ m}$$

$$t = e/v = 3 \cdot 10^{21} \text{ m} / 2,25 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1} = 1,3 \cdot 10^{16} \text{ s}$$

$$t = 1,3 \cdot 10^{16} \text{ s} / 31,536 \cdot 10^6 \text{ s año}^{-1} = 4,2 \cdot 10^8 \text{ años}$$

6 Calcula cuánto tiempo tarda la luz del Sol en llegar a nosotros, si la distancia que le separa de la Tierra es de $150 \cdot 10^6$ km.

$$t = e/v = 150 \cdot 10^9 \text{ m} / 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} = 450 \text{ s; } t = 450 \text{ s} / 60 \text{ min s}^{-1} = 7,5 \text{ min}$$

7 Calcula cuánto pesará un robot de 60 kg de masa en la superficie de Marte. (Datos: masa de Marte = $6,40 \cdot 10^{23}$ kg; radio de Marte = $3,39 \cdot 10^6$ m.)

$$g = G \frac{M}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \frac{6,40 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{(3,39 \cdot 10^6 \text{ m})^2} =$$

$$= 3,7 \text{ m/s}^2$$

$$P = m g = 60 \text{ kg} \cdot 3,7 \text{ m/s}^2 = 222 \text{ N}$$

8 Si el radio de la Tierra fuera el doble y su masa también, ¿cuánto valdría la gravedad entonces?

$$g = G \frac{M}{r^2}; g' = G \frac{2M}{(2r)^2} = G \frac{2M}{4r^2};$$

$$g/g' = G \frac{M}{r^2} / G \frac{2M}{4r^2} = 2; g' = g/2 = 4,9 \text{ m s}^{-2}$$

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 Indica el nombre de algunos de los principales científicos griegos que destacaron en el estudio del cosmos, comentando las ideas y aportaciones de dichos personajes.

Mirar en el texto (apartado 5.1).

2 Diferencia entre las teorías helio y geocentrista e indica los nombres de los principales astrónomos que promovieron la primera de ellas.

Teoría heliocentrista: indica que el Sol es el centro del sistema alrededor del cual giran la Tierra y los otros planetas. Promovida por Copérnico, Kepler y Galileo.

Teoría geocentrista: indica que la Tierra es el centro del sistema alrededor del cual giran el Sol y los otros planetas.

3 Comenta las principales aportaciones científicas de Isaac Newton y Galileo Galilei.

Mirar en el texto (apartado 5.1).

4 Indica las diferencias entre las teorías del Big Bang y del Big Crunch.

La Teoría del Big Bang dice que la energía contenida en un punto fue dispersándose por el Universo a medida que éste se expansionaba, dando lugar a las primeras partículas componentes de la materia. Poco a poco, el Universo comenzó a enfriarse y estas partículas, a unirse para formar otras más complejas que, a su vez, constituyeron los átomos.

La Teoría del Big Crunch dice que si la materia que existe en el Universo es lo suficientemente abundante, los objetos celestes se atraerán unos a otros por medio de su fuerza gravitacional, generando un retroceso que provocará la inversión de la situación actual. El Universo se plegará de nuevo hasta el punto original.

5 Comenta las principales diferencias entre galaxia, estrella, planeta y agujero negro.

Galaxia. Agrupación de miles de millones de estrellas girando en torno a un eje común. Suelen ser, principalmente, elípticas, espirales o irregulares.

Estrella. Cuerpo celeste compuesto principalmente por hidrógeno, cuyos átomos, al fusionarse para producir helio, emiten luz y calor.

Planeta. Objeto celeste sin luz propia que gira en torno a una estrella, formado por el material que no ha sido aglomerado por ésta, y que a menudo tiene otros objetos menores, llamados **satélites**, girando a su vez en torno a él.

Agujero negro. Estado final de una estrella de masa al menos tres veces la del Sol. Su fuerza de atracción es tan enorme que ni siquiera la luz puede escapar de él.

6 La galaxia Andrómeda se encuentra situada a 2,2 millones de años-luz. ¿Cuánto tiempo tarda su luz en llegar a nosotros? ¿A qué distancia, expresada en km, se halla?

Tarda 2,2 millones de años; distancia = $2,2 \cdot 10^6 \text{ a.l.} \cdot 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km a.l.}^{-1} = 2,1 \cdot 10^{13} \text{ km}$

7 La estrella Alfa Centauro es la más próxima a nosotros; se encuentra a 4,3 años-luz. Calcula en km a qué distancia nos encontramos de ella.

$4,3 \text{ a.l.} \cdot 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km a.l.}^{-1} = 4,1 \cdot 10^{13} \text{ km}$

8 Empleando la Ley de la Gravitación Universal, explica el fenómeno de las mareas producidas por la Luna y el Sol sobre nuestro planeta.

El nivel del mar alcanza cada 24 h dos máximos (pleamar) cuando la luna está situada frente a la Tierra, merced a su fuerza gravitacional, y dos mínimos (bajamar) cuando se aleja. Son vivas cuando el Sol y la Luna se hallan en línea con la Tierra; en caso contrario se denominan muertas.

9 Calcula la fuerza centrípeta que hace que la Tierra gire alrededor del Sol sabiendo que sus masas son de $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ y $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, y que sus centros están separados por $150 \cdot 10^6 \text{ km}$.

$$\vec{F} = G \frac{Mm}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{(150 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 3,5 \cdot 10^{28} \text{ N}$$

10 Calcula con qué fuerza se atraerán dos personas de 70 kg situadas a 1 m de distancia. ¿Apreciaremos esa fuerza?

$$\vec{F} = G \frac{Mm}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \frac{70 \text{ kg} \cdot 70 \text{ kg}}{(1 \text{ m})^2} = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

11 Sabiendo que la gravedad de la Luna es aproximadamente 1/6 de la de la Tierra, indica cuánto pesará un cuerpo en la superficie del satélite sabiendo que pesa 686 N en la Tierra.

$$g_L = g_T/6 = 1,63 \text{ m/s}^2; P_T = 686 \text{ N} = m \cdot 9,8 \text{ ms}^{-2}; m = 70 \text{ kg}; P_L = 70 \text{ kg} \cdot 1,63 \text{ m/s}^2 = 114,1 \text{ N}$$

12 Calcula la diferencia entre el peso de una persona cuando está en el Ecuador y el que tiene cuando se halla en el Polo Norte, si su masa es 55 kg.

$$P_E = m g_E = 55 \text{ kg} \cdot 9,80 \text{ ms}^{-2} = 539 \text{ N}; P_P = m g_P = 55 \text{ kg} \cdot 9,86 \text{ ms}^{-2} = 542,3 \text{ N}; \Delta P = 542,3 \text{ N} - 539 \text{ N} = 3,3 \text{ N}$$

PARA REFORZAR

13 Indica algunos de los principales astrofísicos modernos que destacaron en el estudio del cosmos y comenta las ideas y aportaciones de dichos científicos.

Mirar en el texto (apartado 5.1).

14 Si se dispara un rayo láser —que viaja a la velocidad de la luz— contra la superficie de la Luna tarda 2,56 s en volver reflejado a la Tierra. Calcula a qué distancia se encuentra nuestro satélite.

$$e = v t = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} \cdot 2,56 \text{ s} = 7,7 \cdot 10^8 \text{ m}$$

15 La distancia entre la Tierra y el Sol, que es de unos $150 \cdot 10^6 \text{ km}$, se denomina unidad astronómica (UA). Crea el factor de conversión correspondiente y expresa en esta unidad (UA) las distancias de los planetas del siguiente cuadro:

Planeta	Distancia al Sol (millones de km)
Mercurio	58
Venus	108
Marte	228
Júpiter	778
Saturno	1 430

Mercurio: $d = 58 \cdot 10^6 \text{ km} / 150 \cdot 10^6 \text{ km UA}^{-1} = 0,39 \text{ UA}$
 Venus: $d = 108 \cdot 10^6 \text{ km} / 150 \cdot 10^6 \text{ km UA}^{-1} = 0,72 \text{ UA}$
 Marte: $d = 228 \cdot 10^6 \text{ km} / 150 \cdot 10^6 \text{ km UA}^{-1} = 1,52 \text{ UA}$
 Júpiter: $d = 778 \cdot 10^6 \text{ km} / 150 \cdot 10^6 \text{ km UA}^{-1} = 5,2 \text{ UA}$
 Saturno: $d = 1 430 \cdot 10^6 \text{ km} / 150 \cdot 10^6 \text{ km UA}^{-1} = 9,5 \text{ UA}$

16 A partir de los datos obtenidos en UA en el problema anterior, prepara una representación sobre papel milimetrado cuya escala sea 1 UA: 5 cm.

Hacer la representación.

17 Se tienen dos cuerpos de masas iguales separados una distancia de 2 m que se atraen con una fuerza de $4 \cdot 10^{-6} \text{ N}$. Calcula cuánto vale la masa de cada uno.

$$\vec{F} = G \frac{Mm}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \frac{M \cdot M}{(2 \text{ m})^2} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-6} \text{ N}; M = 490 \text{ kg}$$

18 Calcula cuánto vale la aceleración de la gravedad cuando nos elevamos una distancia de la Tierra equivalente a su radio.

$$g = G \frac{M}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot$$

$$\frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(6,38 \cdot 10^6 \text{ m} + 6,38 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 2,45 \text{ m/s}^2$$

19 ¿A qué altura de la superficie terrestre el valor de la gravedad se reduce a la mitad?
(Dato: $R_T = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$)

$$g = G \frac{M}{r^2} = 4,9 \text{ m s}^{-2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot$$

$$\frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(d)^2} \Rightarrow d = 9,02 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$h = 9,02 \cdot 10^7 \text{ m} - 6,38 \cdot 10^6 \text{ m} = 8,38 \cdot 10^7 \text{ m}$$

20 Sabiendo que la masa de Júpiter es 318 veces la de la Tierra, y que su radio es 11,2 veces el de nuestro planeta, calcula cuánto valdrá la gravedad en Júpiter.

$$g = G \frac{M}{r^2} = G \frac{318 M_T}{(11,2 r_T)^2} = g \frac{318}{(11,2)^2} = 24,8 \text{ m s}^{-2}$$

21 El radio del Sol es 100 veces mayor que el de la Tierra, y su gravedad, 27 veces mayor que la nuestra. Si la masa de la Tierra es $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, calcula la del Sol.

$$g_T = G \frac{M_T}{r_T^2}; g_s = G \frac{M_s}{r_s^2}; 27 g_T = G \frac{M_s}{(100 r_T)^2};$$

dividiendo ambas queda: $27 = M_s / 10^4 M_T$; $M_s = 1,6 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.

EVALUACIÓN

1 ¿Quién propuso por vez primera que la Tierra y el resto de los planetas giraban alrededor del Sol?

- a) Un científico griego.
- b) Cristóbal Colón.
- c) Nicolás Copérnico.
- d) Albert Einstein.

Respuesta correcta: c).

2 El Universo se formó:

- a) A partir de las galaxias.
- b) A partir de una gran explosión.
- c) A partir de otro Universo anterior.

d) Siempre ha existido, sin principio ni fin.

Respuesta correcta: b).

3 Una galaxia es:

- a) Un conjunto de estrellas agrupadas.
- b) Un conjunto de estrellas que giran en torno a un eje central.
- c) Una constelación.
- d) Un método de observación del Universo.

Respuesta correcta: b).

4 Las estrellas se forman:

- a) Por unión de varias galaxias.
- b) Por fusión de átomos de hidrógeno muy concentrados en una nebulosa.
- c) Por explosión de un agujero negro.
- d) Cuando otra estrella se apaga.

Respuesta correcta: b).

5 Vemos las imágenes de las estrellas:

- a) Tal como son ahora.
- b) Tal como eran cuando la luz salió de ellas.
- c) Ambas son correctas porque la luz viaja a velocidad infinita.
- d) No sabemos de cuándo son las imágenes que vemos.

Respuesta correcta: b).

6 El Sistema Solar está formado por:

- a) Planetas interiores y exteriores.
- b) El Sol, planetas y asteroides.
- c) El Sol, planetas, satélites y asteroides.
- d) El Sol, planetas, satélites, asteroides y cometas.

Respuesta correcta: d).

7 La gravedad:

- a) Es una propiedad de los cuerpos.
- b) Es la fuerza de atracción de los planetas.
- c) Es la misma en cualquier planeta.
- d) Varía según el lugar de la Tierra en que nos encontremos.

Respuesta correcta: d).

8 Los cuerpos pesan:

- a) Lo mismo aquí que en la Luna.
- b) Más en la Tierra que en la Luna.
- c) Menos en la Tierra que en la Luna.
- d) No podemos saberlo.

Respuesta correcta: b).

TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA MECÁNICA

6

<http://www.McGraw-Hill.es>

EJERCICIOS

1 Sujeta un resorte elástico, o una goma, por un extremo y del otro cuelga un peso.

- a) ¿Hasta cuándo se estira el resorte?
- b) Si, una vez establecido el equilibrio, desplazas el cuerpo unos centímetros hacia abajo y lo sueltas, ¿qué movimiento experimenta el cuerpo?
- c) ¿En qué posición el cuerpo está sometido a la máxima fuerza?
- d) ¿Existe algún punto en donde el cuerpo no tenga aceleración?

- a) El resorte se estira hasta que la fuerza peso es equilibrada por la fuerza elástica del resorte.
- b) El cuerpo sube y baja desplazándose a ambos lados de la posición de equilibrio. Este desplazamiento recibe el nombre de movimiento oscilatorio.
- c) El cuerpo está sometido a la máxima fuerza elástica en los extremos de la trayectoria.
- d) En la posición de equilibrio la fuerza elástica tiene valor cero. Por tanto, en dicha posición no existe aceleración.

2 La energía puede tomar varias formas. ¿Cuántas formas de energía conoces?

Mecánica, térmica, eléctrica, etcétera.

3 La energía es necesaria para el movimiento. Cita tres ejemplos de cuerpos dotados de movimiento e indica la forma de energía que utilizan, así como la fuente de esa energía.

Un velero: energía eólica (el viento); un automóvil: energía térmica (gasolina); un ventilador: energía eléctrica (electricidad).

4 Nombra situaciones o actividades que tienen lugar en un hogar que no se puedan realizar sin consumir energía.

Aspirar el polvo, afeitarse, ver la televisión, lavar la ropa, etcétera.

5 Propón ejemplos de ejercicios o experiencias que exijan esfuerzo e indica en cuáles de ellos se realiza trabajo.

Mantener unas pesas en alto, apretar los dientes, sujetar un armario que se cae, etc., no realizan trabajo; apretar un muelle, subir escaleras, etc., sí lo realizan.

6 Cita tres ocupaciones que normalmente se consideran como trabajo, pero que no lo son desde el punto de vista de la Física.

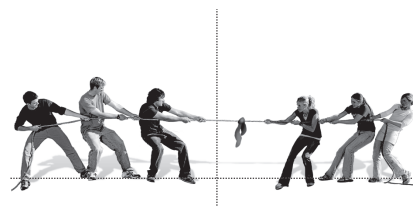
Estudiar, sostener la bolsa de la compra, empujar una pared, etcétera.

7 Un hombre que rema en una barca río arriba está en reposo con respecto a la orilla.

- a) ¿Está realizando trabajo?
- b) Si deja de remar y es arrastrado por la corriente, ¿se hace trabajo sobre él?

- a) No. Porque la barca adquiere energía cinética equivalente al trabajo realizado por el agua.
- b) Sí. Porque la barca adquiere energía cinética equivalente al trabajo realizado por el agua.

8 En un concurso de soga-tira, los dos equipos están equilibrados. ¿Las personas que tiran de la cuerda realizan trabajo? Si un equipo va perdiendo poco a poco, ¿qué trabajo se está haciendo y quién lo hace?



No, porque no hay desplazamiento.

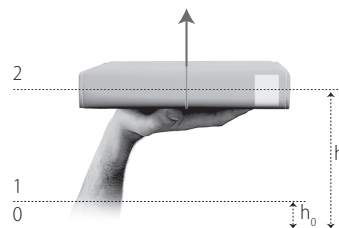
El trabajo neto viene dado por el producto de la fuerza neta por el desplazamiento.

Los dos equipos realizan trabajo:

- Positivo, el equipo que vence.
- Negativo, el equipo que va perdiendo.

9 Fíjate en la figura adjunta e indica si se trata de trabajo positivo, trabajo negativo o trabajo nulo si:

- a) Sostenemos el libro.
- b) Subimos el libro.
- c) Bajamos el libro.



- a) Trabajo nulo: no hay desplazamiento.
- b) Trabajo positivo: la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección y sentido.
- c) Trabajo negativo: la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección, pero sentido contrario.

10 Completa el siguiente enunciado:

Una mano comprime un resorte _____ hace trabajo negativo sobre _____ y _____ hace trabajo positivo sobre _____.

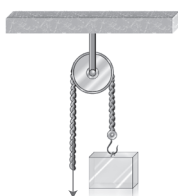
Una mano comprime un resorte. La fuerza elástica hace trabajo negativo sobre la mano y la mano hace trabajo positivo sobre el resorte.

11 Completa la tabla siguiente, sabiendo que las fuerzas tienen la misma dirección y sentido que el desplazamiento.

Fuerza	Desplazamiento	Trabajo
15 N	1,5 m	
	0,70 m	19,6 J
12 N		30 J

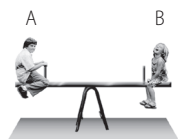
Fuerza	Desplazamiento	Trabajo
15 N	1,5 m	22,5 J
28 N	0,70 m	19,6 J
12 N	2,5 m	30 J

12 La polea de la figura es una palanca de brazos iguales. Dibuja las fuerzas F_m y F_R . ¿De qué género de palanca se trata? ¿Cómo son entre sí las fuerzas motriz y resistente? ¿Qué ventaja tiene esta máquina?



Palanca de primer género.

13 ¿Dónde se debe colocar el niño A de 60 kg para columpiarse, si la niña B de 40 kg está sentada en un extremo de la barra de 4 m de longitud apoyada en su punto medio?



$$40 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m} = 60 \text{ kg} \cdot d; d = \frac{80 \text{ kg} \cdot \text{m}}{60 \text{ kg}} =$$

$$= 1,3 \text{ m del punto de apoyo.}$$

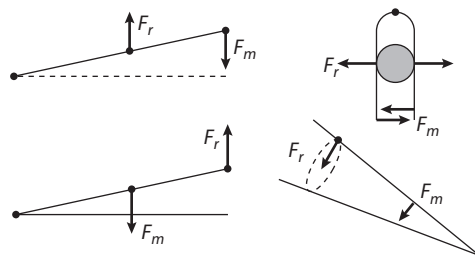
14 ¿Qué tipo de palanca son los cubiertos que utilizamos en la mesa? Señala el punto de apoyo y las fuerzas que intervienen en un cuchillo, un tenedor y una cuchara.

Cuchara: primer género. Tenedor y cuchillo: palancas de tercer género.

15 ¿Es posible que la fuerza motriz sea mayor que la fuerza resistente? ¿En qué casos ocurre esto?

En las palancas de tercer género.

16 Dibuja las fuerzas F_m y F_R que actúan cuando se utilizan las herramientas representadas en la siguiente figura:



17 El pie de una persona cuando está de puntillas es una palanca.

- Localiza el punto de apoyo.
- Identifica las fuerzas F_m y F_R .
- ¿De qué género de palanca se trata?

- Los huesos de los dedos.
- F_m = contracción del músculo.
 F_R = peso del cuerpo.
- Palanca de segundo género.



18 ¿Es posible que la energía cinética de un cuerpo pueda tener valor negativo? Razona la respuesta.

La energía cinética no puede ser negativa porque depende de dos factores que son siempre positivos: la masa y el cuadrado de la velocidad.

19 Si se duplica la velocidad de un cuerpo, ¿qué le sucede a su energía cinética?

Se hace cuatro veces mayor.

20 ¿Qué puedes decir sobre la velocidad de un objeto si el trabajo neto realizado sobre él es cero?

Que es constante. El cuerpo está en reposo o se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme.

21 Explica por qué es posible que la energía potencial de un cuerpo tenga valor negativo.

La energía potencial es una energía de posición que depende del punto de referencia que se tome. Si el cuerpo se encuentra en una posición negativa respecto del punto de referencia, la energía potencial será negativa.

22 Pon un ejemplo en el que existan simultáneamente las dos energías: cinética y potencial gravitatoria.

Un cuerpo que desciende desde una cierta altura.

23 ¿En qué casos se almacena energía potencial elástica?

- a) Al saltar sobre un trampolín.
- b) Al saltar sobre una cama elástica.
- c) Al doblar un alambre de hierro.
- d) Al estirar una goma.
- e) Al saltar con una pértiga.
- f) Al disparar una flecha con un arco.
- g) Al comprimir una pelota de tenis.
- h) Al doblar ligeramente una goma de borrar.

En todos, excepto el caso de doblar un alambre de hierro, puesto que ese metal no es elástico.

24 Lanzas por un suelo horizontal un objeto con una cierta velocidad. Si no existe ningún obstáculo ni rozamiento:

- a) ¿Se conserva la energía mecánica?
- b) ¿Qué ocurre con la velocidad del cuerpo?
- c) ¿Qué tipo de movimiento tiene el cuerpo?
- d) ¿Hay alguna ley de la Dinámica que permita llegar a la misma conclusión?

- a) Sí se conserva la energía mecánica.
- b) Permanece constante.
- c) Rectilíneo y uniforme.
- d) La ley de la inercia.

25 Explica las transformaciones energéticas que tienen lugar en las siguientes situaciones:

- a) Lanzar verticalmente hacia arriba un objeto.
- b) Un jugador de tenis golpea una pelota con una raqueta.

- a) Cinética en el lanzamiento. Cinética y potencial en la subida y en la bajada.
- b) Cinética al llegar al punto de partida.

26 Desde un acantilado lanzas verticalmente una pelota hacia arriba. ¿Qué tipo de energía posee la pelota respecto del nivel del mar?

- a) En el punto A del lanzamiento.
- b) Cuando pasa por el punto B.
- c) Cuando alcanza el punto C más alto del recorrido.
- d) Cuando llega al agua.



- a) Cinética y potencial.
- b) Cinética y potencial.
- c) Potencial.
- d) Cinética.

EJERCICIOS PROPUESTOS

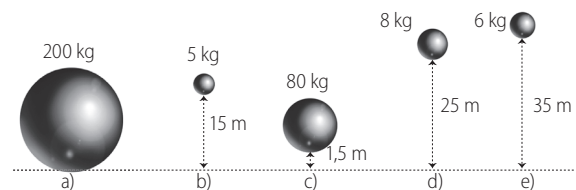
PARA REPASAR

1 Una persona de 80 kg que lleva un paquete de 35 N sube por una escalera. ¿Qué trabajo realiza cuando asciende a una altura de 15 m?

El trabajo viene dado por el incremento que experimenta, respecto del punto de referencia, la energía potencial.

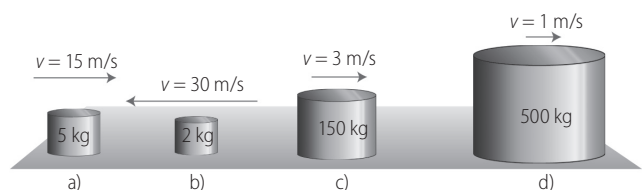
$$W = m g h = 80,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m} = 11\,772 \text{ J}$$

2 Ordena de mayor a menor la energía potencial de los siguientes cuerpos:



e), d), c), b), a).

3 ¿Qué objeto tiene mayor energía cinética?



b), $E = 900 \text{ J}$

4 Un objeto que pesa 15 N se deja caer desde una altura de 8 m. Este objeto llega al suelo con una energía cinética de:

a) 8 J; b) 15 J; c) 120 J y d) 1 176 J

$$c), E = m g h = 15 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} = 120 \text{ J}$$

5 Un objeto de 5 kg tiene una energía cinética de 250 J. Este objeto se mueve con una velocidad de:

a) 5 m/s; b) 10 m/s; c) 250 m/s y d) 1 250 m/s

b), $v = 10 \text{ m/s}$

6 Dejas caer un objeto de 2 kg en un pozo. ¿Con qué energía potencial llega al nivel del agua si está a 10 m

por debajo del brocal que tomamos como nivel de referencia?

$$E_p = m g h = 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (-10 \text{ m}) = -196 \text{ J}$$

7 Un objeto de 2 kg posee una energía potencial respecto del suelo de 400 J.

- ¿A qué altura se encuentra?
- ¿Con qué energía cinética llega al suelo?
- ¿Con qué velocidad llega al suelo?

$$a) \quad h = \frac{E_p}{m g} = \frac{400 \text{ J}}{2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = \frac{400 \text{ J}}{19,6 \text{ N}} = 20,4 \text{ m}$$

$$b) \quad E_c = E_p = 400 \text{ J}$$

$$c) \quad \frac{1}{2} m v^2 = 400 \text{ J}; \quad v = \sqrt{\frac{800 \text{ J}}{2 \text{ kg}}} = 20 \text{ m/s}$$

8 Clasifica las siguientes palancas:

- Un remo.
- Una pinza de tender la ropa (de las que tienen un muelle en medio).

- Palanca de segundo género.
- Palanca de primer género.

9 ¿Cuánto mide una palanca de segundo género, cuya fuerza motriz es de 215 N y 850 N la fuerza resistente, si el brazo de esta última fuerza es 0,75 m?

$$215 \text{ N} \cdot \ell = 850 \text{ N} \cdot 0,75 \text{ m}; \quad \ell = \frac{850 \text{ N} \cdot 0,75 \text{ m}}{215 \text{ N}} = 3 \text{ m}$$

10 Un ascensor ha elevado una carga de 500 kg a un piso que está a 25 m de altura y ha tardado 12 s. Halla la potencia en CV del motor.

$$P = W/t = \frac{m g h}{t} = \frac{500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 25 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 10208,3 \text{ W} = 14 \text{ CV}$$

11 Se lanza por el suelo un cuerpo con una energía cinética de 270 J. Si el cuerpo recorre 20 m antes de pararse, ¿cuánto vale la fuerza de rozamiento?

$$F_r x = \frac{1}{2} m v^2; \quad F_r = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{270 \text{ J}}{20 \text{ m}} = 13,5 \text{ N}$$

12 ¿Qué variación de energía potencial experimenta un ascensor de 800 kg cuando sube desde la planta cero hasta el último piso de un rascacielos situado a 200 m de altura?

$$E_p = m g h = 800 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 200 \text{ m} = 1,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

PARA REFORZAR

13 Un obrero lleva en una carretilla que pesa 150 N una carga de 90 kg. Si el peso total se supone aplicado en un punto de la carretilla y las distancias de éste al punto de apoyo y a la fuerza motriz son, respectivamente, 0,40 m y 0,90 m, ¿qué fuerza hará el obrero?

$$F_m \cdot 0,90 = (150 \text{ N} + 90 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2) \cdot 0,40 \text{ m}$$

$$F_m = 459 \text{ N}$$

14 Unos mineros, para evitar la inundación de la mina, han de sacar 1500 L de agua cada 5 minutos de una profundidad de 85 m. ¿Qué potencia en CV debe tener la bomba?

$$\text{Trabajo realizado: } W = m g h = 1500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 85 \text{ m} = 1249500 \text{ J}$$

$$\text{Potencia desarrollada } P = \frac{W}{t} = \frac{1249500 \text{ J}}{30 \text{ s}} =$$

$$= 41650 \text{ W} = 57 \text{ CV}$$

15 El martillo de esta figura tiene una masa de 3 kg y se desplaza a 10 m/s en el instante que golpea el clavo. Si el clavo se introduce 4 mm dentro de la pared, ¿qué fuerza de resistencia ofrece la pared?

La energía cinética con que llega el martillo al clavo se emplea en el trabajo necesario para introducirlo.

$$\frac{1}{2} m v^2 = F_r x; \quad F_r = \frac{1}{2} m v^2 =$$

$$= \frac{0,5 \cdot 3 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m}^2/\text{s}^2}{4 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 37500 \text{ N}$$



16 Una masa de 100 g cuelga de un hilo, como indica la figura. Si esta masa la desplazamos hasta la posición B y la soltamos, ¿con qué velocidad pasará por la posición A? ¿Qué velocidad tendrá en la posición C, si está a 5 cm de altura respecto de A?

En el movimiento del péndulo de conserva la energía mecánica. Por tanto, se cumple:

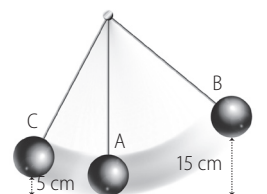
$$m g h_B = \frac{1}{2} m v_A^2; \quad v_A = \sqrt{2 g h_B} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,15 \text{ m}} = 1,7 \text{ m/s}$$

En el punto C la masa tiene energía potencial y energía cinética. En esa posición se cumple:

$$m g h_B = \frac{1}{2} m v_C^2 + m g h_C$$

De donde:



$$v_c = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_b - h_c)} = \\ = \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,10 \text{ m}} = 1,4 \text{ m/s}$$

EVALUACIÓN

1 Indica falso o verdadero. El trabajo mecánico es:

- a) Una forma de crear energía.
- b) Una forma de crear o consumir energía.
- c) Una forma de transmitir energía.
- d) Un sinónimo de esfuerzo.

- a) Falso, porque la energía no se crea.
- b) Falso, por la misma razón.
- c) Verdadero, por definición de trabajo.
- d) Falso.

2 ¿Es correcta alguna de las siguientes afirmaciones?

- a) Una fuerza siempre realiza trabajo.
- b) Una fuerza realiza trabajo cuando hay desplazamiento.
- c) Una fuerza realiza trabajo cuando produce un desplazamiento en la misma dirección en que actúa.
- d) Las fuerzas no realizan trabajo.

Es correcta la afirmación c).

3 ¿Qué afirmaciones son falsas?

- a) La energía cinética de un cuerpo no puede ser negativa.
- b) La energía potencial de un cuerpo no puede ser negativa.
- c) La energía cinética de un cuerpo depende del lugar en donde esté situado dicho cuerpo.
- d) La energía cinética depende de la velocidad.

Son falsas las afirmaciones b) y c). Porque la energía potencial sí puede ser negativa, y porque la energía cinética no depende de la posición, sino de la velocidad.

4 Desde el mismo punto de un puente sobre un río, dejas caer dos bolas del mismo tamaño, una de ping-pong y la otra de golf. Indica falso o verdadero:

- a) Las dos bolas tienen inicialmente la misma energía potencial, porque están a la misma altura respecto del agua.
- b) Llegan al agua con la misma energía cinética.
- c) Las dos tienen en el punto de partida la misma energía mecánica.
- d) La bola de golf llega al agua con mayor energía mecánica.

- a) Falso, porque la energía potencial también depende de la masa, que es mayor en el caso de la bola de golf.
- b) Falso. Llegan con la misma velocidad, pero con distinta energía cinética.
- c) Falso. Tiene mayor energía mecánica la bola de golf.
- d) Verdadero.

5 Indica en qué situaciones se realiza trabajo:

- a) Preparar un examen de Matemáticas.
- b) Jugar al fútbol.
- c) Sostener un cuerpo de 15 kg durante una hora.
- d) Subir por una escalera.

Respuestas correctas: b) y d).

6 La magnitud que determina la eficacia de un motor es:

- a) El trabajo que ha realizado.
- b) La velocidad con que funciona.
- c) La potencia que posee.
- d) El tiempo que está funcionando.

Respuesta correcta: a).

7 El profesor te pide que empujes la pared de la clase con el fin de derribarla. Tú respondes que te sientes incapaz de realizar tal cosa. Tu incapacidad es debida a que no tienes:

- a) Suficiente fuerza.
- b) Suficiente potencia.
- c) Suficiente energía.
- d) Suficiente tiempo para realizarlo.

Suficiente fuerza. Para poder derribar una pared, haría falta que fuéramos capaces de hacer una fuerza superior a la resistencia de la pared.

8 Un mecánico afloja una tuerca utilizando una llave inglesa. ¿Realiza algún trabajo?

- a) No, porque la tuerca gira pero, sin embargo, no se desplaza.
- b) Sí, porque el punto de aplicación de la fuerza se desplaza cuando gira la tuerca.
- c) No, porque el punto de aplicación de la fuerza no se ha desplazado.
- d) Sí, porque el mecánico realiza un esfuerzo al aflojar la tuerca.

La respuesta correcta es la b). Por pequeño que sea el desplazamiento, se hace un trabajo de rotación, ya que la tuerca gira.

EJERCICIOS

1 ¿Qué procedimientos conoces para transferir energía a un cuerpo? ¿Es correcto decir que el calor es energía en movimiento?

Se puede transferir energía a un cuerpo mediante trabajo y mediante calor.

El calor es energía que se transfiere, es energía en tránsito, en movimiento.

2 ¿Es correcto decir que un cuerpo tiene calor? ¿Debemos considerar al calor como una forma de energía?

No. Los cuerpos no tienen ni calor ni trabajo.

El calor no es una forma de energía, sino energía que se transfiere.

3 ¿Cómo varía la energía interna de un cuerpo: cuando cede calor o cuando recibe trabajo?

Cuando un cuerpo recibe trabajo (energía), aumenta su energía interna. Si cede calor, disminuye su energía interna.

4 Define los conceptos de calor y temperatura.

El calor es energía que se transfiere, que pasa de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperatura. La temperatura es una medida de la velocidad media de las partículas que forman un cuerpo.

5 ¿Podemos utilizar nuestro sentido del tacto para medir la temperatura con precisión?

Nuestro sentido del tacto no permite medir la temperatura de los cuerpos con precisión.

6 Si la temperatura del aula es la misma en todos los puntos, ¿tienen la misma velocidad todas las moléculas que forman el aire? ¿Es igual su energía cinética?

No. La temperatura es una medida de la velocidad media de las moléculas que forman el aire, pero eso no significa que todas las moléculas tengan la misma velocidad. Por tanto, tampoco su energía cinética es la misma; además, las moléculas de oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, etc., que forman el aire tienen distinta masa.

7 Un vaso contiene 100 g de agua a 15 °C. ¿Contiene calor el agua? ¿Tiene energía interna?

El agua no contiene calor; sí tiene energía interna.

8 La temperatura máxima y la mínima de un día de invierno fueron 14 °C y -2 °C. Expresa estas temperaturas en la escala absoluta y calcula la variación de temperatura a lo largo del día en las escalas Celsius y Kelvin.

$$T_1 = -2 + 273 = 271 \text{ K}; T_2 = 14 + 273 = 287 \text{ K}$$

$$\Delta T = 14 \text{ °C} - (-2) = 16 \text{ °C};$$

$$\Delta T = 287 \text{ K} - 271 \text{ K} = 16 \text{ K}$$

En todos los casos, la variación de temperatura es la misma en las escalas Celsius y Kelvin.

9 Un termómetro calibrado en la escala Celsius marca 32 °C en un día caluroso de verano. ¿Qué temperatura indicaría un termómetro calibrado en la escala Fahrenheit? ¿Cuál sería su equivalencia en Kelvin?

$$\frac{32}{100} = \frac{T - 32}{180}; T = 89,6^\circ \text{ F}$$

$$T = 32 + 273 = 305 \text{ K}$$

10 ¿Intercambian energía térmica entre sí dos cuerpos que se encuentran en equilibrio térmico?

Dos cuerpos están en equilibrio térmico cuando tienen la misma temperatura. En estas condiciones, los cuerpos no intercambian energía térmica.

11 Julius R. Mayer observó que la temperatura del mar se había incrementado tras una gran tormenta; por ello, sugirió en 1842 que debía existir alguna relación entre calor y trabajo. ¿Cómo explicas el pensamiento de Mayer?

Mayer pensó que el trabajo realizado por las olas habría incrementado la temperatura del agua al transferirle calor a ésta por rozamiento.

12 Expresa en julios o en calorías (lo que proceda) las siguientes cantidades de energía:

- a) 254 cal
- b) 316 kJ
- c) 12,5 kcal
- d) $8,9 \cdot 10^6 \text{ J}$

- a) $254 \text{ cal} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = 1\,060 \text{ J}$
- b) $316 \text{ kJ} = 316\,000 \text{ J} \cdot 0,24 \text{ cal/J} = 75\,840 \text{ cal}$
- c) $12,5 \text{ kcal} = 12\,500 \text{ cal} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = 52\,250 \text{ J}$
- d) $8,9 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot 0,24 \text{ cal/J} = 2,136 \cdot 10^6 \text{ cal}$

13 El calor específico del agua es 4 180 J/kg K y el del mercurio, 140 J/kg K. ¿Cuál de las dos sustancias se calienta más rápidamente al utilizar la misma fuente de calor?

El mercurio se calienta más rápidamente, pues su calor específico es menor que el del agua.

14 ¿Cuánta energía se necesita para elevar la temperatura de 125 g de aluminio de 14 °C a 120 °C? El calor específico del aluminio es $c = 898 \text{ J/kg K}$.

$$Q = m c (T_2 - T_1) = 0,125 \text{ kg} \cdot 898 \text{ J/kg K} \cdot (120 - 14) \text{ K} = 1,19 \cdot 10^4 \text{ J}$$

15 Si mezclas 8,2 L de agua a 16 °C con 6,5 L de agua a 64 °C, ¿cuál es la temperatura de equilibrio de la mezcla?

El calor cedido por el agua caliente es igual al absorbido por el agua fría:

$$\begin{aligned} m_c c_c (T_c - T_f) &= m_f c_f (T_f - T_i) \\ 6,5 \text{ kg} \cdot 4 \text{ 180 J/kg}^\circ\text{C} \cdot (64 - T_f)^\circ\text{C} &= \\ = 8,2 \text{ kg} \cdot 4 \text{ 180 J/kg}^\circ\text{C} \cdot (T_f - 16)^\circ\text{C} \\ T_f &= 37,2^\circ\text{C} \end{aligned}$$

16 Un cilindro de cobre de 155 g de masa que está a una temperatura de 322 °C se introduce en un recipiente que contiene 496 mL de agua a 18,2 °C. ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

$$\begin{aligned} m_c c_c (T_c - T_f) &= m_a c_a (T_f - T_i) \\ 0,155 \text{ kg} \cdot 385 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (322 - T_f)^\circ\text{C} &= \\ = 0,496 \text{ kg} \cdot 4 \text{ 180 J/kg}^\circ\text{C} \cdot (T_f - 18,2)^\circ\text{C} \\ T_f &= 26,7^\circ\text{C} \end{aligned}$$

17 Los cambios de estado, ¿son cambios físicos o químicos? ¿Por qué?

Los cambios de estado son cambios físicos, porque no cambia la composición de las sustancias que intervienen.

18 Según la Teoría cinético-molecular, ¿por qué mientras el agua está hirviendo se mantiene constante su temperatura?

La energía transferida aumenta la energía interna y permite separar las moléculas, con lo que el líquido pasa al estado de vapor.

19 Calcula la cantidad de energía que se desprende cuando se solidifican 1,5 kg de agua que se encuentra a 0 °C.

$$Q = mL = 1,5 \text{ kg} \cdot 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = 5 \cdot 10^5 \text{ J}$$

20 Determina la energía intercambiada mediante calor al transformar 315 g de agua a una temperatura de 10,5 °C en vapor de agua a 100 °C.

$$\begin{aligned} Q &= m c (T_2 - T_1) = 0,315 \text{ kg} \cdot 4 \text{ 180 J/kg}^\circ\text{C} \cdot (100 - 10,5)^\circ\text{C} = \\ &= 11,8 \cdot 10^4 \text{ J} \\ Q_2 &= mL = 0,315 \text{ kg} \cdot 22,5 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = 7,09 \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_T &= Q_1 + Q_2 = 8,27 \cdot 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

21 Si la dilatación del agua fuera normal, ¿podría practicarse el patinaje sobre hielo? Razona tu respuesta.

No, porque el hielo se hundiría en el agua líquida.

22 ¿Conoces alguna aplicación de la dilatación en los líquidos?

Los termómetros de mercurio, agua, alcohol, etcétera.

23 Describe las transformaciones energéticas que se producen cuando una pila eléctrica hace funcionar una bombilla, una calculadora o un reloj.

En la bombilla, la energía eléctrica se transforma en energía luminosa, energía térmica y energía cinética del aire situado encima de la bombilla y, en último término, toda la energía se transforma en calor, que se dispersa en el aire.

En una calculadora o en un reloj, la energía eléctrica se transforma en energía luminosa y, al final, en calor que se dispersa en el aire.

24 Describe las transformaciones energéticas que se producen cuando un automóvil está en movimiento. ¿Se puede convertir íntegramente en trabajo la energía térmica de los gases calientes que salen por el tubo de escape?

La energía química del combustible se transforma en energía mecánica, energía eléctrica al cargar la batería, energía acústica, energía térmica y, al final, todo en calor que se dispersa en el aire.

La energía térmica de los gases calientes que salen por el tubo de escape no se puede convertir íntegramente en trabajo. La energía se ha degradado, no es útil.

25 ¿Es posible fabricar una máquina térmica que intercambie energía con un solo foco calorífico?

No. Las máquinas térmicas requieren para su funcionamiento dos focos a distinta temperatura.

A esa hipotética máquina se le denomina «móvil perpetuo de segunda especie».

26 El motor de un automóvil produce 1 550 J de trabajo por cada 1,15 kcal consumidas. ¿Cuál es el rendimiento del motor?

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{1550 \text{ J}}{1 \text{ 150 cal} \cdot 4,18 \text{ J/cal}} = 0,322 \Rightarrow 32,2 \%$$

27 ¿Qué factores influyen en el crecimiento continuo del consumo de energía en el mundo?

El aumento de la población, el desarrollo industrial, el crecimiento económico de las sociedades modernas y el consumo abusivo de energía que se produce en los países ricos.

28 ¿Qué inconvenientes encuentras en el uso de combustibles fósiles para producir energía? ¿Deberían utilizarse otras fuentes de energía?

Los combustibles fósiles son perecederos, es decir, no durarán indefinidamente. Además, su combustión produce dióxido de carbono, lo que propicia el cambio climático e incrementa el efecto invernadero. También son los responsables de las lluvias ácidas.

Deberían sustituirse gradualmente por energías renovables menos contaminantes: solar, eólica, mareomotriz, biomasa e hidráulica.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 ¿Es correcto decir que un cuerpo contiene más calor que otro?

No, los cuerpos no contienen calor.

2 Explica la diferencia entre calor y temperatura.

El calor es energía que se transfiere, energía en tránsito, entre dos cuerpos a distinta temperatura.

La temperatura es una medida de la velocidad media de las partículas que forman un cuerpo.

3 En un día de invierno la temperatura mínima es de $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuál es su valor en la escala absoluta de temperaturas?

$$T = -12 + 273 = 261\text{ K}$$

4 ¿A qué temperatura en grados Celsius equivale una temperatura de 323 K ?

$$T = 323 - 273 = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

5 ¿A cuántos julios equivalen $2,3\text{ kcal}$? ¿Y a cuántas calorías equivalen $2,3\text{ kJ}$?

$$Q = 2300\text{ cal} \cdot 4,18\text{ J/cal} = 9,6 \cdot 10^3\text{ J}$$

$$Q = 2300\text{ cal} \cdot 0,24\text{ cal/J} = 552\text{ cal}$$

6 ¿Por qué la escala Kelvin de temperaturas no tiene valores negativos?

Porque en ella se asigna el valor cero a la temperatura más baja.

7 ¿Qué cantidad de energía se transfiere cuando se eleva la temperatura de 220 g de agua desde $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $55\text{ }^{\circ}\text{C}$?

$$Q = m c (T_2 - T_1) = 0,220\text{ kg} \cdot 4180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C} (55 - 15)\text{ }^{\circ}\text{C} = 3,68 \cdot 10^4\text{ J}$$

8 Un kilogramo de agua y un kilogramo de cobre reciben la misma cantidad de energía. ¿En cuál de ellos se produce un mayor incremento de la temperatura?

En el cobre, porque su calor específico es menor.

<http://www.McGraw-Hill.es>

9 Un cubo de aluminio de 425 g de masa que está a una temperatura de $182\text{ }^{\circ}\text{C}$ se introduce en un recipiente que contiene 368 g de agua a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla? Calor específico del aluminio: $c = 898\text{ J/kg K}$.

$$\begin{aligned} m_{Al} c_{Al} (T_{Al} - T_F) &= m_a c_a (T_F - T_a) \\ 0,425\text{ kg} \cdot 898\text{ J/kg }^{\circ}\text{C} \cdot (182 - T_F)\text{ }^{\circ}\text{C} &= \\ = 0,368\text{ kg} \cdot 4180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C} \cdot (T_F - 18)\text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_F &= 50,6\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

10 Si mezclas $5,2\text{ L}$ de agua a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ con $8,6\text{ L}$ de agua a $46\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿cuál es la temperatura final de la mezcla?

El calor cedido por el agua caliente es igual al absorbido por el agua fría:

$$\begin{aligned} 5,2\text{ kg} \cdot 4180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C} \cdot (T_F - 22)\text{ }^{\circ}\text{C} &= \\ = 8,6\text{ kg} \cdot 4180\text{ J/kg }^{\circ}\text{C} \cdot (46 - T_F)\text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_F &= 37\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

11 Justifica la presión de los gases basándote en la Teoría cinético-molecular de la materia.

La presión se debe a los choques de las moléculas del gas con las paredes del recipiente.

12 ¿Qué puedes decir acerca de la energía cinética de las partículas que forman dos cuerpos en equilibrio térmico?

La energía cinética media de sus partículas es la misma. Dos cuerpos en equilibrio térmico no intercambian energía cuando se ponen en contacto.

13 ¿A qué se debe el incremento de volumen que experimentan los cuerpos cuando aumenta su temperatura?

Cuando aumenta la temperatura de un cuerpo, aumenta la velocidad de sus partículas y la amplitud de sus movimientos. La separación entre sus partículas se hace mayor y el cuerpo aumenta su volumen: se dilata.

14 Enuncia el Principio de conservación de la energía. ¿Por qué decimos que la energía se degrada?

La energía ni se crea ni se destruye, solamente se transforma. Sin embargo, en todas las transformaciones de la energía aparece calor por rozamiento que no puede utilizarse de nuevo. La energía se degrada, cada vez es menos útil.

PARA REFORZAR

15 ¿Existe alguna temperatura a la que coincidan la escala Celsius y la Fahrenheit?

$$\frac{x}{100} = \frac{x - 32}{180} \Rightarrow x = -40\text{ }^{\circ}\text{C} = -40\text{ }^{\circ}\text{F}$$

16 ¿Por qué cuando nieva la temperatura ambiente suele ser menos fría que después de la nevada?

Al solidificarse el agua, se desprende el calor latente de solidificación, que es igual al de fusión en valor numérico.

17 ¿Por qué el agua contenida en un botijo se mantiene relativamente fría en verano?

Para evaporarse el agua de la superficie del botijo necesita una cantidad elevada de energía (el calor latente de vaporización del agua es muy elevado: $2,25 \cdot 10^6$ J/kg), que obtiene, en parte, del agua del botijo y, por tanto, ésta se enfría.

18 ¿Por qué en una olla a presión los alimentos se cocen en menos tiempo?

Porque al aumentar la presión, aumenta la temperatura de ebullición.

19 ¿Por qué en un día caluroso de verano la arena de la playa quema y el agua del mar no?

Porque el calor específico del agua es mucho mayor que el de la arena y ésta se calienta más.

20 ¿Qué cantidad de energía se desprende por medio de calor cuando 72 g de vapor de agua a 100 °C se convierten en agua a 10 °C?

$$\begin{aligned} Q_1 &= m L = 0,072 \text{ kg} \cdot 2,25 \cdot 10^6 \text{ J/kg} = 1,62 \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_2 &= m c (T_2 - T_1) = 0,072 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (100 - 10)^\circ\text{C} = \\ &= 2,71 \cdot 10^4 \text{ J} \\ Q_T &= Q_1 + Q_2 = 1,89 \cdot 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

21 ¿Qué cantidad de energía hay que transferir por medio de calor a 82 g de agua a 15 °C para transformarla en vapor a 100 °C?

$$\begin{aligned} Q_1 &= m c (T_2 - T_1) = 0,082 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (100 - 15)^\circ\text{C} = \\ &= 2,91 \cdot 10^4 \text{ J} \\ Q_2 &= m L = 0,082 \text{ kg} \cdot 2,25 \cdot 10^6 \text{ J/kg} = 1,85 \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_T &= Q_1 + Q_2 = 2,14 \cdot 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

22 Un cuerpo de 1450 g de masa cae al suelo desde una altura de 17,5 m. Si toda su energía potencial gravitatoria se invierte en aumentar la temperatura del cuerpo, ¿cuánto varía su temperatura? Calor específico: $c = 125$ J/kg °C.

$$\begin{aligned} E_p &= m g h = 1,45 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 17,5 \text{ m} = 249 \text{ J} \\ Q &= m c \Delta T; 249 \text{ J} = 1,45 \text{ kg} \cdot 125 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot \Delta T; \Delta T = 1,37^\circ\text{C} \end{aligned}$$

23 Calcula la energía intercambiada al transformar 120 g de hielo a -12 °C en vapor de agua a 110 °C.

$$Q_1 = m c (T_2 - T_1) = 0,120 \text{ kg} \cdot 2050 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot [0 - (-12)]^\circ\text{C} = 2,95 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m L_f = 0,120 \text{ kg} \cdot 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = 4,0 \cdot 10^4 \text{ J} \\ Q_3 &= m c (T_2 - T_1) = 0,120 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (100 - 0)^\circ\text{C} = \\ &= 5,02 \cdot 10^4 \text{ J} \\ Q_4 &= m L_v = 0,120 \text{ kg} \cdot 2,25 \cdot 10^6 \text{ J/kg} = 2,70 \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_T &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 3,63 \cdot 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

24 Basándote en la Teoría cinético-molecular, explica por qué durante la fusión de una sustancia no varía su temperatura.

Mientras se produce la fusión, la energía transferida sirve para separar las moléculas del sólido, venciendo las fuerzas que las unen, con lo que pasa al estado líquido, sin variar la temperatura.

25 Calcula la energía necesaria para transformar 1,2 kg de hielo a -14 °C en vapor de agua a 100 °C.

$$\begin{aligned} Q_1 &= m c \Delta T = 1,2 \text{ kg} \cdot 2050 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (100 - (-12))^\circ\text{C} = 2,8 \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_2 &= m L_f = 1,2 \text{ kg} \cdot 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = 4,01 \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_3 &= m c \Delta T = 1,2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (100 - 0)^\circ\text{C} = 5,02 \cdot 10^5 \text{ J} \\ Q_4 &= m L_v = 1,2 \text{ kg} \cdot 2,25 \cdot 10^6 \text{ J/kg} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ J} \\ Q_T &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 3,88 \cdot 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

26 Determina la energía necesaria para fundir un bloque de aluminio de 23 kg de masa que se encuentra a una temperatura de 45 °C. Calor específico del aluminio: $c = 898$ J/kg K; calor latente de fusión: $L_f = 3,42 \cdot 10^5$ J/kg; temperatura de fusión del aluminio: $T = 930$ K.

$$\begin{aligned} Q_1 &= m c \Delta T = 23 \text{ kg} \cdot 898 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (657 - 45)^\circ\text{C} = 1,26 \cdot 10^7 \text{ J} \\ Q_2 &= m L_f = 23 \text{ kg} \cdot 3,42 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = 7,87 \cdot 10^6 \text{ J} \\ Q_T &= Q_1 + Q_2 = 2,05 \cdot 10^7 \text{ J} \end{aligned}$$

27 Un calentador eléctrico de inmersión que tiene una potencia de 250 W se sumerge en un recipiente que contiene 5,2 L de agua a 18 °C. Calcula el tiempo necesario para que la temperatura del agua llegue hasta 62 °C.

$$\begin{aligned} Q &= m c \Delta T = 5,2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \cdot (62 - 18)^\circ\text{C} = 9,56 \cdot 10^5 \text{ J} \\ P &= \frac{W}{t} = \frac{Q}{t}; t = \frac{Q}{P} = \frac{9,56 \cdot 10^5 \text{ J}}{250 \text{ J/s}^{-1}} = 3,82 \cdot 10^3 \text{ s} \end{aligned}$$

EVALUACIÓN

1 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- Las partículas que forman la materia están en constante movimiento.
- El calor es una forma de energía.
- La escala Celsius de temperaturas es una escala centígrada.
- La unidad de energía en el SI es el julio.

Respuesta correcta: b).

2 ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas?

- a) Cuando se transfiere energía a un cuerpo aumenta su temperatura.
- b) En la escala Kelvin de temperaturas no existen valores negativos.
- c) El paso de sólido a líquido se denomina solidificación.
- d) Algunas sustancias sólidas pasan directamente al estado gaseoso.

Todas menos la c).

3 ¿Alguna de las siguientes afirmaciones es falsa? ¿Cuál?

- a) El agua siempre hierve a 100 °C.
- b) Si dos cuerpos tienen la misma temperatura están en equilibrio térmico.
- c) Un julio equivale aproximadamente a 0,24 calorías.
- d) Encontrarse a una temperatura de 27 °C es lo mismo que estar a 300 K.

Respuesta correcta: a).

4 ¿Cuáles de las siguientes transformaciones son cambios de estado?

- a) El filamento de una bombilla se pone incandescente.
- b) Se calienta un trozo de hielo desde -20 °C a -5 °C.
- c) Un poco de aceite se mezcla con agua.
- d) La nieve de la montaña se funde cuando llega la primavera.

Respuesta correcta: d).

5 Señala de forma razonada las respuestas correctas.

- a) La unidad de calor latente en el SI es el J/kg.
- b) En la ebullición, la vaporización se produce en toda la masa del líquido.
- c) Los gases se dilatan menos que los líquidos.
- d) El rendimiento de las máquinas térmicas es muy grande.

Son correctas las respuestas:

- a) El calor latente debe multiplicarse por la masa para obtener el calor total, por lo que su unidad es el J/kg.
- b) Correcto. Es en la evaporación donde sólo se produce en superficie.

6 Indica de forma razonada las afirmaciones incorrectas:

- a) En el proceso de fusión se desprende energía.
- b) La máquina de vapor es la primera máquina térmica.
- c) El calor específico del agua es elevado.
- d) La energía se conserva, pero se degrada.

La respuesta correcta es la a). La fusión absorbe energía para poder transformar el sólido en líquido, por tener mayor movilidad sus partículas.

7 ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son falsas?

- a) La unidad de calor específico en el SI es J/K.
- b) 1 kJ equivale a 0,24 kcal.
- c) En el proceso de fusión se absorbe energía.
- d) El uso de combustibles fósiles contribuye al cambio climático.

Respuesta correcta: a).

LA ENERGÍA DE LAS ONDAS: LUZ Y SONIDO

8

<http://www.McGraw-Hill.es>

EJERCICIOS

1 ¿Qué es una onda? ¿Qué relación existe entre onda y movimiento vibratorio?

Respuesta teórica ya incluida en el libro.

2 Explica por qué decimos que las ondas transportan energía pero no materia.

Lo que se propaga es la perturbación no las partículas del medio, que sólo oscilan en torno a su posición de equilibrio. Se propaga la energía, no la materia.

3 Describe las analogías y las diferencias existentes entre las ondas mecánicas y las electromagnéticas.

Ambos tipos de ondas responden a las características fundamentales de las ondas, pero las ondas mecánicas se mueven a través de la materia, necesitan un medio material para propagarse; en cambio, las ondas electromagnéticas también lo hacen en el vacío.

4 ¿En qué medios se propagan las ondas mecánicas? ¿Qué ondas pueden propagarse en el vacío?

Las ondas mecánicas transversales se propagan en los sólidos pero no en el interior de los líquidos o los gases. En el vacío sólo se propagan las ondas electromagnéticas.

5 Calcula la longitud de onda y la frecuencia de las ondas emitidas por un radar cuyo periodo es de $1,5 \cdot 10^{-10}$ s. La velocidad de propagación de las ondas en el aire es de 300 000 km/s.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-10} \text{ s/ciclo}} = 6,7 \cdot 10^9 \text{ ciclos/s} = 6,7 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$

$$v = \frac{\lambda}{T}; \lambda = vT = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 1,5 \cdot 10^{-10} \frac{\text{s}}{\text{ciclo}} = 4,5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{ciclo}}$$

6 Calcula la longitud de onda y el periodo de un sonido de frecuencia $f = 1\,200$ Hz. La velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m s}^{-1}}{1200 \text{ s}^{-1}} = 0,28 \text{ m}; T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1200 \text{ s}^{-1}} = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

7 Un alpinista oye un trueno 2,16 s después de ver el relámpago. ¿A qué distancia se encuentra la nube si la temperatura en la montaña es de 0 °C?

Como el relámpago va tan rápido que prácticamente es instantáneo, sólo contamos el movimiento del sonido.
 $e = v t = 331 \text{ m/s} \cdot 2,16 \text{ s} = 715 \text{ m}$

8 Se golpea en un extremo una barra de aluminio de 1,25 m de longitud. ¿Cuánto tiempo tarda la perturbación en llegar al otro extremo? La velocidad del sonido en el aluminio es $v = 5\,150$ m/s.

$$t = \frac{x}{v} = \frac{1,25 \text{ m}}{5\,150 \text{ m s}^{-1}} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

9 ¿Por qué cuando gritas delante de un obstáculo no siempre se produce el eco? Razona la respuesta.

El oído humano distingue dos sonidos consecutivos cuando los percibe con una diferencia mínima de 0,1 s. En ese tiempo, el sonido recorre 34 m, aproximadamente; por tanto, el obstáculo en el que se refleja debe estar situado a una distancia mínima de 17 m.

10 ¿A qué distancia de una roca se halla un cazador si oye el eco de la detonación de su escopeta 2,4 s después de disparar?

$$x = v t = 340 \text{ m/s} \cdot 1,2 \text{ s} = 408 \text{ m}$$

11 ¿Los sonidos agudos tienen mayor o menor longitud de onda que los graves? ¿De qué depende el timbre de los sonidos?

Como la frecuencia de los sonidos es mayor, su longitud de onda es más pequeña: $\lambda = v/f$. El timbre de dos sonidos es diferente porque lo es la forma de la onda (en forma de sierra, en forma de pico, con irregularidades, etcétera). Es debido a la distinta forma en que se generan los sonidos en distintas fuentes.

12 Un cantante tiene un tono de 2 200 Hz. ¿Cuál es la longitud de la onda sonora en el aire si su velocidad es de 340 m/s?

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m s}^{-1}}{2\,200 \text{ Hz}} = 0,155 \text{ m/ciclo}$$

13 Calcula el periodo y la longitud de onda en el aire de los ultrasonidos emitidos por un murciélago si su frecuencia es de 108 000 Hz. Suponemos que la velocidad en el aire es de 340 m/s.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{108\,000 \text{ Hz}} = 9,26 \cdot 10^{-6} \text{ s/ciclo}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m s}^{-1}}{108\,000 \text{ Hz}} = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ m/ciclo}$$

14 Un sónar, que emite una onda ultrasónica, recibe la onda reflejada en un obstáculo submarino 1,25 s después de la emisión. ¿A qué profundidad se encuentra el obstáculo? Suponemos que la velocidad del sonido en el agua del mar es de 1 500 m/s.

$$x = v t = 1\,500 \text{ m/s} \cdot 0,625 \text{ s} = 938 \text{ m}$$

15 El índice de refracción de la luz en el agua es 1,33. ¿Cuál es la velocidad de la luz en el agua?

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{1,33} = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} = 225\,000 \text{ km/s}$$

16 ¿Por qué cuando miramos un río desde la orilla su profundidad parece siempre menor de la que realmente es?

La luz procedente de los cuerpos sumergidos se refracta en la superficie del agua, cambia de dirección y vemos el objeto como si la luz viajara en línea recta, sin cambiar su dirección de propagación.

17 Una chica de 1,72 m de altura se coloca delante de un espejo plano, a 75 cm de ella. ¿Qué tamaño tiene su imagen? ¿A qué distancia del espejo se forma?

La imagen tiene una altura de 1,72 cm y está situada 75 cm detrás del espejo.

18 Haz en equipo una pequeña investigación sobre los procedimientos que se utilizan para corregir los defectos del ojo humano.

Un ojo miope no ve con nitidez los objetos lejanos. Este defecto del ojo se corrige con lentes divergentes.

19 Describe el proceso mediante el cual se produce la dispersión de la luz. ¿Qué luces forman el espectro visible?

La dispersión de la luz blanca en un prisma óptico se debe a que las luces se propagan con distintas velocidades en el vidrio del prisma.
Espectro visible: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta.

20 ¿Cómo se denominan las ondas cuya frecuencia es mayor que la de la luz violeta? ¿Qué ondas electromagnéticas tienen la menor longitud de onda?

La luz ultravioleta tiene frecuencias mayores que la luz visible. Las ondas electromagnéticas de menor longitud de onda son los rayos gamma.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 ¿Qué magnitud experimenta la perturbación cuando se propagan las ondas sonoras?

La magnitud que experimenta la perturbación que se propaga en el espacio es la presión.

2 ¿Qué diferencias existen entre las ondas mecánicas longitudinales y las transversales?

En las ondas mecánicas transversales la dirección de vibración de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación de la onda; en las ondas longitudinales ambas direcciones coinciden. Las ondas mecánicas transversales sólo se propagan en los sólidos y en las superficies de separación entre líquidos y líquido-gas, pero no se propagan en el interior de los gases o de los líquidos. En cambio, las ondas longitudinales pueden hacerlo en cualquier medio material.

3 ¿Qué tipo de perturbación se propaga en las ondas electromagnéticas?

Las ondas electromagnéticas propagan su energía por medio de perturbaciones eléctricas y magnéticas.

4 ¿Qué tipo de ondas se propagan en el vacío? ¿A qué velocidad?

Las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío a una velocidad aproximada de 300 000 km/s.

5 Pon algún ejemplo de ondas transversales y de ondas longitudinales.

Ondas transversales: luz, ondas de radio y TV, rayos X, etcétera.

Ondas longitudinales: ondas sonoras.

6 Las ondas emitidas por una emisora de radio tienen una longitud de onda de 45 cm. Calcula la velocidad con que se propagan en el aire, su frecuencia y su periodo.

Todas las ondas electromagnéticas se propagan en el aire con una velocidad aproximada de 300 000 km/s.

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{0,45 \text{ m}} = 6,7 \cdot 10^8 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{6,7 \cdot 10^8 \text{ s}^{-1}} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

7 La frecuencia de una onda sonora en el aire es de 1 450 Hz. Calcula su longitud de onda y su periodo. $v = 340 \text{ m/s}$.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ m s}^{-1}}{1450 \text{ s}^{-1}} = 0,23 \text{ m}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1450 \text{ Hz}} = 6,9 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

8 ¿Cuál es el origen de todos los sonidos? Pon algunos ejemplos.

El sonido se produce por las vibraciones del foco emisor. Ejemplos: altavoz, voz humana, tambor, guitarra, etcétera.

9 Calcula la distancia recorrida por una onda sonora en el agua en 12 s. La velocidad del sonido en el agua es de 1 450 m/s.

$$x = v t = 1450 \text{ m/s} \cdot 12 \text{ s} = 1,74 \cdot 10^4 \text{ m}$$

10 Un montañero recibe el eco de su voz 0,80 s después de gritar. ¿A qué distancia se encuentra el obstáculo que ha reflejado su voz?

$$x = v t = 340 \text{ m/s} \cdot 0,40 \text{ s} = 136 \text{ m}$$

11 ¿Qué propiedad física distingue los sonidos fuertes de los débiles?

La sonoridad, que depende de la intensidad de la onda, es decir, de la energía que transporta.

12 ¿Qué sonido es más grave, el que tiene una frecuencia de 1 400 Hz o aquel cuya frecuencia es de 8 000 Hz?

El de mayor frecuencia: el sonido de 1 400 Hz.

13 ¿Qué son los ultrasonidos? Indica algunas de sus aplicaciones más importantes.

Los ultrasonidos son los sonidos con frecuencias superiores a 20 000 Hz. Aplicaciones: medicina (ecografías), industria (perforaciones, soldaduras, localización de defectos), sonar (detección de objetos submarinos), etcétera.

14 ¿Qué cualidad nos permite diferenciar dos sonidos de la misma sonoridad e igual frecuencia?

El timbre del sonido.

15 El índice de refracción del diamante es 2,41. ¿Cuál es la velocidad de la luz en el diamante?

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{2,41} = 1,24 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

PARA REFORZAR

16 ¿De qué factores depende la energía transportada por una onda?

Cuanto mayor es la energía transportada por una onda mayor es la intensidad de ésta. Para una determinada frecuencia, la intensidad de la onda, y, por tanto, la energía que transporta, es directamente proporcional al cuadrado de la amplitud e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al foco emisor de la onda.

17 Si el número de Mach con que vuela un avión es 2,05, ¿cuál es su velocidad? Suponemos que la velocidad del sonido en el aire en las mismas condiciones es de 310 m/s.

$$v = 310 \text{ m/s} \cdot 2,05 = 635,5 \text{ m/s}$$

18 Calcula la profundidad a la que se encuentra un submarino si desde que el sónar emite la correspondiente onda ultrasónica hasta que recibe la onda reflejada transcurren 0,24 s. La velocidad del sonido en el agua del mar es igual a 1 500 m/s.

$$x = v t = 1500 \text{ m/s} \cdot 0,12 \text{ s} = 180 \text{ m}$$

19 Una antena de radar emite una onda electromagnética y recibe el eco 0,018 s después de emitir la señal. ¿A qué distancia del radar se encuentra el obstáculo?

$$x = v t = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 0,009 \text{ s} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ m}$$

20 Las naves que han explorado la superficie de Marte se comunicaban con la Tierra mediante ondas electromagnéticas. ¿Cuánto tiempo tardaban en llegar sus señales si el planeta Marte se encontraba a 54 millones de kilómetros de la Tierra?

$$t = \frac{x}{v} = \frac{54 \cdot 10^6 \text{ km}}{3 \cdot 10^5 \text{ km s}^{-1}} = 180 \text{ s}$$

21 Cuando presenciamos un amanecer y recibimos los primeros rayos de sol, ¿realmente es en ese instante cuando el Sol aparece en el horizonte? ¿Con qué retraso recibimos su luz? La distancia del Sol a la Tierra es de 150 millones de kilómetros.

La luz del Sol tarda en llegar a la Tierra en el siguiente tiempo:

$$t = \frac{x}{v} = \frac{150 \cdot 10^6 \text{ km}}{3 \cdot 10^5 \text{ km s}^{-1}} = 500 \text{ s} \approx 8,3 \text{ min}$$

22 ¿En qué consiste el fenómeno sonoro que denominamos reverberación? ¿Cómo puede evitarse?

Cuando las ondas sonoras se reflejan en obstáculos situados a distancias inferiores a 17 m, el sonido directo y los reflejados se superponen y la audición es confusa, los sonidos no se perciben con nitidez. Este fenómeno se denomina reverberación. Se observa en locales vacíos y cerrados y en las salas con malas condiciones acústicas. Se evita instalando materiales absorbentes que impidan la reflexión de las ondas sonoras: cortinas, alfombras, tapices, corcho, butacas, etcétera.

23 ¿Qué son los armónicos? ¿Qué cualidad del sonido determinan?

Los focos sonoros no producen una vibración única, sino que al sonido fundamental, de frecuencia definida, se superponen otros más débiles, de frecuencias múltiplos de la fundamental, que se denominan armónicos o sobretonos. Estos armónicos determinan el timbre de cada sonido.

24 ¿Cómo son las lentes convergentes? ¿Qué defecto del ojo se corrige con este tipo de lentes?

Hay que ver el apartado 8.6 del libro de texto. La hipermetropía se corrige con lentes convergentes.

25 Ordena de mayor a menor frecuencia las distintas luces que forman el espectro visible.

Violeta > añil > azul > verde > amarillo > naranja > rojo.

26 Realiza en equipo una pequeña investigación sobre la contaminación acústica y lumínica. Utiliza revistas, periódicos, Internet, etcétera.

Actividad abierta para realizar en grupo.

EVALUACIÓN

1 ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

- a) Las ondas que se forman en la superficie del agua transportan agua y energía.
- b) Las ondas transfieren energía sin transporte de masa.
- c) El ruido excesivo produce contaminación acústica.
- d) Las radiografías y las ecografías se realizan con rayos X.

Respuesta correcta: b) y c).

2 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el sonido es falsa?

- a) No se propaga en el vacío, pero sí lo hace en el aire y en el agua.
- b) Se propaga a mayor velocidad en los sólidos que en los gases.

<http://www.McGraw-Hill.es>

- c) Las ecografías se realizan con sonidos de alta frecuencia llamados ultrasonidos.
- d) El sonido no se propaga mediante ondas.

Respuesta correcta: d).

3 ¿Alguna de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- a) La luz del Sol es una mezcla de varios tipos de luces.
- b) El eco se produce cuando el sonido se refleja en ciertos obstáculos.
- c) La velocidad de la luz en el aire es de 300 000 km/s, aproximadamente.
- d) La miopía se corrige con lentes divergentes.

Respuesta correcta: Todas.

4 Indica de forma razonada las respuestas que son correctas:

- a) El tono de un sonido depende de su frecuencia.
- b) Los sonidos agudos tienen menor frecuencia que los graves.
- c) La intensidad física de una onda se mide en decibelios.
- d) La energía transportada por las ondas sonoras es siempre muy pequeña.

Son correctas a (el tono, agudo o grave, está relacionado con la frecuencia —mayor en los agudos—) y c (hay una equivalencia entre la energía radiada por unidad de superficie y la escala en decibelios).

5 Indica las afirmaciones que son falsas, razonando la respuesta:

- a) Los ultrasonidos tienen frecuencias mayores que los infrasonidos.
- b) La luz que se refleja cambia de dirección y de velocidad.
- c) El índice de refracción del aire es prácticamente igual a uno.
- d) El timbre de los sonidos depende de la amplitud de la onda.

Son falsas b (la luz que se refleja cambia de dirección, pero no de velocidad al mantenerse en el mismo medio) y d (el timbre de los sonidos depende de la forma de la onda, no de su amplitud).

6 ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

- a) Las lentes esféricas pueden ser convergentes y divergentes.

- b) La dispersión de la luz se puede conseguir con un prisma de vidrio.**
- c) La luz visible tiene mayor frecuencia que los rayos X.**
- d) Las ondas sonoras y las de la luz son ondas electromagnéticas.**

Son correctas *a* (las lentes esféricas son convergentes o divergentes en función de hacia dónde está el centro de curvatura) y *b* (la dispersión de la luz se consigue muchas veces en un prisma de vidrio; es el fundamento de los espectroscopios antiguos).

EJERCICIOS

1 Nombra los siguientes elementos y la familia en que se colocan: Li, N, Al, P, K, Ag, I, Hg, Ra, Pb y U. ¿Algunos se hallan en el mismo periodo o en el mismo grupo?

Li: litio, alcalinos, grupo 1.
N: nitrógeno, nitrogenoideos, grupo 15.
Al: aluminio, térreos, grupo 13.
P: fósforo, nitrogenoideos, grupo 15.
K: potasio, alcalinos, grupo 1.
Ag: plata, elementos de transición, grupo 11.
I: yodo, halógenos, grupo 17.
Hg: mercurio, elementos de transición, grupo 12.
Ra: radio, alcalinotérreos, grupo 2.
Pb: plomo, carbonóideos, grupo 14.
U: uranio, elementos de transición interna.
En el mismo periodo están Li y N (periodo 2), Al y P (periodo 3), Ag e I (periodo 5), Hg y Pb (periodo 6), Ra y U (periodo 7).

2 ¿Qué elemento es más metálico, el bario o el calcio? ¿Y cuál es más no metálico, el oxígeno o el yodo?

Más metálico cuanto más abajo y a la izquierda, luego el bario es más que el calcio. Más no metálico cuanto más arriba y a la derecha, luego el oxígeno es más que el yodo.

3 Indica la carga esperada para los iones que componen las siguientes sustancias basándote en el grupo al que pertenecen y sus características como metales o no metales: KBr ; CaCl₂ ; MgS ; AlI₃ y BaO.

KBr:	Potasio grupo 1 (1 electrón externo) metal ..	K ⁺
	Bromo grupo 17 (7 electrones externos) no metal	Br ⁻
CaCl ₂ :	Calcio grupo 2 (2 electrones externos) metal.....	Ca ²⁺
	Cloro grupo 17 (7 electrones externos) no metal	Cl ⁻
MgS:	Magnesio grupo 2 (2 electrones externos) metal.....	Mg ²⁺
	Azufre grupo 16 (6 electrones externos) no metal	S ²⁻
AlI ₃ :	Aluminio grupo 13 (3 electrones externos) semimetal.....	Al ³⁺
	Yodo grupo 17 (7 electrones externos) no metal.....	I ⁻
BaO:	Bario grupo 2 (2 electrones externos) metal ..	Ba ²⁺
	Oxígeno grupo 16 (6 electrones externos) no metal	O ²⁻

4 Indica los electrones externos que deben tener los siguientes elementos, y cuáles crees que podrían actuar como cationes y cuáles como aniones: Li, N, F, Sr y Zn.

Li: litio, grupo 1 (1 e⁻ externo) que tiende a perder, será el catión Li⁺.

N: nitrógeno, grupo 15 (5 e⁻ externos) por lo que tiende a ganar, será el anión N³⁻.

F: flúor, grupo 17 (7 e⁻ externos) por lo que tiende a ganar, será el anión F⁻.

Sr: estroncio, grupo 2 (2 e⁻ externos) que tiende a perder, será el catión Sr²⁺.

Zn: cinc, grupo 12 (e⁻ externos) que tiende a perder, será el catión Zn²⁺.

5 ¿Por qué crees que las sustancias covalentes conducen mal la electricidad mientras que las metálicas son buenas conductoras?

Porque en las sustancias metálicas los electrones no están asociados a ningún átomo en particular, por lo que están más o menos libres y pueden moverse fácilmente por la red a poco que se les fuerce con una diferencia de potencial, mientras que en las sustancias covalentes, los electrones pertenecen a los átomos que los comparten y no pueden escaparse de ellos con facilidad.

6 ¿Qué diferencias encuentras en la estructura de los tres tipos de cristales estudiados, iónicos, covalentes y metálicos?

Los cristales iónicos tienen cationes y aniones formando la red; los covalentes carecen de cargas netas; y los metálicos tienen cationes formando la red con los electrones intercalados entre ellos.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 Indica las principales diferencias entre metales y no metales.

Ver texto, págs. 200 y 201.

2 Indica el nombre del grupo al que pertenecen los siguientes elementos: Ca, Ni, Ag, P, He, Hg y U.

Ca, alcalinotérreos; Ni, elementos de transición; Ag, elementos de transición; P, nitrogenoideos; He, gases inertes; Hg, elementos de transición; U, elementos de transición interna (actínido).

3 El elemento 19 del Sistema Periódico:

- ¿A qué grupo y periodo pertenece?
- ¿Es metal o no metal?
- Indica otros elementos de su grupo.

- Grupo 1, Periodo 4.
- Metal.
- Litio, Sodio, Rubidio y Cesio.

4 Coloca los siguientes elementos en orden creciente de carácter metálico: Zn, Ca, Ag, Rb y Cd.

Zn < Cd < Ag < Ca < Rb.

5 Coloca los siguientes elementos en orden creciente de carácter no metálico: F, Bi, S, P y Cl.

Bi < P < S < Cl < F.

6 Indica cuántos electrones externos tienen los átomos de los siguientes elementos: Na, C, P, Mg y Cl.

Na, 1 electrón; C, 4 electrones; P, 5 electrones; Mg, 2 electrones; Cl, 7 electrones.

7 ¿Cuáles son las diferencias que existen entre moléculas y cristales?

Las moléculas están formadas por un número no muy grande de átomos enlazados sin formar estructuras, mientras que los cristales están formados por macroestructuras de muchos átomos enlazados y ordenados.

8 Indica el tipo de enlace que se puede esperar cuando se unan los átomos o iones de los siguientes elementos: sodio con nitrógeno, calcio con flúor, hierro con oxígeno y fósforo con cloro.

Sodio con nitrógeno ... iónico;
Calcio con flúor ... iónico;
Fósforo con cloro ... covalente;
Hierro con oxígeno ... iónico.

9 ¿Por qué crees que los gases nobles se presentan como átomos libres y no se enlazan unos con otros?

Porque no se estabilizan más por perder o ganar electrones. Ya tienen 8 externos.

10 Completa la siguiente tabla referida al segundo periodo:

Grupo	1	2	13	14	15	16	17	18
Elemento								
Símbolo	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Electrones externos								
Carácter								

Grupo	Elemento	Símbolo	Electrones externos	Carácter
1	Litio	Li	1	Me
2	Berilio	Be	2	Me
13	Boro	B	3	Metaloid
14	Carbono	C	4	No Met
15	Nitrógeno	N	5	No Met
16	Oxígeno	O	6	No met
17	Flúor	F	7	No Met
18	Neón	Ne	8	No Met

11 El hidrógeno ni tiene propiedades metálicas ni no metálicas. ¿Por qué crees que se le coloca en el grupo 1 del Sistema Periódico?

Porque tiene un electrón en la zona externa, como el resto de los elementos que se encuentran en el grupo 1.

PARA REFORZAR

12 Explica si son ciertas o no las siguientes afirmaciones:

- Un elemento químico puede estar formado por átomos de diferentes números atómicos y másicos.
- Un átomo se transforma en su ion negativo cuando gana electrones en la corteza, y en su ion positivo cuando gana protones en el núcleo.
- Los átomos de un elemento químico siempre tienen el mismo número atómico, pueden tener distinto número másico cuando se trata de isótopos.
- Un átomo se transforma en su ion negativo cuando gana electrones en la corteza, y en su ion positivo cuando pierde electrones.

13 Dados los átomos: X (A = 39; Z = 19), Y (A = 24; Z = 12) y Z (A = 16; Z = 8), indica:

- Protones, neutrones y electrones que poseen.
- ¿Cuáles serán metales y cuáles no metales?
- Periodo en que se encuentra cada uno.
- ¿Qué tipos de enlace se dan en la unión de X con Z y de Y con Z?
- X tiene 19 protones, 19 electrones y 20 neutrones. Y tiene 12 protones, 12 electrones y 12 neutrones. Z tiene 8 protones, 8 electrones y 8 neutrones.
- X e Y metales, Z no metal.
- X en el tercer periodo, Y en el segundo y Z en el primero.
- Iónico en ambos casos.

14 Clasifica las siguientes sustancias según el tipo de enlace que presenten: KCl, CO, Ag, Cu₂, SiO₂ y NH₃.

KCl, iónico (metal con no metal); CO, covalente (no metal con no metal); Ag, metálico; Cu₂, iónico (metal con no metal); SiO₂, covalente (no metal con no metal); NH₃, covalente (no metal con hidrógeno).

15 Indica el tipo de enlace esperado para una sustancia que:

- a) Cuando se disuelve conduce la corriente eléctrica.
- b) No se puede disolver en agua ni conduce la corriente eléctrica.
- c) No se disuelve en agua, pero conduce la corriente eléctrica.

- a) Iónica.
- b) Covalente.
- c) Metálica.

16 A partir de sus propiedades, clasifica las siguientes sustancias como moléculas o redes: hielo, hierro, agua, aceite, oxígeno y vidrio.

Hielo ... red; hierro ... red; agua ... molécula; aceite ... molécula; oxígeno ... molécula; vidrio ... red.

17 A la vista de lo expresado en la tabla adjunta, indica el tipo de enlace que presentan las sustancias A, B y C.

Sustancia	Punto de fusión	Solubilidad en agua	Conductividad	Dureza
A	Alto	Sí	Sólo disuelta	Alta
B	Bajo	No	No	Baja
C	Alto	No	No	Alta

Sustancia A ... iónica; Sustancia B ... covalente; Sustancia C ... covalente reticular.

18 Desarrolla una hipótesis que justifique por qué el agua es capaz de disolver los compuestos iónicos y en cambio no puede hacer lo propio con los sólidos covalentes reticulares.

Si puede disolver sólo sustancias que tengan cargas netas como ocurre en los sólidos iónicos es porque debe poder interaccionar con cargas tanto positivas como negativas, y para ello debe tener partes de su molécula también con ciertas cantidades de carga, tanto positiva como negativa. Debe tener polos eléctricos.

EVALUACIÓN

1 Los metales son:

- a) Todos los elementos.
- b) Sólo los elementos que brillan.
- c) Elementos que conducen la corriente eléctrica.
- d) Elementos aislantes.

Respuesta correcta: c).

2 Los no metales son:

- a) Todos los elementos.
- b) Sólo elementos sólidos.
- c) Elementos que conducen la corriente eléctrica.
- d) Elementos aislantes.

Respuesta correcta: d).

3 En el Sistema Periódico:

- a) Los elementos se ordenan alfabéticamente.
- b) Los elementos se ordenan en forma creciente de sus masas atómicas.
- c) Los elementos se ordenan en forma creciente de sus números atómicos.
- d) Los metales y los no metales están mezclados.

Respuesta correcta: c).

4 Indica cuál o cuáles de estas afirmaciones son ciertas:

- a) El sodio es un alcalino y el oxígeno, un halógeno.
- b) El sodio es un carbonideo y el oxígeno, un anfígeno.
- c) El sodio es un alcalino y el oxígeno, un anfígeno.
- d) Sodio y oxígeno son gases nobles.

Respuesta correcta: c).

5 La materia se puede presentar formada por:

- a) Átomos juntos unos con otros desordenadamente.
- b) Átomos unidos formando moléculas.
- c) Átomos unidos formando moléculas y cristales.
- d) Átomos unidos formando moléculas y cristales, pero también como átomos individuales.

Respuesta correcta: d).

6 Los enlaces se forman:

- a) Siempre que chocan átomos de dos elementos.
- b) Sólo cuando los átomos que chocan conducen a sustancias con energía menor.
- c) Muy raramente.
- d) Cuando lo provocamos en un laboratorio.

Respuesta correcta: b).

7 Los compuestos iónicos se forman:

- a) Entre un metal y un no metal que intercambian electrones.
- b) Entre un metal y un no metal que comparten electrones.

- c) Entre un metal que cede electrones a un no metal que los toma.
- d) Entre dos metales que ceden electrones.

Respuesta correcta: c).

8 Los compuestos covalentes se forman:

- a) Entre un metal y un no metal que intercambian electrones.
- b) Entre dos no metales que comparten electrones.
- c) Entre un metal que cede electrones y un no metal que los toma.
- d) Entre dos metales que ceden electrones.

Respuesta correcta: b).

EJERCICIOS

1 La fusión del hielo o la disolución del sulfato de cobre en agua, ¿son transformaciones químicas? Explica el porqué.

No, son transformaciones físicas. Las transformaciones químicas son procesos en los que se modifican las sustancias iniciales denominadas reactivos para convertirse en otras finales, denominadas productos.

En el caso de la fusión del hielo, lo que ocurre es un cambio de estado de sólido a líquido.

En la disolución del sulfato de cobre en agua lo que ocurre es que el sólido pasa a forma iónica por la acción del agua.

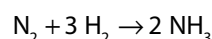
2 Clasifica las siguientes reacciones según los tres tipos citados y nombra las diferentes sustancias:

- | | |
|--|------------------------|
| a) $\text{HBr} + \text{KOH} \longrightarrow \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$ | Sustitución |
| b) $2 \text{Na} + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{O}$ | Síntesis o combinación |
| c) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + 2 \text{NaNO}_3$ | Sustitución |
| d) $2 \text{KClO}_3 \longrightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$ | Descomposición |
| e) $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \longrightarrow 2 \text{NH}_3$ | Síntesis o combinación |
| f) $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ | Descomposición |

3 Completa y ajusta las siguientes reacciones:

- | |
|---|
| a) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{LiOH} \longrightarrow$ |
| b) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HI} \longrightarrow$ |
| c) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$ |
| d) $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow$ |
| e) $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow$ |
| f) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \longrightarrow$ |
| g) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ |
-
- | |
|---|
| a) $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{LiOH} \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O} + \text{Li}_3\text{PO}_4$ |
| b) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{HI} \rightarrow \text{CaI}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ |
| c) $2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$ |
| d) $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ |
| e) $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ |
| f) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ |
| g) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ |

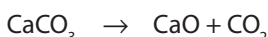
4 Se hacen reaccionar 50 gramos de N_2 con H_2 para obtener amoníaco (NH_3). Calcula cuánto NH_3 se obtendrá. Expresa el resultado en moles y en gramos.



$$50 \text{ g de } \text{N}_2 \cdot \frac{2 \cdot 17 \text{ g de } \text{NH}_3}{28 \text{ g } \text{N}_2} = 60,7 \text{ g } \text{NH}_3$$

$$50 \text{ g de } \text{N}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol de } \text{N}_2}{28 \text{ g } \text{N}_2} \cdot \frac{2 \text{ moles de } \text{NH}_3}{1 \text{ mol de } \text{N}_2} = 3,57 \text{ moles } \text{NH}_3$$

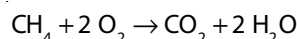
5 En la descomposición térmica del carbonato de calcio se obtiene CO_2 y CaO . ¿Es posible obtener 60 gramos de óxido de calcio a partir de 100 gramos de carbonato de calcio?



$$100 \text{ g de } \text{CaCO}_3 \cdot \frac{56 \text{ g de } \text{CaO}}{100 \text{ g } \text{CaCO}_3} = 56 \text{ g } \text{CaO}$$

No es posible, lo máximo que podríamos obtener con 100 gramos de CaCO_3 son 56 gramos de CaO y no 60.

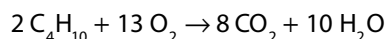
6 El gas ciudad es mayoritariamente metano (CH_4), que cuando se quema con O_2 da CO_2 y H_2O . Calcula los litros de O_2 , medidos a 1 atm y 20°C , que serían necesarios para quemar completamente 2 kg de metano. Y si lo que quemamos son 2 kg de butano (C_4H_{10}), ¿cuántos litros de O_2 se consumirían, también medidos a 1 atm y 20°C ? ¿Cuántos litros de CO_2 se obtendrían en esas mismas condiciones?



$$2000 \text{ g } \text{CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{CH}_4}{16 \text{ g } \text{CH}_4} \cdot \frac{2 \text{ mol } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{CH}_4} = 250 \text{ moles de } \text{O}_2$$

$$pV = nRT \Leftrightarrow V = \frac{nRT}{p}$$

$$= \frac{250 \text{ moles } \text{O}_2 \cdot 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 293 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 6000 \text{ L de } \text{O}_2$$

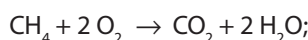


$$2000 \text{ g } \text{C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g } \text{C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{13 \text{ mol } \text{O}_2}{2 \text{ mol } \text{C}_4\text{H}_{10}} = 224 \text{ moles de } \text{O}_2$$

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{224 \text{ moles } \text{O}_2 \cdot 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 293 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 5380 \text{ L } \text{O}_2$$

$$5380 \text{ L } \text{O}_2 \cdot \frac{8 \text{ L de } \text{CO}_2}{13 \text{ L de } \text{O}_2} = 3300 \text{ L de } \text{CO}_2$$

7 ¿Cuántos litros de O_2 se consumen en un día al cocinar en tu casa (utiliza una presión de 1 atm y la temperatura que consideres habitual en tu casa)? ¿A cuántos moles equivale esa cantidad de O_2 ? ¿Cuántos kilogramos de agua se obtienen en la reacción de combustión anterior? Dato: al cocinar se queman unos 8 kg de metano cada mes.



$$8000/30 = 266,7 \text{ g/día}$$

$$266,7 \text{ g CH}_4 \cdot \frac{2 \cdot 32 \text{ g O}_2}{16 \text{ g CH}_4} \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 33,3 \text{ moles O}_2$$

Suponiendo que las condiciones sean las anteriores, tenemos:

$$pV = nRT;$$

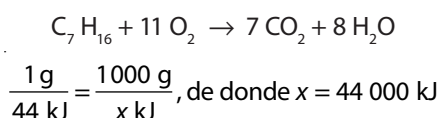
$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{33,3 \cdot 0,082 \cdot 293}{1} = 800,8 \text{ L O}_2$$

$$266,7 \text{ g CH}_4 \cdot \frac{2 \cdot 18 \text{ g H}_2\text{O}}{16 \text{ g CH}_4} \cdot \frac{1 \text{ kg H}_2\text{O}}{1000 \text{ g H}_2\text{O}} = 0,6 \text{ kg H}_2\text{O}$$

8 Disuelve con agua un poco de cloruro amónico (NH_4Cl) y de ácido sulfúrico (H_2SO_4), depositados en sendos vasos. Comprueba las características energéticas de los procesos de disolución realizados.

Es una actividad experimental para que los alumnos la comprueben en el laboratorio.

9 Cuando la gasolina hace explosión con el aire en el motor de un automóvil, cada gramo de gasolina produce 44 kJ. Calcula los kJ que se producirían en la combustión de 1 kg de gasolina. Considerando que la gasolina se comporta, desde el punto de vista energético, como si fuese heptano (C_7H_{16}), escribe su ecuación de combustión, indicando el calor de reacción.



EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 ¿Cuáles son las condiciones para que el choque entre dos moléculas sea eficaz y produzca, por tanto, la reacción química?

Que tengan la orientación adecuada y la energía suficiente.

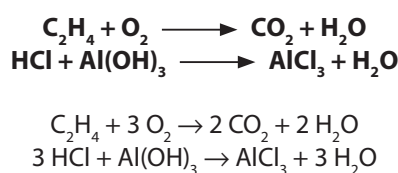
2 ¿Podría darse en m/s la velocidad de una reacción? Razona tu respuesta.

No, la velocidad de reacción en Química no mide la relación entre el espacio y el tiempo empleado en recorrerlo como en Física. La velocidad de reacción mide la variación entre la concentración de reactivo que desaparece o la de producto que aparece en función del tiempo.

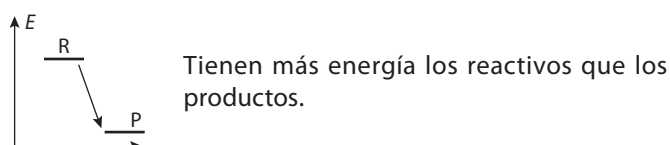
3 Indica a qué tipo de reacción se refiere la frase: «En algunos procesos químicos los reactivos tienen menos energía que los productos de reacción». Explica tu respuesta.

La frase se refiere a los procesos endotérmicos; ello implicará que los enlaces formados son más débiles e inestables que los reactivos de los que proceden.

4 Ajusta las reacciones siguientes:



5 Dibuja el esquema de un proceso exotérmico. ¿Quién tiene más energía en este proceso, el conjunto de los productos o el de los reactivos?



6 ¿Por qué crees que cuando se trocea, la leña arde mejor?

Porque la combustión se realiza mejor cuanto mayor sea la superficie de contacto. Uno de los factores que aumenta la velocidad de reacción es precisamente la superficie de contacto de los reactivos.

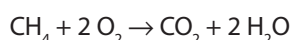
7 ¿Cómo crees que influye un catalizador en la velocidad de reacción? Razona la respuesta.

Un catalizador acelera la velocidad de reacción porque disminuye la E_a , aunque mantiene constantes los valores energéticos de reactivos y productos.

8 ¿Qué crees que le ocurre a la velocidad de una reacción cuando aumenta la temperatura?

Al aumentar T la velocidad de reacción se incrementa ya que aumenta la energía de las moléculas y, por tanto, la probabilidad de que los choques sean efectivos también aumenta.

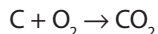
9 ¿Se pueden convertir 32 g de CH_4 en 96 g de CO_2 sin añadir ni quitar carbono? ¿Cuántas moléculas hay de cada uno de estos compuestos químicos?



La máxima cantidad de CO_2 que se podría obtener a partir de 32 gramos de CH_4 es:

$$\frac{16 \text{ g CH}_4}{44 \text{ g CO}_2} = \frac{32 \text{ g CH}_4}{x \text{ g CO}_2} \text{ de donde } x = 88 \text{ g de CO}_2$$

Por tanto, para obtener 92 g de CO₂ habría que aportar mayor cantidad de CH₄ o de C, ya que:



En 32 gramos de CH₄ habrá:

$$32 \text{ g CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_4}{44 \text{ g CH}_4} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 1,2 \cdot 10^{24}$$

En 96 gramos de CO₂ habrá:

$$96 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 1,3 \cdot 10^{24}$$

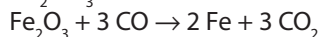
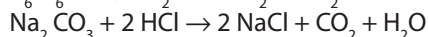
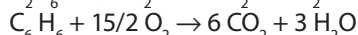
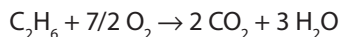
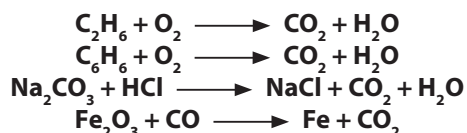
10 Calcula el número de moles que hay en 318 g de carbonato sódico.

$$318 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} = 3 \text{ moles}$$

11 ¿A qué masa de HCl equivalen 3 moles de ácido clorhídrico?

$$3 \text{ moles de HCl} \cdot \frac{36,5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 109,5 \text{ gramos}$$

12 Ajusta las siguientes reacciones químicas:



13 Cuando quemamos 0,75 g de magnesio en presencia de aire, el compuesto resultante tiene una masa de 1,25 g. ¿Por qué aumenta la masa?

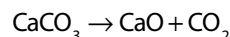
Porque se forma la reacción: $\text{Mg} + 1/2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{MgO}$ y, por tanto, se adiciona oxígeno:

$$\begin{aligned} \frac{24,3 \text{ g Mg}}{40,3 \text{ g MgO}} &= \frac{0,75 \text{ g Mg}}{x \text{ g MgO}}; \\ 0,75 \text{ g de Mg} \cdot \frac{40,3 \text{ g MgO}}{24,3 \text{ g Mg}} &= 1,24 \text{ g MgO} \end{aligned}$$

14 Al calentar carbonato cálcico tiene lugar la siguiente reacción:



- ¿Cuántos moles de carbonato cálcico necesitamos calentar para obtener 150 g de óxido de calcio?
- ¿Cuántos gramos se obtendrían de óxido de calcio?
- ¿Qué volumen de CO₂ se obtendrá si la reacción tiene lugar a 10 °C y 700 mm Hg de presión?



$$150 \text{ g de CaO} \cdot \frac{1 \text{ mol de CaO}}{56 \text{ g CaO}} = 2,68 \text{ moles de CaO}$$

$$2,68 \text{ moles de CaO} \cdot \frac{1 \text{ mol de CaCO}_3}{1 \text{ mol de CaO}} = 2,68 \text{ moles de CaCO}_3$$

$$2,68 \text{ moles de CaCO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de CaCO}_3} = 2,68 \text{ moles de CO}_2$$

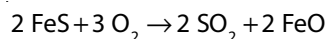
$$2,68 \text{ moles de CaCO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de CaCO}_3} = 2,68 \text{ moles de CO}_2$$

$$pV = nRT; \quad V = \frac{nRT}{p} = \frac{2,68 \cdot 0,082 \cdot 283}{760} = 675,5 \text{ L de CO}_2$$

15 El sulfuro ferroso se tuesta industrialmente con oxígeno según el proceso siguiente:



- ¿Cuántos moles de SO₂ se obtienen con 3 moles de FeS?
- ¿Cuántos litros de O₂ se consumen?



$$3 \text{ moles FeS} \cdot \frac{2 \text{ moles SO}_2}{2 \text{ moles FeS}} = 3 \text{ moles de SO}_2$$

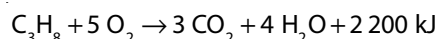
$$3 \text{ moles FeS} \cdot \frac{3 \text{ moles O}_2}{2 \text{ moles FeS}} = 4,5 \text{ moles de O}_2$$

$$4,5 \text{ moles O}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L O}_2 (\text{c.n.})}{1 \text{ mol O}_2} = 100,8 \text{ L}$$

16 Se desprenden 2 200 kJ al quemar un mol de propano según la reacción:



Calcula la energía desprendida en la combustión de 13 kg de propano.



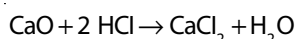
$$13 000 \text{ g C}_3\text{H}_8 \cdot \frac{2 200 \text{ kJ}}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} = 6,5 \cdot 10^5 \text{ kJ}$$

PARA REFORZAR

17 Al reaccionar el ácido clorhídrico con el óxido de calcio se produce la reacción:



¿Se podrían obtener 111 g de CaCl_2 si se parte de 73 g de HCl? Calcula la masa de CaO que se necesita para obtenerlos.



$$73 \text{ g HCl} \cdot \frac{113 \text{ g CaCl}_2}{2 \cdot 36,5 \text{ g HCl}} = 113 \text{ g de CaCl}_2$$

Se podrían obtener hasta 113 gramos de CaCl_2

$$111 \text{ g CaCl}_2 \cdot \frac{73 \text{ g HCl}}{113 \text{ g CaCl}_2} = 71,7 \text{ g HCl}$$

18 La combustión del butano C_4H_{10} con O_2 da como productos CO_2 y H_2O . Completa la tabla adjunta si la reacción se realiza en condiciones normales.

	C_4H_{10}	O_2	CO_2	H_2O
Masa (g)	5 000			
Volumen (L)				
Moles				
Moléculas				

$$\begin{aligned} \text{C}_4\text{H}_{10} + 13/2 \text{O}_2 &\longrightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} \\ 5\,000 \text{ g C}_4\text{H}_{10} &\cdot \frac{13 \cdot 16 \text{ g O}_2}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} = \\ &= 17\,931 \text{ g O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 560,3 \text{ moles O}_2 \\ 5\,000 \text{ g C}_4\text{H}_{10} &\cdot \frac{13 \cdot 16 \text{ g O}_2}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} = \\ &= 15\,172,4 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 344,8 \text{ moles CO}_2 \\ 5\,000 \text{ g C}_4\text{H}_{10} &\cdot \frac{5 \cdot 18 \text{ g H}_2\text{O}}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} = \\ &= 7\,758,6 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 431 \text{ moles H}_2\text{O} \\ 86,2 \text{ moles C}_4\text{H}_{10} &\cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = \\ &= 5,2 \cdot 10^{25} \text{ moléculas C}_4\text{H}_{10} \\ 560,3 \text{ moles O}_2 &\cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = \\ &= 3,3 \cdot 10^{26} \text{ moléculas O}_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 344,8 \text{ moles CO}_2 &\cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = \\ &= 2 \cdot 10^{26} \text{ moléculas CO}_2 \\ 431 \text{ moles H}_2\text{O} &\cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = \\ &= 2,6 \cdot 10^{26} \text{ moléculas H}_2\text{O} \\ 86,2 \text{ moles C}_4\text{H}_{10} &\cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 1\,930,9 \text{ L C}_4\text{H}_{10}; \\ 560,3 \text{ moles O}_2 &\cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 12\,544 \text{ L O}_2 \\ 344,8 \text{ moles CO}_2 &\cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 7\,723,5 \text{ L CO}_2; \\ 431 \text{ moles H}_2\text{O} &\cdot \frac{22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 9\,654,4 \text{ L H}_2\text{O} \end{aligned}$$

	C_4H_{10}	O_2	CO_2	H_2O
Masa (g)	5 000	17 931	15 172	7 758,6
Volumen (L)	1 930,9	12 544	7 723,5	9 654,4
Moles	86,2	560,3	344,8	431
Moléculas	$5,2 \cdot 10^{25}$	$3,3 \cdot 10^{26}$	$2 \cdot 10^{26}$	$2,6 \cdot 10^{26}$

19 El zinc reacciona con ácido perclórico según la siguiente reacción:



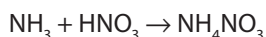
Después de ajustar la reacción, calcula los gramos de perclorato de zinc que se obtienen al hacer reaccionar 500 g de zinc. ¿Qué volumen de H_2 medido a 1 atm de presión y 25 °C de temperatura se recogerá? (Masas atómicas: Zn = 65,3; Cl = 35,5; H = 1 y O = 16.)

$$\begin{aligned} \text{Zn} + 2 \text{HClO}_4 &\longrightarrow \text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 + \text{H}_2 \\ 500 \text{ g Zn} &\cdot \frac{266,4 \text{ g Zn}(\text{ClO}_4)_2}{65,4 \text{ g Zn}} = 2\,036,7 \text{ g Zn}(\text{ClO}_4)_2 \\ 500 \text{ g Zn} &\cdot \frac{2 \text{ g H}_2}{65,4 \text{ g Zn}} = 15,3 \text{ g H}_2 \\ V &= \frac{nRT}{p} = \frac{15,3/2 \cdot 0,082 \cdot 298}{1} = 186,8 \text{ L de H}_2 \end{aligned}$$

20 El amoníaco reacciona con el ácido nítrico para dar nitrato amónico, según la reacción:



- ¿Cuántos gramos de amoníaco deben reaccionar para obtener 2 moles de nitrato amónico?
- Sabiendo que el amoníaco es un gas, ¿qué volumen ocupará el NH_3 del apartado anterior si las condiciones de reacción son de 20 °C y 700 mm Hg de presión?
- ¿Cuántos gramos de ácido nítrico deben reaccionar para obtener los dos moles de nitrato amónico?



$$\text{a) } 2 \text{ moles NH}_4\text{NO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} =$$

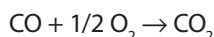
$$= 2 \text{ moles NH}_3 \cdot \frac{17 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 34 \text{ g}$$

$$\text{b) } \frac{700}{760} \cdot V = 2 \cdot 0,082 \cdot 293; \quad V = 52,2 \text{ L NH}_3$$

$$\text{c) } 2 \text{ moles NH}_4\text{NO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3} \cdot$$

$$\frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} = 126 \text{ g HNO}_3$$

21 Al reaccionar 18 litros de O_2 , medidos en condiciones normales, con CO en exceso, ¿cuántos litros de CO_2 se obtienen, si nos encontramos a $T = 25^\circ\text{C}$ y $p = 0,8 \text{ atm}$?



En condiciones normales, de $1/2 \text{ mol}$ de O_2 se obtiene 1 mol de CO_2 ; esto es lo mismo que decir:

$$\frac{\frac{22,4}{2} \text{ L de O}_2}{22,4 \text{ L de CO}_2} = \frac{18 \text{ L de O}_2}{x \text{ L de CO}_2}$$

$$x = 36 \text{ L de CO}_2$$

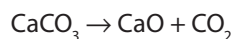
Ahora se pasa a las condiciones experimentales:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'} = \frac{1 \cdot 20}{273} = \frac{0,8 \cdot V}{298} \quad V = 27,3 \text{ L}$$

22 El principal componente de la roca caliza es el carbonato cálcico, que se utiliza para obtener la cal viva (CaO). En un horno de cal descomponemos 500 g de piedra caliza de un 70% de riqueza en carbonato cálcico, según la siguiente reacción:



- ¿Cuántos gramos de cal se obtendrán?
- ¿Cuántos litros de CO_2 medidos en condiciones normales se obtendrán?
- ¿Cuántos gramos de piedra caliza harían falta para obtener 100 kg de CaO ?
- ¿Cuántos moles de CaCO_3 se han utilizado en el apartado anterior?



$$500 \cdot 0,7 = 350 \text{ g de CaCO}_3 \text{ puros}$$

$$\text{a) } 350 \text{ g CaCO}_3 \cdot \frac{56 \text{ g CaO}}{100 \text{ g CaCO}_3} = 196 \text{ g CaO}$$

$$\text{b) } 350 \text{ g CaCO}_3 \cdot \frac{44 \text{ g CO}_2}{100 \text{ g CaCO}_2} =$$

$$= 154 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 78,4 \text{ L CO}_2$$

$$\text{c) } 100\,000 \text{ g CaO} \cdot \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{56 \text{ g CaO}} \cdot \frac{100}{70} =$$

$$= 255\,102 \text{ kg piedra caliza}$$

$$\text{d) } 255\,102 \text{ g de piedra} \cdot 0,70 = 178\,571 \text{ g CaCO}_3$$

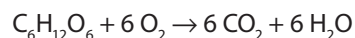
$$178\,571 \text{ g de CaCO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} =$$

$$= 1785,7 \text{ moles CaCO}_3$$

23 Se queman 100 g de un azúcar según la siguiente reacción sin ajustar:



- Calcula los gramos de CO_2 que se obtendrán.
- ¿Cuántos gramos de O_2 nos harán falta para que reaccione todo el azúcar?
- Calcula los volúmenes de O_2 y CO_2 en cn.



$$\text{a) } 100 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \frac{6 \cdot 44 \text{ g CO}_2}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 146,6 \text{ g CO}_2$$

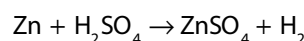
$$\text{b) } 100 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \frac{6 \cdot 32 \text{ g O}_2}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 106,6 \text{ g CO}_2$$

$$\text{c) } 146,6 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L}}{44 \text{ g CO}_2} = 74,6 \text{ L CO}_2;$$

$$106,6 \text{ g O}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L}}{32 \text{ g O}_2} = 74,6 \text{ L O}_2$$

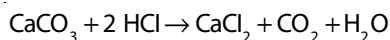
Al existir el mismo número de moles de O_2 y de CO_2 los volúmenes también serán iguales.

24 El ácido sulfúrico reacciona con el zinc dando sulfato de zinc e hidrógeno. Ajusta la reacción y calcula los gramos de zinc que deben reaccionar para producir 100 g de sulfato de zinc.



$$1000 \text{ g ZnSO}_4 \cdot \frac{65,4 \text{ g Zn}}{161,4 \text{ g ZnSO}_4} = 40,5 \text{ g Zn}$$

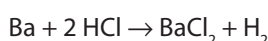
25 En la reacción del carbonato de calcio con ácido clorhídrico se produce dióxido de carbono, cloruro de calcio y agua. Calcula la cantidad de carbonato de calcio que se necesita para obtener 250 g de cloruro de calcio.



$$250 \text{ g CaCl}_2 \cdot \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{113 \text{ g CaCl}_2} = 221,24 \text{ g CaCO}_3$$

26 El bario reacciona con HCl para dar cloruro de bario e hidrógeno. Calcula:

- a) La cantidad de bario que se necesita para que reaccionen 2 moles de HCl.
b) ¿Qué volumen de H_2 se obtendrá si se mide a 700 mm Hg y 23 °C?

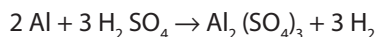


$$\text{a) } 2 \text{ moles HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol Ba}}{2 \text{ moles HCl}} = 1 \text{ mol de Ba;}$$

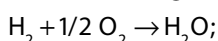
$$1 \text{ mol de Ba} \cdot \frac{137,3 \text{ g Ba}}{1 \text{ mol Ba}} = 137,3 \text{ g Ba}$$

$$\text{b) } 2 \text{ moles HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ moles HCl}} = 1 \text{ mol de H}_2 \approx 22,4 \text{ L}$$

27 Calcula la cantidad de O_2 que puede reaccionar con el H_2 que se desprende al atacar 100 g de Al con exceso de H_2SO_4 .



$$100 \text{ g Al} \cdot \frac{3 \cdot 2 \text{ g H}_2}{2 \cdot 27 \text{ g Al}} = 11,11 \text{ g H}_2$$

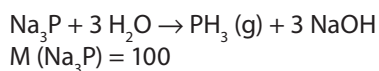


$$11,11 \text{ g H}_2 \cdot \frac{16 \text{ g O}_2}{2 \text{ g H}_2} = 88,9 \text{ g O}_2$$

28 La fosfina (PH_3) es un compuesto que se utilizó como gas venenoso durante la Segunda Guerra Mundial y se obtiene mediante la reacción:



¿Qué cantidad de fosfina se obtendrá al hacer reaccionar 150 gramos de Na_3P con 250 g de H_2O ?



$$150 \text{ g Na}_3\text{P} \cdot \frac{34 \text{ g PH}_3}{100 \text{ g Na}_3\text{P}} = 51 \text{ g PH}_3$$

Si hubiéramos tomado como referencia los 250 g de H_2O , tendríamos:

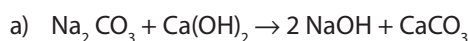
$$250 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{100 \text{ g Na}_3\text{P}}{3 \cdot 18 \text{ g H}_2\text{O}} = 462,9 \text{ g Na}_3\text{P}$$

Nos habrían hecho falta 462,9 gramos de fosfuro, cantidad que no tenemos pues nuestra máxima cantidad de fosfuro

sódico es 150 gramos; ello quiere decir que existe agua en exceso y que el fosfuro es el reactivo limitante.

29 Uno de los métodos más comunes de obtención de sosa cáustica (NaOH) se basa en la reacción del carbonato sódico con hidróxido cálcico, para obtener carbonato cálcico e hidróxido sódico.

- a) Escribe la ecuación ajustada.
b) ¿Cuántos gramos de hidróxido sódico se pueden obtener a partir de 1 kg de carbonato sódico?
c) Si el rendimiento de la reacción fuera del 80%, ¿de qué cantidad de carbonato sódico habríamos de partir para obtener los mismos gramos de NaOH que en el apartado anterior?



$$\text{b) } 1000 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot \frac{2 \cdot 40 \text{ g NaOH}}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} = 754,7 \text{ g NaOH}$$

$$\text{c) } 754,7 \cdot 100/80 = 943,4 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

EVALUACIÓN

1 En un plato tenemos un hielo, que se está licuando y un clavo que se está oxidando. Por lo tanto:

- a) Se están produciendo dos reacciones químicas distintas.
b) No se produce ninguna reacción química.
c) El clavo se oxida mediante una reacción química y el agua se licúa sin que se produzca reacción.
d) El clavo se oxida mediante un proceso físico que no es una reacción, mientras que el agua obtenida se ha formado en una reacción química.

Respuesta correcta: c).

2 En una reacción química:

- a) La masa de los productos siempre es mayor que la de los reactivos.
b) La masa de los reactivos es siempre mayor que la de los productos.
c) Realizada en un recipiente abierto, la masa siempre se mantiene constante aunque algunos de los productos formados sean gases.
d) Realizada en un recipiente cerrado, la masa siempre se mantiene constante.

Respuesta correcta: d).

3 En la reacción de formación del dióxido de carbono:

- a) Una molécula de carbono reacciona con una molécula de oxígeno y se crean dos moléculas de CO_2 .

- b) Un mol de carbono reacciona con 1 mol de oxígeno y se forma 1 mol de CO_2 .
- c) 12 g de carbono reaccionan con 16 g de oxígeno y se obtienen 28 g de CO_2 .
- d) 10 g de carbono reaccionan con 10 g de oxígeno y se obtienen 20 g de CO.

Respuesta correcta: b).

4 Al hacer reaccionar hidrógeno con oxígeno para formar vapor de agua, se tiene que cumplir que:

- a) La masa de hidrógeno ha de ser el doble que la de oxígeno.
- b) El volumen de hidrógeno ha de ser el doble que el del oxígeno.
- c) La masa de oxígeno ha de ser el doble que la del hidrógeno.
- d) El volumen de oxígeno ha de ser el doble que el del hidrógeno.

Respuesta correcta: b).

5 La velocidad de una reacción química se modifica cuando:

- a) La concentración de los reactivos permanece constante.
- b) Añadimos cualquier otra sustancia.
- c) Hacemos reaccionar una sustancia radioactiva.
- d) Se aumenta la temperatura.

Respuesta correcta: d).

6 Respecto a la energía intercambiada en un proceso químico se puede afirmar que:

- a) Las combustiones siempre absorben calor.
- b) En los procesos endotérmicos se desprende calor.
- c) En los procesos exotérmicos siempre se desprende calor.
- d) Siempre se desprende calor.

Respuesta correcta: c).

EJERCICIOS

1 Escribe tres propiedades características de los ácidos.

Sabor ácido; reaccionan con la mayoría de los metales, sobre todo con el Zn, desprendiendo hidrógeno; enrojecen el papel azul de tornasol; con el mármol producen efervescencia.

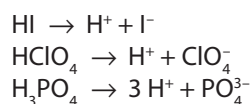
2 Indica las analogías existentes entre los ácidos y las bases.

En disolución conducen la corriente eléctrica (son electrolitos); son corrosivos; reaccionan entre sí: neutralización.

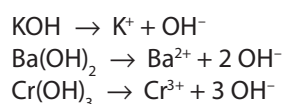
3 Describe el comportamiento de los ácidos y de las bases frente al papel indicador y en su reacción con el cinc.

Los ácidos enrojecen el papel de tornasol; las bases lo azullean. Los ácidos reaccionan con el Zn; las bases no reaccionan con él.

4 Escribe la disociación acuosa de los siguientes ácidos: a) HI; b) HClO_4 y c) H_3PO_4 .



5 Escribe la disociación acuosa de las siguientes bases: a) KOH; b) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ y c) $\text{Cr}(\text{OH})_3$.



6 Al disolver una aspirina en un vaso de agua se obtiene una disolución cuyo pH es aproximadamente igual a 3. ¿Se trata de una disolución ácida o básica?

Se trata de una sustancia ácida, puesto que el pH es inferior a 7.

7 ¿Qué es un indicador? Pon algunos ejemplos.

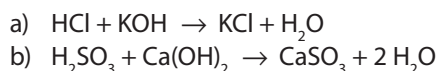
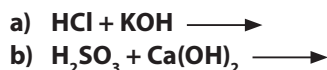
Un indicador es una sustancia que tiene la propiedad de adoptar un color distinto según esté en un medio ácido o básico.

Por ejemplo: el papel de tornasol, la fenolftaleína y el rojo de metilo.

8 El pH de dos disoluciones acuosas es 10,2 y 12,5, respectivamente. ¿Cuál de las dos es más básica?

Una sustancia es tanto más básica cuanto mayor es su pH. Por tanto, la sustancia con pH = 12,5 es más básica.

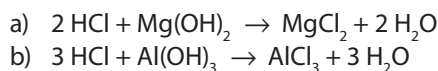
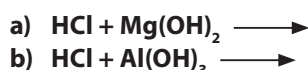
9 Completa y ajusta las siguientes reacciones de neutralización:



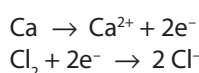
10 ¿Por qué las comidas copiosas provocan acidez de estómago?

La secreción de HCl en el estómago está en consonancia con la cantidad de alimentos ingeridos. Si la comida es copiosa la cantidad de ácido es grande, provocando la sensación de acidez de estómago.

11 En las farmacias también se venden como antiácidos $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (leche de magnesia) y $\text{Al}(\text{OH})_3$. Completa y ajusta las siguientes reacciones de neutralización:



12 Escribe las semirreacciones correspondientes a los procesos de oxidación y de reducción que se producen en la siguiente reacción:



13 Define los conceptos de oxidación, reducción, agente oxidante y agente reductor.

Estos conceptos están explicados en el libro del alumno.

14 Enumera algunos ejemplos de pilas eléctricas. ¿Mediante qué tipo de procesos químicos producen energía eléctrica?

Pilas alcalinas, pilas ácidas, pilas de botón (de mercurio), etc. Las pilas funcionan basadas en los procesos de oxidación-reducción.

15 Escribe las características más significativas de las reacciones de combustión.

Desprenden calor y son muy rápidas.

16 ¿Cómo se realiza el metabolismo de los alimentos?

Está explicado en el libro del alumno.

17 Haz una relación de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

Por ejemplo: carbón, leña, gasolina, alcohol, gasóleo, hidrógeno, propano, gas natural, etcétera.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

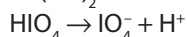
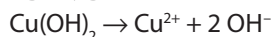
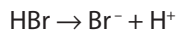
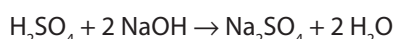
1 Indica las diferencias más importantes entre ácidos y bases.

El sabor. Todos los ácidos tienen sabor agrio y todas las bases tienen sabor a lejía (cáustico o amargo).

Reacción con los metales. Los ácidos reaccionan; las bases no.

Reacción con los carbonatos. Los ácidos reaccionan produciendo efervescencia; las bases no reaccionan.

Reacción con las grasas. Los ácidos no reaccionan; las bases sí, produciendo jabón.

2 Escribe las reacciones de disociación acuosa de las siguientes sustancias: HBr, Cu(OH)₂ y HIO₄.**3 Ajusta y completa la siguiente reacción de neutralización:****4 Indica el color que adquieren la fenoltaleína y el tornasol en disoluciones ácidas o básicas.**

Fenoltaleína: en ácido (incolora); en base (roja).

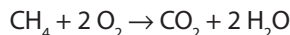
Tornasol: en ácido (rojo); en base (azul).

5 ¿Por qué cuando el cobre se convierte en CuO se dice que se ha oxidado?

Porque ha ganado oxígeno en la reacción. Se ha combinado con el oxígeno.

6 Haz una relación de oxidantes y reductores que conozcas.

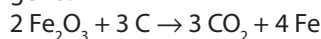
Por ejemplo: Oxidantes: el oxígeno, el agua oxigenada, el ozono, el ácido sulfúrico, etc. Reductores: los metales en general, el gas hidrógeno, el carbón, el CO, etcétera.

7 Escribe y ajusta la reacción de combustión del metano (CH₄).**8 Haz una relación de combustibles de uso frecuente.**

Por ejemplo: carbón, gasolina, propano, gas natural, etcétera.

9 El hierro puede obtenerse a partir de un mineral (oligisto) rico en Fe₂O₃. ¿Es éste un proceso de oxidación o de reducción?

Es un proceso de reducción, puesto que hay pérdida de oxígeno.



PARA REFORZAR

10 El pH de varias disoluciones es: 8,5; 2,3; 0,6; 7; 13,4; 1,2 y 14. Ordena estas disoluciones de mayor a menor acidez.

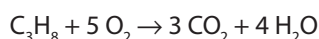
0,6; 1,2; 2,3; 7; 8,5; 13,4; 14. El grado de acidez disminuye a medida que aumenta el pH.

11 ¿Por qué se emplea el agua oxigenada (H₂O₂) como desinfectante en las heridas?

El agua oxigenada es un gran oxidante. El oxígeno que desprende destruye muchos tipos de bacterias que pueden originar infecciones.

12 En la combustión de los derivados del petróleo se produce siempre dióxido de carbono (CO₂). ¿Encuentras algún inconveniente al uso de estos productos como combustibles?

El principal inconveniente es la contaminación que origina la combustión de estos derivados, favoreciendo el efecto invernadero.

13 Escribe y ajusta la reacción de combustión del propano (C₃H₈).**14 Un oxidante cuando actúa como tal se reduce. Justifica este hecho.**

La oxidación y la reducción son procesos inversos. Si una sustancia hace de oxidante es que cede oxígeno a otra y como consecuencia su proporción de oxígeno se reduce. El oxidante se reduce, pues, al perder oxígeno.

15 Las personas que padecen úlcera de estómago no pueden tomar aspirina. ¿Cómo explicas esta circunstancia?

Una acidez de estómago prolongada desemboca en úlcera de este órgano digestivo. La aspirina tiene carácter ácido. Por tanto, aumenta la acidez de estómago acelerando la aparición de úlceras. Si ya se tiene úlcera de estómago, la aspirina aumentará las molestias propias de ésta.

16 Una disolución acuosa tiene un pH igual a 12. ¿Es grande o pequeña la concentración de protones en la disolución?

La sustancia es muy poco ácida. Por tanto, la concentración de protones es muy pequeña.

17 Si un átomo metálico reacciona convirtiéndose en un catión, ¿el metal se oxida o se reduce?

Para que el átomo metálico se convierta en catión debe perder electrones; por tanto, se oxida.

18 Explica por qué es necesario proteger los objetos fabricados con hierro.

Porque el hierro se oxida con facilidad.

19 Cita los principales agentes contaminantes del aire y explica cómo se originan.

Consultar el texto.

20 Explica en qué consiste el efecto invernadero.

Respuesta libre.

21 Explica el origen de la lluvia ácida.

Respuesta libre.

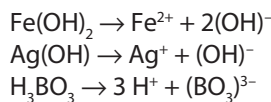
22 El recipiente de la figura contiene agua destilada. Indica en qué casos se enciende la bombilla:



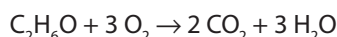
- a) Cuando se añade agua oxigenada.
- b) Cuando se añade vinagre.
- c) Cuando se añade sal.
- d) Cuando se añade azúcar.
- e) Cuando se añade alcohol.

La bombilla se enciende en los casos b) y c) porque el vinagre y la sal son electrolitos.

23 Escribe las reacciones de disociación de las siguientes sustancias: $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Ag}(\text{OH})$ y H_3BO_3 .



24 Escribe la reacción de combustión del alcohol etílico sabiendo que la fórmula de esta sustancia es $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.



25 Completa las reacciones e indica qué sustancias se oxidan y cuáles se reducen.

- a) $\text{FeO} + \text{CO} \longrightarrow$
- b) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow$
- c) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \longrightarrow$

- a) $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$; se oxida CO y el FeO se reduce.
- b) $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$; se oxida el H_2 .
- c) $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$; se oxida el H_2 , se reduce el Cu_2O .

EVALUACIÓN

1 Indica falso o verdadero. Los ácidos, entre otras, tienen las siguientes propiedades:

- a) Se disuelven en agua.
- b) Son de sabor cáustico.
- c) Reaccionan con todas las sustancias.
- d) Tienen sabor variable.

a) es verdadera y el resto falsas.

2 Señala la afirmación correcta. La reacción entre un ácido y una base recibe el nombre de:

- a) Corrosión.
- b) Neutralización.
- c) Oxidación.
- d) Los ácidos no reaccionan con las bases.

Respuesta correcta: b).

3 De las siguientes afirmaciones sobre los ácidos y las bases, tres son falsas. Indica cuáles son:

- a) Tienen propiedades semejantes.
- b) Reaccionan entre sí algunas veces.
- c) Reaccionan entre sí solamente en caliente.
- d) Reaccionan siempre entre sí aun en frío.

Son falsas a), b) y c).

4 Señala la afirmación correcta. El pH es:

- a) Un factor que sirve para distinguir los distintos tipos de sangre humana.
- b) Una escala que indica el número de hidrógenos que tiene un ácido.
- c) Una escala que mide la rapidez con que se desprende hidrógeno en la reacción de un ácido con un metal.
- d) Una escala que mide el grado de acidez de una sustancia.

Respuesta correcta: d).

5 Señala la afirmación correcta. La reacción contraria a la oxidación recibe el nombre de:

- a) Combustión.
- b) Neutralización.
- c) Reducción.
- d) No existe esa reacción.

Respuesta correcta: c).

6 Los metales alcalinos, como el sodio y el potasio, ceden electrones con facilidad. A la vista de esta propiedad indica qué afirmaciones son verdaderas. Los metales alcalinos son:

- a) Buenos oxidantes.
- b) Buenos reductores.

- c) Se oxidan fácilmente.
- d) Se reducen con facilidad.

Son ciertas b) (son buenos reductores puesto que suministran electrones), y c) (se oxidan fácilmente puesto que pierden los electrones).

7 El hidrógeno arde con facilidad, formando agua. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

- a) El hidrógeno es un oxidante.
- b) El hidrógeno es un reductor.
- c) El hidrógeno se oxida fácilmente.
- d) El hidrógeno recibe electrones de otras sustancias.

Son correctas b) y c).

8 En los procesos de combustión, los combustibles:

- a) Arden solos sin necesidad de otras sustancias.
- b) Necesitan combinarse con otras sustancias como el oxígeno.
- c) Absorben una gran cantidad de energía.
- d) Dan lugar a unos compuestos sólidos, llamados óxidos.

Respuesta correcta: b).

LA QUÍMICA DE LOS COMPUESTOS DE CARBONO 12

<http://www.McGraw-Hill.es>

EJERCICIOS

1 Además del carbono, ¿qué otros elementos intervienen en la constitución de los seres vivos?

Fundamentalmente, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo.

2 ¿Por qué creemos que no es posible que pueda existir vida basada en el átomo de silicio?

Los enlaces Si – Si son más débiles e inestables que los enlaces C – C.

Las uniones del silicio con el oxígeno forman cadenas tan estables que prácticamente resultan inertes y no son aptas para los procesos biológicos. A diferencia del dióxido de carbono, el dióxido de silicio es sólido, insoluble en agua y, por tanto, incapaz de realizar los procesos biológicos que sí permite el CO₂.

3 ¿Qué características del átomo de carbono hacen posible la formación de un número tan elevado de compuestos orgánicos?

El átomo de carbono forma cuatro enlaces covalentes relativamente fuertes. Además, forma cadenas de átomos de carbono unidos mediante enlaces simples, dobles y triples. Las cadenas pueden ser lineales, ramificadas y cerradas. Por último, muchas sustancias orgánicas presentan el fenómeno denominado isomería.

4 Además de carbono, ¿qué otros elementos contienen principalmente los compuestos orgánicos?

Hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

5 Aunque las reacciones entre compuestos orgánicos suelen ser lentas, generalmente no se puede elevar la temperatura de reacción hasta valores muy altos para aumentar la velocidad de reacción, ¿por qué?

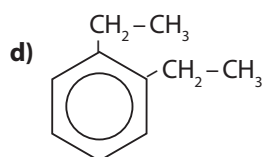
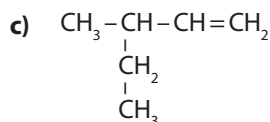
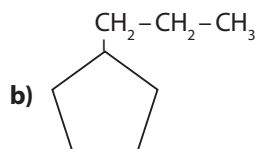
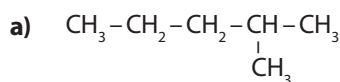
Las sustancias orgánicas se descomponen a temperaturas relativamente bajas.

6 ¿Por qué los compuestos orgánicos presentan, por lo general, puntos de fusión y de ebullición bajos? ¿Suelen ser solubles en agua?

Las fuerzas intermoleculares son débiles; por tanto, los puntos de fusión y de ebullición de los compuestos orgánicos suelen ser bajos.

Se disuelven preferentemente en disolventes orgánicos; en cambio, muchos compuestos orgánicos son insolubles en agua.

7 Nombra los siguientes hidrocarburos:



- a) 2-metilpentano.
b) propilciclopentano.
c) 3-metil-1-penteno.
d) 1,2-dietilbenceno.

8 Utilizando los modelos moleculares de bolas y varillas construye las moléculas de diversos hidrocarburos.

Actividad manipulativa abierta.

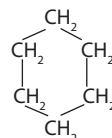
9 Escribe la reacción de combustión del 1-buteno con oxígeno.



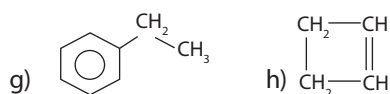
10 Escribe la fórmula de los siguientes hidrocarburos:

- a) Butano.
b) Propeno.
c) 2-penteno.
d) 1-butino.
e) Ciclohexano.
f) 2-metilhexano.
g) Etilbenceno.
h) Ciclobuteno.

- a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
b) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$
c) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
d) $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
e)



- f) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



11 ¿Por qué el uso como combustibles de los derivados del petróleo contribuye al incremento del efecto invernadero?

En la combustión de los derivados del petróleo se produce dióxido de carbono.

12 Haz una relación de los productos más importantes obtenidos por destilación fraccionada del petróleo.

Ver el apartado 12.4 del libro de texto.

13 ¿Por qué los alcoholes con pocos átomos de carbono son solubles en agua?

El grupo hidroxilo (–OH) característico de los alcoholes hace que éstos sean polares y se disuelvan en agua.

14 Haz una relación de productos que contienen etanol.

El etanol se encuentra en las bebidas alcohólicas: vino, cerveza, coñac, etcétera.

15 Escribe la reacción de combustión del etanol.



16 Nombra los siguientes alcoholes:

- CH_3OH
- $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$
- $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$
- $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$
- $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$

- Metanol.
- 2-propanol.
- 1,3-propanodiol.
- 1,3,5-pentanotriol.
- 1,2,3,4-butanotetraol.

17 Formula los siguientes ácidos carboxílicos:

- Ácido propanoico.
- Ácido hexanoico.
- Ácido pentanoico.

- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

18 Escribe ejemplos de ácidos orgánicos que se encuentren en productos naturales.

<http://www.McGraw-Hill.es>

Ácido metanoico: picadura de insectos y ortiga.

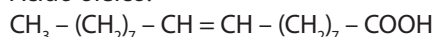
Ácido etanoico: vinagre.

Ácido butanoico: mantequilla y queso.

Ácido láctico: leche.

19 Averigua el nombre y la fórmula del ácido presente en el aceite de oliva.

Ácido oleico:



20 Si lees la etiqueta de alguna botella de agua o de otra bebida encontrarás las iniciales del plástico empleado en su fabricación. ¿De qué plástico se trata?

Polietilentereftalato (PET).

21 ¿En qué consiste el vulcanizado del caucho? ¿Qué propiedades del caucho mejoran con la vulcanización?

El caucho se vulcaniza tratándolo con azufre.

Es muy resistente al rozamiento, no se ablanda con el calor y es prácticamente insoluble.

22 Haz una relación de grasas de origen animal y vegetal e indica cuáles son más beneficiosas para la salud.

Grasas de origen animal: mantequilla, manteca, sebo, la grasa del queso, etcétera.

Grasas de origen vegetal: aceites de oliva, girasol, soja, etcétera. Las grasas insaturadas son las más beneficiosas para la salud; en general, los aceites.

23 Haz una relación de alimentos que contienen hidratos de carbono e indica en cada caso el hidrato de carbono presente.

Frutas (glucosa), azúcar (sacarosa), patata (almidón), cereales y legumbres (almidón), etcétera.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 ¿Qué condiciones reúne nuestro planeta para que fuera posible la aparición de la vida?

La Tierra posee la masa gravitatoria suficiente para retener su atmósfera; su distancia al Sol es idónea para mantener las temperaturas adecuadas; existen grandes masas de agua; y en su corteza se encuentran los cuatro elementos que constituyen el 98 por ciento de los tejidos vivos: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

2 Describe los enlaces covalentes de las siguientes moléculas: CH_4 , C_2H_4 y C_2H_2 .

Metano: enlace simple. Eteno: enlace doble
 $C = C$. Etino: enlace triple $C \equiv C$.

3 Escribe tres cadenas carbonadas distintas formadas por cuatro átomos de carbono.

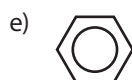
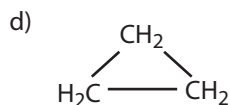
Butano, metil-propano, ciclobutano.

4 ¿En qué consiste el fenómeno denominado isomería? Pon algún ejemplo.

En numerosas ocasiones se encuentran sustancias orgánicas que tienen la misma fórmula molecular (el mismo número de átomos de cada elemento), pero poseen propiedades diferentes porque tienen distinta estructura. Este fenómeno se denomina isomería. Por ejemplo: butano y 2-metil-propano.

5 Escribe las fórmulas de los siguientes hidrocarburos: hexano, 2-penteno, 1-butino, ciclopropano y benceno.

- a) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
- b) $CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$
- c) $CH \equiv C - CH_2 - CH_3$



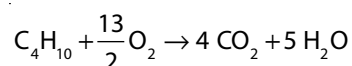
6 Nombra los siguientes hidrocarburos:

- a) $CH_3 - CH_3$
- b) $CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$



- a) Etano.
- b) 1-buteno.
- c) Ciclopentano.
- d) Ciclohexeno.

7 Escribe la reacción de combustión del butano.



8 ¿Cuál es la composición química de los alcoholes?

Son compuestos orgánicos oxigenados que contienen uno o más grupos hidroxilo ($-OH$).

9 Escribe la fórmula de los siguientes alcoholes: metanol, 2-butanol y etanol.

- a) CH_3OH
- b) $CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3$
- c) $CH_3 - CH_2OH$

10 ¿Conoces algún alcohol que se utilice para fabricar cremas para la piel?

La glicerina (1,2,3-propanotriol).

11 Formula los siguientes ácidos orgánicos: ácido etanoico, ácido propanoico y ácido butanoico.

- a) $CH_3 - COOH$
- b) $CH_3 - CH_2 - COOH$
- c) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$

12 ¿Qué son los polímeros? ¿Por qué otro nombre se conocen?

Los polímeros, o macromoléculas, son sustancias formadas por moléculas de gran tamaño que se obtienen por la unión de moléculas sencillas llamadas monómeros. Su masa molecular puede alcanzar millones de unidades de masa atómica.

13 Escribe los nombres de algunos polímeros naturales y artificiales.

Naturales: almidón, celulosa, caucho natural, proteínas.
 Artificiales: polietileno, poliestireno, policloruro de vinilo, polipropileno, etcétera.

14 Probablemente las persianas o las tuberías de desagüe de tu casa sean de PVC, ¿cuál es su composición química? ¿Sabes qué es el teflón?

El PVC es policloruro de vinilo. Está formado por carbono, hidrógeno y cloro. Su monómero es el cloruro de vinilo (cloro-eteno): $CH_2 = CHCl$. El teflón es un material plástico que contiene flúor. Es duro, inerte y resiste temperaturas muy altas. Se utiliza como recubrimiento de sartenes y cacerolas para proporcionarles antiadherencia.

15 Pon ejemplos de fibras textiles sintéticas.

Poliámidas (nailon) y poliésteres (tergal y terilene).

PARA REFORZAR

16 ¿Por qué el CO_2 hace posible la vida y el SiO_2 no?

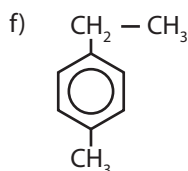
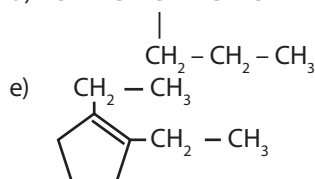
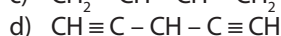
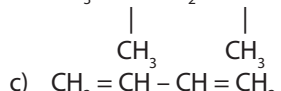
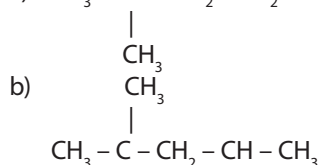
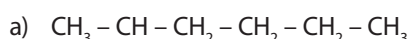
El CO_2 es gaseoso, estable y soluble en agua, por lo que puede ser absorbido por las plantas y expelido por los animales. En cambio, el SiO_2 es sólido e insoluble en agua y, por tanto, no puede realizar los procesos biológicos que permite el CO_2 .

17 Escribe tres isómeros de fórmula molecular C_4H_8 .

1-buteno; 2-buteno; ciclobutano.

18 Escribe las fórmulas de los siguientes hidrocarburos:

- a) 2-metilhexano
- b) 2,2,4-trimetilpentano
- c) 1,3-butadieno
- d) 3-propil-1,4-pentadieno
- e) 1,2-dietilciclopenteno
- f) 1-etil-4-metilbenceno

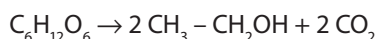


19 Escribe el nombre de los siguientes alcoholes:

- a) $CH_2OH - CHOH - CHOH - CH_2 - CH_2OH$
- b) $CH_3 - CH = CH - CH_2OH$

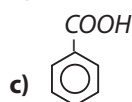
- a) 1,2,3,5-pentanotetraol
- b) 2-buten-1-ol

20 Escribe la reacción de fermentación de la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) para obtener el vino.



21 Nombra los siguientes ácidos orgánicos:

- a) $H - COOH$
- b) $HOOC - COOH$



- a) Ácido metanoico.

b) Ácido etanodioico.

c) Ácido benzoico.

22 ¿Por qué se avinagra el vino contenido en una botella abierta?

El etanol se transforma en ácido etanoico por acción del oxígeno del aire.

23 ¿Cuáles son las propiedades más importantes de los plásticos? ¿Cuál es la principal materia prima que se emplea en su fabricación?

Generalmente los plásticos se obtienen a partir de derivados del petróleo. Sus propiedades más importantes son las siguientes: son poco densos, muy inertes desde el punto de vista químico, flexibles y aislantes de la corriente eléctrica y del calor.

24 ¿Por qué las botellas de agua se fabrican con PET y no con PVC?

Por los problemas medioambientales que puede presentar el policloruro de vinilo (PVC).

25 ¿Qué propiedades tienen los cauchos vulcanizados?

Son resistentes al rozamiento, no se ablandan con el calor y son prácticamente insolubles.

26 ¿Cuál es la composición química de una grasa? ¿Qué diferencia una grasa saturada de otra insaturada?

Las grasas contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Se forman por la unión de la glicerina (1,2,3-propanotriol) con los ácidos grasos. Las grasas insaturadas contienen uno o más dobles enlaces.

27 ¿Cuál es la composición química de las proteínas? ¿Por qué existe una cantidad tan grande de proteínas diferentes?

Las proteínas son macromoléculas naturales que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, a veces, azufre y fósforo. Algunas contienen otros elementos como hierro, cobre y cinc.

Aunque todas las proteínas se forman por la unión de unos veinte aminoácidos diferentes, existe una gran cantidad de proteínas diferentes, que se diferencian en el número de aminoácidos que contienen, la secuencia con que se unen y la estructura espacial de la proteína.

EVALUACIÓN

1 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- a) Generalmente, el carbono presenta valencia tres, por eso forma tres enlaces covalentes.

- b) La fórmula molecular del butano es C_4H_{10} .
- c) El hidrógeno es un combustible orgánico de gran importancia.
- d) El papel se fabrica a partir de la madera; por tanto, no contiene carbono.

Respuesta correcta: b).

2 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- a) El gas natural está formado principalmente por metano.
- b) El gas que origina explosiones en las minas de carbón es el metano, también llamado «grisú».
- c) Los alcoholes no contienen carbono.
- d) La gasolina es un derivado del petróleo y, por tanto, es un producto que contiene carbono.

Respuesta correcta: c).

3 ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones referidas al átomo de carbono son verdaderas?

- a) Tiene seis electrones.
- b) Se toma como referencia para definir la unidad de masa atómica.
- c) Forma cadenas al unirse a otros átomos de carbono.
- d) Forma cuatro enlaces covalentes, es decir, es tetravalente.

Todas son correctas.

4 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- a) La fórmula del 2-propanol es $CH_3OH-CH_2-CH_3$.
- b) El butano, utilizado como combustible, es un hidrocarburo.
- c) El vinagre contiene un ácido orgánico: ácido etanoico.
- d) El alcohol que compramos en las farmacias se denomina etanol.

Respuesta correcta: a).

5 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- a) Los plásticos son productos obtenidos artificialmente.
- b) Muchos de los tejidos utilizados para fabricar nuestras prendas de vestir están hechos con fibras sintéticas.
- c) La fórmula del ácido etanoico es CH_3-COOH .
- d) Las grasas contienen C, H, O y N.

Respuesta correcta: d).

6 ¿Cuáles de los siguientes compuestos orgánicos contienen oxígeno?

- a) Los alcoholes.
- b) Los hidrocarburos aromáticos.
- c) Los ácidos carboxílicos.
- d) Las proteínas, los ácidos nucleicos y los hidratos de carbono.

Todos menos b).

7 Las siguientes afirmaciones están referidas a los polímeros o macromoléculas. Indica cuáles son verdaderas:

- a) Sus moléculas son de gran tamaño y su masa molecular puede alcanzar millones de unidades de masa atómica.
- b) Las proteínas son macromoléculas naturales.
- c) El teflón se utiliza en la fabricación de botellas para agua y bebidas de refresco.
- d) Los polímeros sintéticos se obtienen por unión de moléculas sencillas llamadas monómeros.

Todas menos c).

EJERCICIOS

1 Busca en Internet o en una enciclopedia actualizada alguna noticia o información que demuestre la influencia que una acción humana ejerce en otro lugar del planeta.

Respuesta libre. Dentro de las posibles respuestas, y siempre buscando consecuencias que puedan alejarse más de 1 000 km del lugar en el que se han producido, se encuentran la lluvia ácida, las contaminaciones de ríos y lagos, las nubes de sustancias tóxicas o contaminantes, los vertidos de petróleo por limpieza o hundimiento de buques, el traslado incontrolado de sustancias radiactivas, la contaminación marina, la pesca incontrolada de especies marinas, las pruebas nucleares (hoy en día prácticamente inexistentes) la contaminación por material de desecho de satélites de órbitas estratégicas (geoestacionarias), etcétera.

2 Localiza el nombre de 5 gases de efecto invernadero. Compara su índice de efectividad con el del CO_2 .

Los gases más importantes de efecto invernadero (GEI) son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el ozono (O_3) y los halo-carbonos (entre los que destaca el CFC). Si tomamos como índice de referencia 1 la acción correspondiente al CO_2 , la del metano es unas 25 veces superior, el N_2O alrededor de 200 y los CFC de unos 15 000. Esto significa que un gramo de CFC contribuye al calentamiento global tanto como 15 000 gramos de CO_2 .

El Protocolo de Kyoto sólo regula la composición atmosférica del CO_2 , N_2O , CH_4 , hidrofluorocarburos, perfluorocarburos y hexafluoruro de azufre.

3 Busca en Internet o en una enciclopedia actualizada distintas maneras que se proponen para tratar los residuos radiactivos que se producen en las centrales nucleares. ¿Crees que eliminarlos mandándolos al espacio puede ser la solución?

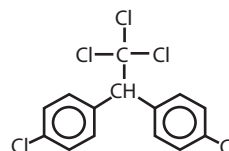
Evidentemente, la solución no puede ser mandarlos al espacio ya que el índice de lanzamientos erróneos de naves espaciales es muy alto y produciríamos una contaminación elevadísima en el caso de una explosión en un lanzamiento espacial. Todo ello sin contar con la responsabilidad de mandar un paquete de alta radiactividad al espacio.

El método más usado hoy en día es el almacenamiento en bidones sellados con paredes que impiden el escape radiactivo, manteniéndolos en piscinas que refrigeran el calor producido en las reacciones nucleares que se producen en el interior. Se prevén almacenamientos geológicos en minas de sal (las zonas más geoestables del planeta), pero todavía no se han resuelto los problemas que plantean.

También hoy en día se opta por vitrificar los residuos con lo que conseguimos que la radiactividad que emiten hacia el exterior sea menor.

4 Localiza el nombre químico completo del DDT y su fórmula semidesarrollada. Compárala con la Fig. 13.4. ¿Qué conclusiones eres capaz de obtener? ¿Con qué nombre se conocía anteriormente a este compuesto para que su nombre se simplificara y le llamaran DDT?

El nombre completo es 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano y la fórmula semidesarrollada es:



Las conclusiones que se pueden obtener de comparar ambas fórmulas es que es un compuesto formado única y exclusivamente por carbono, cloro e hidrógeno con una estructura simétrica y que es un derivado halogenado de un compuesto aromático.

El nombre antiguo, y del que provienen las siglas DDT, es dicloro-difenil-tricloroetano que evidentemente es un nombre incorrecto puesto que no da información sobre la forma en que se unen los átomos y la estructura de la molécula.

EJERCICIOS PROPUESTOS

PARA REPASAR

1 ¿Existía el efecto invernadero antes del desarrollo industrial? ¿Ha sido siempre pernicioso el efecto invernadero sobre la vida animal y vegetal?

Sí. El efecto invernadero está provocado por la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera y siempre han estado allí. En Venus ocasiona que el planeta sea un lugar inhabitable, mientras que en Marte, al no existir apenas, su ausencia hace que sea un lugar muy frío.

En la Tierra contribuye a que la temperatura superficial sea más homogénea y esté unos 30 °C por encima de lo que por nuestra distancia al Sol nos corresponde, por lo que no sólo no ha sido siempre pernicioso sino que ha sido fundamental para el desarrollo de la vida, por lo menos al ritmo que se ha producido.

2 ¿Cuál es la razón por la que las moléculas de metano, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, agua y otras, creen efecto invernadero y sin embargo no lo produzcan gases como el nitrógeno o el oxígeno?

Para poder absorber las radiaciones infrarrojas, las moléculas del gas tienen que tener momento bipolar en los enlaces o globalmente. Por esta razón, la mayoría de los gases de efecto invernadero son gases heteroatómicos, es decir, tienen distintos elementos dentro de la molécula. Los homoatómicos, como el nitrógeno y el oxígeno, no presentan efecto inver-

nadero, salvo los que pueden presentar momento bipolar molecular como es el caso del ozono (O₃).

3 Menciona varios proyectos que intenten evitar el efecto invernadero.

Para evitar el efecto invernadero se llegó a los acuerdos del Protocolo de Kioto y de la Conferencia de Río, así como algunas decisiones en tratados intergubernamentales como el de Maastricht.

En algunos países se prevé la eliminación de dióxido de carbono en minas, en yacimientos petrolíferos, la absorción del metano de la atmósfera, y proyectos locales como el proyecto Castor (danés), el Hypogen (europeo), el Futuregen (norteamericano), o el MDL (Mecanismo para un Desarrollo Limpio, muy desarrollado en países de América Latina), que persiguen el mismo fin.

Por último hay multitud de proyectos que pretenden «arrojar» menos gases a la atmósfera, en vez de tener que pasar por su eliminación posterior. Entre ellos está la utilización de fuentes de energía no agresivas y el no utilizar o fabricar gases de efecto invernadero, como los clorofluorocarbonos en las neveras.

4 Comenta dos razones por las que los incendios forestales contribuyen a incrementar el efecto invernadero.

Al arder los árboles emiten a la atmósfera cantidades ingentes de vapor de agua y dióxido de carbono que son gases de efecto invernadero. Por otro lado, la deforestación que se produce elimina árboles que podrían absorber el CO₂ que hay en la atmósfera.

5 ¿Qué fuentes de energía, entre las que conoces, no crean gases de efecto invernadero?

Las más importantes son la energía solar, la eólica, la geomotriz (los gases emitidos en algunos casos no son imputables a la generación de energía sino a que la Tierra los emite de forma natural), la nuclear (salvo por una pequeña cantidad de vapor de agua), la mareomotriz y la hidroeléctrica.

6 ¿Qué es el Principio de precaución? ¿Desde cuándo se valora la precaución como un procedimiento a tener en cuenta en la resolución de problemas relacionados con el medio ambiente?

El Principio de precaución indica que se deben tomar medidas de protección aunque no se tenga una certeza científica absoluta sobre la existencia de daños graves o irreversibles. Se enuncia en Río en 1992, y en el año 2000 se desarrolla por parte de la Unión Europea. En el enlace <http://europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/l32042.htm> se puede encontrar más información.

7 Menciona varios casos en los que se haya utilizado el Principio de precaución o en los que se haya estudiado si sería conveniente su utilización.

En la prohibición de la utilización del DDT, en el uso de transgénicos, en el transporte de mercancía peligrosas por mar y por carretera, etc. Hay casos donde sin llegar a enunciarse su utilización, se han aprobado medidas en ese sentido, como en la utilización de antenas de telefonía móvil, en la presencia de líneas de alta tensión cerca de núcleos urbanos, etcétera.

8 ¿Cuáles crees que serán las fuentes de energía que se utilizarán principalmente en los próximos años?

A corto plazo, las mismas que ahora, pero a largo plazo se prevé que se vayan sustituyendo por energías más limpias como son la energía solar, la eólica, la geomotriz, la mareomotriz y la hidroeléctrica.

La utilización de la energía nuclear de fusión se convertirá sin duda en la principal fuente de energía en cuanto su generación sea posible y su comercialización sea rentable.

9 Cita las ventajas y los inconvenientes que tiene la utilización de la energía eólica, la hidroeléctrica y la biomasa como fuentes de energía.

La energía hidroeléctrica y la eólica son de las más limpias y de las que no plantean problemas en cuanto a su renovación por ser inagotables —mientras el Sol nos caliente, se podrán utilizar, ya que dependen de él—. Plantean como principal problema el que ocupan mucha superficie contaminando visualmente (aerogeneradores) o la inhabilita por completo (presas).

10 ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene la utilización de la energía nuclear como fuente de energía?

La energía de fusión nuclear (todavía en una fase muy primaria de investigación) marcará el futuro, puesto que es también muy limpia y además sus recursos se miden en millones de años. No genera radiactividad (aunque transmite bastante calor residual) y utiliza hidrógeno (un elemento muy abundante en la Tierra, ya que es un componente básico del agua).

Como inconvenientes principales encontramos el que todavía está muy lejos de poderse comercializar (se calcula que será posible en unos 50 años) y el hecho de que la construcción de las centrales requerirá indudablemente un desembolso económico altísimo, por lo que, al menos al principio, sólo estará en manos de los países económicamente más desarrollados.

Respecto a la energía nuclear de fisión, la principal ventaja es que no contribuye apenas al efecto invernadero. Y entre las desventajas más importantes se encuentran el que utiliza un combustible escaso y que genera residuos altamente radiactivos que resulta muy complicado almacenar.

11 ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene la utilización de las centrales térmicas como fuente de energía?

Como única ventaja casi podríamos decir que se encuentra el hecho de que la tecnología asociada a ellas está ya comple-

tamente desarrollada y de que hoy en día pueden utilizarse en cualquier lugar, prácticamente.

Como inconvenientes se encuentran la contaminación, el coste del combustible, el efecto invernadero, la lluvia ácida, la pérdida de recursos naturales que supone quemar el gas y el petróleo, etcétera.

PARA REFORZAR

12 Busca en Internet algo sobre la teoría Gaia y el «mundo de margaritas» y comenta lo que piensas sobre ambas teorías. ¿Crees que realmente es una teoría que se debe tener en cuenta?

En la página web http://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_de_Gaia, de Wikipedia, se encuentra una descripción suficientemente extensa y correcta de la hipótesis Gaia. En cuanto al «mundo de margaritas», también se puede recurrir a Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Mundo_de_margaritas, donde también está suficientemente descrito.

13 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas los porcentajes de reducción de emisión de gases de efecto invernadero a los que se comprometieron los países firmantes del Protocolo de Kioto y su nivel de cumplimiento actual.

En principio, todos los gobiernos que participaron en el acuerdo (básicamente los países desarrollados) se comprometieron, para el periodo 2008-2012, a reducir las emisiones medias anuales un 5 % por debajo de las correspondientes al año 1990.

La Unión Europea, en función de su nivel de desarrollo, recalculó este porcentaje entre los países miembros de la siguiente manera: Luxemburgo (–28 %), Alemania (–21 %), Dinamarca (–21 %), Austria (–13 %), Reino Unido (–12,5 %), Bélgica (–7,5 %), Italia (–6,5 %), Países Bajos (–6 %), Finlandia (0 %), Francia (0 %), Suecia (+4 %), Irlanda (+13 %), España (+15 %), Grecia (+25 %) y Portugal (+27 %).

14 Haz una crítica sobre la película *Una verdad incómoda* comentando los aspectos que consideras que son aciertos de la película y aquellos que crees que son exageraciones no demostradas. Consulta otras fuentes para aclarar las cosas que te planteen dudas.

Respuesta libre. Sería interesante haber visto la película con todo el grupo e intentar que las contestaciones den lugar a un debate entre ellos sobre la veracidad y la peligrosidad real de los problemas planteados en la película.

15 Consulta en Internet o en enciclopedias actualizadas qué gases fabricados por el hombre crearon el agujero en la capa de ozono, para qué se utilizaban, por qué otras sustancias se han sustituido y si el problema se ha resuelto, se está agravando o está en vías de solución.

<http://www.McGraw-Hill.es>

El problema parece que ha entrado en vías de solución desde que se prohibió la utilización de CFC en los refrigeradores y aparatos de aire acondicionado, además de como propelente de sustancias en los «sprays». También se prohibieron algunos fungicidas, como el bromuro de metilo.

En el Protocolo de Montreal se desarrolla toda la información correspondiente a esta pregunta.

La página Web que contiene el Protocolo y las enmiendas relacionadas con él es: http://ozone.unep.org/spanish/Ratification_status/evolution_of_mp.shtml.

16 ¿Cómo y en qué lugares se desprende CH₄ hacia la atmósfera? ¿Cuáles son debidos a la influencia humana?

En muchas partes. Como factores no dependientes del hombre, son principalmente los gases emitidos por la descomposición de materia orgánica (animales y vegetales muertos, pantanos, aguas estancadas, etc.), en la digestión de los animales, y en algunas emisiones del interior de la Tierra por encontrarse embolsado en capas permeables (por lo que escapan de ellas).

Entre los creados por el hombre están los que escapan de las extracciones de gas y petróleo, los subproductos de algunas fábricas (aunque en estos casos se suele quemar o reutilizar como combustible) y en algunas plantas de reproceso de residuos.

17 Halla tres casos de contaminación extensa que se hayan producido en nuestro planeta. Comenta, en la medida de lo posible, de qué manera se podían haber evitado.

Algunos ejemplos pueden ser la emisión de radiación de la central nuclear de Chernóbil, el chapapote del Prestige, la rotura del Exxon Valdez, las emisiones en el Mar Mediterráneo, las pruebas nucleares en distintos archipiélagos, etcétera.

18 Averigua por qué se hizo la reunión de Río de Janeiro de 1992 y qué países intervinieron en ella.

Todo lo concerniente a dicha reunión, también conocida como Cumbre para la Tierra, se encuentra en http://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre_de_la_Tierra aunque hay más datos en la versión inglesa http://en.wikipedia.org/wiki/Earth_Summit.

19 Busca, utilizando las fuentes que creas conveniente, cómo funciona una planta depuradora de aguas residuales. Averigua también el nombre y ubicación de las más importantes de tu Comunidad Autónoma.

Una extraordinaria página que contiene una información detalladísima sobre este tema es <http://www2.cbm.uam.es/jalopez/personal/SeminariosVarios/ERARtexto.htm>.

EVALUACIÓN

1 Elige, entre los siguientes problemas del mundo actual, cuál de ellos no ha sido creado por el desarrollo tecnológico e industrial del hombre:

- a) El agujero en la capa de ozono.
- b) Las reservas de especies animales.
- c) Los terremotos y tsunamis.
- d) El incremento del efecto invernadero.

Respuesta correcta: c).

2 Elige de esta lista los gases que crean y los que no crean efecto invernadero:

- a) CO_2 , O_2 y CH_4 sí lo crean. N_2 y NO_2 no lo crean.
- b) CO_2 , NO_2 y CH_4 sí lo crean. N_2 y O_2 no lo crean.
- c) CO_2 y CH_4 no lo crean. N_2 y O_2 sí lo crean.
- d) CO_2 , O_2 , CH_4 , N_2 y NO_2 sí lo crean.

Respuesta correcta: b).

3 El Protocolo de Kioto pretende evitar el cambio climático mediante:

- a) La prohibición de la emisión de gases de efecto invernadero.
- b) La reducción en la emisión de gases de efecto invernadero por parte de todos los países.
- c) La prohibición de la emisión de gases de efecto invernadero de los países subdesarrollados.
- d) La reducción en la emisión de gases de efecto invernadero por parte de los países desarrollados.

Respuesta correcta: d).

4 El Protocolo de Kioto se está cumpliendo:

- a) Por casi todos los países, y ya se notan sus efectos positivos.
- b) Sólo por los países europeos, pero puede que sea suficiente.

- c) No se está cumpliendo.
- d) Se está cumpliendo aproximadamente y estamos optimistas de cara al futuro.

Respuesta correcta: c).

5 La contaminación en el mundo actual:

- a) Es un problema que se va globalizando.
- b) Es un problema casi resuelto en todos los países.
- c) Es un problema resuelto en los países industrializados.
- d) Es un problema local, y la contaminación de cada país es cosa suya.

Respuesta correcta: a).

6 Cuando se prohíbe la utilización de una sustancia:

- a) Ya está todo dicho. Es mala y se evita su uso.
- b) Debemos seguir estudiando si los problemas que creaba eran mayores o menores que las ventajas que aportaba.
- c) Debemos volver a usarla, si así el país avanza económicamente.
- d) Debemos dejar de fabricarla, pero utilizar la que crean otros países.

Respuesta correcta: b).

7 El Principio de precaución consiste:

- a) En no cruzar la calle si pasan vehículos.
- b) En no arriesgar creando una central eléctrica si no se tiene los recursos necesarios.
- c) En prohibir la utilización de cualquier nuevo producto.
- d) En poder restringir el uso de algún recurso o sustancia sobre la que existen dudas sobre sus posibles riesgos.

Respuesta correcta: d).

EJERCICIOS

1

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
1. Mn_2O_7	Mn_2O_7	óxido permangánico	óxido de manganeso(VII)	heptaóxido de dimanganeso
2. Yoduro de plomo(IV)	PbI_4	yoduro plúmbico	yoduro de plomo(IV)	tetrayoduro de plomo
3. Óxido de potasio	K_2O	óxido potásico	óxido de potasio	óxido de potasio
4. BH_3	BH_3	borano	hidruro de boro(III)	hidruro de boro
5. Li_2O	Li_2O	óxido lítico	óxido de litio	henióxido de litio
6. KI	KI	yoduro potásico	yoduro de potasio	yoduro de potasio
7. Dióxido de carbono	CO_2	óxido carbónico	óxido de carbono(IV)	dióxido de carbono
8. Cloruro de bario	BaCl_2	cloruro bárico	cloruro de bario	cloruro de bario
9. CuO	CuO	óxido cúprico	óxido de cobre(II)	óxido de monocobre
10. Sulfuro de platino(IV)	PtS_2	sulfuro platínico	sulfuro de platino(IV)	disulfuro de platino
11. PbO_2	PbO_2	óxido plúmbico	óxido de plomo(IV)	dióxido de plomo
12. CuH_2	CuH_2	hidruro cúprico	hidruro de cobre(II)	dihidruro de cobre
13. CuCl_2	CuCl_2	cloruro cúprico	cloruro de cobre(II)	dicloruro de cobre
14. NH_3	NH_3	amoniaco	hidruro de nitrógeno(III)	trihidruro de nitrógeno
15. Hg_2O	Hg_2O	óxido mercurioso	óxido de mercurio(I)	óxido de dimercurio
16. SnH_2	SnH_2	hidruro estañoso	hidruro de estaño(II)	dihidruro de estaño
17. Triyoduro de cromo	CrI_3	yoduro crómico	yoduro de cromo(III)	triioduro de cromo
18. H_2Se	H_2Se	seleniuro de hidrógeno		seleniuro de hidrógeno
19. SnH_4	SnH_4	hidruro estánico	hidruro de estaño(IV)	tetrahidruro de estaño
20. Hidruro de magnesio	MgH_2	hidruro magnésico	hidruro de magnesio	hidruro de magnesio
21. Fe_3O_4	Fe_3O_4	óxido ferroso-férrico	óxido de hierro(II)-hierro(III)	tetraóxido de trihierro
22. FeH_2	FeH_2	hidruro ferroso	hidruro de hierro(II)	dihidruro de hierro
23. CaS	CaS	sulfuro cálcico	sulfuro de calcio	sulfuro de calcio
24. Tribromuro de fósforo	PBr_3	bromuro fosforoso	bromuro de fósforo(III)	tribromuro de fósforo
25. SiH_4	SiH_4	silano	hidruro de silicio	tetrahidruro de silicio
26. Óxido de bario	BaO	óxido bárico	óxido de bario	óxido de bario
27. Ácido selenhídrico	$\text{H}_2\text{Se}_{(\text{aq})}$	á. selenhídrico		seleniuro de hidrógeno
28. P_2O_5	P_2O_5	óxido fosfórico	óxido de fósforo(V)	pentaóxido de difósforo
29. RbH	RbH	hidruro rubídico	hidruro de rubidio	hidruro de rubidio
30. Estibina	SbH_3	estibina	hidruro de antimonio	trihidruro de antimonio
31. Bromuro de cadmio	CdBr_2	bromuro cádmico	bromuro de cadmio	bromuro de cadmio
32. Ag_2O	Ag_2O	óxido argéntico	óxido de plata	óxido de plata
33. SO_3	SO_3	óxido sulfúrico	óxido de azufre(VI)	trióxido de azufre
34. Hidruro de estaño(IV)	SnH_4	hidruro estánico	hidruro de estaño(IV)	tetrahidruro de estaño
35. BaCl_2	BaCl_2	cloruro bárico	cloruro de bario(II)	cloruro de bario
36. Cu(OH)_2	Cu(OH)_2	hidróxido cúprico	hidróxido de cobre(II)	dihidróxido de cobre
37. NaI	NaI	yoduro sódico	yoduro de sodio	yoduro de sodio
38. AsH_3	AsH_3	arsina	hidruro de arsénico(III)	hidruro de arsénico

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
39. CoCl_2	CoCl_2	cloruro cobaltoso	cloruro de cobalto(II)	dicloruro de cobalto
40. Óxido de cromo(III)	Cr_2O_3	óxido crómico	óxido de cromo(III)	trióxido de dicromo
41. Cloruro de estroncio	SrCl_2	cloruro estróncico	cloruro de estroncio	cloruro de estroncio
42. Sulfuro de hidrógeno	H_2S	sulfuro de hidrógeno		sulfuro de hidrógeno
43. PbH_2	PbH_2	hidruro plumboso	hidruro de plomo(II)	dihidruro de plomo
44. Dióxido de azufre	SO_2	óxido sulfuroso	óxido de azufre(IV)	dióxido de azufre
45. Cr_2O_3	Cr_2O_3	óxido crómico	óxido de cromo(III)	trióxido de dicromo
46. Peróxido de rubidio	Rb_2O_2	peróxido rubídico	peróxido de rubidio	dióxido de dirubidio
47. MnBr_2	MnBr_2	bromuro manganoso	bromuro de manganeso(II)	dibromuro de manganeso
48. CoO	CoO	óxido cobaltoso	óxido de cobalto(II)	monóxido de cobalto
49. Peróxido de hidrógeno	H_2O_2	agua oxigenada	peróxido de hidrógeno	dióxido de dihidrógeno
50. CoH_3	CoH_3	hidruro cobáltico	hidruro de cobalto(III)	trihidruro de cobalto
51. Ni_2O_3	Ni_2O_3	óxido níquelico	óxido de níquel(III)	trióxido de diníquel
52. Bromuro de hidrógeno	HBr	bromuro de hidrógeno		bromuro de hidrógeno
53. Peróxido de plata	Ag_2O_2	peróxido argéntico	peróxido de plata	dióxido de diplata
54. Óxido de estaño(IV)	SnO_2	óxido estáñico	óxido de estaño(IV)	dióxido de estaño
55. Fluoruro de aluminio	AlF_3	fluoruro aluminico	fluoruro de aluminio	fluoruro de aluminio
56. CaO_2	CaO_2	peróxido cálcico	peróxido de calcio	dióxido de calcio
57. BaH_2	BaH_2	hidruro bárico	hidruro de bario	dihidruro de bario
58. Sulfuro de magnesio	MgS	sulfuro magnésico	sulfuro de magnesio	sulfuro de magnesio
59. Pentabromuro de fósforo	PBr_5	bromuro fosfórico	bromuro de fósforo(V)	pentabromuro de fósforo
60. PbS_2	PbS_2	sulfuro plúmbico	sulfuro de plomo(IV)	disulfuro de plomo
61. Dióxido de selenio	SeO_2	óxido selenioso	óxido de selenio(IV)	dióxido de selenio
62. HgO	HgO	óxido mercúrico	óxido de mercurio(II)	óxido de mercurio
63. Cu_2Te	Cu_2Te	telururo cuproso	telururo de cobre(I)	telururo de dicobre
64. Cl_2O_7	Cl_2O_7	óxido perclórico	óxido de cloro(VII)	heptaóxido de dicloro
65. ZnO	ZnO	óxido cincico	óxido de cinc	monóxido de cinc
66. FeN	FeN	nitrato férrico	nitrato de hierro(III)	nitrato de hierro
67. As_2O_5	As_2O_5	óxido arsénico	óxido de arsénico(V)	pentaóxido de diarsénico
68. Óxido de calcio	CaO	óxido cálcico	óxido de calcio	óxido de calcio
69. ZnI_2	ZnI_2	yoduro cincico	yoduro de cinc	diyoduro de cinc
70. Seleniuro de aluminio	Al_2Se_3	seleniuro aluminico	seleniuro de aluminio	sesquiseleniuro de aluminio
71. Monosulfuro de dihidrógeno	H_2S	sulfuro de hidrógeno		sulfuro de hidrógeno
72. MgO	MgO	óxido magnésico	óxido de magnesio	óxido de magnesio
73. Ditelururo de platino	PtTe_2	telururo platínico	telururo de platino(IV)	ditelururo de platino
74. CoS	CoS	sulfuro cobaltoso	sulfuro de cobalto(II)	monosulfuro de cobalto
75. CH_4	CH_4	metano	hidruro de carbono	tetrahidruro de carbono
76. ZnO_2	ZnO_2	peróxido cincico	peróxido de cinc(II)	dióxido de cinc
77. Óxido cobaltoso	CoO	óxido cobaltoso	óxido de cobalto(II)	monóxido de cobalto
78. Óxido áurico	Au_2O_3	óxido áurico	óxido de oro(III)	trióxido de dioro

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
1. Hidróxido lítico	LiOH	hidróxido lítico	hidróxido de litio	hidróxido de litio
2. Telurito cuproso	Cu ₂ TeO ₃	telurito cuproso		trioxotelurato(IV) de cobre(I)
3. H ₃ BO ₃	H ₃ BO ₃	á. ortobórico	á. trioxobórico(III)	trioxoborato(III) de hidrógeno
4. Oxoclorato(I) de calcio	Ca(ClO) ₂	hipoclorito cálcico		oxoclorato(I) de calcio
5. H ₂ Cr ₂ O ₇	H ₂ Cr ₂ O ₇	á. dicrómico	á. heptaoxodicrómico(VI)	heptaoxodicromato(VI) de hidrógeno
6. Trioxocarbonato de plomo(II)	PbCO ₃	carbonato plumboso		trioxocarbonato de plomo(II)
7. Telurito cúprico	CuTeO ₃	telurito cúprico		trioxotelurato(IV) de cobre(II)
8. H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄	á. sulfúrico	á. tetraoxosulfúrico(VI)	tetraoxosulfato(VI) de hidrógeno
9. Ni ₂ P ₂ O ₇	Ni ₂ P ₂ O ₇	pirofosfato níqueloso		heptaoxodiarseniato(V) de níquel(II)
10. Hidróxido de plomo(IV)	Pb(OH) ₄	hidróxido plúmbico	hidróxido de plomo(IV)	tetrahidróxido de plomo
11. Cromato mercurioso	Hg ₂ CrO ₄	cromato mercurioso		tetraoxocromato(VI) de mercurio(I)
12. Clorato cálcico	Ca(ClO ₃) ₂	clorato cálcico		trioxoclorato(V) de calcio
13. Zn(MnO ₄) ₂	Zn(MnO ₄) ₂	permanganato cincico		tetraoxomanganato(VII) de cinc
14. Á. dicrómico	H ₂ Cr ₂ O ₇	á. dicrómico	á. heptaoxodicrómico(VI)	heptaoxodicromato(VI) de hidrógeno
15. Á. selénico	H ₂ SeO ₄	á. selénico	á. tetraoxoselénico(VI)	tetraoxoseleniato(VI) de hidrógeno
16. Hipoclorito cálcico	Ca(ClO) ₂	hipoclorito cálcico		oxoclorato(I) de calcio
17. K ₂ Cr ₂ O ₇	K ₂ Cr ₂ O ₇	dicromato potásico		heptaoxodicromato(VI) de potasio
18. Á. hexaoxoyódico(VII)	H ₅ IO ₆	á. ortoperyódico	á. hexaoxoyódico(VII)	hexaoxoyodato(VII) de hidrógeno
19. H ₄ P ₂ O ₇	H ₄ P ₂ O ₇	á. pirofosfórico	á. heptaoxidifosfórico(V)	heptaoxidifosfato(V) de hidrógeno
20. Fe(ClO ₂) ₂	Fe(ClO ₂) ₂	clorito ferroso		dioxoclorato(III) de hierro(II)
21. Hidróxido de plata	AgOH	hidróxido argéntico	hidróxido de plata	hidróxido de plata
22. HClO	HClO	á. hipocloroso	á. oxoclórico(I)	oxoclorato(I) de hidrógeno
23. Perclorato plumboso	Pb(ClO ₄) ₂	perclorato plumboso		tetraoxoclorato(VII) de plomo(II)
24. Á. trioxosulfúrico(IV)	H ₂ SO ₃	á. sulfuroso	á. trioxosulfúrico(IV)	trioxosulfato(IV) de hidrógeno
25. Hipoclorito bórico	Ba(ClO) ₂	hipoclorito bórico		oxoclorato(I) de bario
26. Ni ₃ (PO ₄) ₂	Ni ₃ (PO ₄) ₂	fosfato níqueloso		tetraoxofosfato(V) de níquel(II)
27. Cu ₂ SO ₄	Cu ₂ SO ₄	sulfato cuproso		tetraoxosulfato(VI) de cobre(I)
28. H ₂ SO ₃	H ₂ SO ₃	á. sulfuroso	á. trioxosulfúrico(IV)	trioxosulfato(IV) de hidrógeno
29. Al ₄ (As ₂ O ₇) ₃	Al ₄ (As ₂ O ₇) ₃	piroarseniato alumínico		heptaoxodiarseniato(V) de aluminio(III)
30. Ba(NO ₃) ₂	Ba(NO ₃) ₂	nitrato bórico		trioxonitrato(V) de bario
31. Hidróxido áurico	Au(OH) ₃	hidróxido áurico	hidróxido de oro(III)	trihidróxido de oro
32. Al ₂ (SiO ₃) ₃	Al ₂ (SiO ₃) ₃	silicato alumínico		trioxosilicato de aluminio
33. SnSeO ₃	SnSeO ₃	selenito estañoso		trioxoseleniato(IV) de estaño(II)
34. HClO ₄	HClO ₄	á. perclórico	á. tetraoxoclórico(VII)	tetraoxoclorato(VII) de hidrógeno
35. Ortofosfato férrico	FePO ₄	fosfato férrico		tetraoxofosfato(V) de hierro(III)
36. Na ₂ SiO ₃	Na ₂ SiO ₃	silicato sódico		trioxosilicato(IV) de sodio

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
37. Arseniato sódico	Na_3AsO_4	arseniato sódico		tetraoxoarseniato(V) de sodio
38. $\text{Ba}_3(\text{AsO}_4)_2$	$\text{Ba}_3(\text{AsO}_4)_2$	arseniato bárico		tetraoxoarseniato(V) de bario
39. H_3PO_4	H_3PO_4	á. fosfórico	á. tetraoxofosfórico(V)	tetraoxofosfato(V) de hidrógeno
40. Telurito estannoso	SnTeO_3	telurito estañoso		trioxotelurato(IV) de estaño(II)
41. Á. sulfuroso	H_2SO_3	á. sulfuroso	á. trioxosulfúrico(IV)	trioxosulfato(IV) de hidrógeno
42. Fosfato férrico	FePO_4	fosfato férrico		tetraoxofosfato(V) de hierro(III)
43. $\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	hidróxido cúprico	hidróxido de cobre(II)	dihidróxido de cobre
44. Á. fosforoso	H_3PO_3	á. fosforoso	á. trioxofosfórico(III)	trioxofosfato(III) de hidrógeno
45. HNO_3	HNO_3	á. nítrico	á. trioxonítrico(V)	trioxonitrato(V) de hidrógeno
46. KOH	KOH	hidróxido potásico	hidróxido de potasio	hidróxido de potasio
47. $\text{Hg}(\text{OH})_2$	$\text{Hg}(\text{OH})_2$	hidróxido mercuríco	hidróxido de mercurio(II)	dihidróxido de mercurio
48. Á. trioxofosfórico(V)	HPO_3	á. metafosfórico	á. trioxofosfórico(V)	trioxofosfato(V) de hidrógeno
49. $\text{Sn}(\text{OH})_4$	$\text{Sn}(\text{OH})_4$	hidróxido estáñico	hidróxido de estaño(IV)	tetrahidróxido de estaño
50. Sulfato de cinc	ZnSO_4	sulfato cáncico		tetraoxosulfato(VI) de cinc
51. Á. trioxotelúrico(IV)	H_2TeO_3	á. teluroso	á. trioxotelúrico (IV)	trioxotelurato(IV) de hidrógeno
52. HBrO_2	HBrO_2	á. bromoso	á. dioxobrómico(III)	dioxobromato(III) de hidrógeno
53. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	fosfato cálcico		tetraoxofosfato(V) de calcio
54. Tetraoxoarseniato(V) de cinc	$\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)_2$	arseniato cáncico		tetraoxoarseniato(V) de cinc
55. Permanganato lítico	LiMnO_4	permanganato lítico		tetraoxomanganato(VII) de litio
56. Á. yodoso	HIO_2	á. yodoso	á. dioxoyódico(III)	dioxoyodato(III) de hidrógeno
57. Piroarsenito ferroso	$\text{Fe}_2\text{As}_2\text{O}_5$	piroarsenito ferroso		pentaóxodiarseniato(III) de hierro(II)
58. Á. piroarsenioso	$\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_5$	á. piroarsenioso	á. pentaóxodiarsénico(III)	pentaóxodiarseniato(III) de hidrógeno
59. Sulfito crómico	$\text{Cr}_2(\text{SO}_3)_3$	sulfito crómico		trioxosulfato(IV) de cromo(III)
60. Trioxoseleniato(IV) de cesio	Cs_2SeO_3	selenito céscico		trioxoseleniato(IV) de cesio

3

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
1. Metafosfato plumboso	$\text{Pb}(\text{PO}_3)_2$	metafosfato plumboso		trioxofosfato(V) de plomo(II)
2. Á. sulfúrico	H_2SO_4	á. sulfúrico	á. tetraoxosulfúrico(VI)	tetraoxosulfato(VI) de hidrógeno
3. H_3AsO_3	H_3AsO_3	á. arsenioso	á. trixoarsénico(III)	trioxoarseniato(III) de hidrógeno
4. CuOH	CuOH	hidróxido cuproso	hidróxido de cobre(I)	monohidróxido de cobre
5. H_2SeO_4	H_2SeO_4	á. selénico	á. tetraoxoselénico(VI)	tetraoxoseleniato(VI) de hidrógeno
6. Á. trioxocarbónico	H_2CO_3	á. carbónico	á. trioxocarbónico	trioxocarbonato de hidrógeno
7. Carbonato crómico	$\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$	carbonato crómico		trioxocarbonato(IV) de cromo(III)
8. $\text{Pb}(\text{PO}_3)_2$	$\text{Pb}(\text{PO}_3)_2$	metafosfato plúmbico		trioxofosfato(V) de plomo(IV)
9. Hidróxido bismútico	$\text{Bi}(\text{OH})_3$	hidróxido bismútico	hidróxido de bismuto	trihidróxido de bismuto
10. $\text{Pb}(\text{SeO}_4)_2$	$\text{Pb}(\text{SeO}_4)_2$	seleniato plumboso		tetraoxoseleniato(VI) de plomo(II)
11. CuCrO_4	CuCrO_4	cromato cúprico		tetraoxocromato(VI) de cobre(II)

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
12. Tetraoxofosfato(V) de aluminio	AlPO_4	fosfato aluminico		tetraoxofosfato(V) de aluminio
13. Ba(OH)_2	Ba(OH)_2	hidróxido bárico	hidróxido de bario	hidróxido de bario
14. Á. pirofosfórico	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	á. pirofosfórico	á. heptaoxodifosfórico(V)	heptaoxodifosfato(V) de hidrógeno
15. Pb(OH)_4	Pb(OH)_4	hidróxido plúmbico	hidróxido de plomo(IV)	tetrahidróxido de plomo
16. AlPO_4	AlPO_4	fosfato aluminico		tetraoxofosfato(V) de aluminio
17. H_3PO_3	H_3PO_3	á. fosforoso	á. trioxofosfórico(III)	trioxofosfato(III) de hidrógeno
18. Carbonato potásico	K_2CO_3	carbonato potásico		trioxocarbonato(IV) de potasio
19. Sulfato de potasio	K_2SO_4	sulfato potásico		tetraoxosulfato(VI) de potasio
20. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	sulfato férrico		tetraoxosulfato(VI) de hierro(III)
21. ZnMnO_4	ZnMnO_4	manganato cincico		tetraoxomanganato(VI) de cinc
22. Clorato mercurico	$\text{Hg}(\text{ClO}_3)_2$	clorato mercurico		trioxoclorato(V) de mercurio(II)
23. Perbromato plúmbico	$\text{Pb}(\text{BrO}_4)_4$	perbromato plúmbico		tetraoxobromato(VII) de plomo(IV)
24. Á. carbónico	H_2CO_3	á. carbónico	á. trioxocarbónico	trioxocarbonato de hidrógeno
25. Perclorato potásico	KClO_4	perclorato potásico		tetraoxoclorato(VII) de potasio
26. Telurato bismútico	$\text{Bi}_2(\text{TeO}_4)_3$	telurato bismútico		tetraoxotelurato(VI) de bismuto
27. H_2TeO_4	H_2TeO_4	á. telúrico	á. tetraoxotelúrico(VI)	tetraoxotelurato(VI) de hidrógeno
28. Á. telúrico	H_2TeO_4	á. telúrico	á. tetraoxotelúrico(VI)	tetraoxotelurato(VI) de hidrógeno
29. Á. hipocloroso	HClO	á. hipocloroso	á. oxoclorico(I)	oxoclorato(I) de hidrógeno
30. Tetraoxomanganato (VI) de sodio	Na_2MnO_4	manganato sódico		tetraoxomanganato(VI) de sodio
31. Metafosfato aluminico	$\text{Al}(\text{PO}_3)_3$	metafosfato aluminico		trioxofosfato(V) de aluminio
32. Ortoborato magnésico	$\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$	ortoborato magnésico		trioxoborato(III) de magnesio
33. Á. tetraoxoyódico(VII)	HIO_4	á. peryódico	á. tetraoxoyódico(VII)	tetraoxoyodato(VII) de hidrógeno
34. Á. bromoso	HBrO_2	á. bromoso	á. dioxobromico(III)	dioxobromato(III) de hidrógeno
35. Hidróxido de bario	Ba(OH)_2	hidróxido bárico	hidróxido de bario	hidróxido de bario
36. Á. fluorhídrico	$\text{HF}_{(\text{aq})}$	á. fluorhídrico		fluoruro de hidrógeno

EJERCICIOS PROPUESTOS

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
As_2O_5	As_2O_5	óxido arsénico	óxido de arsénico(V)	pentaóxido de diarsénico
Arseniato auroso	Au_3AsO_4	arseniato auroso		tetraoxoarseniato(V) de oro(I)
Sulfito crómico	$\text{Cr}_2(\text{SO}_3)_3$	sulfito crómico		trioxosulfato(IV) de cromo(III)
ZnS	ZnS	sulfuro cincico	sulfuro de cinc(II)	sulfuro de cinc
Ag_2SiO_3	Ag_2SiO_3	silicato argéntico		trioxosilicato de plata
Óxido de antimonio(III)	Sb_2O_3	óxido antimonioso	óxido de antimonio(III)	trióxido de diantimonio
Óxido de potasio	K_2O	óxido potásico	óxido de potasio	óxido de potasio
Tetrahidróxido de platino	Pt(OH)_4	hidróxido platínico	hidróxido de platino(IV)	tetrahidróxido de platino
Yoduro de oro(III)	AuI_3	yoduro áurico	yoduro de oro(III)	triioduro de oro
Cloruro de hidrógeno	HCl	cloruro de hidrógeno		cloruro de hidrógeno

<i>Fórmula o nombre</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Tradicional</i>	<i>Stock o sistemática simplificada</i>	<i>Sistemática</i>
CuI	CuI	yoduro cuproso	yoduro de cobre(I)	monoyoduro de cobre
Ni ₃ (PO ₄) ₂	Ni ₃ (PO ₄) ₂	fosfato níqueloso		tetraoxofosfato(V) de níquel(II)
Seleniato cobaltoso	CoSeO ₄	seleniato cobaltoso		tetraoxoseleniato(VI) de cobalto(II)
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	sulfato potásico		tetraoxosulfato(VI) de potasio
Monóxido de calcio	CaO	óxido cálcico	óxido de calcio(II)	óxido de calcio
ZnI ₂	ZnI ₂	yoduro cincico	yoduro de cinc	diyoduro de cinc
Nitrato argéntico	AgNO ₃	nitrato argéntico		trioxonitrato(V) de plata
Á. nitroso	HNO ₂	á. nitroso	á. dioxonítrico(III)	dioxonitrato(III) de hidrógeno
HBrO ₄	HBrO ₄	á. perbrómico	á. tetraoxobromico(VII)	tetraoxobromato(VII) de hidrógeno
CuClO ₃	CuClO ₃	clorato cuproso		trioxoclorato(V) de cobre(I)
FeN	FeN	nitrato férrico	nitrato de hierro(III)	nitrato de hierro
Perclorato cádmico	Cd(ClO ₄) ₂	perclorato cádmico		tetraoxoclorato(VII) de cadmio
Carbonato cuproso	Cu ₂ CO ₃	carbonato cuproso		trioxocarbonato(IV) de cobre(I)
Co(ClO ₂) ₂	Co(ClO ₂) ₂	hipoclorito cobaltoso		oxoclorato(I) de cobalto(II)
Ag ₂ O	Ag ₂ O	óxido argéntico	óxido de plata	óxido de plata
CaO	CaO	óxido cálcico	óxido de calcio	monóxido de calcio
H ₃ AsO ₃	H ₃ AsO ₃	á. arsenioso	á. trioxoarsénico(III)	trioxoarseniato(III) de hidrógeno
Sesquióxido de cobalto	Co ₂ O ₃	óxido cobáltico	óxido de cobalto(III)	sesquióxido de cobalto
H ₂ S ₂ O ₇	H ₂ S ₂ O ₇	á. disulfúrico	á. heptaoxodisulfúrico(VI)	heptaoxodisulfato(VI) de hidrógeno
PbS ₂	PbS ₂	sulfuro plúmbico	sulfuro de plomo(IV)	disulfuro de plomo
Dicromato plumboso	PbCr ₂ O ₇	dicromato plumboso		heptaoxodicromato(VI) de plomo(II)
Peróxido de hidrógeno	H ₂ O ₂	agua oxigenada	peróxido de hidrógeno	dióxido de dihidrógeno
Hg(OH) ₂	Hg(OH) ₂	hidróxido mercúrico	hidróxido de mercurio(II)	dihidróxido de mercurio
HBrO ₃	HBrO ₃	á. brómico	á. trioxobromico(V)	trioxobromato(V) de hidrógeno
Telururo de dihidrógeno	H ₂ Te	telururo de hidrógeno		telururo de dihidrógeno
Ni ₂ O ₃	Ni ₂ O ₃	óxido níquelico	óxido de níquel(III)	trióxido de diníquel
ZnO	ZnO	óxido cincico	óxido de cinc	monóxido de cinc
H ₂ CrO ₄	H ₂ CrO ₄	á. crómico	á. tetraoxocromico(VI)	tetraoxocromato(VI) de hidrógeno
HBr	HBr	bromuro de hidrógeno		bromuro de hidrógeno
Óxido de calcio	CaO	óxido cálcico	óxido de calcio	óxido de calcio
Á. clorhídrico	HCl _(aq)	á. clorhídrico		cloruro de hidrógeno
Peróxido de rubidio	Rb ₂ O ₂	peróxido rubídico	peróxido de rubidio	dióxido de dirubidio
Tetrahidruo de plomo	PbH ₄	hidruo plúmbico	hidruo de plomo(IV)	tetrahidruo de plomo
Sn(OH) ₂	Sn(OH) ₂	hidróxido estañoso	hidróxido de estaño(II)	dihidróxido de estaño
Telurato bismútico	Bi ₂ (TeO ₄) ₃	telurato bismútico		tetraoxotelurato(VI) de bismuto
Á. pirofosfórico	H ₄ P ₂ O ₇	á. pirofosfórico	á. heptaoxidifosfórico(V)	heptaoxidifosfato(V) de hidrógeno
FeCO ₃	FeCO ₃	carbonato ferroso		trioxocarbonato(IV) de hierro(II)
Hidruo de níquel(II)	NiH ₂	hidruo níqueloso	hidruo de níquel(II)	dihidruo de níquel
Carbonato potásico	K ₂ CO ₃	carbonato potásico		trioxocarbonato(IV) de potasio
Pb(SeO ₄) ₂	Pb(SeO ₄) ₂	seleniato plumboso		tetraoxoseleniato(VI) de plomo(IV)

A cluster of squares in various shades of gray, ranging from light to dark, arranged in a non-uniform pattern in the top-left corner of the page.

SOLUCIONARIO

GUÍA DIDÁCTICA

A cluster of squares in various shades of gray, ranging from light to dark, arranged in a non-uniform pattern in the bottom-right corner of the page.

INTRODUCCIÓN: MEDIDAS Y MÉTODO CIENTÍFICO

<http://www.McGraw-Hill.es>

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 31

1 Comprueba que en los dos lados de la igualdad que representa las siguientes fórmulas físicas, la ecuación de dimensiones y por tanto las magnitudes que utilizamos, es equivalente.

- a) $e = e_0 + v t$
b) $m g h = 1/2 m v^2$
c) $a_c = v^2/R$

- a) $[e] = L$; $[v] = L/T = L T^{-1}$; $[t] = T$
 $[e] = [e_0] + [v] \cdot [t]$
 $L = L + L T^{-1} \cdot T = L + L$; es coherente.
b) $[m] = M$; $[g] = L/T^2 = L T^{-2}$; $[h] = L$; $[v] = L/T = L T^{-1}$
 $[m] [g] [h] = [1/2] [m] [v]^2$
 $M \cdot L T^{-2} \cdot L = M \cdot (L T^{-1})^2 = M L^2 T^{-2}$; es coherente.
c) $[a_c] = L/T^2 = L T^{-2}$; $[v] = L/T = L T^{-1}$; $[R] = L$
 $[a] = [v]^2/[R]$
 $L T^{-2} = (L T^{-1})^2/L = L^2 T^{-2} \cdot L^{-1} = L T^{-2}$; es coherente.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 32

1 Escribe los siguientes números en notación científica, anulando siempre los ceros a la derecha. Luego di cuántas cifras significativas tienen y redondéalos para que tengan 4 cifras significativas: 2 348,457 046 00; 0,003 460 02; 13 800 000; 67,342 0182; 252 525,252 525 y 0,000 000 02.

2 348,457 046	$2,348\,457\,046 \cdot 10^3$	10 CS	2 348
0,003 460 02	$3,460\,82 \cdot 10^{-3}$	6 CS	0,003 461
13 800 000	$1,38 \cdot 10^7$	3 CS	No se puede
67,345 0182	$6,734\,501\,82 \cdot 10^1$	9 CS	67,35
252 525,252 525	$2,525\,252\,525\,25 \cdot 10^5$	12CS	$2,525 \cdot 10^5$
0,000 000 02	$2 \cdot 10^{-8}$	1CS	No se puede

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 33

1 Calcula la cantidad de calor desprendido (Q) por un recipiente con 200 g de agua, cuando desciende su temperatura desde 39,52 °C hasta 12,1 °C. Utiliza la fórmula $Q = m c_e (T_f - T_0)$ donde c_e es una constante llamada calor específico que para el agua vale 4 180,0 J/kg °C. Hazlo utilizando los criterios de redondeo que has aprendido.

Primero hallamos la diferencia de temperaturas teniendo en cuenta que la temperatura final sólo la sabemos con precisión a las décimas.

$$T_f - T_0 = 12,1\,^{\circ}\text{C} - 39,5\,^{\circ}\text{C} = -27,4\,^{\circ}\text{C}$$

A la hora de multiplicar y dividir, el número con menos cifras significativas tiene 3 (la masa y la temperatura), por lo que sólo debemos poner 4 cifras en el número que más tenga.

$$Q = m c_e (T_f - T_0)$$

$$Q = 200\,\text{g} \cdot \frac{1\,\text{kg}}{1000\,\text{g}} \cdot 4\,180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\,^{\circ}\text{C}} \cdot (-27,4\,^{\circ}\text{C}) =$$

$$= -22\,906,4\,\text{J} = -2,29 \cdot 10^4\,\text{J}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 35

1 Elige un aparato de medida de la lista anterior y busca en Internet o en una enciclopedia actualizada cómo funciona, qué magnitud mide, si es analógico o digital, cómo está hecho y una fotografía y haz un pequeño trabajo (no más de dos páginas) con lo que hayas encontrado.

Respuesta libre. El profesor debería comentar en clase los aparatos más interesantes que hayan elegido.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 36

1 Busca bibliografía que relacione la altura desde la que cae un objeto y el tiempo que tarda en caer. Se trata de que veas cómo un científico encuentra información. Probablemente encuentres que ya está establecida la ley que relaciona el tiempo que un objeto tarda en caer con la altura desde la que cae.

Respuesta libre.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 37

1 Observa un guión de prácticas de laboratorio y propón qué cambiarías para que se ajustara más al modelo de informe científico.

Respuesta libre.

EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS

1

<http://www.McGraw-Hill.es>

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 41

1 Pon un ejemplo de movimiento que se dé en la vida real que tenga una trayectoria:

- Rectilínea.
 - Circular.
 - Parabólica.
 - Elíptica.
 - Caótica.
- El movimiento de un coche por una recta o el de caída de una manzana desde un árbol.
 - El de una etiqueta pegada en el borde de un CD en movimiento.
 - La caída de una piedra lanzada en una dirección no vertical.
 - La de los planetas alrededor del Sol.
 - El movimiento de una mosca por la habitación.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 42

1 En una hilera de árboles nos encontramos situados en el árbol número 5. Nos movemos llegando hasta el árbol 20, volvemos al 8, nos alejamos hasta el 32 y volvemos para terminar en el 6. ¿Cuántos árboles nos hemos desplazado?

Damos tantos datos para comprobar que los alumnos han entendido el concepto de desplazamiento, porque si al principio estábamos en el árbol 5 y terminamos en el 6 nos hemos desplazado:

$$\Delta x = x_f - x_0 = 6 - 5 = 1 \text{ árbol.}$$

Y no hace falta tener en cuenta ningún otro dato.

Para calcular el número de árboles recorridos, sí habría que conocer cómo hemos ido de un sitio a otro. En nuestro caso:

$$|20 - 5| + |8 - 20| + |32 - 8| + |6 - 32| = 77 \text{ árboles.}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 43

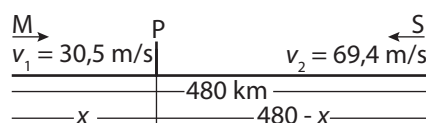
1 Un coche sale de Torrejón de Ardoz (Madrid) en el km 21 de la A2 y se dirige hacia Barcelona. El conductor comprueba que una hora después de haber salido se encuentra en el kilómetro 117, a las dos horas en el 213, a las tres horas en el 309 y a las tres horas y media en el 357. Dibuja la gráfica posición-tiempo y calcula la velocidad del movimiento.

Planteando y dibujando la gráfica se obtiene que la velocidad es 96 km/h.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 44

1 Dos trenes salen al mismo tiempo de Madrid y de Sevilla. El tren que sale de Madrid hacia Sevilla es un correo que circula a una velocidad media de 110 km/h, mientras que el que sale de Sevilla hacia Madrid es el AVE, que circula a una velocidad media de 250 km/h. Sabiendo que la distancia Madrid-Sevilla es de 480 km, calcula:

- El tiempo que tardan en cruzarse.
- El espacio recorrido por cada tren en ese momento.



Cuando se encuentren los dos trenes habrán tardado el mismo tiempo desde que partieron, lo que ocurre es que el más rápido habrá recorrido más espacio; por tanto, se debe cumplir:

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= 30,5 \cdot t_1 \\ e_2 &= 69,44 \cdot t_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} t_1 &= t_2; \frac{e_1}{30,5} = \frac{e_2}{69,44} \\ e_1 &= x; e_2 = 480 \text{ 000} - x \end{aligned}$$

$$\frac{x}{30,5} = \frac{480 \text{ 000} - x}{69,44}$$

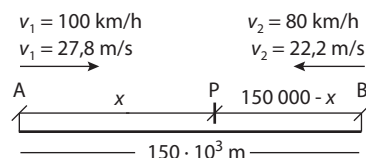
$$x = 146,48 \cdot 10^3 \text{ m} = 146,48 \text{ km}$$

$$t_1 = \frac{146,48 \text{ km}}{110 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,33 \text{ horas}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 45

1 Dos coches están separados por una distancia de 150 km. A las 12 de la mañana sale uno al encuentro del otro; uno lo hace a una velocidad constante de 100 km/h y el otro lo hace a una velocidad de 80 km/h. Calcula:

- ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse?
 - ¿Qué distancia ha recorrido cada uno de ellos?
 - ¿Qué hora marcará el reloj cuando se encuentren?
- Dibuja las gráficas que creas oportuno.



En este caso el tiempo que tardarán en encontrarse es el mismo, y por tanto:

$$t_1 = \frac{e_1}{v_1} \quad t_1 = \frac{x}{27,8}$$

$$t_2 = \frac{e_2}{v_2} \quad t_2 = \frac{150\,000 - x}{22,2}$$

a) Los tiempos serán: $t_1 = \frac{83\,400}{27,8} = 3\,000 \text{ s}$

equivalentes a 50 min.

$$t_2 = \frac{66\,600}{22,2} = 3\,000 \text{ s}$$

b) $\frac{x}{27,8} = \frac{150\,000 - x}{22,2}$

de donde $x = 83\,400 \text{ m}$

El móvil A recorrerá 83 400 m y el móvil B recorrerá $150\,000 - 83\,400 = 66\,600 \text{ m}$

c) El reloj marcará las 12:50 h.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 47

■ 1 Si la velocidad de un coche, después de arrancar desde un semáforo, llega a valer 72 km/h después de 15 s, ¿cuál es el valor de la aceleración? ¿Eso significa que siempre se ha movido con esa aceleración?

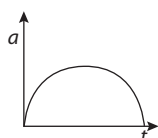
La aceleración es el cociente entre el incremento de la velocidad y el tiempo en el que se produce este incremento, por lo que:

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}}{15 \text{ s}} = 1,33 \text{ m/s}^2$$

Ésa es la aceleración media que resulta de calcular lo que ha variado la velocidad a lo largo de todo el recorrido. Puede ser que haya ido siempre con esa aceleración o que en ningún momento, salvo puntualmente, la haya tenido de ese valor.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 48

■ 1 Un vehículo parte del reposo y acelera cada vez más durante 3 s hasta llegar a un valor de 3 m/s^2 y luego va disminuyendo su aceleración durante otros 3 s de la forma en que se ve en la gráfica:



¿Está el coche en reposo después de los 6 s?
Si no es así, ¿a qué velocidad se mueve?

Como la aceleración varía de una forma muy extraña (semicircular) es muy difícil hacer los cálculos analíticamente, pero sí podemos decir que el área contenida debajo de la gráfica es la de medio círculo (hemos dado a t y a los valores justos para que así sea):

$$\frac{\pi R^2}{2} = \frac{9\pi}{2} \text{ m/s}^2 \text{ y que eso es el incremento de la velocidad,}$$

por lo que el vehículo va a 14,1 m/s.

La pregunta de si está en reposo es una pregunta trampa. Muchos alumnos tenderán a decir que así es. Podemos «romperles» esa idea, y fomentar que «lean» bien las gráficas (es una gráfica de aceleración, no de velocidad), comentando que, si la aceleración es siempre positiva (aunque se reduzca en algunos momentos) la velocidad no puede disminuir, por lo que cada vez irá más rápido.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 49

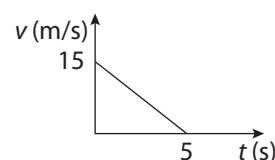
■ 1 El conductor de un vehículo tarda en pararse 5 segundos después de frenar con una deceleración de 3 m/s^2 . Calcula:

- La velocidad inicial del automóvil antes de comenzar a frenar.
- El espacio recorrido durante la frenada.
- Dibuja una gráfica $v-t$ que represente el movimiento de frenada descrito.

a) $v_t = v_0 + a t$; $v_0 = v_t - a t = 0 - (-3 \cdot 5) = 15 \text{ m/s}$

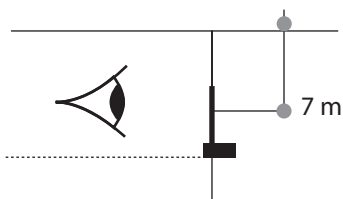
b) $e = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 15 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot (-3) \cdot 5^2 = 37,5 \text{ m}$

c)



ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 49

■ 1 Estás asomado a una ventana de tu casa y observas que pasa por delante de ti una pelota que ha caído desde la azotea. Si la diferencia de altura entre tu casa y la azotea es de 7 metros, ¿a qué velocidad pasará la pelota por delante de tu ventana?



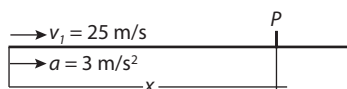
$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 7} = 11,7 \text{ m/s}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 50

1 Un camión que se desplaza a velocidad constante de 90 km/h adelanta a un coche que se encuentra parado en la carretera. Si éste arranca 5 segundos después con una aceleración constante de 3 m/s², calcula:

- El tiempo que tardará el coche en alcanzar al camión.
- La velocidad del coche cuando alcanza al camión.
- El espacio que recorre el camión antes de ser alcanzado.

$$v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$



Cuando el coche alcance al camión se ha de cumplir que el espacio recorrido por ambos ha de ser el mismo.

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= v_1 t_1 \\ e_2 &= \frac{1}{2} a t_2^2 \end{aligned} \right\} e_1 = e_2 \quad \left| \begin{aligned} v_1 t_1 &= \frac{1}{2} a t_2^2 \\ t_2 &= t_1 - 5 \end{aligned} \right| \quad \left. \begin{aligned} 25 t_1 &= \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (t_1 - 5)^2 \end{aligned} \right|$$

De donde: $t_1 = 25,7 \text{ s}$; $t_2 = 20,7 \text{ s}$

$$b) \quad v_2 = a t_2 = 3 \cdot 20,7 = 62,1 \text{ m/s}$$

$$c) \quad e_1 = v_1 t_1 = 25 \cdot 25,7 = 642 \text{ m};$$

$$e_2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 20,7^2 = 642 \text{ m}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 51

1 Se deja caer desde lo alto de un acantilado un objeto que llega al suelo con una velocidad de 20 m/s. ¿Qué altura tiene el acantilado? ¿Cuánto tiempo ha durado la caída?

$$s = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(20 \text{ m/s})^2 - (0 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 20,4 \text{ m}$$

$$t = \frac{v_f - v_0}{a} = \frac{20 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 2,04 \text{ s}$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 52

1 Calcula el intervalo de tiempo con el que llegan al suelo tres bolas lanzadas al mismo tiempo desde lo alto de una torre de 50 m de altura, una con velocidad inicial 20 m/s hacia abajo, la segunda sin velocidad inicial y la tercera con velocidad inicial 20 m/s hacia arriba.

Aplicando la ecuación

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$0 = 50 \text{ m} + (-20 \text{ m/s} \cdot t_1) + \frac{1}{2} (-9,8 \text{ m/s}^2) t_1^2$$

$$t_1 = 1,7 \text{ s}$$

$$0 = 50 \text{ m} + \frac{1}{2} (-9,8 \text{ m/s}^2) t_2^2$$

$$t_2 = 3,2 \text{ s}$$

$$0 = 50 \text{ m} + (20 \text{ m/s} \cdot t_3) + \frac{1}{2} (-9,8 \text{ m/s}^2) t_3^2$$

$$t_3 = 5,83 \text{ s}$$

El primero llega 1,7 s después del lanzamiento, el segundo 1,5 s después y el tercero a 2,6 s de este último.

2 Lanzamos hacia arriba un objeto con una velocidad inicial de 8 m/s. Despreciando rozamientos, determina:

- La máxima altura alcanzada.
- La velocidad del objeto cuando se encuentra a 2 m del suelo.
- El tiempo que tarda en bajar desde el punto más alto hasta el suelo.

$$a) \quad s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(0 \text{ m/s})^2 - (8 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2)} = 3,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} b) \quad v_t &= \sqrt{v_0^2 + 2as} = \\ &= \sqrt{(8 \text{ m/s})^2 + 2 \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot 2 \text{ m}} = \\ &= 5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$c) \quad t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{-8 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{-9,8 \text{ m/s}^2} = 0,8 \text{ s}$$

ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN PÁG. 53

1 Calcula cuánto tiempo tarda en caer un objeto lanzado en la superficie de la Tierra y en la superficie de la Luna, si la velocidad inicial es de 10 m/s y se lanza desde 1 m de altura. Dato: $g_{\text{Luna}} = 1,6 \text{ m/s}^2$.

Aplicando la ecuación: $h = h_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

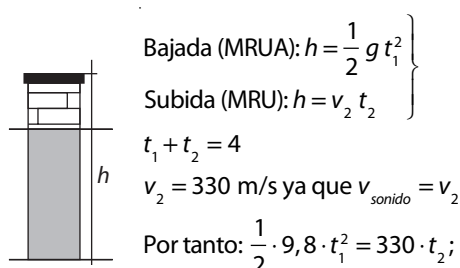
$$0 = 1 \text{ m} + (10 \text{ m/s} \cdot t_T) + \frac{1}{2} (-9,8 \text{ m/s}^2) t_T^2$$

$$t_T = 2,1 \text{ s}$$

$$0 = 1 \text{ m} + (10 \text{ m/s} \cdot t_L) + \frac{1}{2} (-1,6 \text{ m/s}^2) t_L^2$$

$$t_L = 7,9 \text{ s}$$

2 Calcula la profundidad de un pozo, sabiendo que cuando tiras una piedra al fondo tardas en oír el ruido que ésta hace al chocar contra el agua 4 segundos. Dato: velocidad del sonido 340 m/s.



$$4,9 t_1^2 = 330 (4 - t_1)$$

$$\text{De donde: } t_1 = 3,787 \text{ s y } t_2 = 0,212 \text{ s}$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 3,787^2 = 70 \text{ m y } h = 330 \cdot 0,212 = 70 \text{ m}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 54

1 Calcula a cuántos grados equivalen los siguientes ángulos en radianes: 1; 1,57; 2; 3; 3,14; 4; 5; 6 y 6,28.

Como la longitud de la circunferencia es $2\pi r$ y la longitud del arco de un radián es r , en una circunferencia hay 2π radianes, por lo que el factor de conversión es

$$\frac{360^\circ}{2\pi \text{ radianes}} = 57,3 \frac{^\circ}{\text{rad}}, \text{ por lo que:}$$

rad	1	1,57	2	3	3,14
°	57,3	90	114,6	171,9	180
rad	4	5	6	6,28	
°	229,2	286,5	343,8	360	

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 55

1 Buscando los datos en Internet o en una enciclopedia actualizada, completa la siguiente tabla, calculando

<http://www.McGraw-Hill.es>

tú el valor de la velocidad angular. t es el tiempo que tarda el planeta en dar una vuelta alrededor del Sol (la Luna es alrededor de la Tierra).

Planeta	t (s)	velocidad angular (rad/s)
Mercurio		
Venus		
Tierra		
Marte		
Júpiter		
Saturno		
Urano		
Neptuno		
Luna*		

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 56

1 Si la biela de un pistón de un motor de F1 gira a 19 000 rpm, calcula el ángulo que ha girado en 1 minuto. Si la media de giro en una carrera es de 12 000 rpm, calcula cuánto ángulo, en grados, ha girado en una carrera que dura una hora y media.

Como recorre 19 000 vueltas en un minuto, aplicando el factor de conversión:

$$\frac{19\,000 \text{ vueltas}}{1 \text{ min}} \cdot \frac{360^\circ}{1 \text{ vuelta}} \cdot 1 \text{ min} = 6\,840\,000^\circ$$

$$\frac{12\,000 \text{ vueltas}}{1 \text{ min}} \cdot \frac{360^\circ}{1 \text{ vuelta}} \cdot 90 \text{ min} = 389\,000\,000^\circ$$

2 Calcula la velocidad angular, en rad/s y en rpm, del giro de la pala de un aerogenerador que da una vuelta en 6 s.

$$\frac{1 \text{ vuelta}}{6 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} = 1,05 \text{ rad/s}$$

$$\frac{1 \text{ vuelta}}{6 \text{ s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 10 \text{ rev/m}$$

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1 Situamos un móvil en lo alto de un plano inclinado por el que baja, con una aceleración de 3 m/s^2 , durante 5 segundos. Posteriormente se mueve por un plano horizontal, con velocidad uniforme, durante otros 10 segun-

dos, para concluir ascendiendo por otro plano inclinado con una aceleración de -5 m/s^2 hasta que se detiene. Dibuja las gráficas velocidad-tiempo y espacio-tiempo del movimiento completo. ¿Cuánto tiempo tarda en detenerse? ¿Qué espacio total recorre?

Como el móvil desciende durante 5 s con una aceleración de 3 m/s^2 (y $v_0 = 0$), alcanza una velocidad:

$$v_f = a t = 3 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} = 15 \text{ m/s} \quad \text{y recorre un espacio}$$

$$e_1 = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \text{ m/s}^2 \cdot (5 \text{ s})^2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \text{ m/s}^2 \cdot 25 \text{ s}^2 = 37,5 \text{ m}$$

Se mueve con esa velocidad durante 10 segundos en los que recorre:

$$e_2 = v t = 15 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ s} = 150 \text{ m}$$

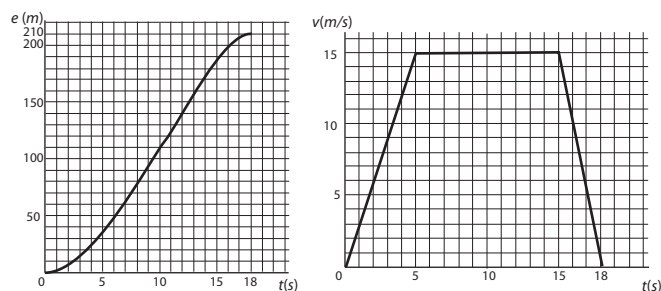
Y posteriormente se frena con una aceleración de -5 m/s^2 por lo que tarda:

$$v_0 = v_f - a t; \quad 15 \text{ m/s} = 0 + (-5 \text{ m/s}^2) \cdot t \quad \text{de donde } t = 3 \text{ s}.$$

Recorre, en este tercer movimiento:

$$e_3 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 15 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot (-5 \text{ m/s}^2) \cdot (3 \text{ s})^2 = 45 \text{ m} + (-22,5 \text{ m}) = 22,5 \text{ m}$$

Dibujamos las gráficas:



El tiempo total de movimiento es 18 s, que es la suma del tiempo utilizado en cada movimiento. El espacio total es la suma de los tres:

$$e_1 + e_2 + e_3 = 37,5 \text{ m} + 150 \text{ m} + 22,5 \text{ m} = 210 \text{ m}.$$

También coincide con el área de la figura formada por el eje Ox y la gráfica de la velocidad.

2 ¿Quién recorre más espacio en 10 segundos, una moto que se mueve con velocidad constante de 72 km/h o un coche que, partiendo del reposo, llega a alcanzar una velocidad de 40 m/s ? Dibuja las gráficas espacio-tiempo de ambos movimientos?

Pasamos la velocidad de la moto a m/s :

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 20 \text{ m/s}$$

La moto se mueve con un MRU:

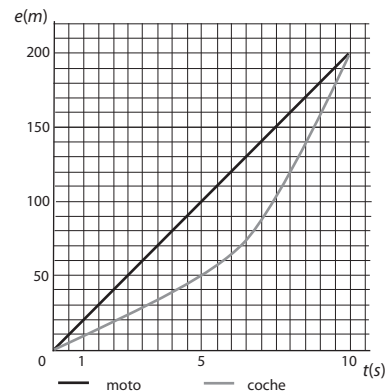
$$e_m = v t = 20 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ s} = 200 \text{ m}$$

El coche se mueve con un MRUA:

$$v_0 = v_f - a t; \quad 0 = 40 \text{ m/s} - a \cdot 10 \text{ s} \quad \text{de donde } a = 4 \text{ m/s}^2.$$

$$e_c = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 4 \text{ m/s}^2 \cdot (10 \text{ s})^2 = 200 \text{ m}$$

Recorren la misma distancia.



3 Calcula el número de vueltas que da en un minuto la rueda de una bicicleta de 35 cm de radio cuando ésta se mueve a 18 km/h .

Pasamos la velocidad de la rueda a m/s :

$$18 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 5 \text{ m/s}$$

La rueda se mueve con un MRU:

$$e_r = v t = 5 \text{ m/s} \cdot 60 \text{ s} = 120 \text{ m}$$

La longitud de una vuelta es $l = 2 \pi r = 2 \cdot \pi \cdot 0,35 \text{ m} \approx 2,2 \text{ m}$

Dividiendo la longitud total recorrida entre la correspondiente a una vuelta obtenemos el número de vueltas:

$$120 \text{ m} \cdot \frac{1 \text{ vuelta}}{2,2 \text{ m}} \approx 55 \text{ vueltas}$$

También se puede hacer deduciendo la ω , ya que sabemos v y r , y obtenemos el número de vueltas multiplicando ω por el tiempo, y pasando la solución (que está en radianes) a vueltas.

4 Lanzamos una pelota hacia arriba con una velocidad inicial de 25 m/s . ¿Hasta qué altura llegará? ¿Cuánto tiempo tarda en subir? Dato: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$$v_f = v_0 + a t; \quad 0 = 25 \text{ m/s} + (-10 \text{ m/s}^2) \cdot t \quad \text{de donde } t = 2,5 \text{ s}.$$

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 25 \text{ m/s} \cdot 2,5 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot (-10 \text{ m/s}^2) \cdot (2,5 \text{ s})^2 \approx 31 \text{ m}$$

5 Una rueda, de 20 cm de diámetro, gira con una velocidad angular de 30 rpm . ¿Cuál es su velocidad angular en rad/s ? ¿Cuántas vueltas da en 15 segundos? ¿Cuánto tiempo tarda un punto de su periferia en recorrer 10 m ?

Convertimos la velocidad:

$$30 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \approx 3,14 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

El número de vueltas se obtiene:

$$30 \frac{\text{vueltas}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot 15 \text{ s} = 7,5 \text{ vueltas}$$

La velocidad lineal de un punto de la periferia, y dado que el radio es la mitad del diámetro, se obtiene:

$$v = \omega R \approx 3,14 \text{ rad/s} \cdot 0,1 \text{ m/rad} \approx 0,31 \text{ m/s}$$

Como el movimiento es uniforme se aplica la fórmula:

$$e = v t; \quad 10 \text{ m} = 0,31 \text{ m/s} \cdot t \quad \text{de donde } t \approx 32 \text{ s.}$$

6 ¿Hasta qué altura puede subir un objeto si se lanza hacia arriba con una velocidad inicial de 15 m s^{-1} desde 20 m de altura?

Lo que sube es:

$$\Delta s = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(0 \text{ m/s})^2 - (15 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (-9,8) \text{ m/s}^2} = 11,5 \text{ m}$$

EVALUACIÓN

1 Un tren que lleva una velocidad de 20 m/s recorre 150 m desde el momento que frena (con deceleración constante) hasta que está parado. Calcula la aceleración y el tiempo que tarda en pararse. Representa las gráficas $a-t$, $v-t$ y $e-t$.

Datos conocidos: $v_0 = 20 \text{ m s}^{-1}$; $v_f = 0 \text{ m s}^{-1}$; $s = 150 \text{ m}$

Datos desconocidos: $a = ?$; $t = ?$

$$\begin{aligned} e = v_0 t + 1/2 a t^2 & \Rightarrow 150 = 20 t + 1/2 a t^2 \\ v = v_0 + a t & \Rightarrow 0 = 20 + a t \\ \Rightarrow 150 = \frac{-400}{a} + \frac{200}{a} & \Rightarrow 150 a = -200 \Rightarrow a = \frac{-200}{150} \approx \\ \approx -1,3 \text{ m/s}^2 & \text{ y } t = \frac{-20}{\frac{-200}{150}} = 15 \text{ s} \end{aligned}$$

Representación $a-t$: una línea horizontal $-1,3$ unidades por debajo del eje $0x$.

Representación $v-t$: Una línea recta, oblicua descendente desde el punto $(0,20)$ hasta el punto $(15,0)$.

Representación $s-t$: La rama izquierda de una parábola que empieza ascendiendo rápidamente desde el punto $(0,0)$ disminuyendo su pendiente hasta alcanzar su máximo en el punto $(15,150)$ donde acaba.

2 Calcula la velocidad angular que posee un móvil que se mueve describiendo una circunferencia de radio 5 m ,

<http://www.McGraw-Hill.es>

si se mueve con una velocidad de 18 km/h . ¿Cuánto vale su frecuencia? ¿Y su periodo?

Datos conocidos: $v = 18 \text{ km h}^{-1}$; $R = 5 \text{ m}$

Datos desconocidos: $v(\text{m/s}) = ?$; $v = ?$; $T = ?$

$$v = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 5 \text{ m/s}$$

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{5 \text{ m/s}}{5 \text{ m/rad}} = 1 \text{ rad/s} \Rightarrow v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1 \text{ rad/s}}{2\pi \text{ rad/vuelta}} \approx$$

$$\approx 0,16 \text{ vuelta/s} \Rightarrow T = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,16 \text{ vuelta/s}} \approx 6,3 \text{ s/vuelta}$$

3 ¿Desde qué altura debe caer un cuerpo libremente para que al llegar al suelo su velocidad sea de 18 m/s ? ¿Dónde hay que poner el origen del sistema de referencia para poder resolver el problema?

Datos conocidos: $v_0 = 0 \text{ m s}^{-1}$; $v_f = 18 \text{ m s}^{-1}$ y

$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

Datos desconocidos: $e = ?$; $t = ?$

$$\begin{aligned} h = 1/2 g t^2 & \Rightarrow h = 1/2 \cdot 9,8 t^2 \\ v = g t & \Rightarrow 18 = 9,8 t \Rightarrow t = \frac{18 \text{ m/s}}{9,8 \text{ m/s}^2} \approx 1,8 \text{ s} \\ \Rightarrow h = 1/2 \cdot 9,8 t^2 & = 1/2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (1,8 \text{ s})^2 \approx 16 \text{ m} \end{aligned}$$

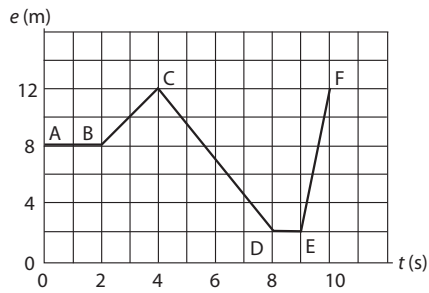
El origen del sistema se puede poner en cualquier punto; no va a cambiar el resultado. Si lo ponemos en el punto de lanzamiento, el espacio inicial es cero y el espacio, h , nos da la altura. Si lo ponemos en el punto de recepción, el espacio inicial sería h y el espacio final, cero.

4 Si se hubiera lanzado desde el suelo un cuerpo en vertical con una velocidad de 18 m/s , ¿cuál sería el desplazamiento cuando vuelve al suelo? ¿Cuál ha sido el espacio recorrido? Date cuenta de que los datos se parecen a los del problema anterior.

El desplazamiento es cero, porque sale y llega al mismo punto del sistema de referencia. El espacio recorrido es 32 m , aproximadamente (16 de subida y 16 de bajada), puesto que es el doble del espacio que nos da el problema anterior, puesto que los datos son similares.

5 Calcula la velocidad media de un objeto que se mueve siguiendo un movimiento rectilíneo que está representado en la figura adjunta:

- En los primeros 4 segundos del movimiento.
- En el intervalo entre los segundos 4 y 10 del movimiento.
- Cuando se está moviendo entre el punto C y el D.



La velocidad media se obtiene dividiendo el desplazamiento entre el tiempo empleado por lo que:

$$a) \quad \bar{v} = \frac{e(t_f) - e(t_0)}{t_f - t_0} = \frac{e(4) - e(0)}{4 - 0} = \frac{12 \text{ m} - 8 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$

$$b) \quad \bar{v} = \frac{e(t_f) - e(t_0)}{t_f - t_0} = \frac{e(10) - e(4)}{10 - 4} = \frac{12 \text{ m} - 12 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 0 \text{ m/s}$$

$$c) \quad \bar{v} = \frac{e(t_f) - e(t_0)}{t_f - t_0} = \frac{e(8) - e(4)}{8 - 4} = \frac{2 \text{ m} - 12 \text{ m}}{4 \text{ s}} = -2,5 \text{ m/s}$$

2 LAS FUERZAS

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 73

1 Pretendemos estirar un muelle de constante recuperadora $k = 10 \text{ N/m}$ ejerciendo una fuerza de 1 N . ¿Cuánto se alargará? Si ahora aumentamos la fuerza en 1 N , ¿cuánta longitud más se habrá estirado el muelle?

Como $F = k \cdot \Delta \ell$

$1 \text{ N} = 10 \text{ N/m} \cdot \ell$ de donde $\ell = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

Si aumentamos la fuerza en 1 N , la fuerza valdrá 2 N por lo que:

$2 \text{ N} = 10 \text{ N/m} \cdot \ell$ de donde $\ell = 0,2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$, con lo que se habrá alargado otros 10 cm .

Evidentemente podríamos haberlo calculado:

$\Delta F = k \Delta \ell$; $1 \text{ N} = 10 \text{ N/m} \cdot \Delta \ell$ de donde $\Delta \ell = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

y aprovechamos para explicarles lo que hemos comentado anteriormente en la recomendación didáctica.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 74

1 Calcula el valor de la resultante de dos fuerzas de $60 \text{ y } 80 \text{ N}$ cuando forman un ángulo de 0° . Hazlo también en los casos de que formen 60° , 90° y 180° , pero siempre utilizando la fórmula de la resultante de fuerzas concurrentes.

Aplicando en todos los casos la fórmula:

$$|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2|\vec{F}_1||\vec{F}_2|\cos\alpha}$$

obtenemos:

$$\begin{aligned} |\vec{F}_R| &= \sqrt{60^2 + 80^2 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot \cos 0^\circ} = \\ &= \sqrt{3600 + 6400 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot 1} = 140 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\vec{F}_R| &= \sqrt{60^2 + 80^2 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot \cos 60^\circ} = \\ &= \sqrt{3600 + 6400 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot 0,5} \approx 122 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\vec{F}_R| &= \sqrt{60^2 + 80^2 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot \cos 90^\circ} = \\ &= \sqrt{3600 + 6400 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot 0} = 100 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\vec{F}_R| &= \sqrt{60^2 + 80^2 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot \cos 180^\circ} = \\ &= \sqrt{3600 + 6400 + 2 \cdot 60 \cdot 80 \cdot (-1)} = 20 \text{ N} \end{aligned}$$

Es el momento de hacerles ver que el primer caso coincide con el caso de fuerzas en la misma dirección y sentido, el tercero la de fuerzas perpendiculares y el cuarto fuerzas en la misma dirección y sentidos contrarios, por lo que la fórmula

<http://www.McGraw-Hill.es>

que se les ha dado para el caso de fuerzas concurrentes vale para todos los casos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1 Indica el tipo de fuerza, a distancia o contacto, que se aplica cuando:

- El peine pone de punta los pelos al peinarnos.
- Un objeto se frena al rozar con el suelo.
- Cae el agua de un grifo abierto.
- Se mueve la tapa de una olla con el agua hirviendo.
- Un barquito de plástico que soltamos en el fondo de una bañera asciende.

La fuerza del apartado a) es una fuerza a distancia (fuerza electrostática) puesto que pone de punta los pelos sin llegar a estar en contacto el peine con el pelo. La fuerza del apartado b) que es la fuerza de rozamiento es de contacto, ya que si no hay contacto no se puede rozar. La fuerza del apartado c) es el peso del agua y es una fuerza a distancia. La fuerza del apartado d) es una fuerza de contacto entre el vapor de agua y la tapa. La fuerza del apartado e) es el empuje, una fuerza de contacto que estudiaremos en la Unidad 4. Al intentar volver el agua que ha elevado su posición a causa de haber sumergido el barco, «empuja» literalmente el barco hacia arriba.

2 Si ejercemos una fuerza de 30 N oprimiendo un muelle de constante recuperadora $k = 150 \text{ N/m}$, ¿cuánto se acortará éste? Si aumentamos la fuerza hasta 50 N sin soltarlo, ¿cuánto más se comprimirá?

Aplicando la Ley de Hooke $F = k \cdot x$

$30 \text{ N} = 150 \text{ N/m} \cdot x$ de donde $x = 0,2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$.

En el segundo caso, y aplicando la misma ley:

$50 \text{ N} = 150 \text{ N/m} \cdot x$ de donde $x \approx 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$.

Como ya se había comprimido 20 cm , se comprimirá $33 \text{ cm} - 20 \text{ cm} = 13 \text{ cm}$ más.

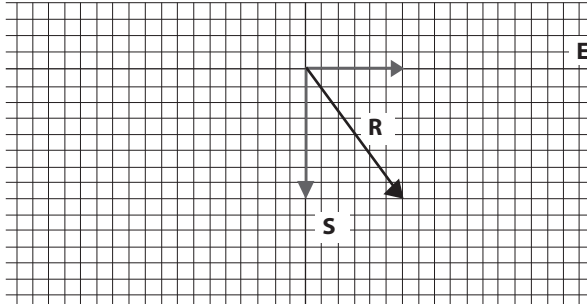
También se puede calcular teniendo en cuenta sólo el incremento de fuerza que realizamos:

$50 \text{ N} - 30 \text{ N} = 20 \text{ N} = 150 \text{ N/m} \cdot x$ de donde $x \approx 0,13 \text{ m} = 13 \text{ cm}$.

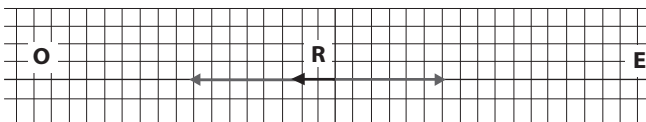
3 Si empujamos una caja hacia el este con una fuerza de 60 N y otra persona tira de ella hacia el sur con otra fuerza de 80 N , ¿cuál es la fuerza total que se ejerce sobre la caja? ¿Y si en vez de tirar de ella hacia el sur lo hiciera hacia el oeste? Dibuja el diagrama de las fuerzas que actúan en ambos casos.

Puesto que ambas fuerzas son perpendiculares, la resultante vale:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(60 \text{ N})^2 + (80 \text{ N})^2} = \sqrt{10000 \text{ N}^2} = 100 \text{ N}$$



En el segundo caso las dos fuerzas son paralelas y de sentido contrario por lo que se restan. El sentido de la resultante es hacia el oeste, ya que hacia ese punto se dirige la mayor de ambas fuerzas.

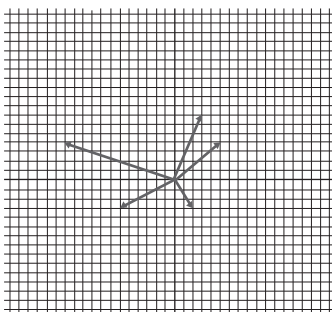


4 ¿Cuál será la fuerza mínima que debo hacer para conseguir levantar del suelo una caja que pesa 150 N, sobre la que reposa un libro de 30 N, si al mismo tiempo otra persona la empuja en dirección horizontal con una fuerza de 100 N?

La fuerza que hemos de ejercer sólo tiene que compensar las fuerzas verticales, puesto que la fuerza horizontal la moverá pero no influye en su subida o bajada, por lo que tendremos que hacer:

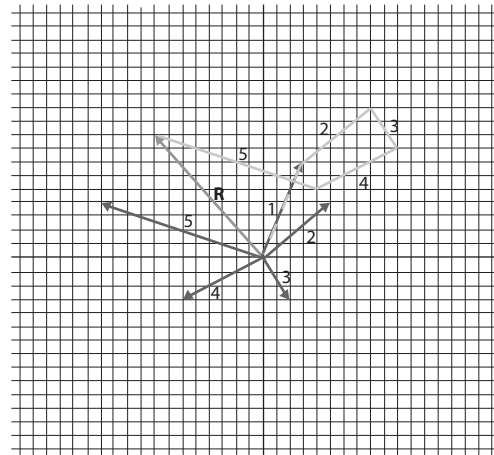
$$R = 150 \text{ N} + 30 \text{ N} = 180 \text{ N}$$

5 Calcula gráficamente la resultante de las fuerzas de la figura adjunta. Si cada cuadro mide de lado 1 N, ¿cuánto valdrían dos fuerzas, una vertical y otra horizontal, equivalentes a la resultante? ¿Cuánto vale la fuerza resultante?



La fuerza horizontal vale 8 N hacia la izquierda, la vertical 9 N hacia arriba y la resultante:

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(8 \text{ N})^2 + (9 \text{ N})^2} = \sqrt{141 \text{ N}^2} \approx 12 \text{ N}$$



6 Calcula la suma de tres fuerzas, una de 40 N horizontal, otra de 30 N que forma un ángulo de 30° sobre la horizontal y otra de 20 N vertical.

Descomponemos las tres fuerzas:

$$\begin{aligned} F_{1x} &= 40 \text{ N} \cdot \cos 0^\circ = 40 \text{ N} \\ F_{1y} &= 40 \text{ N} \cdot \sin 0^\circ = 0 \text{ N} \\ F_{2x} &= 30 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 26 \text{ N} \\ F_{2y} &= 30 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 15 \text{ N} \\ F_{3x} &= 20 \text{ N} \cdot \cos 90^\circ = 0 \text{ N} \\ F_{3y} &= 20 \text{ N} \cdot \sin 90^\circ = 20 \text{ N} \end{aligned}$$

Sumamos las componentes verticales y las horizontales:

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 35 \text{ N} \\ \Sigma F_x &= F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 66 \text{ N} \end{aligned}$$

Por lo que la resultante será:

$$|\vec{F}_R| = \sqrt{35^2 + 66^2} \approx 75 \text{ N}$$

7 ¿Por qué se cae una lámpara a la que se le rompe el cable del que cuelga?

La lámpara está en equilibrio ya que sobre ella actúan dos fuerzas: el peso, hacia abajo y la fuerza que el cable hace sobre ella reteniéndola, hacia arriba. Como son iguales, permanece la lámpara en equilibrio. Cuando éste desaparece, al romperse el cable, sólo queda una, el peso, por lo que cae.

Cuando da en el suelo, éste hace una fuerza hacia arriba que impide que la lámpara lo atraviese. Al cabo de un instante ésta equilibra al peso y la lámpara se vuelve a quedar quieta, esta vez en el suelo.

EVALUACIÓN

1 Enuncia la Ley de Hooke. Cuando colgamos un peso de 0,04 N de un muelle de $k = 8 \text{ N/m}$, ¿cuánto se alarga?

Pregunta teórica explicada en el libro del alumno.

$$F = k \Delta \ell$$

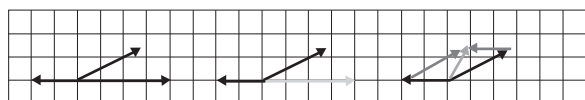
Despejando $\Delta \ell$ de la fórmula con $F = 0,04 \text{ N}$ y $k = 8 \text{ N/m}$, el alargamiento es de $0,005 \text{ m} = 5 \text{ mm}$.

2 Tres fuerzas de 20, 30 y 40 N tienen el mismo punto de aplicación formando, entre las dos primeras, un ángulo de 30° , mientras que la primera y la tercera son opuestas. Calcula analítica y gráficamente la resultante.

Sumamos primero la de 20 N y 40 N, ya que son opuestas y por lo tanto es más fácil. La resultante vale 20 N y forma un ángulo de $180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$ con la de 30 N. Aplicando la fórmula de la resultante a las dos fuerzas que nos quedan, ésta vale:

$$F_R = \sqrt{30^2 + 20^2 + 2 \cdot 30 \cdot 20 \cdot \cos 150^\circ} \approx \sqrt{900 + 400 + (-1040)} = \sqrt{260} \approx 16 \text{ N}$$

Ahora lo hacemos gráficamente:



R Resultante

3 Decimos que la fuerza es una magnitud a diferencia del tiempo que es una magnitud ¿Qué significa eso? ¿Qué características básicas son necesarias para definir una fuerza que no tiene el tiempo?

Decimos que la fuerza es una magnitud **vectorial** a diferencia del tiempo que es una magnitud **escalar**.

<http://www.McGraw-Hill.es>

Las características básicas de una magnitud vectorial que la diferencian de las magnitudes escalares son el punto de aplicación, dirección y sentido. El módulo es el equivalente al valor de la magnitud escalar.

4 Una fuerza de 26 N forma un ángulo de 30° bajo la horizontal. ¿Cuánto vale su componente vertical? ¿Y la horizontal?

La componente vertical vale:

$$F_y = F \sin \alpha = 26 \text{ N} \cdot \sin (-30^\circ) = -13 \text{ N}$$

La componente horizontal vale:

$$F_x = F \cos \alpha = 26 \text{ N} \cdot \cos (-30^\circ) = 22,5 \text{ N}$$

5 Una niña tira de una cuerda atada a un trineo, que forma un ángulo de 45° sobre la horizontal. Si la fuerza que hace la niña es de 50 N, ¿cuánto vale la fuerza útil que hace que el trineo avance?

El trineo avanza en dirección horizontal, por lo que la fuerza útil es F_x .

La componente útil (horizontal) vale:

$$F_x = F \cos \alpha = 50 \text{ N} \cdot \cos 40^\circ \approx 38 \text{ N}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 92

1 En un cajón tenemos varias canicas metálicas. Si consideramos el sistema formado únicamente por las bolas, di si son externas o internas las siguientes fuerzas:

- Una bola empuja a otra.
 - El peso de cada una de las bolas.
 - Una bola choca con las paredes del cajón.
 - Un imán atrae a una bola.
 - Una pequeña carga explosiva, en el centro de una bola, hace que ésta explote en dos trozos.
 - Una bola roza con el suelo del cajón.
- Cada una de las bolas ejerce una fuerza interna sobre la otra.
 - Es externa. Se ejerce entre la bola y la Tierra.
 - También es externa. El cajón no lo consideramos sistema.
 - Externa. El imán ejerce una fuerza de atracción a distancia y pertenece al entorno.
 - Interna. Todo lo que se encuentre en el interior de la bola es parte de la bola y de hecho no crea variación en el movimiento total del conjunto de bolas.
 - Externa. Al no ser el cajón parte del sistema, la fuerza es externa.

Resulta muy interesante hacerles ver que el movimiento global de todas las canicas permanece igual, si las fuerzas aplicadas son todas internas, mientras que cambia si alguna es externa. Posteriormente, lo vamos a utilizar cuando veamos el concepto de cantidad de movimiento.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 93

1 Apretamos una mano contra otra con una fuerza de 70 N. Al intentar separarlas horizontalmente, la fuerza de rozamiento vale 22 N. Por otro lado, un alumno de 600 N de peso, lleva unas zapatillas de deporte que, al deslizar por el suelo crean una fuerza de rozamiento de 135 N. ¿Cuál de los dos pares de superficies piel-piel o zapatilla-suelo tiene mayor coeficiente de rozamiento?

Como el coeficiente es el cociente entre la fuerza de rozamiento y la fuerza que les mantiene unidos los valores serán:

$$\mu_1 = \frac{22 \text{ N}}{70 \text{ N}} = 0,31 \text{ y } \mu_2 = \frac{135 \text{ N}}{600 \text{ N}} = 0,22$$

Por lo que hay más rozamiento entre piel y piel.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 94

1 Se les puede pedir a los alumnos que en un buscador de Internet (en concreto en *Google* aparecen más de 5 000) pongan «diagrama cuerpo libre» en la búsqueda de imágenes, y que luego vayan mirándolos despacio. El ejercicio de ver cómo son varios diagramas de cuerpo libre les ayudará a entender mucho mejor este concepto.

Respuesta libre.

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 101

1 Calcula la aceleración con la que se mueve un coche, de masa 1 225 kg, si el motor ejerce una fuerza de 3 800 N y consideramos despreciable el rozamiento.

Sería muy interesante que dibujaran el diagrama de cuerpo libre, donde se vea que actúa una fuerza horizontal de 3 800 N, se vea también el peso (que deberían calcular previamente y que vale $1\,225 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \approx 12\,000 \text{ N}$), y la normal que ejerce el suelo que vale otros 12 000 N. Como *N* y *P* se anulan podemos poner $F = m a$ de donde:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{3\,800 \text{ N}}{1\,225 \text{ kg}} = 3,10 \text{ m/s}^2$$

2 La resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo vale 15 N y es horizontal. Si el cuerpo, por la acción de esta fuerza ha recorrido, en 5 segundos, 30 metros partiendo del reposo, calcula la masa del cuerpo.

Con los datos de espacio recorrido y de tiempo calculamos la aceleración del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Posteriormente aplicamos la Segunda Ley de Newton y obtenemos la masa:

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 30 \text{ m}}{(5 \text{ s})^2} = 2,4 \text{ m/s}^2$$

$$m = \frac{F}{a} = \frac{15 \text{ N}}{2,4 \text{ m/s}^2} = 6,25 \text{ kg}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 101

1 Podemos añadir una pequeña ampliación al Ejercicio de aplicación 2 preguntándoles cuánto vale el coeficiente de rozamiento en los dos casos del ejercicio.

La solución evidentemente es que es cero en el caso *a*) (puesto que les hemos enseñado que el coeficiente de rozamiento

es el cociente entre la fuerza de rozamiento y la fuerza que hace que las superficies estén en contacto y que en este caso es el peso), ya que la fuerza de rozamiento es nula.

En el caso b) valdría: $\mu = 5 \text{ N} / 70 \text{ N} \approx 0,07$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 102

1 Calcula la aceleración con la que se mueve, y hacia dónde, una caja de 200 kg de masa, sobre la que actúan las siguientes fuerzas:

- Una fuerza de 300 N que ejerce en horizontal un trabajador empujándola hacia la derecha.
- Otra fuerza de 200 N que ejerce otro, también en horizontal, y también hacia la derecha.
- Una fuerza de 120 N que ejerce otro individuo en vertical y hacia arriba.
- Una fuerza que ejerce un niño empujando hacia la izquierda de 30 N.
- La fuerza de rozamiento que vale 100 N.

$$\Sigma F_x = 300 \text{ N} + 200 \text{ N} + (-30 \text{ N}) + (-100 \text{ N}) = 370 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 120 \text{ N} + (-1960 \text{ N}) + \text{Normal} = 0$$

Les explicamos que la resultante de las dos fuerzas verticales (120 N y -1960 N) es una fuerza dirigida hacia abajo que haría que la caja fuera en ese sentido.

Eso no sucede mientras debajo de ella haya un suelo rígido que se resiste a «ser atravesado» por la caja, por lo que ejerce una fuerza (a la que llamamos normal) que compensa y anula la resultante de las otras dos.

La caja, en cuanto a movimientos verticales, está en equilibrio estático.

Por lo tanto existe una aceleración horizontal y hacia la derecha que vale:

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{370 \text{ N}}{200 \text{ kg}} = 1,85 \text{ m/s}^2$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 104

1 Un jugador de béisbol golpea una bola con su bate. ¿En quién actúa la acción y en quién actúa la reacción? ¿Qué magnitudes cambian de valor y en qué medida?

Aunque se pueden intercambiar los nombres y decirlo al contrario vamos a situar la acción, que la ejerce el bateador, sobre la bola. Se manifiesta en que sobre la bola, durante el contacto con el bate, actúa una aceleración en sentido contrario a la velocidad inicial de ésta que consigue, en muy poco tiempo, invertir su sentido de movimiento.

La reacción la ejerce la bola sobre el bate. Se manifiesta en una aceleración que actúa sobre éste disminuyendo la velocidad a la que se mueve. Evidentemente es menor que la

<http://www.McGraw-Hill.es>

aceleración que actúa sobre la bola, ya que la masa de ésta es menor que la del bate.

Ambas fuerzas cumplen así con el principio. Son iguales, opuestas, simultáneas y actúan sobre cuerpos diferentes pero nunca sobre el que las ejerce.

2 A la fuerza con la que la Tierra atrae a los cuerpos se le llama peso. ¿Se cumple el Principio de acción y reacción? Si es así, ¿por qué no lo percibimos? Compruébalo con una persona de masa 50 kg, sabiendo que la Tierra tiene una masa de $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Si consideramos acción la fuerza que la Tierra ejerce sobre la persona, la reacción es una fuerza real, igual y sentido contrario que la persona ejerce sobre la Tierra. El peso vale unos 500 N, por lo que la reacción vale lo mismo.

Si aplicamos a la Tierra una fuerza de 500 N, podemos obtener la aceleración correspondiente, aplicando la Segunda Ley de Newton:

$$F = 500 \text{ N} = m a = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot a$$

La aceleración, a , vale $8,3 \cdot 10^{-23} \text{ ms}^{-2}$ que es una aceleración tan pequeña que es absolutamente indetectable.

Pero que no se pueda detectar, no significa que no exista.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 105

1 Un deportista, de 70 kg de masa, que se mueve a una velocidad de 3 km/h choca durante 0,2 s con un niño, de 30 kg, que se encontraba en reposo y que termina moviéndose a 3 km/h. ¿A qué velocidad se mueve ahora el deportista?

Con las fórmulas del MRUA se puede conocer la aceleración que actúa sobre el niño. Aplicando el Principio de acción y reacción

$$F_{12} = -F_{21}; 30 \text{ kg} \cdot 4,2 \text{ m/s}^2 = -70 \text{ kg} \cdot a_d \text{ de donde obtenemos } a_d \text{ que es } -1,8 \text{ m/s}^2$$

aplicando $v_f = v_o + a t$ obtenemos:

$$v_f = 3/3,6 \text{ m/s} + (-1,8 \text{ m/s}^2) \cdot 0,2 \text{ s} = 0,47 \text{ m/s} = 1,7 \text{ km/h}$$

Este problema nos sirve para recordar conversión de unidades y Cinemática.

ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN PÁG. 106

1 Una fuerza de 5 N actúa durante 10 segundos sobre un objeto de 15 kg de masa que inicialmente se encuentra en reposo. ¿Con qué velocidad final se mueve el objeto?

Conviene que se les explique que no es necesario calcular la aceleración para posteriormente calcular la velocidad final, sino que se puede hacer en un solo paso aplicando la igualdad entre impulso y variación en la cantidad de movimiento.

$I = F \Delta t = \Delta p = m \Delta v$ de donde:

$$\Delta v = \frac{F \Delta t}{m} = \frac{5 \text{ N} \cdot 10 \text{ s}}{15 \text{ kg}} = 3,3 \text{ m/s}$$

Como originalmente parte del reposo, también ésta es la velocidad final.

También puede resultar muy útil para resolver problemas de objetos que se separan y que se parten, dado que en ese caso el sistema está aislado y las fuerzas externas al sistema son nulas, al igual que el impulso.

2 Calcula el retroceso de un fusil de 5 kg que dispara balas de 25 g de masa a velocidades de 200 m/s.

Teniendo en cuenta que la cantidad de movimiento total del sistema bala-fusil es la suma de las cantidades de movimiento de la bala por un lado y el fusil por el otro, por cada bala que dispare éste experimenta un retroceso que en velocidad se puede calcular como:

$$I = F \Delta t = \Delta p = m_f \Delta v_f + m_b \Delta v_b \text{ de donde:}$$

$$I = 0 = 5 \text{ kg} \cdot (v_f - 0) + 0,025 \text{ kg} \cdot (200 \text{ m/s} - 0) \text{ y}$$

$$v_f = \frac{-0,025 \text{ kg} \cdot 200 \text{ m/s}}{5 \text{ kg}} = -1 \text{ m/s}$$

Debemos aprovechar para contarles que el signo es negativo puesto que la velocidad es una magnitud vectorial y eso significa que la velocidad es en sentido contrario a la de la bala. Los problemas de Dinámica que no exijan el cálculo de aceleraciones, siempre son más sencillos de resolver por cantidades de movimiento e impulso.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Dato común a todos los ejercicios: $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

1 Sobre un objeto actúan dos fuerzas de la misma dirección y sentido contrario de 30 y 12 N. Si el objeto se mueve con una aceleración igual a 3 m/s^2 ,

- ¿Cuál de las dos fuerzas es responsable del movimiento del objeto?
- ¿Cuánto vale la masa del objeto?
- ¿En qué sentido se mueve?
- ¿Con qué aceleración se movería si las dos fuerzas tuvieran la misma dirección y sentido?
- ¿Y si fueran perpendiculares?

- Todas las fuerzas que actúan sobre un objeto son responsables del movimiento de éste, puesto que, la modificación de cualquiera de ellas, repercute en la resultante y por lo tanto en el movimiento del objeto.
- La masa del objeto se obtiene aplicando la Segunda Ley de Newton:
 $\Sigma F = m a$; $30 \text{ N} + (-12 \text{ N}) = m \cdot 3 \text{ m/s}^2$; $m = 6 \text{ kg}$

- La masa se moverá en el sentido de la mayor de ambas (30 N) porque ése es el sentido de la resultante.
- Aplicando, una vez más, la Segunda Ley de Newton:
 $\Sigma F = m a$; $30 \text{ N} + 12 \text{ N} = 6 \text{ kg} \cdot a$; $a = 7 \text{ m/s}^2$
- Si son perpendiculares, obtenemos la resultante aplicando el Teorema de Pitágoras:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(30 \text{ N})^2 + (12 \text{ N})^2} = \sqrt{1044 \text{ N}^2} \approx 32 \text{ N}$$

por lo que la aceleración sería:

$$\Sigma F = m a$$
; $32 \text{ N} = 6 \text{ kg} \cdot a$; $a \approx 5,3 \text{ m/s}^2$

2 ¿Cuál es la masa en la superficie de la Tierra de un filete de ternera de 220 g? ¿Y su peso?

La primera pregunta tiene el fin de comprobar que no se lanzan automáticamente a multiplicar por g . La masa es un dato del problema: 220 g. Es admisible que contesten la conversión a kilogramos: 0,22 kg.

El peso se obtiene directamente de la fórmula:

$$P = m g = 0,22 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \approx 2,2 \text{ N}$$

3 Si logramos frenar en 6 segundos un camión de 12 500 kg que inicialmente se movía a 108 km/h, ¿qué fuerza han ejercido los frenos?

Como el camión ha pasado de 108 km/h a 0 en 6 segundos podemos calcular la aceleración:

$$v_0 = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 30 \text{ m/s}$$

$$v_f = v_0 + a t$$
; $0 = 30 \text{ m/s} + a \cdot 6 \text{ s}$; $a = -5 \text{ m/s}^2$

Aplicando la Segunda Ley de Newton, y teniendo en cuenta que la única fuerza que actúa es la de frenado:

$$\Sigma F = m a$$
; $F_{\text{frenado}} = 12500 \text{ kg} \cdot (-5 \text{ m/s}^2)$; $F_{\text{frenado}} \approx -61000 \text{ N} = 61 \text{ kN}$

4 Desde lo alto de una terraza situada a 20 m del suelo unos obreros sujetando una cuerda consiguen que un bulto con 100 kg de escombros, inicialmente en reposo, llegue al nivel de la calle con una velocidad de 9 km/h. Si suponemos el movimiento del bulto uniformemente acelerado, calcula la fuerza ejercida por los obreros. ¿A qué velocidad llegaría el bulto al suelo si los obreros hicieran la mitad de la fuerza anterior?

La velocidad final es:

$$v_0 = 9 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 2,5 \text{ m/s}$$

Sobre el bulto actúan dos fuerzas: su propio peso: $P = m g = 100 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ N}$ y la fuerza que ejercen los obreros.

La aceleración con la que desciende el bulto la hallamos aplicando las fórmulas del movimiento uniformemente acelerado:

$$h = h_0 + v_0 t + 1/2 a t^2 \quad y \quad v_f = v_0 + a t$$

$$20 \text{ m} = 1/2 a t^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ m} = 1/2 \cdot (a t) t \Rightarrow 20 \text{ m} = 1/2 \cdot 2,5 \text{ m/s} \cdot t \\ 2,5 \text{ m/s} = a t \end{array} \right.$$

de donde $t = 16 \text{ s}$ y $a \approx 0,16 \text{ m/s}^2$

Aplicando la Segunda Ley de Newton, y teniendo en cuenta las dos fuerzas que actúan:

$$\Sigma F = m a; \quad P + (-F_{\text{obreros}}) = 980 \text{ N} - F_{\text{obreros}} = 100 \text{ kg} \cdot 0,16 \text{ m/s}^2 = 16 \text{ N}$$

$$F_{\text{obreros}} = 980 \text{ N} - 16 \text{ N} = 964 \text{ N}$$

Para el segundo caso, la fuerza aplicada por los obreros es la mitad, o sea, 482 N.

Aplicando la Segunda Ley de Newton, y teniendo en cuenta las dos fuerzas que actúan:

$$\Sigma F = m a; \quad P + (-F_{\text{obreros}}) = 980 \text{ N} - 482 \text{ N} \approx 500 \text{ N} = 100 \text{ kg} \cdot a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

Aplicando las fórmulas del movimiento uniformemente acelerado:

$$20 \text{ m} = 1/2 \cdot 5 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ m}}{5 \text{ m/s}^2}} = \sqrt{8 \text{ s}^2} \approx 2,8 \text{ s}$$

$$v_f = 5 \text{ m/s}^2 \cdot 2,8 \text{ s} = 14 \text{ m/s} \approx 50 \text{ km/h}$$

5 Calcula el peso aparente (equivale a la tensión de la cuerda del ascensor sin contar el peso de éste) de una chica de 50 kg de masa dentro de un ascensor que:

- Asciende con una aceleración de 2 m/s^2 .
- Desciende con una velocidad de 12 m/s .
- Desciende con una aceleración de 3 m/s^2 .
- Se encuentra parado.

Calculamos el peso de la chica:

$$P = m g = 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 490 \text{ N}$$

Aplicando la Segunda Ley de Newton, y teniendo en cuenta las dos fuerzas que actúan:

$$a) \quad \Sigma F = m a; \quad F_{\text{asc}} + (-P) = F_{\text{asc}} - 490 \text{ N} = 50 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 100 \text{ N de donde } F_{\text{asc}} = 590 \text{ N}$$

$$b) \quad \Sigma F = m a; \quad F_{\text{asc}} + (-P) = F_{\text{asc}} - 490 \text{ N} = 50 \text{ kg} \cdot 0 \text{ m/s}^2 = 0 \text{ N de donde } F_{\text{asc}} = P = 490 \text{ N}$$

$$c) \quad \Sigma F = m a; \quad F_{\text{asc}} + (-P) = F_{\text{asc}} - 490 \text{ N} = 50 \text{ kg} \cdot (-3 \text{ m/s}^2) = -150 \text{ N de donde } F_{\text{asc}} = 340 \text{ N}$$

$$d) \quad \Sigma F = m a; \quad F_{\text{asc}} + (-P) = F_{\text{asc}} - 490 \text{ N} = 50 \text{ kg} \cdot 0 \text{ m/s}^2 = 0 \text{ N de donde } F_{\text{asc}} = P = 490 \text{ N}$$

EVALUACIÓN

1 Tenemos un libro, de 2 kg de masa, situado en una mesa. Lo empujamos con la mano según la horizontal y

<http://www.McGraw-Hill.es>

notamos que se mueve aunque percibimos la existencia de rozamiento entre la mesa y el libro. Dibuja un esquema donde aparezcan todas las fuerzas que actúan sobre el libro. Si éste se mueve con una velocidad uniforme de 3 m/s , al aplicarle una fuerza horizontal de 4 N , ¿cuánto vale la fuerza de rozamiento?

Sobre el libro actúan las siguientes fuerzas: peso (vertical y hacia abajo); resistencia de la mesa (vertical y hacia arriba con el mismo módulo que el peso); fuerza que ejercemos (horizontal y en un sentido) y rozamiento del libro con la mesa (horizontal y en sentido contrario).

Si se mueve con velocidad uniforme es que el módulo del rozamiento y el de la fuerza que aplicamos son iguales por lo que la fuerza de rozamiento vale 4 N .

Nota: Los datos de masa y velocidad del libro se dan para poder discernir si el alumno considera o no que la masa y la velocidad tienen que ver con el rozamiento.

2 Un coche de $1\,000 \text{ kg}$ que se encuentra detenido en un semáforo, y que consideramos no roza con la carretera, se pone en movimiento cuando sobre él actúa una fuerza de $5\,000 \text{ N}$. ¿Cuál es la velocidad que tiene al cabo de 10 segundos ?

Al no haber rozamientos, de $F = m a \Rightarrow 5\,000 \text{ N} = 1\,000 \text{ kg} \cdot a$ obtenemos que el valor de a es 5 m/s^2 .

Aplicando la ecuación del MRUA $v = v_0 + a t$ y al no haber velocidad inicial nos da:

$$v = 5 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ s} = 50 \text{ m/s} = 180 \text{ km/h}$$

3 Tenemos un sistema formado por una caja metálica en la que se encuentran tres bolas de plástico. Rellena en el siguiente cuadro todas las celdas que se encuentran vacías:

Fuerza de la que hablamos	Contacto o acción a distancia	Externa o interna	Agente de la fuerza
Peso de las bolas	Acción a distancia	Externa	Atracción gravitatoria (Tierra-bola)
Rozamiento de las bolas con la caja	Contacto	Interna	Rozamiento entre superficies (bola-caja)
Choques entre bolas	Contacto	Interna	Impenetrabilidad de las bolas (no pueden ocupar el mismo sitio; se empujan)*
Sacamos con la mano una bola de la caja	Contacto	Externa	Nosotros (ejercemos una fuerza cogiendo la bola)
Atraemos la caja acercando un imán	Acción a distancia	Externa	Fuerza magnética (atracción entre imán y caja)

En el apartado de agentes de la fuerza, y con mayor motivo en el marcado por un asterisco, se puede permitir una cierta flexibilidad ya que les puede ser difícil identificar el agente. De todas maneras, puede utilizarse como repaso del concepto de agente.

4 Una motocicleta de 150 kg de masa, que circula a 20 m/s, frena y se detiene después de recorrer 50 m. El rozamiento, ¿ayuda o perjudica a que la moto frene en poco espacio? Si la fuerza de rozamiento con el suelo vale de 100 N, ¿cuál ha sido la fuerza que han ejercido los frenos si al frenar se movía con un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado?

La fuerza de rozamiento siempre contribuye a que un objeto se detenga en menos espacio, ya que se opone al movimiento en todos los casos.

Al detenerse en 50 m, teniendo una velocidad inicial de 20 m/s, podemos aplicar la ecuación del MRUA:

$$2as = v^2 - v_0^2 \Rightarrow 2 \cdot a \cdot 50 \text{ m} = (0 \text{ m/s})^2 - (20 \text{ m/s})^2 \text{ de donde despejamos } a = -4 \text{ m/s}^2$$

Aplicando la Segunda Ley de Newton: $\Sigma F = ma$ nos queda que:

$$F_{\text{frenado}} + F_{\text{roz}} = ma \Rightarrow F_{\text{frenado}} = ma - F_{\text{roz}} \Rightarrow F_{\text{frenado}} = 150 \text{ kg} \cdot (-4 \text{ m/s}^2) - (-100 \text{ N}) = -500 \text{ N}$$

Es importante que los alumnos resuelvan bien el concepto de que la fuerza de frenado se opone a la velocidad, al igual que la de rozamiento. La consideración de positiva o negativa es secundaria porque depende del convenio utilizado.

5 Un ascensor posee, al arrancar, una aceleración de 2,0 m/s². Si una persona de 80 kg de masa sube en él, ¿cuánto vale la fuerza que actúa sobre el suelo del ascensor mientras éste tiene aceleración?

Dato: $g_0 = 9,80 \text{ m/s}^2$

Como la persona sube con una determinada aceleración, aplicamos la Segunda Ley de Newton:

$$\Sigma F = ma; P + F_{\text{suelo ascensor}} = ma \Rightarrow (-mg) + F_{\text{suelo ascensor}} = ma \text{ de donde}$$

$$F_{\text{suelo ascensor}} = ma - (-mg) = m(g + a) = 80 \text{ kg} \cdot (9,8 \text{ m/s}^2 + 2 \text{ m/s}^2) \approx 940 \text{ N}.$$

Es positiva la que actúa sobre la persona (va hacia arriba) y negativa la que la persona ejerce sobre el suelo del ascensor.

Es importante que descubran que la aceleración final y el peso tienen signos contrarios (hacia arriba y hacia abajo).

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 118

1 ¿Qué ventaja tiene para un tanque tener cadenas en las ruedas?

Cuando un vehículo se apoya para avanzar en una carretera, o simplemente está estacionado, carga el peso de todo el vehículo sobre cuatro pequeñas bandas rectangulares que son las superficies de contacto rueda-suelo.

Si montamos el vehículo sobre cadenas, sobre todo en el caso de que sea muy pesado, como un tanque, la superficie de contacto es mayor, por lo que la presión no es tan grande y el suelo no se hunde tanto como se hundiría si fuera sobre ruedas.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 119

1 Calcula la presión que ejerce una pirámide cuadrada de cristal de 3 kg de masa, sobre su cara inferior, que tiene 20 cm de lado.

La presión es:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{m g}{\ell^2} = \frac{3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{(0,2 \text{ m})^2} = 730 \text{ Pa}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 119

1 Calcula la presión que ejerce la pirámide anterior sobre otra cara si su altura también es 20 cm.

Tenemos que calcular el área de la cara. Para ello calculamos la altura de la cara sabiendo que es la hipotenusa de un triángulo rectángulo formado por ella, la altura de la figura y la mitad de un lado inferior de la pirámide.

$$h = \sqrt{(0,2 \text{ m})^2 + (0,1 \text{ m})^2} = 0,24 \text{ m}$$

La presión será:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{m g}{\frac{\ell h}{2}} = \frac{2 \cdot 3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,2 \text{ m} \cdot 0,24 \text{ m}} = 1200 \text{ Pa}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 121

1 Calcula la presión a la que se ve sometido un objeto cilíndrico de 20 cm de altura, cuando se introduce en el

interior de una piscina de 4,00 m de profundidad. ¿Es igual la presión en todos los puntos del cilindro?

No, la presión no es igual en todos los puntos del cilindro porque no todos tienen encima la misma columna de agua.

La cara inferior experimenta una presión:

$$p = h d g = 4 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 39200 \text{ Pa}$$

La cara superior se encuentra a:

$$p = h d g = 3,8 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 37600 \text{ Pa}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 121

1 ¿A qué profundidad debe bajar un objeto en un océano para recibir una presión igual a la que tiene en una piscina de mercurio de 1 m de profundidad? Dato: $d_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$.

La presión en el interior del mercurio es:

$$p = h d g = 1 \text{ m} \cdot 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 1,33 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Por lo tanto, en el interior del agua:

$$h = \frac{p}{d g} = \frac{1,33 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 13,6 \text{ m}$$

Evidentemente es la misma proporción que hay entre sus densidades.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 122

1 Sabiendo que la presión atmosférica vale 101 300 Pa, calcula la presión total que actúa sobre un pulpo que se encuentra a 7 m de profundidad en el mar.

Dato: $d_{\text{agua-mar}} = 1035 \text{ kg/m}^3$.

La presión debida a la profundidad a la que se encuentra es:

$$p = h d g = 7 \text{ m} \cdot 1035 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 71000 \text{ Pa}$$

Hay que añadir la atmosférica

$$p_T = 71000 \text{ Pa} + 101300 \text{ Pa} = 172300 \text{ Pa}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 123

1 Introducimos un tubo con una tapa inferior despegada de él en un recipiente con agua hasta una profundidad de 30 cm. Empezamos a añadir lentamente alcohol en el tubo hasta que vemos que incluso supera el límite del agua exterior sin que la tapa se separe. Cuando la columna de alcohol mide 37 cm, la tapa se despegue y se va al fondo, mezclándose agua y alcohol. ¿Cómo puede ser posible que la columna de alcohol fuera más alta que la de agua? ¿Cuánto vale la densidad del alcohol?

La altura de la columna no es un dato ni importante, ni significativo. La columna tiene que tener la altura necesaria para que la presión hacia abajo, producida por el alcohol, empiece a ser mayor que la presión hacia arriba debida al agua.

La tapa se separará cuando se cumpla que:

$$p_{alc} = h_{alc} d_{alc} g = p_{agua} = h_{agua} d_{agua} g$$

$$\text{de donde } h_{alc} d_{alc} = h_{agua} d_{agua}$$

$$0,37 \text{ m} \cdot d_{alc} = 0,30 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{alc} = \frac{0,30 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3}{0,37 \text{ m}} = 810 \text{ kg/m}^3$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 126

1 Si al presionar el líquido contenido en un vaso comunicante con una presión de 5 000 Pa el nivel del líquido desciende hasta estar 30 cm por debajo del nivel del otro vaso, ¿cuál es el valor de la densidad del líquido?

La presión en cualquier punto al mismo nivel tiene que ser la misma, por lo que la presión que ejercemos tiene que ser igual a la presión del exceso de líquido, por lo que:

$$p = 5000 \text{ Pa} = h d g = 0,3 \text{ m} \cdot d \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{De donde } d = 1700 \text{ kg/m}^3$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 126

1 Si en un lado de un vaso comunicante con otros tres empujamos con un pistón el líquido hacia abajo, ¿qué sucede en el resto de los vasos comunicados? ¿Cómo puede ser que el nivel del líquido sea distinto en los vasos?

Sucedará que el líquido asciende por igual en los otros tres vasos, ya que la presión ejercida se transmite por igual a todos los vasos.

El vaso donde estamos haciendo la presión tiene el nivel de líquido menor que los demás porque tiene una sobrepresión (la ejercida por nosotros) que equivale a la presión ejercida por el exceso de columna de líquido que tienen los demás.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 127

1 Una prensa hidráulica para levantar automóviles tiene una superficie en la bomba de 30 cm² en la que se pueden ejercer fuerzas de hasta 850 N. Si la superficie del otro pistón de la prensa es de 0,4 m², ¿hasta cuánto puede pesar el automóvil que pongamos encima para poder levantarlo?

Aplicando:

$$\begin{aligned} \frac{F_b}{S_b} &= \frac{F_{\text{auto}}}{S_{\text{auto}}} ; F_{\text{auto}} = \frac{F_b S_{\text{auto}}}{S_b} = \\ &= \frac{850 \text{ N} \cdot 0,4 \text{ m}^2}{30 \text{ cm}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{10000 \text{ cm}^2}} = 110000 \text{ N} \end{aligned}$$

Como $F_{\text{auto}} = m_{\text{auto}} g$ despejamos m_{auto} y obtenemos:
 $m_{\text{auto}} = 11500 \text{ kg}$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 128

1 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas en qué consiste y por qué funciona el ludión.

El funcionamiento es muy simple: cuando presionamos las paredes de la botella, al estar ésta cerrada, estamos transmitiendo una presión extra a todo el líquido y todo lo contenido en su interior, cumpliendo el Principio de Pascal.

El aire contenido dentro de la bolsa de tomate disminuye su volumen debido a esta presión por lo que ahora el empuje que el agua ejerce sobre la bolsa es menor, como predice el Principio de Arquímedes, y, como el peso es el mismo, la bolsa desciende.

Al dejar de presionar, el aire interior vuelve a su volumen inicial, el empuje aumenta y la bolsa asciende hasta su posición inicial.

La sal tiene la utilidad de equiparar la densidad global de la bolsa con la del agua que la rodea.

Se puede jugar a mantener la presión de forma que la bolsa se mantenga en el centro del líquido.

Evidentemente es uno de los mejores ejemplos de líquido y sólido de la misma densidad y por tanto de empuje idéntico al peso.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 129

1 Dentro del mismo recipiente, ¿qué empuje será mayor, el que se ejerce sobre un anillo de oro o el que se ejerce sobre un anillo de plata del mismo tamaño? Datos: $d_{\text{oro}} = 19300 \text{ kg/m}^3$ y $d_{\text{plata}} = 10500 \text{ kg/m}^3$.

Éste es un problema trampa con el que pretendemos que los alumnos fijen bien los conceptos.

Evidentemente, el empuje será el mismo puesto que sólo depende del volumen del cuerpo (en este caso igual), de la densidad del líquido (la misma) y del valor de g (idéntico).

Lo que cambia es el porcentaje de peso que se ve reducido por efecto del empuje que es mayor en el caso de la plata que ve reducido su peso en un 10 % mientras que el anillo de oro sólo experimenta un 5 % de reducción.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 129

1 Calcula cuál será el peso aparente de un cuerpo de densidad igual a $3\,200\text{ kg/m}^3$ que en el aire pesa 35 N .

Calculamos el volumen del cuerpo.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{P/g}{V} ; \text{ de donde } V = \frac{P}{d \cdot g} = \frac{35\text{ N}}{3\,200\text{ kg/m}^3 \cdot 9,8\text{ m/s}^2} = 1,1 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$$

El empuje será:

$$E = d \cdot V \cdot g = 1\,000\text{ kg/m}^3 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3 \cdot 9,8\text{ m/s}^2 = 11\text{ N}$$

Por lo que el peso aparente será:

$$P_{ap} = P - E = 35\text{ N} - 11\text{ N} = 24\text{ N}$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 130

1 Una balsa de madera se hunde cuando la introducimos en un recipiente con alcohol pero flota cuando la introducimos en un recipiente con agua. ¿Qué conclusión podemos sacar de ello?

Dejamos a la libertad del profesor el aportarles los datos de densidad de agua y alcohol (800 kg/m^3) que preferimos no dar para no darles pistas de la solución.

La respuesta es que la densidad de la madera ha de estar entre 800 y $1\,000\text{ kg/m}^3$.

2 ¿Existe algún cuerpo que pueda permanecer encima de un líquido sin que nada del cuerpo esté sumergido?

No. Es absolutamente imposible ya que para que se mantenga flotando sobre el líquido tiene que haber un empuje que compense el peso del cuerpo y para que haya empuje tiene que haber una parte del cuerpo sumergida.

Hasta el corcho blanco (poliestireno expandido) tiene una parte sumergida como pueden comprobar en casa. La densidad del poliestireno expandido es de las menores de los sólidos conocidos llegando a ser incluso inferior a 10 kg/m^3 .

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 131

1 Tenemos, en una isla de la que queremos salir, herramientas, cuerda y grandes troncos de madera de densidad $1\,200\text{ kg/m}^3$. No hay ningún objeto que flote. ¿Podríamos hacer algo para poder salir de la isla?

<http://www.McGraw-Hill.es>

Evidentemente la solución es libre pero pretendemos que los alumnos lleguen a la conclusión de que ahuecando el interior de los troncos conseguimos que el peso sea menor mientras que el empuje seguirá siendo el mismo (supuesto el mismo nivel de hundimiento).

Es una forma de introducirles el concepto de que barcos hechos de metal pesado flotan, puesto que tienen grandes zonas llenas de aire que van por debajo del nivel del mar por lo que, sin apenas peso, experimentan un gran empuje.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 131

1 Si llenamos un vaso de agua hasta el borde y le añadimos unos hielos, evidentemente parte del volumen de agua desbordará y caerá por los bordes.

Si en ese momento secamos la parte exterior del vaso, ¿volverá a desbordarse el agua, se mantendrá en el máximo nivel o descenderá de ese máximo?

Se mantendrá en el mismo nivel sin desbordarse ni bajar. Aunque les parezca que esto no tiene que ver con el Principio de Arquímedes, la verdad es que es una demostración más de dicho principio.

El hielo mantiene una parte por encima del nivel del agua y por lo tanto por encima del nivel del vaso. Pero, por Arquímedes, sabemos que en ese momento el empuje es igual al peso del volumen de agua desalojada, que es igual al peso del hielo. Por lo tanto, el hielo al deshacerse ocupará el volumen que tenía el hielo sumergido, por lo que no aumentará ni disminuirá el nivel de agua en el vaso.

En el siguiente enlace puede ver tres animaciones con las posibles respuestas, para que elijan una:

http://webphysics.davidson.edu/physletprob/ch8_probs/ch8_11_fluids/default.html

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 132

1 Cuatro prismas de la misma forma y tamaño, pero de distintos materiales, se introducen en un recipiente con agua de forma que el prisma C se va al fondo, el prisma A se queda entre dos aguas (totalmente hundido pero sin tocar el fondo), el B flota casi hundido y el D flota claramente. ¿Qué conclusión podemos sacar de ello? ¿Y si el prisma C fuera el doble de grande que el A, éste el doble que el B y éste el doble que el D?

La conclusión es que las densidades de los cuerpos tienen el siguiente orden creciente:

$$d_D = d_B = d_A = d_C$$

En el segundo supuesto no cambiaría nada, puesto que la flotabilidad sólo depende de las densidades del agua y de los cuerpos, y nunca de su forma ni tamaño.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 132

1 Un prisma de 20 cm de altura flota cuando se introduce en el agua, dejando sumergidos 18 cm de su altura. Si se introduce en alcohol, ¿flotará o se hundirá? Si en otro líquido desconocido, de apariencia metálica, flota dejando fuera del líquido 18,7 cm, ¿qué podemos decir de ese líquido? ¿De qué líquido se trata (consulta en Internet o en enciclopedias actualizadas)?

Como flota se cumple que:

$$E = V_h d_{\text{agua}} g = P = V d_p g = S h_{\text{agua}} d_{\text{agua}} g = S h d_p g$$

por lo que $h_{\text{agua}} d_{\text{agua}} = h d_p$

$$d_p = \frac{h_{\text{agua}} d_{\text{agua}}}{h} = \frac{0,18 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3}{0,20 \text{ m}} = 900 \text{ kg/m}^3$$

Aplicando el mismo razonamiento tenemos que:

$$d_{\ell} = \frac{h d_p}{h_{\ell}} = \frac{0,2 \text{ m} \cdot 900 \text{ kg/m}^3}{0,013 \text{ m}} = 13800 \text{ kg/m}^3$$

El único líquido con apariencia metálica y esa densidad es el mercurio, por lo que éste será el líquido.

No es necesario que contesten a esto, pero sí que calculen la densidad.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 136

1 Suponiendo que la densidad del aire fuera constante e igual a $1,29 \text{ kg/m}^3$, calcula qué altura tiene la atmósfera.

Como la presión atmosférica es 101 300 Pa, aplicando la ecuación de la presión hidrostática:

$$p = h d g; 101\,300 \text{ Pa} = h \cdot 1,29 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

de donde $h = 8000 \text{ m}$

Hay que explicar a los alumnos que este valor no es, ni con mucho, cierto. La densidad del aire varía con la altitud, haciéndose menor a medida que ascendemos.

Por otro lado, en altura la temperatura desciende mucho y ya que la densidad de cualquier gas aumenta rápidamente con menores temperaturas, también este dato experimenta una gran variación.

El valor de g para alturas de unos cuantos kilómetros no varía apreciablemente.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 137

1 Hemos construido un barómetro con un líquido de densidad 3000 kg/m^3 y descubrimos que la columna de líquido alcanza una altura de 3 m. ¿A qué presión nos encontramos? Contesta en Pa, en atmósferas y en mm de Hg. Si el barómetro lo hubiésemos hecho de mercurio, ¿qué altura alcanzaría la columna de mercurio en él?

La presión valdrá:

$$p = h d g = 3 \text{ m} \cdot 3000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 =$$

$$= 88\,000 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101\,300 \text{ Pa}} = 0,87 \text{ atm}$$

$$= 88\,000 \text{ Pa} \cdot \frac{760 \text{ mm Hg}}{101\,300 \text{ Pa}} = 660 \text{ mm Hg}$$

La altura que alcanza es 66 cm (660 mm Hg).

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 138

1 Con un barómetro que tenga una raya cada 5 mm de Hg, ¿qué diferencia de altura se puede detectar? Dato: $d_{\text{aire}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$.

Utilizando la ecuación $p = h d g$ y despejando la altura nos queda:

$$h = \frac{p}{d g} = \frac{5 \text{ mm Hg} \cdot \frac{101\,300 \text{ Pa}}{760 \text{ mm Hg}}}{1,29 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 53 \text{ m}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 138

1 Con un barómetro medimos la presión en la base de una montaña, obteniendo el valor 103 000 Pa. Ascendemos la montaña, de 850 m de altura, y observamos que en la cumbre la presión es de 690 mm de Hg. ¿Cuál es la densidad del aire?

Aplicamos $\Delta p = \Delta h d g$ y despejamos d :

$$d = \frac{\Delta p}{\Delta h g} = \frac{103\,000 \text{ Pa} - 690 \text{ mm Hg} \cdot \frac{101\,300 \text{ Pa}}{760 \text{ mm Hg}}}{850 \text{ m} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 1,32 \text{ kg/m}^3$$

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Datos comunes a todos los problemas: $g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$ y $1 \text{ atm} = 101\,300 \text{ Pa}$.

1 Un acróbata de 80 kg de masa se encuentra realizando un ejercicio en el que está apoyado en el suelo sólo con la palma de la mano. Si la presión que ejerce sobre el suelo es de 58 000 Pa, ¿cuánto vale la superficie de su mano? Compara dicha presión con la presión atmosférica.

Partiendo de la definición de presión:

$$p = \frac{F}{S} ; S = \frac{F}{p} = \frac{mg}{p} = \frac{80 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{58\,000 \text{ Pa}} \approx 1,35 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 = 135 \text{ cm}^2$$

La presión que ejerce sobre el suelo es equivalente a:

$$58\,000 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101\,300 \text{ Pa}} \approx 0,57 \text{ atm}$$

poco más de la mitad de la atmosférica.

2 Un batiscafo está preparado para aguantar una presión de $8 \cdot 10^7 \text{ Pa}$. Sabiendo que la densidad del agua marina es $1\,035 \text{ kg/m}^3$, ¿hasta qué profundidad puede descender? ¿Y si descendiera en un mar de mercurio?

Aplicando la fórmula de la presión en el interior de un fluido:

$$p = dhg ; h = \frac{p}{dg} = \frac{8 \cdot 10^7 \text{ Pa}}{1\,035 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \approx 7\,900 \text{ m}$$

En el caso del mercurio:

$$p = dhg ; h = \frac{p}{dg} = \frac{8 \cdot 10^7 \text{ Pa}}{13\,600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \approx 600 \text{ m}$$

También se podría haber descontado la presión atmosférica, ya que en el interior del mar también nos afecta la presión atmosférica, pero el resultado apenas varía (10 m en el caso del agua y 76 cm en el caso del mercurio).

3 En un taller de automóviles hay una prensa hidráulica con un émbolo de 100 cm^2 de superficie y recorrido (distancia en vertical que baja el émbolo en cada impulsión) 50 cm. Sobre el émbolo grande, de 10 m^2 de superficie, situamos un vehículo de 1 500 kg. ¿Qué fuerza debe ejercer el operario para levantar el vehículo? ¿Cuántas veces debe impulsar el émbolo para elevarlo 1 m?

Aplicando la ecuación fundamental de las prensas hidráulicas:

<http://www.McGraw-Hill.es>

$$p = p' = \frac{f}{s} = \frac{F}{S} ; f = \frac{Fs}{S} = \frac{mgs}{S} = \frac{1500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 100 \text{ cm}^2 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^2}{10 \text{ m}^2} = 14,7 \text{ N}$$

Para elevar 1 m una superficie de 10 m^2 el volumen que se ocupa es $1 \text{ m} \cdot 10 \text{ m}^2 = 10 \text{ m}^3$

El mismo volumen, sobre un émbolo de 100 cm^2 , equivale a una altura de:

$$h = \frac{V}{S} = \frac{10 \text{ m}^3}{100 \text{ cm}^2 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^2} = 100 \text{ m}$$

que se consiguen después de:

$$1\,000 \text{ m} \cdot \frac{1 \text{ impulsión}}{0,50 \text{ m}} = 2\,000 \text{ impulsiones}$$

4 Un cubo (hexaedro) de plástico, de 30 cm de lado, se encuentra flotando en una piscina, siendo su densidad 600 kg/m^3 . Calcula la altura del cubo que sobresale del agua. ¿Cuál es la masa de un perro que, situado sobre el plástico, lo hunde hasta que sólo sobresalen 2 cm?

Utilizando la igualdad entre empuje y peso que se produce en un cuerpo que flota:

$$E = P ; V' d_{\text{agua}} g = V d_{\text{plástico}} g \Rightarrow Sh' d_{\text{agua}} g = Sh d_{\text{plástico}} g \Rightarrow h' d_{\text{agua}} = h d_{\text{plástico}} \\ h' = \frac{h d_{\text{plástico}}}{d_{\text{agua}}} = \frac{30 \text{ cm} \cdot 600 \text{ kg/m}^3}{1\,000 \text{ kg/m}^3} = 18 \text{ cm}$$

Los 18 cm corresponden a la parte hundida, que está dentro del agua, por lo que sobresalen $30 \text{ cm} - 18 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$

El peso del perro tiene que ser compensado por los 10 cm extras de cubo que se hunden en el agua por lo que:

$$E = P = m_{\text{agua}} g_0 = d_{\text{agua}} V g_0 = 1\,000 \text{ kg/m}^3 (0,2 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,06) 10 \text{ m/s}^2 = 12 \text{ N}$$

5 Situamos un barómetro en el exterior de una avioneta que marca, en el momento del despegue, una presión de 740 mm de Hg. Nos elevamos y en un momento determinado observamos que el barómetro marca 680 mm de Hg. ¿A qué altura nos encontramos sobre la pista de aterrizaje? Datos: densidad del aire: $1,30 \text{ kg/m}^3$. Puedes suponer que la variación en la presión sólo se debe a la diferente altura.

Aplicando la fórmula de la presión en el interior de un fluido:

$$\Delta p = d \Delta h g ; \Delta h = \frac{\Delta p}{d g} = \frac{(740 \text{ mm Hg} - 680 \text{ mm Hg}) \cdot \frac{101\,300 \text{ Pa}}{760 \text{ mm Hg}}}{1,30 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \approx 630 \text{ m}$$

6 ¿Qué sucederá en el interior de un vaso invertido en el que hemos introducido una cerilla encendida que flotaba sobre un plato con agua (la cerilla puede mantenerse flotando si la clavamos sobre un trozo de cáscara de naranja)? El vaso tiene su borde por debajo del nivel del agua.

El nivel del agua dentro del vaso sube elevándose aproximadamente la quinta parte de la altura del vaso. La razón es que el oxígeno del interior del vaso se consume produciéndose CO_2 que ocupa el mismo volumen. Pero el CO_2 es soluble en agua, por lo que se disuelve en ésta y deja un vacío en su interior que hace que la presión externa sea mayor y, para compensar cumpliendo los principios de igualdad de presión hidrostática, el agua se eleva.

EVALUACIÓN

1 Un ladrillo macizo de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 6 cm de alto, tiene una masa de 4 kg. Calcula la presión que ejerce sobre una mesa cuando se coloca sobre su cara:

a) Más pequeña.

b) Más grande.

Datos: $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$.

El valor de la presión viene dado por el cociente entre la fuerza que se ejerce y la superficie sobre la que se ejerce:

$$p = \frac{F}{S}$$

En nuestro caso la fuerza la produce el peso del ladrillo que es igual a $P = m g$; $P = 4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 40 \text{ N}$.

La superficie más grande del ladrillo es $S_g = 0,2 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,02 \text{ m}^2$, mientras que la menor viene dada por $S_p = 0,1 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m} = 0,006 \text{ m}^2$. Por lo tanto:

$$a) \quad p_g = \frac{40}{0,02 \text{ m}^2} = 2\,000 \text{ Pa}$$

$$b) \quad p_p = \frac{40 \text{ N}}{0,006 \text{ m}^2} \approx 6,7 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Se comprueba que es mayor la presión sobre la cara más pequeña.

2 Calcula la densidad del ladrillo del problema anterior. ¿Cuánto vale el empuje que sobre él ejerce el agua cuando se sumerge totalmente en un cubo de agua? Datos: $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ y densidad del agua = $1\,000 \text{ kg/m}^3$.

La densidad viene dada por el cociente entre la masa y el volumen.

$$d = \frac{4 \text{ kg}}{0,2 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m}} \approx 3,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

El empuje ocasionado por un líquido es igual al peso del líquido desalojado (Principio de Arquímedes). En nuestro caso:

$$E = P = m_{\text{agua}} g_0 = d_{\text{agua}} V g_0 = 1\,000 \text{ kg/m}^3 (0,2 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,06) 10 \text{ m/s}^2 = 12 \text{ N}$$

3 Situamos un automóvil de 1 200 kg de masa en el lado mayor de una prensa hidráulica de 10 m^2 de superficie. ¿Qué fuerza debe ejercer el operario sobre el extremo menor, de superficie 100 cm^2 , para poder levantar el automóvil? Datos: $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$.

La prensa hidráulica se rige por el Principio de Pascal, por el cual:

$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_1 = \frac{F_2 S_1}{S_2} = \frac{m g_0 S_1}{S_2} = \frac{1200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 100 \text{ mm}^2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{cm}^2}{10 \text{ m}^2} = 12 \text{ N}$$

4 En una montaña de tu localidad la presión atmosférica en su cumbre es de 0,98 atm. ¿Cuál es la presión en unidades del SI? Si la presión en la base de la montaña es de 1,10 atm, ¿cuál es la altura de la montaña? Datos: $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ y densidad del aire = $1,30 \text{ kg/m}^3$.

Calculamos la presión en unidades del SI.

$$p_{\text{arriba}} = 0,98 \text{ atm} \cdot \frac{101\,300 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} \approx 99\,000 \text{ Pa}$$

Por otro lado, la diferencia de presión entre la cima y la base es debida al peso de la columna de aire, por lo que:

$$\Delta p_{\text{cima-base}} = (1,10 \text{ atm} - 0,98 \text{ atm}) \cdot \frac{101\,300 \text{ Pa}}{1 \text{ atm}} \approx 12\,000 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = d h g_0 \Leftrightarrow h = \frac{\Delta p}{d g_0}$$

$$h = \frac{12\,000 \text{ Pa}}{1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} \approx 920 \text{ m}$$

■ 5 Un recipiente para el agua tiene forma de tronco de cono invertido. El diámetro en la parte superior es de 50 cm y en la parte inferior de 10 cm. La altura de la vasija es de 30 cm. Calcula la presión en el fondo del recipiente, si no tenemos en cuenta el efecto de la presión atmosférica. Datos: $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ y densidad del agua = $1\,000 \text{ kg/m}^3$.



La forma del recipiente no influye en el valor de la presión en el fondo del recipiente, que sólo depende de la altura de la columna de agua.

$$p = d h g_0 = 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 3\,000 \text{ Pa} \approx 0,03 \text{ atm}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 152

1 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas logros relacionados con la Astronomía que tuvieran lugar antes del periodo de los antiguos griegos.

Respuesta libre, que se debe utilizar para atraer a los alumnos hacia este campo de la Ciencia.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 155

1 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas distintas teorías que expliquen el comienzo y el fin del Universo, y críticas a estas teorías. Haz un pequeño trabajo con lo que hayas encontrado.

Respuesta libre, donde hay que fomentar el estudio crítico de las teorías intentando aportar pruebas que validen o nieguen las hipótesis.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 158

1 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas información sobre planetas extrapolares.

Respuesta libre. Al menos deben haber encontrado que en 1992 se encontraron tres alrededor de un púlsar, aunque fue en 1995 cuando se encontró el planeta 51 Pegasi b, el primero alrededor de una estrella habitual.

También son importantes el Gliese 876 d (el primero de tipo terrestre) y el Gliese 581 c (el más parecido a la Tierra).

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 160

1 Calcula la fuerza de atracción gravitatoria entre el Sol y Mercurio sabiendo que la masa del Sol es de $2,0 \cdot 10^{30}$ kg, la de Mercurio $3,3 \cdot 10^{23}$ kg y la distancia media entre ambos de $5,8 \cdot 10^{10}$ m.

Aplicando la Ley de Gravitación Universal:

$$F = G \frac{Mm}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \cdot 3,3 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{(5,8 \cdot 10^{10} \text{ m})^2} = 1,3 \cdot 10^{22} \text{ N}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 161

1 Calcula la distancia al centro de la Tierra a la que se tiene que encontrar un objeto en la línea Tierra-Luna para que las fuerzas con la que le atraen la Luna y la Tierra sean iguales.

Datos: distancia Tierra-Luna = 384 000 km; masa de la Tierra: $6,0 \cdot 10^{24}$ kg y masa de la Luna = $7,1 \cdot 10^{22}$ kg.

$$F = G \frac{M_T m}{d^2} = G \frac{M_L m}{(d_{TL} - d)^2};$$

$$\frac{M_T}{d^2} = \frac{M_L}{(d_{TL} - d)^2}; \quad \frac{d_{TL} - d}{d} = \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}$$

$$\frac{384 \cdot 10^3 \text{ m} - d}{d} = \sqrt{\frac{7,1 \cdot 10^{22} \text{ kg}}{6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}}} = 0,11$$

$$384 \cdot 10^3 \text{ m} = 1,11 d; d = \frac{384 \cdot 10^3 \text{ m}}{1,11} = 3,5 \cdot 10^8 \text{ m}$$

A 350 000 km, aproximadamente.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 162

1 Calcula el peso de un individuo de masa 70 kg en la superficie de la Tierra. Compáralo con el peso del individuo calculado como mg . ¿Qué conclusiones sacas de ello?

Datos: radio de la Tierra = 6 370 km y masa de la Tierra: $6,0 \cdot 10^{24}$ kg.

$$F = G \frac{M m}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 70 \text{ kg}}{(6,37 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 688 \text{ N}$$

$$P = mg = 70 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 686 \text{ N}$$

Evidentemente, nos estamos refiriendo a la misma fuerza calculada de dos formas distintas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Dato común a todos los problemas: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

1 Calcula la distancia, expresada en km, a la que se encuentra de la Tierra:

- a) La Luna, que está a 1,25 segundos-luz.
 b) El Sol, que está a 8,5 minutos-luz.
 c) Júpiter, cuando está a 40 minutos-luz.
 d) Plutón, cuando está a 6 horas-luz.
 e) La estrella Betelgeuse, que está a 300 años-luz de la Tierra (es una de las más grandes, su diámetro es la tercera parte de la distancia Tierra-Sol).
 Dato: velocidad de la luz $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Las distancias en tiempo-luz se calculan teniendo en cuenta que la luz se mueve con un movimiento uniforme por lo que $d = c \cdot t$

- a) $d_{\text{Luna}} = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 1,25 \text{ s} = 3,75 \cdot 10^8 \text{ m} = 375 \text{ 000 km}$
 b) $d_{\text{Sol}} = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 8,5 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m} = 150 \text{ 000 000 km}$
 c) $d_{\text{Júpiter}} = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 40 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 7,2 \cdot 10^{11} \text{ m} = 720 \text{ 000 000 km}$
 d) $d_{\text{Plutón}} = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 6 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \approx 6,5 \cdot 10^{12} \text{ m} = 6 \text{ 500 000 000 km}$
 e) $d_{\text{Betelgeuse}} = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 300 \text{ años} \cdot \frac{365,25 \text{ días}}{1 \text{ año}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \approx 2,8 \cdot 10^{18} \text{ m} = 2 \text{ 800 000 000 000 000 km}$

2 Calcula la fuerza de atracción gravitatoria entre la Tierra y Marte, sabiendo que sus masas son $6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ y $6,6 \cdot 10^{23} \text{ kg}$, y que sus centros están separados, por término medio, $225 \cdot 10^6 \text{ km}$.

Aplicando la Ley de Gravitación Universal de Newton:

$$F = G \frac{M_T M_M}{d_{T-M}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 6,6 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{(2,25 \cdot 10^{11} \text{ m})^2} \approx 5,2 \cdot 10^{15} \text{ N}$$

3 Conociendo el radio de su órbita ($2,9 \cdot 10^{12} \text{ m}$) y el tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol (84 años), podemos calcular la fuerza de atracción entre Urano y el Sol que es igual a $1,4 \cdot 10^{21} \text{ N}$. Sabiendo que la masa del Sol es $2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, calcula la masa de Urano.

Aplicando la Ley de Gravitación Universal de Newton:

$$F = G \frac{M_U M_S}{d_{U-S}^2} \Rightarrow M_U = \frac{F d_{U-S}^2}{G M_S} =$$

<http://www.McGraw-Hill.es>

$$= \frac{1,4 \cdot 10^{21} \text{ N} \cdot (2,9 \cdot 10^{12} \text{ m})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}} \approx 8,8 \cdot 10^{25} \text{ kg}$$

4 Calcula la altura sobre la superficie terrestre a la cual un objeto de masa 1 kg pesa la décima parte que en la superficie. ¿Y un objeto de masa 10 000 kg? Dato: $R_T = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$.

Aplicando la Ley de Gravitación Universal de Newton:

$$F' = G \frac{M_T m}{(R_T + h)^2} = \frac{1}{10} \cdot P = \frac{1}{10} \cdot G \frac{M_T m}{R_T^2} \Rightarrow$$

$$10 \cdot R_T^2 = (R_T + h)^2 \Rightarrow R_T \cdot \sqrt{10} = R_T + h$$

$$h = R_T \cdot (\sqrt{10} - 1) \approx 6,38 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot (3,16 - 1) \approx 1,38 \cdot 10^7 \text{ m}$$

Aproximadamente, 2,16 veces el radio de la Tierra. La altura será siempre la misma puesto que no depende de la masa del objeto.

5 Haz un trabajo de 3 folios como máximo, consultando enciclopedias o Internet, sobre uno de estos temas:

- a) Estrellas de neutrones.
 b) Agujeros negros.
 c) Constelaciones.
 d) Galaxias.

Respuesta libre. Se puede aprovechar para leer o recordar a la clase entera los aspectos más sobresalientes (por didácticos o entretenidos) que se hayan aportado en los trabajos.

EVALUACIÓN

1 Define los siguientes conceptos, explicando someramente en qué consiste:

- a) Galaxia.
 b) Big-Bang.
 c) Agujero negro.
 d) Planeta.

- a) Galaxia: agrupación de miles de millones de estrellas girando en torno a un eje común. Pueden ser elípticas, espirales e irregulares, principalmente.
 b) Teoría del Big-Bang: modelo que intenta explicar la formación del Universo a partir de la energía contenida en un punto que fue dispersándose por el Universo a medida que éste se expansionaba, dando lugar a las partículas componentes de la materia.
 c) Agujero negro: estado final de una estrella de masa al menos tres veces la del Sol. Su fuerza de atracción es tan enorme que ni siquiera la luz puede escapar de él.

- d) Planeta: objeto celeste que gira en torno a una estrella, formado por el material que no ha sido aglomerado por ésta, y que a menudo tiene otros objetos menores, llamados satélites, girando a su vez en torno a él.

2 Explica, brevemente, las diferencias fundamentales entre la teoría heliocéntrica y la teoría geocéntrica, añadiendo cuál es la más acertada y quiénes son las personas que las han defendido a lo largo de la Historia.

Teoría geocéntrica: modelo planetario que suponía que la Tierra era el centro del Universo, alrededor de la cual giraban los demás planetas y el Sol. Su principal defensor fue Ptolomeo, aunque este modelo era muy anterior a él (ya lo expuso Aristóteles). Fue defendido por la Iglesia Católica incluso acusando de herejía a Galileo que mejoró la teoría.

Teoría heliocéntrica: modelo planetario (enunciado por Copérnico) que supone que el Sol es el centro de nuestro sistema, alrededor del cual giran los demás planetas, incluida la Tierra. Es la teoría considerada como correcta en la actualidad.

3 Calcula la fuerza de atracción que experimentan entre sí dos petroleros, de 3 000 000 kg cada uno, que se encuentran en un puerto a 50 m de distancia. Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

La fuerza de atracción entre dos cuerpos viene dada por la Ley de Gravitación Universal de Newton. En nuestro caso:

$$F = G \frac{M m}{d^2}$$

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot \frac{(3 \cdot 10^6 \text{ kg})^2}{(50 \text{ m})^2} = 0,24 \text{ N}$$

4 ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en la superficie de Venus? Ten en cuenta que la masa de Venus es 0,82 veces la masa de la Tierra y su radio 0,95 veces el de la Tierra. Dato: $g_0 = 9,80 \text{ m s}^{-2}$.

Se puede resolver de muchas maneras, aunque es un problema bastante difícil para ellos. La más normal será despejar G del valor de la g_0 de la Tierra y sustituir en la expresión de g de Venus. De todas maneras, y para que aprendan relaciones de magnitudes, conviene resolverse de la siguiente forma:

$$g = G \frac{M_V}{R_V^2} = G \frac{0,82 \cdot M_T}{(0,95 \cdot R_T)^2} = G \frac{0,82}{0,95^2} \frac{M_T}{R_T^2} = 0,91 g_0 = 0,91 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 8,9 \text{ m/s}^2$$

5 Calcula la distancia a la que se encuentra, en unidades del Sistema Internacional, la Estrella Polar, que está a unos 300 años-luz de la Tierra. Dato: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

La distancia viene dada por el producto de la velocidad a la que se mueve la luz por el tiempo que emplea en recorrer el camino entre la estrella y nosotros por lo que:

$$e = v t = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \cdot 300 \text{ años} \cdot 365,25 \text{ días/año} \cdot 24 \text{ horas/día} \cdot 3600 \text{ s/hora} = 2,84 \cdot 10^{18} \text{ m}$$

No pasa nada porque consideren que un año son 365 días. Daría lo mismo.

**ACTIVIDAD DE REFUERZO
PÁG. 172**

1 ¿Qué tipos de energía conoces? ¿Con qué magnitud están relacionadas? Recuerda lo que aprendiste en el curso anterior. ¿Cuáles son las fórmulas de esos tipos de energía?

Al menos deben conocer la energía cinética (relacionada con la velocidad), $E_c = 1/2 m v^2$ y la energía potencial (relacionada con la posición —vale que contesten altura—) $E_p = m g h$

**ACTIVIDAD DE REFUERZO
PÁG. 174**

1 De entre las siguientes situaciones contesta en cuáles se realiza trabajo y por qué:

- Una presa llena de agua.
 - Un péndulo oscilando.
 - Un helicóptero mantiene a una persona colgando 10 m por encima del suelo.
 - Sacamos el agua de un pozo dando vueltas a la manivela.
 - Estoy colgado de una barra horizontal antes de hacer flexiones.
- En la presa hay mucha energía potencial almacenada, ya que el agua pesa (sí hay fuerza), pero mientras no se suelte agua o se rompa la presa no hay desplazamiento, por lo que no hay trabajo.
 - En el péndulo hay fuerza (el peso) y desplazamiento, por lo que sí hay trabajo. Además es un trabajo periódico, porque el péndulo, por efecto de la velocidad que lleva, vuelve a subir, y vuelve a iniciarse el proceso.
 - El helicóptero gastará mucho combustible, pero aunque haga fuerza a través del cable que sujeta a la persona, ésta no se desplaza. No hay trabajo.
 - Aunque parezca que en la manivela no hay desplazamiento (lo hay pero pequeño), sí lo hay en la cuerda, y hay una fuerza que eleva el agua. Sí hay trabajo.
 - Hay peso pero no desplazamiento. Hasta que no empecemos con las flexiones, no hay trabajo.

**ACTIVIDAD DE REFUERZO
PÁG. 175**

1 Calcula el trabajo que realiza una fuerza de 60 N cuando el objeto se desplaza 10 m en la dirección y sentido de la fuerza. ¿Y si la fuerza es en el sentido opuesto al desplazamiento? ¿Y si es perpendicular al desplazamiento?

$$W = F d = 60 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 600 \text{ J}$$

$$W = F d = -60 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = -600 \text{ J}$$

No se produce trabajo, ya que no hay fuerza en el sentido y dirección del desplazamiento.

**ACTIVIDAD DE
AMPLIACIÓN PÁG. 176**

1 Calcula el trabajo que realiza una locomotora de 15 000 kg de masa, cuando, al impactar sobre un vagón, reduce su velocidad de 15 m/s a 5 m/s a lo largo de diez metros de vía (calcula la fuerza que ejerce).

Con este problema pretendemos que vean que éste es un problema complejo que, cuando aprendan a resolverlo por conservación de energía será mucho más fácil. Calculamos la aceleración aplicando la fórmula:

$$2 a s = v^2 - v_0^2$$

$$a = \frac{5^2 - 15^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 10 \text{ m}} = 10 \text{ m/s}^2$$

La fuerza será:

$$F = m a = 15\,000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 150\,000 \text{ N}$$

El trabajo será:

$$W = F d = -150\,000 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = -1,5 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Debemos aprovechar para hacerles ver que hubiera dado igual cuál fuera la distancia que el resultado sería el mismo (por conservación de la energía nos daría también el mismo resultado) y que la fuerza es negativa, porque es la reacción del vagón al ser impulsado por la máquina, por lo que va en sentido contrario al movimiento.

**ACTIVIDAD DE REFUERZO
PÁG. 177**

1 Comenta al menos el nombre de diez herramientas que conozcas y la forma en que actúan.

Respuesta libre. Martillo, destornillador, alicates, tenazas, mandíbula, abrelatas, remo, palanqueta, balanza, tijeras, cortauñas, palanca, polea, plano inclinado, abrebotes triangular, brazo, bate de béisbol, cascanueces, puerta, trampa para ratones, arado, guadaña, fregona, escoba, cuchillo, pala, carretilla, arco, ballesta, honda, caña de pescar, stick de hockey, balancín, prensa hidráulica, manillar, volante, manija, picaporte, grúa (cigüeño), palanca de salto de trampolín, tornillo, calzador, maneta de freno, pedal, tirachinas, catapulta, grapadora, quitagrapas, llave de tuercas, llave inglesa, pinzas, cuchara, cepillo de dientes, mondadientes, sierra, freno de bicicleta, etcétera.

Es importante que destaquemos a los alumnos las herramientas «no habituales» (las que nadie *a priori* consideraría herramientas) para que descubran que casi cada minuto del día estamos utilizando herramientas, aunque no las llamemos así.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 178

1 Encuentra las palancas de primer género que se muestran en la página anterior.

El martillo (cuando sacamos un clavo), destornillador (cuando abrimos botes con él), alicates, tenazas, abrelatas, remo (apoyado en la barca), palanqueta, balanza, tijeras, polea, balancín, grúa (cigüeño), calzador, catapulta (algún tipo), cuchara, mondadientes, freno de bicicleta, etcétera.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 178

1 Apretamos unas tenazas, haciendo una fuerza de 100 N a una distancia de 20 cm del fulcro. ¿Qué fuerza estaremos haciendo sobre la cabeza del clavo que se encuentra a 3 cm del fulcro?

$$100 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = F \cdot 0,03 \text{ m}$$
$$F = 670 \text{ N}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 179

1 Encuentra las palancas de segundo y tercer género que se muestran dos páginas antes de ésta.

De segundo género: remo (cuando apoyamos en el agua y movemos el remo hacia adelante), cascanueces, puerta (con resistencia en el centro), carretilla, manija, picaporte, palanca de salto de trampolín, maneta de freno, pedal, grapadora, llave de tuercas, llave inglesa, etcétera.

De tercer género: mandíbula, cortauñas, brazo, bate de béisbol, puerta (con resistencia en el extremo), trampa para ratones, arado, guadaña, fregona, escoba, pala, honda, caña de pescar, palo de hockey, catapulta (con punto de apoyo en el extremo), quitagrapas, pinzas, cuchara, etcétera.

ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN PÁG. 179

1 Calcula la resistencia de una cáscara de nuez que se rompe cuando ejercemos una fuerza de 60 N si la distancia desde el fulcro a la nuez es de 4 cm mientras que la nuez está a 10 cm de la mano.

$$60 \text{ N} \cdot (0,1 + 0,04) \text{ m} = F \cdot 0,04 \text{ m}$$
$$F = 210 \text{ N}$$

2 Calcula a qué distancia del hueso se engancha el tendón del brazo, si el brazo mide desde el codo al centro

de la mano 40 cm y somos capaces de levantar con esa mano 30 kg de masa. El músculo puede contraerse con una fuerza de 3 000 N.

$$30 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 0,4 \text{ m} = 3 000 \text{ N} \cdot x$$
$$x = 0,039 \text{ m} = 3,9 \text{ cm}$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 180

1 Una bombilla marca que su potencia es 150 W. Calcula su potencia en CV y en kW h.

$$150 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{735,5 \text{ W}} = 0,20 \text{ CV}$$

No se puede calcular la potencia en kW h al ser una unidad de energía. Pero sí podemos calcular la energía desprendida, en kW h, por segundo.

$$150 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ J/s}}{1 \text{ W}} \cdot \frac{1 \text{ kW h}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}} = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ kW h/s}$$

2 Si la bombilla anterior está funcionando durante media hora, y suponiendo que toda la energía que emite se transforma en calor, calcula qué calor desprende, en J y kW h.

$$W = P t = 150 \text{ W} \cdot 1 800 \text{ s} = 2,7 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$2,7 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ kW h}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}} = 0,075 \text{ kW h}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 181

1 Indica si los siguientes objetos tienen algún tipo de energía mecánica y de qué tipo es:

- Un muelle lanzado desde lo alto de un edificio y comprimido.
- Un coche arrugado por un choque, detenido en la carretera.
- El mismo coche, que se ha quedado en lo alto de un árbol, y con las ruedas dando vueltas.
- Un muelle dejado libre en lo alto de una estantería por la que va girando.
- El agua retenida en una presa.
- El café que gira por efecto de la cucharilla en un vaso.
- Un balón que golpea en la escuadra de una portería.

- Tiene energía cinética, potencial gravitatoria y potencial elástica.

- b) No tiene ninguna.
- c) Tiene energía cinética (en las ruedas que giran) y potencial gravitatoria (puede caer del árbol).
- d) Tiene potencial gravitatoria (está en alto) y cinética (ya que gira) pero no tiene elástica mientras no se comprima o estire.
- e) Tiene energía potencial gravitatoria.
- f) Tiene energía potencial (si se rompiera la taza se caería) y cinética (el café gira).
- g) Tiene energía potencial gravitatoria (está en alto) y tiene energía cinética (salvo en el momento en que está más comprimido contra el poste) y potencial elástica (mientras esté ligeramente deformado contra el poste por el choque).

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 182

1 Un coche de 1 200 kg de masa choca a 20 m/s con una farola, quedándose detenido contra ésta. ¿Cuánto trabajo ha realizado el coche?

Sin necesidad de saber en qué se ha convertido, toda la energía cinética se ha transformado en otro tipo, por lo que el trabajo será:

$$W = \Delta E_c = 1/2 m \cdot (v_f^2 - v_o^2) = 1/2 \cdot 1\,200 \text{ kg} \cdot (0^2 - 20^2 \text{ m}^2/\text{s}^2) = -2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

2 Si la farola del problema anterior se encontrara enganchada a un bloque de cemento que es capaz de ejercer una fuerza constante de 100 000 N en oposición al movimiento, ¿cuánto se habrá desplazado la farola?

$$W = F d \text{ de donde } d = \frac{2,4 \cdot 10^5 \text{ J}}{100\,000 \text{ N}} = 2,4 \text{ m}$$

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 183

1 Calcula el trabajo que ha realizado un saco de cemento de masa 25 kg cuando cae desde lo alto de una obra desde los 42 m hasta una repisa que se encuentra a 8 m de altura.

$$W = m g (h_f - h_o) = 25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (42 - 8) \text{ m} = 8,3 \cdot 10^3 \text{ J}$$

2 Un objeto de 10 kg cae desde 5 m de altura sobre un balancín que golpea y lanza hacia arriba un objeto sobre el que actúa una fuerza de 20 N. ¿Cuánta distancia es capaz de recorrer? Tal como está planteado el problema, ¿qué tipo de fuerza es la de 20 N y hacia dónde se desplaza el objeto?

<http://www.McGraw-Hill.es>

$$W = m g h = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 490 \text{ J}$$

$$W = F d \text{ luego } d = W/F = 490 \text{ J}/20 \text{ N}$$

$$d = 24,5 \text{ m}$$

Los 20 N son el peso del cuerpo puesto que la energía que le hemos comunicado mediante un trabajo hace que se mueva hacia arriba y, si actúa una fuerza constante de 20 N hacia abajo debe ser el peso.

Los 24,5 m son de altura, por el enunciado del problema.

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 184

1 Calcula cuánto se alargará un muelle de constante recuperadora $k = 300 \text{ N/m}$ cuando se le suministran 1 300 J de energía en forma de trabajo.

$$W = 1/2 k x^2 \text{ de donde}$$

$$x = \sqrt{\frac{2 W}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1300 \text{ J}}{300 \text{ N/m}}} = 1,7 \text{ m}$$

2 Si una vez estirado, se comprime medio metro antes de soltar otra vez al objeto, ¿qué trabajo habrá realizado sobre él?

$$W = 1/2 k (x_f^2 - x_o^2) = 1/2 \cdot 300 \text{ N/m} \cdot (1,2^2 - 1,7^2) \text{ m}^2 = -2,2 \cdot 10^2 \text{ J}$$

El trabajo es negativo para el muelle que lo hace, pero es positivo para el cuerpo que lo recibe.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 185

1 Un objeto de 15 kg cae desde 15 m de altura sobre una red elástica de constante recuperadora $k = 40\,000 \text{ N/m}$. Calcula a qué velocidad toca la red y cuánto se hunde en ella el objeto. No consideres que pierde energía potencial al hundirse.

$$E_p = E_c; 15 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m} = 1/2 \cdot 15 \text{ kg} \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m}}{1/2}} = 17 \text{ m/s}$$

$$E_p = E_e; 15 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m} = 1/2 \cdot 40\,000 \text{ N/m} \cdot x^2$$

$$x = \sqrt{\frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m} \cdot 15 \text{ kg}}{1/2 \cdot 400\,000 \text{ N/m}}} = 0,33 \text{ m}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 186

1 Un objeto de 300 g cae sin rozamiento por una rampa circular desde 5 m de altura y, cuando llega a la parte baja horizontal, entra en una superficie rugosa donde pierde 3 J por rozamiento, empujándose contra un muelle de constante recuperadora 20 N/m. Calcula a qué velocidad llega a la parte inferior, qué velocidad lleva cuando impacta con el muelle y cuánto se comprime éste.

$$E_p = E_c; 0,3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 1/2 \cdot 0,3 \text{ kg} \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m}}{1/2}} = 9,9 \text{ m/s}$$

$$E_p = E_e = E_c' + 3 \text{ J}; 0,3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} - 3 \text{ J} = 1/2 \cdot 0,3 \text{ kg} \cdot v'^2$$

$$v' = \sqrt{\frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ kg} - 3 \text{ J}}{1/2 \cdot 0,3 \text{ kg}}} = 8,8 \text{ m/s}$$

$$0,3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} - 3 \text{ J} = 1/2 \cdot 20 \text{ N/m} \cdot x^2$$

$$x = \sqrt{\frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ kg} - 3 \text{ J}}{1/2 \cdot 20 \text{ N/m}}} = 1,08 \text{ m}$$

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1 Dejamos caer un cubo de acero de 40 kg de masa por el hueco interior de un pozo industrial. ¿Cuál ha sido la variación de su energía potencial cuando ha descendido 15 m? ¿Qué velocidad lleva en ese momento? Si llega al nivel del agua con una velocidad de 40 m/s, ¿cuál es la profundidad del pozo?

Aplicamos la ecuación de la variación de energía potencial:

$$\Delta E_p = m g \Delta h = 40 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (15 \text{ m}) \approx 5900 \text{ J}$$

Como la energía potencial perdida se emplea en aumentar la energía cinética:

$$\Delta E_p = m g \Delta h = -\Delta E_c = 1/2 m v^2$$

$$v = \sqrt{-2 g \Delta h} = \sqrt{-2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (-15 \text{ m})} \approx 17 \text{ m/s}$$

Aplicando el mismo principio de conservación de la energía:

$$\Delta E_p = m g \Delta h = -\Delta E_c = 1/2 m v^2 \Rightarrow \Delta h = \frac{-v^2}{2g} =$$

$$= \frac{(-40 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \approx -82 \text{ m}$$

2 ¿Qué fuerza hay que ejercer en una palanca de primer género, si la fuerza resistente es 70 N y su brazo 15 cm? El brazo de la fuerza que ejercemos es 45 cm. ¿Y si fuera de segundo género? ¿Y de tercero?

Aplicamos la ecuación de la palanca:

$$F_m d_m = F_R d_R \text{ de donde } F_m \cdot 0,45 \text{ m} = 70 \text{ N} \cdot 0,15 \text{ m por lo que } F_m \approx 23 \text{ N}$$

Si la palanca fuera de segundo género daría lo mismo pero la fuerza motriz sería en el sentido contrario de la fuerza resistente.

No puede existir una palanca de tercer género con esas características ya que, al estar la fuerza motriz entre la fuerza resistente y el fulcro, su distancia debe ser menor que la distancia resistente.

3 Calcula la potencia que desarrolla una avioneta de 4800 kg de masa, que acelera desde 0 hasta 100 km/h en 20 s. Con esa potencia, y suponiendo que pudiera utilizarse para subir en vertical con velocidad constante, ¿qué altura podría subir la avioneta en esos 20 s?

Calculamos la velocidad en m/s:

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \approx 28 \text{ m/s}$$

Aplicamos la ecuación de la potencia:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E_c}{t} = \frac{1/2 m v^2}{t} = \frac{1/2 \cdot 4800 \text{ kg} \cdot (28 \text{ m/s})^2}{20 \text{ s}} \approx 94 \text{ kW}$$

La potencia se invierte en incrementar la energía potencial según:

$$P = \frac{\Delta E_p}{t} \Rightarrow P t = m g \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{P t}{m g} = \frac{94000 \text{ W} \cdot 20 \text{ s}}{4800 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \approx 40 \text{ m}$$

4 Lanzamos un objeto, de forma que se desplaza por el suelo con una energía cinética de 270 J. Si la fuerza de rozamiento entre el cuerpo y el suelo vale 45 N, ¿cuántos metros recorre antes de pararse?

Aplicamos la ecuación de conservación de la energía, transformándose en trabajo de rozamiento:

$$E_{c0} + W_{roz} = 0 = E_{c0} + F_{roz} d \Rightarrow d = -\frac{E_{c0}}{F_{roz}} = -\frac{270 \text{ J}}{-45 \text{ N}} = 6 \text{ m}$$

5 ¿Qué potencia teórica (en kW) puede llegar a generar una central hidroeléctrica donde se deja caer el agua desde 35 m de altura por una tubería que permite el paso de 30 m³ de agua cada minuto? ¿Y en CV? ¿Con esa potencia, qué número de automóviles, de 1 200 kg de masa, podrían hacerse acelerar desde el reposo a 120 km/h en 1 minuto?

Calculamos la masa que cae en 1 minuto por la tubería:

$$30 \text{ m}^3 \text{ de agua} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 30\,000 \text{ kg de agua}$$

Aplicamos la ecuación de la potencia:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E_p}{t} = \frac{m g h}{t} = \frac{30\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 35 \text{ m}}{60 \text{ s}} \approx 170 \text{ kW}$$

Pasamos los kW a CV

$$170\,000 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{735 \text{ W}} \approx 231 \text{ CV}$$

La velocidad a la que va el coche al cabo de 1 minuto es:

$$120 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \approx 33 \text{ m/s}$$

La potencia necesaria para acelerar un automóvil con las condiciones pedidas es:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E_c}{t} = \frac{1/2 m v^2}{t} \approx \frac{1/2 \cdot 1\,200 \text{ kg} \cdot (33 \text{ m/s})^2}{60 \text{ s}} \approx 11 \text{ kW}$$

por lo que, con la potencia que tenemos nos sirve para acelerar:

$$170 \text{ kW} \cdot \frac{1 \text{ automóvil}}{11 \text{ kW}} \approx 15 \text{ automóviles}$$

EVALUACIÓN

Dato para todos los problemas: $g_0 = 9,80 \text{ m/s}^2$.

1 Un repartidor de bebidas coge una caja de botellas, de 40 kg de masa, del suelo de su camión y:

- La arrastra 1 m, sobre unas ruedas y sin rozamiento.
- La levanta 1 m hacia arriba.
- La saca 3 m fuera del camión manteniéndola a la misma altura;
- La arrastra 10 m, empujándola con el pie, por el suelo de la calle que sí presenta rozamiento (10 N) con la caja.

De todas estas situaciones describe, si transcurren a velocidad constante de 1 m/s, cuáles realizan trabajo y cuáles no y cuánto vale ese trabajo.

En el apartado a) no se realiza trabajo porque, para mover una caja sobre ruedas con velocidad uniforme la fuerza que hacemos es igual a la de rozamiento que es cero.

$$W = F d \Rightarrow W = 0 \cdot 1 \text{ m} = 0$$

En el apartado b) se realiza trabajo porque, para levantar una caja con velocidad uniforme la fuerza que hacemos es igual al peso de la caja.

$$W = F d \Rightarrow W = 40 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} \approx 390 \text{ N}$$

En el apartado c) no se realiza trabajo porque, para sacar una caja manteniendo la misma altura la fuerza que hacemos es vertical (para compensar el peso) pero el desplazamiento es horizontal.

$$W = F d \cos \alpha \Rightarrow W = 40 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m} \cdot \cos 90^\circ = 0$$

En el apartado d) se realiza trabajo porque, para mover una caja a velocidad uniforme, la fuerza que hacemos es igual a la de rozamiento que es 10 N.

$$W = F d \Rightarrow W = 10 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ J}$$

2 Contesta cuáles de los siguientes aparatos son palancas y cuáles no y di de qué género son. Calcula también el peso de un cuerpo que va en una carretilla, si el obrero que la lleva hace una fuerza de 400 N. La distancia del cuerpo a la rueda de la carretilla son 60 cm y la del punto donde el obrero coge la carretilla a la rueda es 1,10 m.

Objeto	Palanca o no	Género de la palanca
Prensa hidráulica	No es una palanca	
Balancín de un parque	Palanca	1.º género
Plano inclinado	No es una palanca	
Cascanueces	Palanca	2.º género
Manilla de freno de una bici	Palanca	2.º género
Pinzas	Palanca	3.º género

En una palanca se cumple: $F_{\text{obrero}} r_{\text{obrero}} = F_{\text{cuerpo}} r_{\text{cuerpo}} \Rightarrow$ por lo que:

$$400 \text{ N} \cdot 1,10 \text{ m} = P_{\text{cuerpo}} \cdot 0,60 \text{ m} \Rightarrow P_{\text{cuerpo}} = 730 \text{ N}$$

3 Aplicando el Principio de conservación de la energía mecánica calcula desde qué altura se ha lanzado un objeto (hacia arriba con una velocidad inicial de 10 m/s) si

llega al suelo con una velocidad de 30 m/s, suponiendo que no hay rozamiento con el aire.

Se cumple el Principio de conservación de la energía:

$$m g h + 1/2 m v_0^2 = 1/2 m v^2$$

Eliminando la masa de la ecuación obtenemos:

$$9,8 \text{ m/s}^2 \cdot h = 1/2 \cdot (30 \text{ m/s})^2 - 1/2 \cdot (10 \text{ m/s})^2 \Rightarrow h \approx 41 \text{ m}$$

4 **Calcula la potencia que ha de tener una bomba de agua para levantar 1 000 L de agua por minuto hasta una altura de 45 m. Dato: 1 L de agua tiene una masa de 1 kg.**

Dado que $P t = W = \Delta E$ y ya que el trabajo que se produce se invierte en incrementar la energía mecánica, que es sólo energía potencial, nos queda:

$$P t = m g h \Rightarrow P \cdot 60 \text{ s} = 1\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 45 \text{ m}$$

de donde $P = 7\,350 \text{ W}$

5 **Sobre un muelle de constante $k = 1\,000 \text{ N/m}$ dejamos caer un cuerpo de 5,2 kg desde 2,5 m de altura. ¿Cuánto se comprime el muelle? Una vez que se comprime, se vuelve a expandir lanzando el objeto hacia arriba. ¿Con qué velocidad sale despedido? No hay rozamientos ni pérdidas de energía en todo el proceso.**

En el primer paso, toda la energía potencial gravitatoria se transforma en energía potencial elástica:

$$m g h = 1/2 k x^2 \Rightarrow 5,2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 1/2 \cdot 1\,000 \text{ N/m} \cdot x^2$$

despejando x nos queda: $x \approx 0,5 \text{ m}$

En el segundo paso, toda la energía potencial elástica se transforma en energía cinética:

$$1/2 k x^2 = 1/2 m v^2 \Rightarrow 1/2 \cdot 1\,000 \text{ N/m} \cdot (0,5 \text{ m})^2 = 1/2 \cdot 5,2 \text{ kg} \cdot v^2$$

despejando v nos queda: $v \approx 6,9 \text{ m/s}$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 196

■1 Si tenemos un cuerpo que se encuentra en el espacio exterior, a $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿podrá transmitir calor al espacio alrededor suyo que se encuentra a $-256\text{ }^{\circ}\text{C}$?

No puede hacerlo, puesto que el proceso será al revés: el espacio le transmitirá calor a él, pero en pequeña cantidad porque tendrá muy poca energía térmica.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 196

■1 Si los alumnos están interesados, se les puede pedir que busquen en Internet algún artículo que hable sobre el calórico, para que descubran una teoría errónea sobre la transmisión de calor, que estuvo vigente hasta el siglo XIX.

Respuesta libre.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 198

■1 Busca en Internet información sobre otras escalas de temperatura que han existido o existen y comenta a qué temperatura equivale el punto de fusión del hielo y el punto de ebullición del agua.

Respuesta libre.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 199

■1 Convierte en unidades de las otras dos escalas, las siguientes temperaturas:

- a) 100 K
- b) 100 $^{\circ}\text{C}$
- c) 100 $^{\circ}\text{F}$
- d) $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- e) -100 K
- f) $-100\text{ }^{\circ}\text{F}$

- a) $100\text{ K} = -273\text{ }^{\circ}\text{C} = -459\text{ }^{\circ}\text{F}$
- b) $100\text{ }^{\circ}\text{C} = 373\text{ K} = 212\text{ }^{\circ}\text{F}$
- c) $100\text{ }^{\circ}\text{F} = 38\text{ }^{\circ}\text{C} = 311\text{ K}$
- d) $-100\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K} = -148\text{ }^{\circ}\text{F}$
- e) No se puede. No hay temperaturas negativas en kelvin.
- f) $-100\text{ }^{\circ}\text{F} = -73\text{ }^{\circ}\text{C} = 200\text{ K}$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 200

■1 Convierte en julios y en calorías las siguientes cantidades de energía (si desconoces la unidad busca su equivalencia en Internet o en una enciclopedia).

- a) 100 Mcal
- b) 100 GJ
- c) 100 eV
- d) 100 kW h

- a) $100\text{ Mcal} = 10^8\text{ cal} = 4,18 \cdot 10^8\text{ J}$
- b) $100\text{ GJ} = 10^{11}\text{ J} = 2,4 \cdot 10^{10}\text{ cal}$
- c) $100\text{ eV} = 6,25 \cdot 10^{-18}\text{ J} = 1,5 \cdot 10^{-18}\text{ cal}$
- d) $100\text{ kW h} = 3,6 \cdot 10^8\text{ J} = 8,64 \cdot 10^7\text{ cal}$

ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN PÁG. 202

■1 Calcula la temperatura final que alcanza el agua contenida en un recipiente (200 g) a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ cuando sobre ella se añade un anillo de oro de 5 g que se encuentra a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Utiliza los datos de la tabla de calores específicos.

$$Q_{\text{abs}} = m_2 c_2 (T_f - T_2) = Q_{\text{ced}} = m_1 c_1 (T_1 - T_f)$$

$$0,2\text{ kg} \cdot 4180\text{ J/kg K} \cdot (T_f - 20\text{ }^{\circ}\text{C}) =$$

$$= 0,005\text{ kg} \cdot 130\text{ J/kg K} \cdot (150\text{ }^{\circ}\text{C} - T_f)$$

Despejando:

$$836 T_f - 16720 = 97,5 - 0,65 T_f$$

$$T_f = 16817,5/836,65 = 20,1\text{ }^{\circ}\text{C}$$

■2 ¿En cuánta cantidad de agua a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hay que sumergir una barra de 5,0 kg de hierro a $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ para que se pueda coger con la mano sin que dé sensación de calor ($37\text{ }^{\circ}\text{C}$)?

$$Q_{\text{abs}} = m_2 c_2 (T_f - T_2) = Q_{\text{ced}} = m_1 c_1 (T_1 - T_f)$$

$$x \cdot 4180\text{ J/kg K} \cdot (37\text{ }^{\circ}\text{C} - 10\text{ }^{\circ}\text{C}) = 5\text{ kg} \cdot 440\text{ J/kg K} \cdot (1000\text{ }^{\circ}\text{C} - 37\text{ }^{\circ}\text{C})$$

Despejando:

$$112860 x = 2118600$$

$$x = 2118600/112860 = 18,8\text{ kg}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 203

■1 Busca, en enciclopedias o en Internet, las sustancias que tengan los valores de calor latente de fusión y ebullición más extremos (mayor y menor) y compáralos con los que han encontrado tus compañeros.

Comparamos los que han ido trayendo los alumnos, comprobamos posteriormente si son válidos (por ejemplo en Internet) y podría ser interesante premiar a los alumnos que hayan encontrado los valores más extremos con un «punto positivo».

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 204

1 Compara la cantidad de calor que absorbe 1 kg de agua al:

- Aumentar un grado su temperatura.
- Fundirse a 0 °C.
- Ebullir a 100 °C.
- Irse fundiendo desde los 10 °C hasta los 20 °C.
- Compara los resultados.

- $Q = m c_e (T_f - T_o) = 4\,180\text{ J}$
- $Q = m c_L = 334\,000\text{ J}$
- $Q = m c_L = 2\,250\,000\text{ J}$
- El agua no se va fundiendo a lo largo de un intervalo, sino que lo hace a una temperatura concreta; en este caso, 0 °C.
- Se necesita el mismo calor para convertir en vapor 1 kg de agua a 100 °C que para fundir 6,7 kg de hielo a 0 °C o que para elevar la temperatura de ¡80 kg de agua 80 °C!

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 204

1 Una persona haciendo deporte suda y elimina el sudor evaporando un total de 100 g de agua. Si todo el calor utilizado en la evaporación procede de la persona, y ésta se encuentra a 37 °C, ¿cuántas calorías ha eliminado por este método?

El calor se utiliza en calentar el agua hasta 100 °C y posteriormente en evaporarla con lo que:

$$Q = m c_e (T_f - T_o) + m c_L = 0,1\text{ kg} \cdot 4\,180\text{ J/kg K} \cdot (100 - 37)^\circ\text{C} + 0,1\text{ kg} \cdot 22,5 \cdot 10^5\text{ J/kg} = 26\,334 + 225\,000 = 2,5 \cdot 10^5\text{ J} = 60\text{ kcal}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 207

1 Si una máquina térmica obtiene 3 000 kcal del foco caliente y consigue transformar en trabajo 3 MJ, ¿cuánto calor ha desprendido hacia el exterior (cuerpo frío)? ¿Con qué rendimiento ha actuado?

Como la energía ni se crea ni se destruye, el calor que obtiene del cuerpo caliente se emplea en parte en producir trabajo y en parte se desprende hacia el exterior por lo que:

$$Q_{abs} = W + Q_{des} \text{ por tanto:}$$

$$Q_{des} = 3\,000\text{ kcal} - 3\,000\,000\text{ J} \cdot \frac{1\text{ cal}}{4,18\text{ J}} \cdot \frac{1\text{ kcal}}{1\,000\text{ cal}} = 2\,280\text{ kcal}$$

$$\eta = \frac{Q_{abs} - Q_{des}}{Q_{abs}} = \frac{720\text{ kcal}}{3\,000\text{ kcal}} = 0,24 = 24\%$$

ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN PÁG. 208

1 Busca en Internet o en una enciclopedia actualizada datos sobre el consumo y producción de energía en el mundo y sobre el porcentaje de utilización de las distintas fuentes de energía. Haz un trabajo de recopilación para entender si hay o no problema energético.

Respuesta libre.

2 En un mapamundi, colorea las zonas donde hay recursos energéticos importantes (gas, petróleo, etcétera).

Respuesta libre.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Datos comunes a todos los ejercicios: c_e agua = 4 180 J/kg K; c_e hielo = 2 050 J/kg K; calor latente de fusión del agua = 334 kJ/kg.

1 Nos dicen que la temperatura en la superficie de un planeta expresada en grados Fahrenheit es la mitad de la temperatura en grados centígrados. ¿Es eso posible? ¿A qué temperatura? ¿Sería posible lo mismo en grados Fahrenheit y en Kelvin? ¿A qué temperatura? ¿Sería posible lo mismo en grados centígrados y en Kelvin? ¿A qué temperatura?

Como la fórmula que relaciona la temperatura en la escala Fahrenheit con la escala centígrada es:

$$\frac{T(^{\circ}\text{C})}{100} = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{180} \text{ se tiene que cumplir que:}$$

$$\frac{x}{2} = \frac{x/2 - 32}{180}$$

de donde $180 \cdot x = 50 \cdot x - 3\,200$ y $x = -25$. Sí es posible: la temperatura es aproximadamente -25 °C que equivalen a -13 °F.

La fórmula que relaciona la temperatura en la escala Fahrenheit con la escala Kelvin es:

$$\frac{T(K)-273}{100} = \frac{T(^{\circ}\text{F})-32}{180} \quad \text{se tiene que cumplir que}$$

$$\frac{x-273}{100} = \frac{x/2-32}{180}$$

de donde $180 \cdot x - 49140 = 50 \cdot x - 3200$ y $x = 353$. Sí es posible: la temperatura es aproximadamente 353 K que equivalen a 176 °F.

La fórmula que relaciona la temperatura en la escala centígrada con la escala Kelvin es:

$T(K) - 273 = T(^{\circ}\text{C})$ se tiene que cumplir que: $x - 273 = x/2$ de donde $x/2 - 273 = 0$ y $x = 546$.

Sí es posible: la temperatura es aproximadamente 546 K que equivalen a 273 °C.

2 ¿Cuántos gramos de agua podemos calentar desde 20 °C a 30 °C con la misma cantidad de energía que hemos suministrado a 1 kg de cobre al que hemos elevado 50 °C su temperatura? Dato: c_e cobre = 385 J/kg K.

Igualemos la energía absorbida en forma de calor por el cobre y por el agua:

$$Q_{\text{cobre}} = m_{\text{Cu}} c_{e_{\text{Cu}}} \Delta T = Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} c_{e_{\text{agua}}} (T_2 - T_1)$$

$$m_{\text{agua}} = \frac{m_{\text{Cu}} c_{e_{\text{Cu}}} \Delta T}{c_{e_{\text{agua}}} (T_2 - T_1)} = \frac{1000 \text{ g} \cdot 385 \text{ J/kg K} \cdot 50 \text{ }^{\circ}\text{C}}{4180 \text{ J/kg K} \cdot (30 \text{ }^{\circ}\text{C} - 20 \text{ }^{\circ}\text{C})} \approx 460 \text{ g}$$

3 Una bala de 20 g impacta a 450 m/s en un cilindro que contiene 1 L de agua. Si toda la energía de la bala pasa al agua, ¿a qué temperatura se encontrará el agua al final, si estaba a 20,0 °C? Dato: considera despreciable el aumento de temperatura del metal de la bala.

Igualemos la energía cinética con la absorbida en forma de calor por el agua:

$$\Delta E_c = 1/2 m_{\text{bala}} v^2 = Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} c_{e_{\text{agua}}} (T_2 - T_1)$$

$$T_f = \frac{1/2 m_{\text{bala}} v^2}{m_{\text{agua}} c_{e_{\text{agua}}}} + T_0$$

$$T_f = \frac{1/2 \cdot 20 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot (450 \text{ m/s})^2}{1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/K kg}} + 20,0 \text{ }^{\circ}\text{C} \approx 20,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

4 ¿Cuánto calor hay que suministrar a 100 g de hielo a -15 °C para convertirlos en 100 g de agua a 60 °C?

Hay que calcular el calor necesario para llevar el hielo hasta 0 °C, el calor necesario para fundirlo y el calor necesario para llevarlo a 60 °C y sumarlos, por lo que:

<http://www.McGraw-Hill.es>

$$Q_1 = m_{\text{hielo}} c_{e_{\text{hielo}}} (0 \text{ }^{\circ}\text{C} - T_0) = 0,06 \text{ kg} \cdot 2050 \text{ J/kg K} \cdot [0 \text{ }^{\circ}\text{C} - (-20 \text{ }^{\circ}\text{C})] \approx 2500 \text{ J}$$

$$Q_2 = m_{\text{agua}} c_L = 0,06 \text{ kg} \cdot 334000 \text{ J/kg K} \approx 20000 \text{ J}$$

$$Q_3 = m_{\text{agua}} c_{e_{\text{agua}}} (T_f - 0 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 0,06 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg K} \cdot (60 \text{ }^{\circ}\text{C} - 0 \text{ }^{\circ}\text{C}) \approx 15000 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \approx 2500 \text{ J} + 20000 \text{ J} + 15000 \text{ J} = 37500 \text{ J}$$

5 ¿Qué potencia calorífica tiene una llama que es capaz, en una hora, de calentar y llevar desde -18 °C un 1 kg de hielo hasta los 20 °C?

El calor que ha de captar el hielo es igual a:

$$Q_1 = m_{\text{hielo}} c_{e_{\text{hielo}}} (0 \text{ }^{\circ}\text{C} - T_0) = 1 \text{ kg} \cdot 2050 \text{ J/kg K} \cdot [0 \text{ }^{\circ}\text{C} - (-18 \text{ }^{\circ}\text{C})] \approx 37000 \text{ J}$$

$$Q_2 = m_{\text{agua}} c_L = 1 \text{ kg} \cdot 334000 \text{ J/kg K} = 334000 \text{ J}$$

$$Q_3 = m_{\text{agua}} c_{e_{\text{agua}}} (T_f - 0 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg K} \cdot (20 \text{ }^{\circ}\text{C} - 0 \text{ }^{\circ}\text{C}) \approx 84000 \text{ J}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 37000 \text{ J} + 334000 \text{ J} + 84000 \text{ J} = 455000 \text{ J}$$

Por lo que la potencia será:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{455000 \text{ J}}{1 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}} \approx 126 \text{ W}$$

EVALUACIÓN

1 Calcula la temperatura, expresada en grados Kelvin y en grados Fahrenheit, a la que está ardiendo un libro, si en la escala Celsius sucede a 233 °C.

Utilizando las ecuaciones de conversión:

$$T(^{\circ}\text{F}) = \frac{180 \cdot T(^{\circ}\text{C})}{100} + 32 = \frac{180 \cdot 233 \text{ }^{\circ}\text{C}}{100} + 32 \text{ }^{\circ}\text{F} \approx 451 \text{ }^{\circ}\text{F};$$

$$T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273 = 506 \text{ K}$$

2 La energía potencial que tiene un objeto de plomo de 0,2 kg es de 200 J. Si lo dejamos caer, toda su energía cinética se emplea en subir la temperatura del plomo. ¿Cuánto calor, expresado en calorías, recibe el objeto?

¿Cuánto se incrementa su temperatura? Datos: $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$; $c_e \text{ plomo} = 130 \text{ J/}^\circ\text{C kg}$.

$$Q = 200 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 \text{ J}} \approx 48 \text{ cal}$$

$$Q = m c_e \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{m c_e} = \frac{200 \text{ J}}{0,2 \text{ kg} \cdot 130 \text{ J/}^\circ\text{C kg}} \approx 7,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

3 Si introducimos en 200 g de agua a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ una pieza de aluminio de 50 g que se encuentra a $98 \text{ }^\circ\text{C}$, observamos que la temperatura final del conjunto es de $24 \text{ }^\circ\text{C}$. ¿Cuál es el calor específico del aluminio? Dato: $c_e \text{ agua} = 4180 \text{ J/}^\circ\text{C kg}$.

$$m c_e (T_f - T_0) = -m' c'_e (T_f - T'_0) \Rightarrow$$

$$c'_e = \frac{m c_e (T_f - T_0)}{-m' (T_f - T'_0)} = \frac{0,2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/}^\circ\text{C kg} (24 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C})}{-0,05 \text{ kg} (24 \text{ }^\circ\text{C} - 98 \text{ }^\circ\text{C})} \approx$$

$$\approx 900 \text{ J/}^\circ\text{C kg}$$

4 Cuando decimos que la energía térmica es la forma más degradada de la energía, ¿qué es lo que pretendemos indicar? A lo largo de la Unidad habrás podido comprobar que el calor específico del agua es mayor que el del

plomo. ¿Qué diferencias se producen al calentar la misma masa de agua y plomo con la misma cantidad de calor?

Que es más difícil convertir energía térmica en otro tipo de energía que al revés. El rendimiento en esa conversión es siempre muy bajo, por lo que la cantidad de energía térmica del Universo va aumentando, mientras que las demás van disminuyendo.

Al ser mayor el calor específico del agua, la temperatura de ésta asciende más lentamente que en el caso del plomo.

5 Una máquina térmica aprovecha el vapor producido en la combustión de carbón (se producen 50 kcal) para conseguir el movimiento de un cuerpo, que parte del reposo. Si el cuerpo tiene de masa 1 000 kg y la velocidad a la que se mueve al final es de 12 m/s, ¿cuál es el rendimiento de la máquina?

El rendimiento es igual a la proporción entre la energía cinética que se gana y la cantidad de energía térmica que aporta la máquina:

$$\eta = \frac{1/2 m v^2}{Q} = \frac{1/2 \cdot 1\,000 \text{ kg} (12 \text{ m/s})^2}{50 \text{ kcal} \cdot \frac{1\,000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{4,18 \text{ J}}{1 \text{ cal}}} \approx 0,34 = 34 \%$$

**ACTIVIDADES DE REFUERZO
PÁG. 221**

1 Calcula la frecuencia de un movimiento ondulatorio con un periodo de 4 s.

Como la frecuencia y el periodo son inversos:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \text{ s/ciclo}} = 0,25 \text{ ciclos/s} = 0,25 \text{ Hz}$$

2 Calcula la longitud de onda de un movimiento ondulatorio que avanza a razón de 1,5 km cada segundo si la frecuencia es de 20 Hz.

Como la relación entre estas magnitudes es $\lambda f = v$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500 \text{ m/s}}{20 \text{ ciclos/s}} = 75 \text{ m/ciclo}$$

**ACTIVIDAD DE
AMPLIACIÓN PÁG. 221**

1 Al hacer una foto de una onda, podemos contar que en un metro hay 350 longitudes de onda completas mientras que con un detector de vibraciones hemos logrado contar hasta 1 000 000 de vibraciones en una hora. ¿A qué velocidad se desplaza la onda?

Si en un metro caben 350 longitudes de onda,
 $1 \text{ m} = 350 \lambda \Rightarrow \lambda = 1 \text{ m}/350 = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

Si se producen un millón de vibraciones en una hora,

$$f = \frac{1\,000\,000 \text{ ciclos}}{1 \text{ h} \cdot \frac{3\,600 \text{ s}}{1 \text{ h}}} = 278 \text{ Hz}$$

Como $v = \lambda f = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 278 \text{ Hz} = 0,8 \text{ m/s}$

**ACTIVIDAD DE REFUERZO
PÁG. 222**

1 ¿Por qué los indios de Norteamérica ponían el oído en el suelo para oír si llegaban los caballos del Séptimo de Caballería? ¿Qué ventajas tiene ese método? ¿Era correcto entonces pegar el oído a las vías del tren?

El sonido se transmite mejor por el suelo o por el hierro de la vía, ya que el medio portante es mejor para esa transmisión.

El sonido que se oye llega más rápido, más nítido y con mayor energía, por lo que alcanza mayores distancias.

Las vías del tren resultan un medio óptimo para trasladar el sonido, porque canalizan las ondas a lo largo de grandes distancias.

**ACTIVIDAD DE
AMPLIACIÓN PÁG. 222**

1 Queremos saber a qué distancia se encuentra una estación de tren. Sabemos que en el mismo instante que empieza a moverse suena la bocina. Ponemos el oído en la vía de hierro y en cuanto percibimos el movimiento del tren nos incorporamos y, al cabo de 20 s, oímos el silbato.

¿A qué distancia se encuentra la estación? Obtén los datos que necesites de la Tabla 8.1 del libro del alumno.

Como ambos sonidos salen al mismo tiempo y uno se mueve a 5 050 m/s (a través de la vía) y otro a 330 m/s (a través del aire), con movimiento uniforme se cumple que:

$$s = v t = 5\,050 \text{ m/s} \cdot t \text{ y } s = 330 \text{ m/s} \cdot (t + 20 \text{ s})$$

Por lo que:

$$\begin{aligned} t &= s/5\,050 \text{ y } s = 330 \cdot (s/5\,050 + 20) \\ 5\,050 s &= 330 s + 33\,300\,000 \\ 4\,720 s &= 33\,300\,000 \text{ m ; } s = 7 \text{ km} \end{aligned}$$

**ACTIVIDAD DE REFUERZO
PÁG. 223**

1 Una persona grita en un desfiladero y oye el eco que llega 1,2 s después de haber oído el sonido original. ¿A qué distancia se encuentra de la pared rocosa?

Como el sonido va a una velocidad de 330 m/s, en 1,2 s recorre:

$$s = v t = 330 \text{ m/s} \cdot 1,2 \text{ s} = 396 \text{ m}$$

Como este espacio se ha recorrido en que el sonido vaya y venga de la pared rocosa, la distancia es la mitad por lo que estamos a 198 m de la pared.

**ACTIVIDAD DE
AMPLIACIÓN PÁG. 223**

1 Una persona grita desde la ventanilla de un coche que se dirige con velocidad uniforme hacia una montaña que se encuentra 400 m delante del vehículo y percibe que el sonido le llega 2,2 s después de haberlo emitido. ¿A qué velocidad va el vehículo?

El sonido emitido tarda en llegar a la pared

$$t = \frac{s}{v} = \frac{400 \text{ m}}{330 \text{ m/s}} = 1,21 \text{ s}$$

por lo que quedan 0,99 s
en esos 0,99 s el sonido recorre:
 $s = v t = 330 \text{ m/s} \cdot 0,99 \text{ s} = 327 \text{ m}$

por lo que el coche ha recorrido $400 - 327 \text{ m} = 73 \text{ m}$ en 2,2 s,
por tanto su velocidad es:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{73 \text{ m}}{2,2 \text{ s}} = 33 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 120 \text{ km/h}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 224

1 Se les puede pedir a los alumnos que encuentren en Internet o en enciclopedias, información sobre qué es una ecografía y para qué se utiliza. También pueden buscar la utilidad de los ultrasonidos para romper cálculos renales y otras aplicaciones médicas.

Respuesta libre.

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 226

1 Si la luz del Sol tarda 8,5 min en llegar a la Tierra y la velocidad de la luz en el vacío es de 300 000 km/s, calcula a qué distancia de la Tierra se encuentra el Sol.

Como la luz se mueve en línea recta y con un movimiento uniforme se cumple que:

$$s = v t = 300\,000\,000 \text{ m/s} \cdot 510 \text{ s} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

2 Calcula cuánto tarda un rayo de luz en llegar de la Tierra a la Luna, si la distancia entre ambas es de 380 000 km.

$$\text{Como } s = v t \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{380\,000 \text{ km}}{300\,000 \text{ km/s}} = 1,3 \text{ s}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 226

1 Si oímos un trueno 4,3 s después de ver el relámpago, ¿cuánto ha tardado en llegarnos el relámpago?

Utilizamos la aproximación (en primera instancia) de que el relámpago llega instantáneamente. Desde ese punto de vista el rayo ha caído a:

$$s = v t = 330 \text{ m/s} \cdot 4,3 \text{ s} = 1\,420 \text{ m}$$

Por lo tanto, el relámpago realmente ha tardado:

$$s = v t \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{1,42 \text{ km}}{300\,000 \text{ km/s}} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 227

1 Calcula la velocidad de la luz en el interior de un diamante. ¿Habrá algún medio en el que vaya más lento que en el diamante?

Como $n = \frac{c}{v}$ despejando v :

$$v = \frac{c}{n} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{2,41} = 125\,000 \text{ km/s}$$

No, el diamante es la sustancia con el mayor índice de refracción.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Datos comunes a todos los problemas: velocidad del sonido en el aire = 340 m/s; velocidad del sonido en el agua = 1 450 m/s y velocidad de la luz en el vacío = $3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

1 Calcula la longitud de onda y la frecuencia de una onda sonora que se mueve por el agua con un periodo de 1 milésima de segundo.

Aplicando la fórmula de la velocidad de un movimiento uniforme:

$$e = v t \quad \text{de donde} \quad \lambda = 1\,450 \text{ m/s} \cdot 0,001 \text{ s} = 1,45 \text{ m}$$

$$\text{y la frecuencia} \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,001 \text{ s}} = 1000 \text{ Hz}$$

2 Pegados a la pared de un lado de un cañón profundo gritamos, percibiendo el eco que se produce al cabo de 0,25 segundos. ¿Cuál es la distancia al otro lado del cañón? Si en vez de estar al aire estuviéramos en una sima marina, ¿tardaría más o menos o no se oiría eco?

En el tiempo que la onda vuelve a llegar a nuestros oídos, ésta ha recorrido dos veces la anchura del cañón, por lo que:

$$2 d = v t = 340 \text{ m/s} \cdot 0,25 \text{ s} \quad ; \quad \text{de donde} \quad d \approx 42 \text{ m}$$

Si se moviera en el agua tardaría:

$$2 d \approx 85 \text{ m} = v t = 1\,450 \text{ m/s} \cdot t \quad ; \quad \text{de donde} \quad t \approx 0,06 \text{ s}$$

Aunque en el agua las ondas se oyen mejor y alcanzan distancias mayores que en el aire, al tardar el eco sólo 0,06 s, no se puede percibir ya que el oído sólo percibe sonidos que lleguen con, al menos, 0,1 s de diferencia, No se oiría eco.

3 ¿Qué cualidad sonora distingue dos notas distintas obtenidas al tocar una flauta? ¿Y dos notas obtenidas al tocar distintos instrumentos musicales? ¿Y la nota de una guitarra eléctrica que está conectada al amplificador de la obtenida si no lo enchufamos al amplificador?

Las dos notas se distinguen por su frecuencia, por lo que son de distinto tono.

Las de dos instrumentos musicales, aun siendo de la misma frecuencia, se podrían distinguir por el timbre, esto es, la composición de armónicos que la forman.

Las dos notas dadas en la guitarra se distinguirían por su energía (su amplitud) lo que daría lugar a dos sonoridades diferentes, con dos valores distintos en sus decibelios.

4 Si la velocidad de la luz en el interior de un cristal es de 200 000 km/s, ¿cuál es el índice de refracción del cristal?

El índice de refracción se calcula dividiendo la velocidad de la luz en el vacío entre la velocidad de la luz en el medio, por lo que:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 1,5$$

5 ¿Qué nota es más aguda en el aire, la que tiene una longitud de onda de 77 cm o la que su longitud de onda vale 50 cm? Calcula también la frecuencia de ambas.

Calculamos primero la frecuencia de ambas ondas:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad \text{de donde} \quad f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \text{ m/s}}{0,77 \text{ m}} = 440 \text{ Hz}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad \text{de donde} \quad f_2 = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \text{ m/s}}{0,50 \text{ m}} = 680 \text{ Hz}$$

Como a mayor frecuencia más aguda es la onda, la onda más aguda es la que tiene una longitud de onda de 50 cm.

6 Si el periodo de un movimiento ondulatorio es de $5 \cdot 10^{-5}$ s y su longitud de onda son 75 mm, ¿a qué velocidad se propaga?

Como la velocidad es $v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{75 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}{5 \cdot 10^{-5} \text{ s}} = 1500 \text{ m/s}$$

<http://www.McGraw-Hill.es>

EVALUACIÓN

1 Una onda sonora se propaga por el agua a una velocidad de 1500 m/s. Si la longitud de onda es 1 cm, ¿cuál es su frecuencia? ¿Cuál su periodo? ¿Sabrías decir si es longitudinal o transversal?

Como $v_p = \lambda f \Rightarrow 1500 \text{ m/s} = 0,01 \text{ m} \cdot f$
de donde $f = 150000 \text{ s}^{-1} = 0,15 \text{ MHz}$

El periodo es la magnitud inversa de la frecuencia por lo que $T = 1/150000 \text{ s}^{-1} = 6,7 \cdot 10^{-6} \text{ s}$

Las ondas sonoras son ondas de presión que se transmiten por las sustancias por lo que son ondas longitudinales. Las ondas transversales no se pueden transmitir por el interior de fluidos.

2 Habrás observado muchas veces que los auditorios de música no tienen una forma habitual en otro tipo de edificios. En los estudios de grabación de música las paredes están formadas, en toda su extensión, por una especie de cajas de las que contienen huevos. ¿Por qué? ¿A qué fenómeno o fenómenos, relacionados con el sonido, está asociado este hecho?

Las formas diferentes de los auditorios y las «cajas de huevos» absorben la mayoría de las ondas sonoras que se dirigen a ellas con lo que el sonido que se crea o se percibe en el interior del local sólo se dirige de forma directa a los oídos o cintas de grabación, evitando ecos o reverberaciones que impedirían la audición perfecta.

El ejemplo contrario sería una habitación vacía, donde percibimos el sonido que emitimos muy distorsionado por la gran cantidad de ecos y reverberaciones que se mantienen al chocar con las paredes las ondas sonoras y ser reflejadas sin que sean absorbidas.

3 ¿Cuáles son las cualidades básicas de un sonido? Defínelas.

Las cualidades básicas de un sonido son sonoridad, tono y timbre.

La sonoridad es la cualidad que permite identificar los sonidos como *fuertes* o *débiles*. Depende de la intensidad de la onda, es decir, de la energía transportada por la onda.

El tono es la cualidad del sonido que permite distinguir entre sonidos *graves* o *bajos* y *agudos* o *altos*.

El timbre es la cualidad por la que se distinguen dos sonidos de la misma sonoridad y del mismo tono.

4 Sabemos que la velocidad de la luz en el vacío es 300 000 km/s, mientras que en el agua es 225 000 km/s. ¿Cuál es el índice de refracción del agua? ¿Cuál es la velocidad de la luz dentro de una lente, de índice de refracción 1,76?

El índice de refracción de un medio es el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en dicho medio por lo que:

$$n_{\text{agua}} = \frac{v_{\text{vacío}}}{v_{\text{agua}}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{225\,000 \text{ km/s}} = 1,33$$

Para hallar el valor de la velocidad de la luz en la lente:

$$n_{\text{lente}} = \frac{v_{\text{vacío}}}{v_{\text{lente}}} \Rightarrow v_{\text{lente}} = \frac{v_{\text{vacío}}}{n_{\text{lente}}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{1,76} = 170\,000 \text{ km/s}$$

5 Un submarino, que se encuentra a 200 m bajo la superficie del océano, emite una onda de sonar hacia abajo que se refleja en el fondo marino. Si la onda se escucha

en el submarino 4,2 s después de ser emitida, ¿cuál es la profundidad del océano en ese punto?

Dato: velocidad del sonido en el agua = 1 500 m/s.

La onda va hacia el fondo y vuelve en 4,2 s, por lo que en bajar tarda la mitad, 2,1 s. Como el sonido se mueve con un MRU, el espacio que recorre viene dado por:

$$e = v t \Rightarrow e = 1\,500 \text{ m/s} \cdot 2,1 \text{ s} = 3\,150 \text{ m}$$

Como ésta es la distancia desde el submarino, y éste se encuentra a 200 m de profundidad, la profundidad total será de:

$$h = 200 \text{ m} + 3\,150 \text{ m} = 3\,350 \text{ m}$$

LOS ELEMENTOS QUÍMICOS Y SUS ENLACES

<http://www.McGraw-Hill.es>

ACTIVIDAD DE REFUERZO
PÁG. 238

1 Recordando lo que aprendiste el curso pasado, separa de esta lista los elementos de los compuestos o mezclas: hierro, acero, cobre, latón, agua, oxígeno, hidrógeno, azufre, amoníaco, gasolina, leche, vino, cloro, plástico, cerveza, mercurio, cristal, caliza, bario.

Elementos: hierro, cobre, oxígeno, hidrógeno, azufre, cloro, mercurio y bario. Son elementos todas las sustancias que están en la lista y que aparece su símbolo en el Sistema Periódico.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 238

1 Busca en enciclopedias o en Internet todo lo que encuentres sobre la predicción del elemento germanio por Mendeleyev. Busca también si predijo la existencia de otros elementos.

Respuesta libre, pero sería interesante que hubieran encontrado información sobre el eka-aluminio y el eka-boro.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 239

1 Dibuja el Sistema Periódico y sitúa dentro de él los siguientes elementos: H, Cl, K, Se, Mg, Bi, La, Sn, U, Al, Ti, Fe, Rn, Ag y Hg.

Colorea de azul los alcalinos, de rojo los térreos y de verde los elementos del periodo 6.

Proponemos la siguiente Tabla como muestra de los elementos que creemos deben aprender. La línea de transición y el uranio tienen la utilidad de que no olviden las «cajitas» de transición y transición interna. Dentro de ella, están, entre otros, los elementos que hemos preguntado a los que se pueden añadir más.

[illegible]

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 240

1 Comenta cuántos electrones tienen en la última capa los siguientes elementos:

H, Cl, K, Se, Mg, Bi, La, Sn, U, Al, Ti, Fe, Rn, Ag y Hg.

H (1), Cl (7), K (1), Se (6), Mg (2), Bi (5), La (2), Sn (4), U (2), Al (3), Ti (2), Fe (2), Rn (8), Ag (2) y Hq (2).

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 242

1 De entre la siguiente lista de compuestos, y basándote en lo que sabes sobre el Sistema Periódico y los enlaces iónico y covalente, rellena la siguiente tabla:

Átomos a combinar		Tipo de enlace	Posible fórmula
H	O		
Cs	Cl		
C	O		
P	I		
Ba	N		
Al	S		
S	Cl		

Átomos a combinar		Tipo de enlace	Posible fórmula
H	O	Covalente	H ₂ O
Cs	Cl	Iónico	CsCl
C	O	Covalente	CO ₂
P	I	Covalente	PI ₃
Ba	N	Iónico	Ba ₃ N ₂
Al	S	Iónico	Al ₂ S ₃
S	Cl	Covalente	SCI ₂

Algunos compuestos no son así, pero preferimos «inventar» unos compuestos y que sepan razonar la posible molécula.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 243

1 De los compuestos que se citan a continuación, busca el punto de fusión y ebullición y de los que puedas, el índice de dureza: oro, oxígeno, bromuro de potasio, clo-

ruro de calcio, sulfuro de magnesio, ioduro de aluminio, cloro, metano, butano, dióxido de nitrógeno, amoníaco, óxido de bario, cloruro de hidrógeno, naftaleno, cloruro de sodio, diamante y glucosa.

Haz una tabla donde aparezcan separados los compuestos iónicos y los covalentes y sus puntos de cambio de estado. Añade posteriormente, si crees que conducirán o no la corriente eléctrica.

Respuesta libre, puesto que se les pide encontrar lo que puedan. Se deben enfocar las soluciones que den a demostrar que los puntos de fusión y ebullición más altos son de compuestos iónicos, así como el índice de dureza, si hacemos excepción de compuestos cristalinos covalentes. Deben de contestar que los metales conducen la corriente eléctrica y los compuestos iónicos, si están fundidos o disueltos.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 243

1 Busca en Internet o en enciclopedias la estructura cristalina del diamante y la del cuarzo y compáralas con la del hielo.

Se trata de que vean que en las dos primeras todos los átomos están unidos entre sí, lo que impide su separación, mientras que en el hielo las uniones son mucho más lábiles y cada molécula puede terminar «haciendo la guerra» por su cuenta.

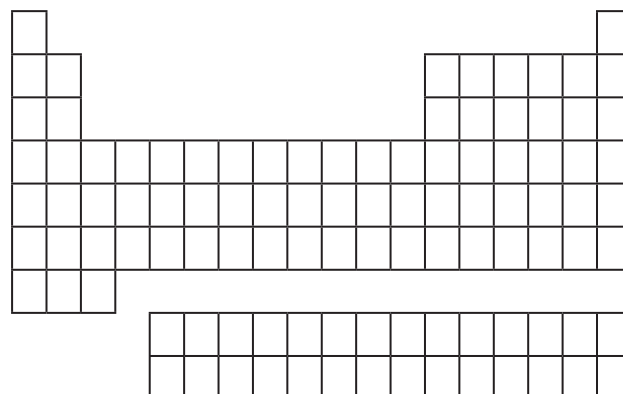
ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 244

1 Construye una tabla con los puntos de fusión y ebullición de los metales. ¿Por qué se hacen los filamentos de las bombillas de wolframio?

La tabla tiene la utilidad de que vean que hay bastante variación entre los puntos de cambio de estado de los metales y que incluso tenemos conceptos erróneos de ellos. Casi todos los alumnos contestarán, si no se les han dado datos antes, que el oro funde a una temperatura superior a la del hierro.

El wolframio aguanta las temperaturas elevadísimas que se producen en el filamento cuando pasa la corriente eléctrica, por lo que no se funde y no se estropea la bombilla.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS



1 Pon encima del Sistema Periódico el nombre de todos los grupos que conozcas, y el número con el que se les conoce.

2 ¿A qué grupo pertenecen los elementos: C, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cs y Cu? Intenta situarlos en el Sistema Periódico mudo que está arriba.

3 En el Sistema Periódico en blanco que está arriba, pinta de distintos colores los elementos metálicos, los no metálicos y los gases nobles.

4 Señala con una estrella el elemento más metálico de todo el Sistema Periódico y con un rombo el menos metálico.

Solución para las actividades 1, 2, 3 y 4:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
alcalinos	alcalino-térreos	elementos de transición										térreos	carbonoideos	nitrogenoideos	anfígenos	halógenos	gases nobles
													C			◇	
												Al				Cl	
	Ca				Cr			Co		Cu							
										Cd							
Cs																	
*																	
elementos tipo f (transición interna)																	
tierras raras																	

Pintamos en amarillo los metales, en rojo los no metales y en azul los gases nobles. El hidrógeno lo dejamos en blanco al ser intermedio entre metal y no metal.

El elemento más metálico del Sistema Periódico es el Fr (francio), que está abajo a la izquierda y, por lo tanto, lo más alejado posible de la separación entre metales y no metales. Por la misma razón el más no metálico es el F (flúor) que se encuentra arriba a la derecha —sin contar con los gases nobles—.

5 Indica el tipo de enlace que se puede esperar cuando se unan los átomos o iones de los siguientes elementos: flúor con azufre, potasio con cloro, fósforo con magnesio y aluminio con oxígeno.

El flúor con el azufre da compuestos básicamente covalentes (SF_2 , SF_4 y SF_6).

El potasio con el cloro forma el KCl, compuesto netamente iónico.

El fósforo con magnesio da Mg_3P_2 , compuesto con un cierto carácter iónico.

El aluminio con el oxígeno da un compuesto iónico, Al_2O_3 .

EVALUACIÓN

1 Tenemos tres compuestos diferentes:

- Un compuesto blanco casi transparente, con apariencia de cristal, soluble en agua, que funde a baja temperatura, que no conduce la electricidad ni en estado sólido ni en estado líquido.
- Un compuesto gris, con brillo, que conduce la corriente eléctrica, pero que no se disuelve en agua.
- Un compuesto blanco, con apariencia de cristal, soluble en agua, que funde a una temperatura bastante alta y que no conduce la electricidad en estado sólido, pero sí cuando está líquido.

Di qué tipo de enlace presenta cada uno y añade, si conoces, alguna cualidad más que presente. Si uno es una mezcla de aluminio y hierro, otro cloruro sódico y el otro hielo, ¿cuál es cada uno?

El compuesto *a*) es el hielo, que es un compuesto con enlace de tipo covalente. Se evapora también a temperatura relativamente baja. Es una sustancia relativamente blanda.

El compuesto *b*) es la mezcla de metales, que es un compuesto con enlace de tipo metálico. Se funde y evapora a temperaturas bastante altas. Es dúctil y maleable.

El compuesto *c*) es el cloruro sódico, que es un compuesto con enlace de tipo iónico. Se evapora también a temperaturas altas. Es duro pero frágil.

2 Completa la siguiente tabla referida al periodo tercero:

Grupo	1	2	13	14	15	16	17	18
Elemento	Sodio	Magnesio	Aluminio	Silicio	Fósforo	Azufre	Cloro	Argón
Símbolo	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Electrones externos	1	2	3	4	5	6	7	8
Carácter	Metálico	Metal	Metaloide	No metálico	No metálico	No metálico	No metálico	Gas noble

3 El elemento 19 del Sistema Periódico:

- ¿A qué grupo y periodo pertenece?
- ¿Es metal o no metal?
- Indica otros elementos de su grupo.
- Cuando se combine con flúor, ¿qué ión formará? ¿Qué tipo de compuesto se obtendrá?

El elemento 19 del Sistema Periódico es el potasio, K. Es un metal que pertenece al grupo 1 (I a) del Sistema Periódico por lo que es un alcalino, al igual que litio, sodio, rubidio, cesio y francio.

Cuando se junte con flúor éste ganará un electrón que perderá el potasio, transformándose en K^+ . El compuesto que se forma, KF, es el fluoruro de potasio que es un compuesto iónico.

4 Escribe el nombre por el que se conocen los grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 y 18, añadiendo, en cada grupo, el símbolo de todos los elementos que conozcas que pertenezcan a ese grupo. A los elementos de los grupos 3 al 12, ¿con qué nombre genérico se los conoce?

Grupo	Nombre	Elementos
1	Alcalinos	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr
2	Alcalinotérreos	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra
3 a 12	Transición	Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, La, Ac, ...*
13	Térreos	B, Al (Ga, In, Tl)
14	Carbonoideos	C, Si, (Ge, Sn, Pb)
15	Nitrogenoideos	N, P, As, Sb, (Bi)
16	Anfígenos	O, S, Se, Te, (Po)
17	Halógenos	F, Cl, Br, I, (At)
18	Gases nobles	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

5 Razona cómo se forma el enlace iónico.

Pregunta teórica cuya contestación está en el libro.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 255

1 Un amigo me comenta que ha juntado agua (H₂O) con hierro metálico y que ha obtenido un compuesto que ha analizado y resulta que es sulfato ferroso (FeSO₄). ¿Es eso posible? Si lo analizamos y resulta que el compuesto contiene de verdad sulfato ferroso, ¿qué conclusión podemos obtener?

Que no es posible. No puede obtenerse sulfato sin que haya azufre.

Si se confirma que hay sulfato ferroso es porque de entrada había un compuesto con azufre que también ha reaccionado, o se ha contaminado la muestra posteriormente.

En una reacción química no pueden aparecer átomos donde no los había antes.

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 258

1 Ajusta la siguiente reacción:



Además, calcula cuántos gramos de monóxido de nitrógeno se formarán al consumirse 30 g de cloruro de hidrógeno. ¿Cuántos gramos de agua se obtienen?

Masas atómicas: N = 14 ; O = 16 ; Cl = 35,5 e H = 1



$$30 \text{ g HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} \cdot \frac{2 \text{ mol NO}}{6 \text{ mol HCl}} \cdot \frac{30 \text{ g NO}}{1 \text{ mol NO}} = 8,2 \text{ g de NO}$$

$$30 \text{ g HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} \cdot \frac{4 \text{ mol H}_2\text{O}}{6 \text{ mol HCl}} \cdot \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 9,8 \text{ g de H}_2\text{O}$$

2 Ajusta la siguiente reacción:



Calcula cuántos gramos de sulfuro de plomo (II) se han necesitado para obtener 50 g de azufre. ¿Cuántos gramos de ácido nítrico harán falta para que tenga lugar la reacción y no sobre nada de ningún reactivo?

Masas atómicas: Pb = 207; O = 16; S = 32; H = 1 y N = 14



$$50 \text{ g S} \cdot \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} \cdot \frac{3 \text{ mol PbS}}{3 \text{ mol S}} \cdot \frac{239 \text{ g PbS}}{1 \text{ mol PbS}} = 370 \text{ g de PbS}$$

$$50 \text{ g S} \cdot \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} \cdot \frac{8 \text{ mol HNO}_3}{3 \text{ mol S}} \cdot \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} = 260 \text{ g de HNO}_3$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 259

1 Calcula el número de moles y moléculas contenidas en un gas que ocupa 5 L cuando se encuentra a 720 mm de Hg de presión y una temperatura de 65 °C.

Dato: $R = 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}}$

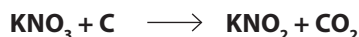
Aplicando $pV = nRT$

$$n = \frac{720 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} \cdot 5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 338 \text{ K}} = 0,17 \text{ moles}$$

$$0,17 \text{ moles} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = 10^{23} \text{ moléculas}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 260

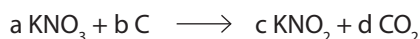
1 Ajusta la reacción:



Calcula cuántos litros de dióxido de carbono, a 96 000 Pa y 68 °F, se obtienen al juntar 32 g de nitrato potásico con carbono en exceso.

Datos: M_{at} : K = 39,1; O = 16; C = 12 y N = 14

$$\frac{68^\circ\text{F} - 32}{180} = \frac{T - 273}{100}; T = 293 \text{ K}$$



Potasio: $a = c$

Nitrógeno: $a = c$

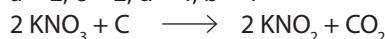
Oxígeno: $3a = 2c + 2d$

Carbono: $b = d$

De O, $3a = 2a + 2d \Leftrightarrow a = 2d$

Elijo $a = 2$, para que no dé el valor de d fraccionario:

$a = 2$; $c = 2$; $d = 1$; $b = 1$



$$32 \text{ g KNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101,1 \text{ g KNO}_3} \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol KNO}_3} =$$

= 0,16 moles de CO_2

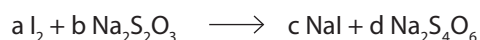
$$V = \frac{n R T}{p} = \frac{0,16 \text{ moles} \cdot 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 293 \text{ K}}{96\,000 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101\,300 \text{ Pa}}} = 4,1 \text{ L}$$

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 260

1 Si en un recipiente de 3 L de capacidad, a 35 °C, tenemos yodo a 4 atmósferas de presión y un exceso de tiosulfato sódico (que suponemos no ocupa volumen) calcula cuántos gramos de ioduro sódico se obtienen, después de que estos dos compuestos reaccionen.

La reacción que tiene lugar es: $\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

Masas atómicas: I = 126,9; O = 16; Na = 23 y S = 32
(En estas condiciones el yodo no es un gas, pero se pone este enunciado por interés estequiométrico.)



Yodo: $2a = c$

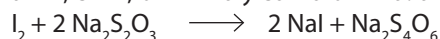
Sodio: $2b = c + 2d$

Azufre: $2b = 4d \Leftrightarrow b = 2d$

Oxígeno: $3b = 6d$

Elegimos $a = 1$:

$a = 1$; $c = 2$; $b = 1 + d$ y como $b = 2d$: $d = 1$; $b = 2$



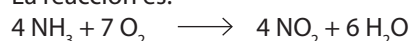
$$n = \frac{p V}{R T} = \frac{4 \text{ atm} \cdot 3 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 308 \text{ K}} = 0,48 \text{ mol}$$

$$0,48 \text{ mol I}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol NaI}}{1 \text{ mol I}_2} \cdot \frac{149,9 \text{ g NaI}}{1 \text{ mol NaI}} = 144 \text{ g NaI}$$

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 261

1 El amoníaco reacciona con oxígeno para dar dióxido de nitrógeno y agua. Escribe la reacción, ajústala y calcula cuántos moles y cuántos litros de oxígeno se consumen al oxidar 20 L de amoníaco, a 120 °C y 1,3 atm de presión. ¿Cuántos litros de dióxido de nitrógeno se obtienen? ¿Cuántos mililitros de agua se obtienen?

La reacción es:



<http://www.McGraw-Hill.es>

$$n = \frac{p V}{R T} = \frac{1,3 \text{ atm} \cdot 20 \text{ L NH}_3}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 393 \text{ K}} = 0,80 \text{ mol NH}_3;$$

$$0,80 \text{ mol NH}_3 \cdot \frac{7 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol NH}_3} = 1,40 \text{ mol O}_2;$$

$$V = \frac{n R T}{p} = \frac{1,4 \text{ mol O}_2 \cdot 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 393 \text{ K}}{1,3 \text{ atm}} = 35 \text{ L O}_2$$

A este valor se podía haber llegado directamente como en:

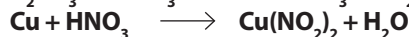
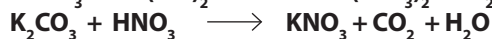
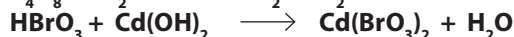
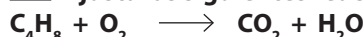
$$20 \text{ L NH}_3 \cdot \frac{4 \text{ L NO}_2}{4 \text{ L NH}_3} = 20 \text{ L NO}_2$$

Es una pregunta trampa, para ver si los alumnos leen bien los datos y razonan los problemas. Estamos a 120 °C, por lo que el agua es vapor:

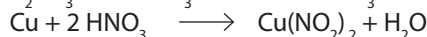
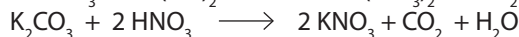
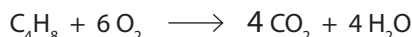
$$20 \text{ L NH}_3 \cdot \frac{6 \text{ L de H}_2\text{O}}{4 \text{ L de NH}_3} = 30 \text{ L de H}_2\text{O} = \\ = 30\,000 \text{ mL de H}_2\text{O vapor}$$

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1 Ajusta las siguientes reacciones:



Las reacciones ajustadas son:



2 Después de un proceso químico donde hacemos reaccionar 16 g de SO_2 con oxígeno y agua, hemos obtenido 49 g de una sustancia que creemos que es H_2SO_4 . ¿Es eso posible? ¿Cuántos moles de SO_2 había inicialmente? ¿Y moléculas de SO_2 ?

Masas atómicas: H = 1; O = 16 y S = 32.

La masa molecular del SO_2 es: $M_m = 1 \cdot 32 + 2 \cdot 16 = 64$

La masa molecular del H_2SO_4 es: $M_m = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98$

De cada molécula de SO_2 obtenemos una molécula de H_2SO_4 ya que ambas tienen un azufre.

16 g de SO_2 son:

$$16 \text{ g de SO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol de SO}_2}{64 \text{ g de SO}_2} = 0,25 \text{ moles de SO}_2$$

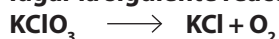
$$0,25 \text{ moles de SO}_2 \cdot \frac{6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de SO}_2}{1 \text{ mol de SO}_2} = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de SO}_2$$

Con 0,25 moles de SO₂ obtendríamos 0,25 moles de H₂SO₄ que son:

$$0,25 \text{ moles de H}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{98 \text{ gramos de H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4} = 24,5 \text{ gramos de H}_2\text{SO}_4$$

Es imposible por tanto obtener más de 24,5 gramos, por lo que o no es H₂SO₄ o hemos añadido otras cantidades.

3 Al calentar clorato potásico en ausencia de aire tiene lugar la siguiente reacción:

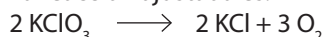


Ajusta la reacción y contesta:

¿Cuántos moles de clorato potásico teníamos inicialmente si hemos obtenido 100 gramos de cloruro potásico? ¿Y moléculas? ¿Cuántos gramos de oxígeno se producen? ¿Qué volumen de O₂, medido a 25 °C y 730 mm Hg de presión, se obtiene?

Masas atómicas: K = 39; O = 16 y Cl = 35,5.

La reacción ajustada es:



Por lo tanto teníamos inicialmente:

$$100 \text{ g de KCl} \cdot \frac{1 \text{ mol de KCl}}{74,5 \text{ g de KCl}} \cdot \frac{2 \text{ moles de KClO}_3}{2 \text{ moles de KCl}} \approx 1,34 \text{ moles de KClO}_3$$

Se obtienen:

$$100 \text{ g de KCl} \cdot \frac{1 \text{ mol de KCl}}{74,5 \text{ g de KCl}} \cdot \frac{3 \text{ moles de O}_2}{2 \text{ moles de KCl}} \cdot \frac{32 \text{ gr de O}_2}{1 \text{ mol de O}_2} \approx 64 \text{ gr de O}_2$$

Para hallar los litros calculamos los moles:

$$100 \text{ g de KCl} \cdot \frac{1 \text{ mol de KCl}}{74,5 \text{ g de KCl}} \cdot \frac{3 \text{ moles de O}_2}{2 \text{ moles de KCl}} \approx 2 \text{ moles de O}_2$$

y aplicamos la ecuación de Clapeyron: $pV = nRT$

$$730 \text{ mm de Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm de Hg}} \cdot V = 2 \text{ mol} \cdot 0,082 \cdot \frac{\text{atm L}}{2 \text{ mol de K}} \cdot 298 \text{ K}$$

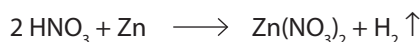
de donde obtenemos el volumen de 51 L de O₂.

4 Al añadir ácido nítrico en exceso sobre 30 g de zinc, observamos que se desprende un gas, al mismo tiempo que se disuelve el zinc, formando nitrato de zinc. ¿Qué gas se desprende? ¿Qué masa de ácido nítrico hay que añadir, como mínimo? ¿Qué volumen de gas se obtiene, en condiciones normales?

Masas atómicas: Zn = 65,4; O = 16 y N = 14.

(Si necesitas algún dato más, obténlo de la Tabla Periódica.)

La reacción que tiene lugar entre el zinc y el ácido es la de desprendimiento de hidrógeno puesto que éste es el elemento desplazado cuando se forma nitrato de zinc.



La masa molecular del HNO₃ es: $M_m = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 14 + 3 \cdot 16 = 63$. Por lo tanto, habrá que añadir:

$$30 \text{ g de Zn} \cdot \frac{1 \text{ mol de átomos de Zn}}{65,4 \text{ g de Zn}} \cdot \frac{2 \text{ moles de HNO}_3}{1 \text{ mol de átomos de Zn}} \cdot \frac{63 \text{ g de HNO}_3}{1 \text{ mol de HNO}_3} \approx 58 \text{ g de HNO}_3$$

De gas se obtienen:

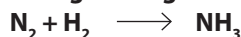
$$30 \text{ g de Zn} \cdot \frac{1 \text{ mol de átomos de Zn}}{65,4 \text{ g de Zn}} \cdot \frac{1 \text{ mol de gas}}{1 \text{ mol de átomos de Zn}} \approx 0,46 \text{ moles de gas}$$

Aplicando Clapeyron: $pV = nRT$

$$1 \text{ atm} \cdot V = 0,46 \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 273 \text{ K}$$

de donde obtenemos, aproximadamente, 10 L de H₂.

5 El amoníaco se obtiene a partir del hidrógeno y el nitrógeno según la reacción:

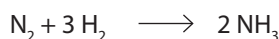


Ajusta la reacción y contesta:

Si partimos de 6 L de N₂, en condiciones normales, y exceso de hidrógeno:

- ¿Cuántos litros de hidrógeno se consumen?**
- ¿Cuántos litros de amoníaco se obtienen?**
- ¿Cuántas moléculas de amoníaco se han obtenido?**

La reacción ajustada queda como:



Como las proporciones pueden darse en volumen-volumen, con 6 L de N₂ y 18 L (3 · 6 L) de H₂ obtendríamos 12 L (2 · 6 L) de NH₃.

Los 12 L de amoníaco, y aplicando Clapeyron son, aproximadamente: $pV = nRT$

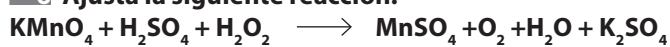
$$1 \text{ atm} \cdot 12 \text{ L} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}} \cdot 273 \text{ K}$$

0,54 moles de amoníaco que son:

$$0,54 \text{ moles de NH}_3 \cdot \frac{6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de NH}_3}{1 \text{ mol de NH}_3} \approx$$

$$\approx 3,2 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de NH}_3$$

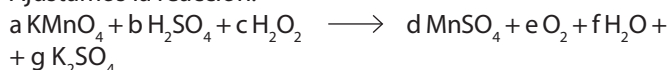
6 Ajusta la siguiente reacción:



Calcula cuántos litros de oxígeno, medidos en condiciones normales, se formarán al consumirse 30 g de permanganato potásico. ¿Cuántos gramos de sulfato potásico se obtienen?

Masas atómicas: Mn = 54,9; O = 16; K = 39,1 y S = 32

Ajustamos la reacción:



Y rehacemos las ecuaciones para cada elemento

Potasio: $a = 2g$

Manganeso: $a = d$

Oxígeno: $4a + 4b + 2c = 4d + 2e + f + 4g$

Hidrógeno: $2b + 2c = 2f \Leftrightarrow b + c = f$

Azufre: $b = d + g$

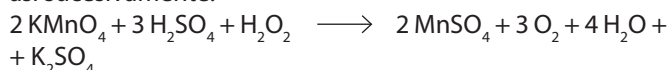
Damos a a el valor 2 (para que g sea entero).

$a = 2$; $g = 1$ (K); $d = 2$ (Mn); $b = 3$ (S) y nos queda $8 + 2c = 2e + f$ y $3 + c = f$

Como hay tres incógnitas y dos ecuaciones elegimos los valores más bajos de una de ellas que den valores naturales al conjunto:

$f = 4$ (no puede ser menor que cuatro porque c sería nula o negativa); $c = 1$; $e = 3$.

Si f fuera 6, c sería 3 y e , 4 y la reacción seguiría ajustada, y así sucesivamente.



$$30 \text{ g KMnO}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{158 \text{ g KMnO}_4} \cdot \frac{3 \text{ mol de O}_2}{2 \text{ mol KMnO}_4} \cdot \frac{22,4 \text{ L de O}_2 \text{ en cn}}{1 \text{ mol O}_2} = 6,4 \text{ L de O}_2$$

$$30 \text{ g KMnO}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{158 \text{ g KMnO}_4} \cdot \frac{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mol KMnO}_4} \cdot \frac{174,2 \text{ g de K}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol K}_2\text{SO}_4} = 16,5 \text{ g de K}_2\text{SO}_4$$

EVALUACIÓN

1 Ajusta las siguientes reacciones químicas y di a qué tipo corresponden:

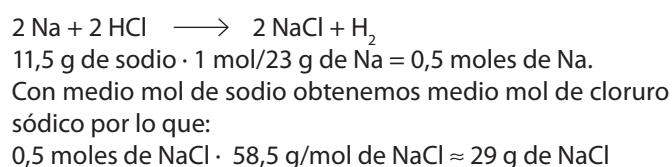
- a) Aluminio + oxígeno $\longrightarrow$ óxido de aluminio
- b) Sulfato de plata + ácido clorhídrico $\longrightarrow$ cloruro de plata + ácido sulfúrico
- c) Agua + trióxido de fósforo (III) $\longrightarrow$ ácido trioxo-fosfórico (III) [ácido ortofosforoso]
- d) Ácido carbónico $\longrightarrow$ dióxido de carbono + agua

- a) $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 \longrightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$ Síntesis
- b) $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ HCl} \longrightarrow 2 \text{ AgCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ Sustitución
- c) $3 \text{ H}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_3 \longrightarrow 2 \text{ H}_3\text{PO}_3$ Síntesis
- d) $\text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Descomposición

Nota: Se les puede dar ya las reacciones escritas para simplificarles la tarea.

2 Escribe y ajusta la reacción que se produce entre el ácido clorhídrico y el sodio metal en la que se forma cloruro sódico y se desprende hidrógeno gas. Calcula la cantidad de cloruro sódico que se obtiene al tratar, con un exceso de clorhídrico, una muestra de 11,5 g de Na. ¿Qué volumen de hidrógeno se obtiene en condiciones normales? Masas atómicas: H = 1; Na = 23 y Cl = 35,5.

Nota: Si se desea favorecer y simplificar el problema se puede añadir la reacción sin ajustar.



Con medio mol de sodio se obtiene 0,25 moles de H_2 . Aplicando la ecuación de Clapeyron:

$$pV = nRT \Rightarrow 1 \text{ atm} \cdot V = 0,25 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm L/mol K} \cdot 273 \text{ K} \Rightarrow \text{de donde el volumen da: } V \approx 5,6 \text{ L}$$

También pueden suponer que, en condiciones normales se obtienen 22,4 L por mol por lo que, a 0,25 moles, corresponden 5,6 L.

3 Para que tenga lugar una reacción hay que aportar un calor de reacción muy grande. Contesta qué conclusión de las siguientes es verdadera y cuál falsa y por qué.

- a) La reacción transcurrirá muy lenta.
- b) La reacción es exotérmica.
- c) La reacción desprenderá muchísima energía.
- d) Hay que aportar mucha energía para que la reacción tenga lugar.
- e) Un catalizador no sirve en esta reacción.
- f) La reacción es endotérmica.

La a) es cierta porque aportar una cantidad de calor muy grande es muy difícil (la energía de activación todavía sería mayor) y la reacción tendrá que ir lenta.

La b) y la c) son falsas, por la misma razón que son verdaderas la d) y la f). La reacción requiere aporte energético por lo que es endotérmica.

La e) en principio es falsa puesto que un catalizador siempre es útil en una reacción, ya sea para lentificarla, si es negativo, como para acelerarla si es positivo. De todas maneras, sería extraordinario que alguno se diera cuenta de que, en una reacción fuertemente endotérmica es imposible disminuir la energía de activación por debajo de unos límites, ya de por sí muy altos, que «pone» el gran calor de reacción absorbido, por lo que nunca sería una reacción muy rápida. Caso de que alguno se diera cuenta, habría que primárselo.

4 ¿Qué factores influyen en la velocidad de reacción?

Los factores que influyen en la velocidad de una reacción son:

- La naturaleza de los reactivos.
- La superficie de contacto de los reactivos.
- La concentración de los reactivos.
- La temperatura del proceso.
- Los catalizadores empleados.

5 Ajusta la siguiente reacción química:



Quando quemamos 15 g de butano en aire, ¿cuántos gramos de agua se obtienen? ¿Cuántos litros de oxígeno (en

condiciones normales) se consumen por cada mol de CO_2 que se forma? Masas atómicas: H = 1; O = 16 y C = 12.

Ajustamos la reacción:



Calculamos la masa de un mol de butano que es $M_{\text{mol}} = 12 \cdot 4 + 1 \cdot 10 = 58 \text{ g}$

Establecemos la relación entre butano y agua:

$$15 \text{ g de butano} \cdot \frac{1 \text{ mol de butano}}{58 \text{ g de butano}} \cdot \frac{10 \text{ moles de agua}}{2 \text{ moles de butano}} \cdot \frac{18 \text{ g de agua}}{1 \text{ mol de agua}} \approx 23 \text{ g de agua}$$

$$1 \text{ mol de CO}_2 \cdot \frac{13 \text{ moles de O}_2}{8 \text{ moles de CO}_2} \approx 1,6 \text{ moles de O}_2$$

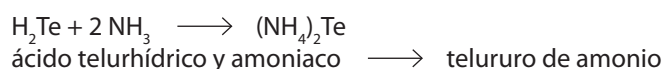
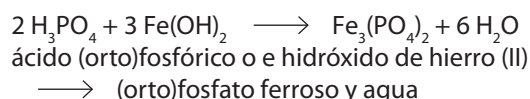
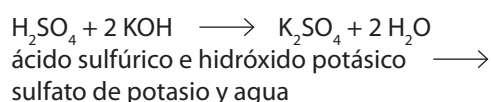
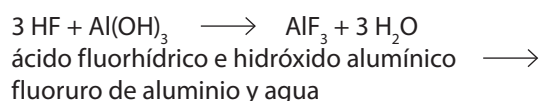
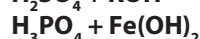
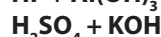
Aplicando la ecuación de Clapeyron:

$$pV = nRT \Rightarrow 1 \text{ atm} \cdot V = 1,6 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm L/mol K} \cdot 273 \text{ K} \Rightarrow \text{de donde el volumen da: } V \approx 36 \text{ L.}$$

También pueden suponer que, en condiciones normales se obtienen 22,4 L por mol por lo que, a 1,6 moles, corresponden 36 L.

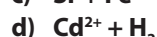
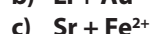
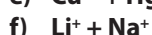
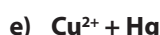
ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 282

1 Completa, ajusta y nombra las sustancias implicadas en las siguientes reacciones de neutralización:



ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 285

1 Comenta lo que pasa si juntamos:



En los casos d) y e) no pasaría nada, puesto que el que tiene los electrones es el que más apetencia tiene ellos.

En el caso f) no pasa nada, porque a los dos les faltan los electrones, igual que tampoco pasa nada en el caso g) puesto que los dos tienen sus electrones.

En el caso a) se formará Ca^{2+} y Al .

En el caso b), Li^+ y Au .

En el caso c) Sr^{2+} y Fe .

Por último, en el caso h) se formará Mg^{2+} y Be .

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1 Añade si los hechos que se especifican a continuación corresponden al comportamiento de un ácido o de una base, o al de ambos.

Hecho observado	Ácido y/o base
Reacciona con grasa produciendo jabón	Base
No reacciona con cinc	Base
Tiene sabor agrio (parecido al vinagre)	Ácido
Conduce la corriente eléctrica	Ambos
Azulea el papel de tornasol	Base
Tiene sabor amargo o cáustico (a lejía)	Base
Es corrosivo para la piel	Ambos
Con el mármol produce efervescencia	Ácido
Tiene consistencia jabonosa o resbaladiza al tacto	Base
Disuelve muchas sustancias	Ácido
Precipita muchas sustancias que son solubles	Base

2 ¿Qué es un electrolito? Menciona algún tipo de sustancias que se comporte como electrolito. ¿Quién es el autor de esta teoría?

Un electrolito es una sustancia que, en disolución acuosa, se disocia en iones con cargas de distinto signo. En disolución, por tanto, conducen la corriente eléctrica. Los ácidos, las bases y las sales son electrolitos. Esta teoría la expuso Arrhenius.

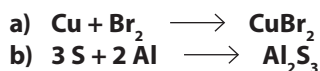
3 Escribe las disociaciones de los siguientes compuestos, mencionando si son ácidos o bases.

Disociación	Ácido o base
$\text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{ OH}^-$	Base
$\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{ OH}^-$	Base
$\text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2 \text{ H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$	Ácido
$\text{LiOH} \longrightarrow \text{Li}^+ + \text{OH}^-$	Base
$\text{HClO}_4 \longrightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}_4^-$	Ácido
$\text{Sn}(\text{OH})_4 \longrightarrow \text{Sn}^{4+} + 4 \text{ OH}^-$	Base
$\text{H}_4\text{SiO}_4 \longrightarrow 4 \text{ H}^+ + \text{SiO}_4^{4-}$	Ácido
$\text{H}_3\text{PO}_4 \longrightarrow 3 \text{ H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$	Ácido

4 Si tenemos una disolución de $\text{pH} = 5$, ¿qué tipo de sustancia es? Tenemos otra disolución de $\text{pH} = 3$. ¿Cuál de las dos es más fuerte? ¿Dónde se encuentra el punto de neutralidad para el pH?

Una disolución de $\text{pH} = 5$ es una disolución ligeramente ácida. Una disolución de $\text{pH} = 3$ es una disolución más ácida que la anterior, ya que el punto de neutralidad se encuentra a $\text{pH} = 7$ siendo ácidas las disoluciones por debajo de este valor, y tanto más fuertes cuanto más bajo sea el valor.

5 Define oxidación y reducción. Escribe las semirreacciones de oxidación y reducción que se producen en las siguientes reacciones químicas:



Oxidación es la reacción en la que un átomo de un elemento o de un compuesto **pierde electrones**.

Reducción es la reacción en la que un átomo de un elemento o de un compuesto **gana electrones**.

- a) La reacción $\text{Cu} + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CuBr}_2$ se produce por:
 Semirreacción de oxidación:
 $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
 Semirreacción de reducción:
 $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-$
 b) La reacción $3\text{S} + 2\text{Al} \longrightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$ se produce por:
 Semirreacción de oxidación:
 $(\text{Al} \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-) \cdot 2$
 Semirreacción de reducción:
 $(\text{S} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{S}^{2-}) \cdot 3$

EVALUACIÓN

1 Ordena las siguientes sustancias, conocido su pH, según su grado de acidez, y añade si son ácidas o básicas.

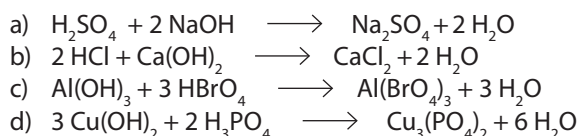
Disociación	pH	Ácido o base	Orden de acidez
Disolución de amoníaco en agua	10	Base	7.º
Disolución de cloruro de hidrógeno en agua	2	Ácido fuerte	1.º
Sangre	7,4	Base débil	5.º
Gel de baño	5,5	Ácido débil	2.º
Disolución de hidróxido sódico	14	Base fuerte	8.º
Disolución de carbonato sódico	9	Base	6.º
Mezcla de ácido acético y acetato sódico	7	Neutra	4.º
Orina	6,2	Ácido débil	3.º

2 Escribe y ajusta la reacción que se produce entre:

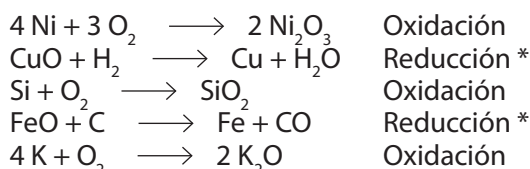
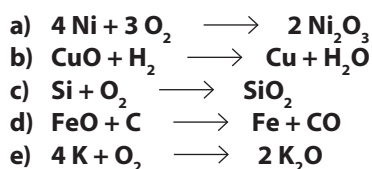
- a) **Ácido sulfúrico e hidróxido sódico.**
 b) **Ácido clorhídrico e hidróxido cálcico.**

- c) **Hidróxido aluminico y ácido perbrómico.**
 d) **Hidróxido cúprico y ácido ortofosfórico.**

Nota: Si se les ha explicado principalmente la formulación sistemática se les cambia los apartados por:
 Ácido tetraoxosulfúrico (VI) e hidróxido de sodio.
 Ácido clorhídrico e hidróxido de calcio.
 Hidróxido de aluminio y ácido tetraoxobromico (VII).
 Hidróxido de cobre (II) y ácido tetraoxofosfórico (V).
 Las soluciones son:



3 Define qué es una reacción de reducción. Lo mismo para una reacción de oxidación. Clasifica las siguientes reacciones en reacciones de oxidación o reducción.



* Se debe valorar positivamente el que se den cuenta de que el cobre o el hierro se reducen mientras que el hidrógeno o carbono se oxidan. Si alguno pone que en las otras reacciones el oxígeno se reduce, también debe valorarse especialmente.

4 ¿Qué es una combustión? ¿Cuál es la diferencia entre oxidación y combustión?

Una combustión es una oxidación rápida y violenta entre un combustible y un comburente, normalmente oxígeno. Se diferencia de la oxidación en la rapidez y el rápido incremento de temperatura que se produce en la combustión. Además, normalmente la combustión necesita un agente que ocasione el comienzo del proceso, mientras que la oxidación se produce espontáneamente.

5 Explica en qué consiste el efecto invernadero.

Pregunta teórica que se encuentra en el libro del alumno.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 296

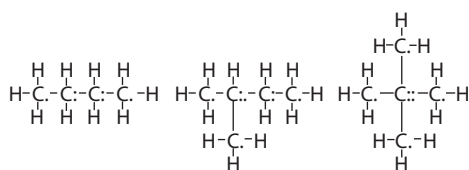
1 Mira a tu alrededor y nombra 10 sustancias orgánicas y otras 10 inorgánicas que veas. ¿En qué te basas para deducir si una sustancia es orgánica o no lo es?

Respuesta libre, pero que es conveniente que descubran que marcan como orgánica aquella sustancia que relacionan directamente con seres vivos. La mayoría de los alumnos nunca incluyen una bolsa de plástico, la fibra de un borrador o la suela de sus zapatillas de deporte.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 298

1 Refiriéndonos a los tres compuestos de fórmula C_5H_{12} que aparecen en el libro, di qué carbonos son primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios.

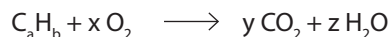
Primarios son los marcados con un punto, secundarios con dos, terciarios con tres y cuaternarios con cuatro.



ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 300

1 Obtén la fórmula general de la combustión del hidrocarburo C_aH_b .

Prescindiendo de la energía, podemos obtener la fórmula general de la combustión de un hidrocarburo de la siguiente forma:



Como el número de átomos de cada elemento debe ser igual en los dos lados nos queda:

$$C: a = y$$

$$H: b = 2z$$

$$O: 2x = 2y + z$$

de donde obtenemos que $y = a$; $z = b/2$ y

$$2x = 2a + b/2 \text{ por lo que } x = a + b/4$$

para evitar fracciones, multiplicamos todo por cuatro y nos queda:



ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 300

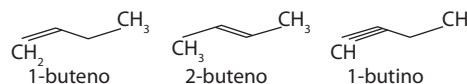
1 ¿Por qué existe el propeno, el propino y sin embargo no existe el pentino?

Si ningún alumno se da cuenta de que estamos planteando una «trampa» puesto que sí existe el 1-pentino y el 2-pentino, se les puede conducir a la pista de que pentinos hay dos. Deben fijar como concepto a estas alturas la utilización de números localizadores. Incluso puede ser aconsejable que los pongan siempre y que aprendan a quitarlos cuando ya dominen la técnica de nomenclatura.

ACTIVIDADES DE REFUERZO PÁG. 301

1 Dibuja la molécula, utilizando el criterio de línea quebrada de los siguientes compuestos orgánicos: etano, eteno, etino, 1-buteno, 2-buteno y 1-butano.

Etano, eteno y etino se representan como están en la página, puesto que todos los carbonos son terminales.



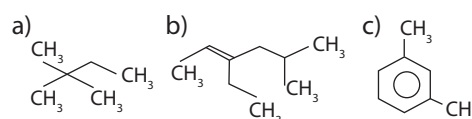
2 Dibuja moléculas orgánicas utilizando el criterio de línea quebrada y nómbralas.

La solución es libre, puesto que son ellos los que eligen las moléculas. Conviene dirigirles a que no sean muy complejas, y hay que aprovechar para explicarles por qué las nombran mal o bien, utilizando la opinión del resto de los alumnos.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 302

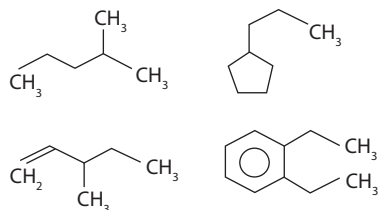
1 Representa, por el criterio de línea quebrada, todas las moléculas presentes en esta página del libro del alumno, incluidas las de los ejercicios.

Ejercicio de aplicación 1

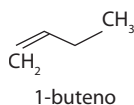


a) 2,2-dimetilbutano, b) 3-etil-5-metil-2-hexeno y c) 1,3-dimetilbenceno.

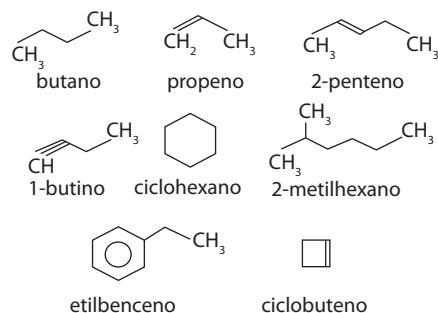
Ejercicio 7



Ejercicio 9



Ejercicio 10



ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN PÁG. 303

1 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas la proporción de componentes que tiene el petróleo y el consumo de esos componentes, para entender por qué tiene que producirse el craqueo.

Respuesta libre.

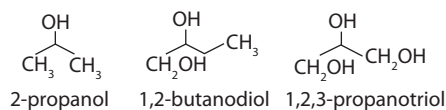
2 Busca, en las mismas fuentes del problema anterior, de dónde procede el gas natural y el petróleo consumidos en España.

Respuesta libre.

ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 304

1 Representa, por el criterio de línea quebrada, todas las moléculas presentes en esta página, del libro del alumno, salvo la de glucosa.

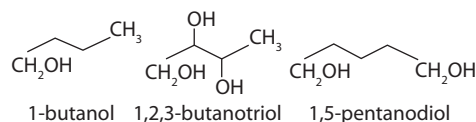
Metanol, etanol y etanodiol se representan de la misma manera, al ser los carbonos terminales.



ACTIVIDAD DE REFUERZO PÁG. 305

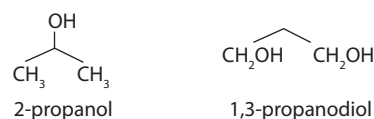
1 Representa, por el criterio de línea quebrada, todas las moléculas presentes en esta página del libro del alumno.

Ejercicio de aplicación 2

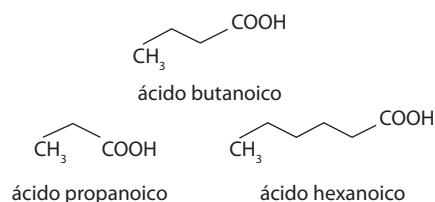


Ejercicio 16

El metanol no tiene representación específica al ser el carbono terminal.



El ácido metanoico y el etanoico se representan igual.



ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 306

1 Busca, en objetos de plástico que haya en tu casa, el código de reciclado de cada uno, e intenta obtener plásticos con los 7 números posibles.

Respuesta libre.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 307

1 Busca la fórmula química del polietileno (PE), el poliestireno (PS), el policloruro de vinilo (PVC), el polipropileno (PP), el polimetilmetacrilato (PMMA), el polietilentereftalato (PET), el policarbonato (PC) y el teflón.

PE: $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
 PS: $(-\text{CHC}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-)_n$
 PVC: $(-\text{CHCl}-\text{CH}_2-)_n$
 PP: $(-\text{CHCH}_3-\text{CH}_2-)_n$
 PMMA: $(-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)-)_n$
 PET: $(-\text{OOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
 PC: $(-\text{grupo funcional-grupo carbonato-})_n$
 Teflón: $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1 Formula o nombra, según proceda, los siguientes compuestos orgánicos:

Nombre	Fórmula
2-hexeno	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
1,2-etanodiol	$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$
propino	$\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}_3$
ácido heptanoico	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
2,3-dimetilbutano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
2-etil-2-metilpentano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
1-propanol	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$
ácido 2-metil-butanoico	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

2 ¿En qué consiste la diferencia entre alcanos, alquenos y alquinos? ¿Cuál es la característica más importante de los hidrocarburos aromáticos? Pon un ejemplo de cada uno.

Los hidrocarburos son compuestos formados por carbono e hidrógeno. Los alcanos son los hidrocarburos de cadena abierta que tienen todos sus enlaces sencillos (saturados). Los alquenos son los hidrocarburos de cadena abierta con, al menos, un enlace doble y los alquinos los que tienen uno o más enlaces triples. Los hidrocarburos aromáticos son hidrocarburos cíclicos formados por enlaces alternados sencillos y dobles entre los carbonos que forman el anillo.

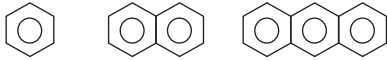
Ejemplos:

Alcanos: metano (CH_4), etano (CH_3-CH_3), propano ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$).

<http://www.McGraw-Hill.es>

Alquenos: eteno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), propeno ($\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$).

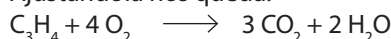
Alquinos: etino ($\text{CH}\equiv\text{CH}$), propino ($\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$).

Aromáticos: 
 benceno naftaleno antraceno

3 Escribe la reacción de combustión del propino. Ajustala.

La reacción de combustión del propino es:
 $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ (ó C_3H_4) + $\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Ajustándola nos queda:



4 ¿Qué es el petróleo? ¿De qué está formado? ¿Puedes comentar el nombre de, al menos, dos componentes básicos del petróleo?

El petróleo es un producto natural, que consiste en una mezcla de muchos hidrocarburos.

Se produce por descomposición de materia orgánica en condiciones de alta presión y temperatura en el interior de la Tierra.

Está formado por hidrocarburos saturados e insaturados de cadenas de longitud variable.

Los componentes más volátiles del petróleo, cadenas de menor número de carbonos, forman las gasolinas, y aumentando el número de carbonos tenemos el gasóleo o gasoil, el asfalto, ceras, etcétera.

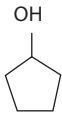
5 ¿Qué son los glúcidos? ¿Se nombran de alguna otra manera? ¿De qué elementos están formados? Nombra dos glúcidos importantes para la vida.

Los glúcidos, o hidratos de carbono, son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno (éstos en la misma proporción 2:1 que se da en el agua) y son uno de los grupos fundamentales constituyentes de los seres vivos.

Entre los glúcidos más importantes se encuentran los azúcares (de forma especial la glucosa) y el glucógeno que son los combustibles principales de los seres vivos, y el almidón y la celulosa, como compuestos estructurales y de almacenaje de energía.

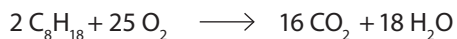
EVALUACIÓN

1 Formula o nombra, según proceda, los siguientes compuestos orgánicos:

Nombre	Fórmula
1-buteno	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$
2-propanol	$\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$
etanol	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$
ácido metanoico	HCOOH
ácido pentanoico	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
3-etil-2-metilhexano	$ \begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_2 & & & & & & \\ & & & & & & & & & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array} $
1,3-pentadiino	$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-C}\equiv\text{CH}$
ciclopentanol	

2 Escribe y ajusta la reacción de combustión del octano.

La reacción es:



3 ¿Qué es una macromolécula? Pon dos ejemplos de macromoléculas artificiales comentando para qué sirven. ¿Cuáles son los principales constituyentes orgánicos de los seres vivos?

Pregunta abierta en la que el número de posibles respuestas es muy grande. Entre las macromoléculas más importantes de las que pueden hacer mención están los plásticos, polietileno, poliestireno, policloruro de vinilo, polipropileno, polietilentereftalato, teflón, caucho, fibras textiles sintéticas y siliconas.

Los principales constituyentes de los seres vivos son lípidos, glúcidos y proteínas. Pueden añadir las vitaminas.

4 ¿Por qué el carbono es el elemento fundamental a partir del cual se crea la vida? ¿Por qué da lugar a tantos compuestos?

Pregunta teórica que se encuentra en el libro del alumno.

5 Define qué es una cadena lineal, una ramificada, una cerrada y un radical.

Pregunta teórica que se encuentra en el libro del alumno.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 320

1 Busca dónde se ha realizado las Conferencias de las Partes sobre Cambio Climático y las fechas. Haz un resumen de los principales logros.

COP 1 - Berlín, 28 de marzo-7 de abril de 1995.
COP 2 - Ginebra, 8 -19 de julio de 1996.
COP 3 - Kioto, 1-10 de diciembre de 1997.
COP 4 - Buenos Aires, 2-13 de noviembre de 1998.
COP 5 - Bonn, 25 de octubre-5 de noviembre de 1999.
COP 6 - La Haya, 13-24 de noviembre de 2000.
COP 7 - Marrakesh, 29 de octubre-9 de noviembre de 2001.
COP 8 - N. Delhi, 23 de octubre-1 de noviembre de 2002.
COP 9 - Milán, 1-12 de diciembre de 2003.
COP 10 - Buenos Aires, 6-17 de diciembre de 2004.
COP 11 - Montreal, 28 de noviembre-9 de diciembre de 2005.
COP 12 - Nairobi, 6-17 de noviembre de 2006.
COP 13 - Nusa Dua (Bali), 3-14 de diciembre de 2007.

Con respecto a los logros la respuesta es libre. En el enlace que aparece en esta misma página se encuentran enlaces a cada una de las Conferencias.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 325

1 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas las ventajas e inconvenientes que tienen para su utilización las distintas fuentes de energía que conoces, su influencia en el medio ambiente y en el cambio climático y la posibilidad de su desarrollo en cortos periodos de tiempo que permitan la utilización en gran escala de este recurso.

Respuesta libre. Deben utilizarse, si así se estima oportuno y hay tiempo, las distintas respuestas de los alumnos para concienciarles de la dificultad que tiene llegar a generalizar el uso de fuentes de energía como la eólica o solar en un corto periodo de tiempo y al mismo tiempo la falta de dependencia de suministros exteriores que plantean en el caso español donde serían unas fuentes de primer orden.

ACTIVIDAD DE AMPLIACIÓN PÁG. 326

1 Haz un trabajo sencillo que contemple la gestión de los residuos domésticos en tu localidad o zona: recogida de basuras, selectividad en esta recogida, presencia de contenedores especiales para papel, vidrio y envases, gestión de aguas residuales, etcétera.

Respuesta libre en función de la localidad. Ha de corregirse el planteamiento de al menos todos los puntos enumerados en el enunciado.

ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN PÁG. 327

1 Busca en Internet o en enciclopedias actualizadas noticias sobre las plantas transgénicas, los cultivos ecológicos, las centrales nucleares y las térmicas, las plantas desaladoras y los transvases de ríos, y elige entre ellas algún tipo de dato que te resulte sorprendente porque esté lejos de la idea que tenías preconcebida sobre estos temas. Plantea un debate con tus compañeros para aportar esa información.

Respuesta libre, evidentemente, al depender de los preconceptos que el alumno tuviera. Puede ser un magnífico ejercicio para comprobar hasta qué punto la información que nos llega está sesgada y cómo debemos esforzarnos en conseguir información veraz para crear nuestra propia opinión, si queremos que ésta sea útil.

2 Investiga sobre las centrales productoras de energía y sobre las fábricas de tu entorno, haciendo una lista de las ventajas que tiene la producción que en ellas se obtiene y las desventajas para el medio ambiente de esta producción. Intenta encontrar posibles mejoras a los inconvenientes que se planteen.

Respuesta libre. Debemos coordinar su atención en la línea no de la crítica feroz a la producción de bienes de consumo (energía, productos), sino en la de la mejora de la producción creando una situación sostenible que mejore el desarrollo de la zona.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

1 Después de haber visto la película «La verdad incómoda», elabora un trabajo de unos cinco folios donde desarrolles las ideas tanto negativas en cuanto a la situación actual del planeta, como positivas en cuanto a la forma en que debemos proceder para mejorar el medio ambiente, de forma que se pueda producir un debate entre los compañeros para concienciarnos de los problemas actuales que penden sobre nuestro entorno.

El Ministerio o las Consejerías de Educación suministran la película que conviene sea visionada en conjunto por la clase para poder dirigir a los alumnos hacia los problemas básicos relacionados con el medio ambiente, siendo críticos a la hora de evaluar los intereses de unos y otros, intentando aprovechar las partes que nos permitan mejorar la opinión de las alumnos sobre la Ciencia y su interés en aprovechar los

conocimientos que ésta nos aporta para mejorar el mundo en que vivimos.

EVALUACIÓN

Todas las contestaciones tienen una respuesta libre que se valorará en mayor o menor medida en función del nivel de explicación de los conceptos en clase.

No es necesario un rigor excesivo en las contestaciones sino más bien un conocimiento lo suficientemente amplio como para que el alumno conozca la existencia de un grave problema medioambiental que debe ser resuelto por todos y que se compruebe que es consciente de la importancia de la Ciencia para resolver los problemas que ella misma o terceros han creado.

1 Describe brevemente el contenido del Protocolo de Kioto y cuáles son las medidas que propone para evitar el calentamiento global. ¿Conoces algún país que se haya negado a firmarlo o ratificarlo o que no se esté acercando a las previsiones previstas en él?

El Protocolo va dirigido principalmente a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los países industrializados, comparando las emisiones a partir de 2012 con las que se hicieron en 1990. Pretende que a partir de ese momento las emisiones de GEI cada vez sean menores con el fin de evitar el calentamiento global.

Entre los países que no lo han ratificado se encuentran Australia y Estados Unidos, y uno de los países que está más lejos de cumplirlo es España, que ha aumentado casi un 50% sus emisiones de 1990.

2 ¿En qué consiste el Principio de precaución? ¿Es una norma de obligado cumplimiento o es sólo un concepto teórico para intentar mejorar las agresiones que se cometen sobre el medio ambiente?

Es un Principio que pretende conseguir paralizar aquellas supuestas agresiones al medio ambiente o a la salud de personas, animales o plantas cuando existe una duda razonable sobre si son inocuas o no.

Desplaza la responsabilidad de demostrar si algo es negativo o inocuo para el medio ambiente o para los individuos a la persona, grupo de personas o empresas que ejercen la acción que puede considerarse nociva.

No exime de la comprobación de si la agresión se produce o no y de levantar las medidas precautorias si eran exageradas o confirmar la prohibición en caso contrario.

No pretende ser una norma restrictiva sin más, sino estar apoyada en estudios científicos donde se ponga en duda la seguridad de una fábrica, método o cualquier otro tipo de posible agresión sobre el medio ambiente.

Desde su aprobación por la Unión Europea es una norma de obligado cumplimiento que los Estados deben ejercer con responsabilidad y apoyados en consultores científicos y no sólo en opiniones políticas.

3 De las siguientes fuentes de energía: eólica, solar, hidroeléctrica, nuclear y térmica, comenta si influyen en el efecto invernadero y cuáles son sus ventajas e inconvenientes a la hora de utilizarlas como fuentes de energía en el futuro.

La eólica no influye en el efecto invernadero, es muy limpia y barata, al ser renovable y no depender de fuentes externas, por lo que no crea dependencia energética entre países.

Como problema tiene el de la contaminación visual y sonora en su entorno, el que no siempre está en condiciones de uso (puesto que depende del viento) y que se necesitan zonas muy amplias dotadas de aerogeneradores para producir una cantidad significativa de energía. Además tiene el inconveniente del tiempo que se tardaría en dotar grandes zonas del planeta de los aerogeneradores necesarios para ser autosuficientes con este tipo de energía.

La solar es similar a la eólica ya que no influye en el efecto invernadero, es también muy limpia y barata, al ser renovable, y no depende de fuentes externas, por lo que tampoco crea dependencia energética entre países, aunque su uso está limitado a países con un número de días de sol al año suficientemente alto. Es una de las fuentes de producción de energía más individuales que existen, con lo que permite una enorme autonomía y minimiza de forma importante los cables y demás artilugios necesarios para el transporte de la energía eléctrica.

Como problema tiene el de la contaminación visual de su entorno, el que no siempre está en condiciones de uso (puesto que depende de la radiación solar) y que también se necesitan zonas muy amplias dotadas de placas solares para producir una cantidad significativa de energía. Tiene al igual que la anterior el problema de que se necesitarían muchos años para dotar grandes zonas del planeta de las placas solares necesarias para ser autosuficientes con este tipo de energía.

La hidroeléctrica también es muy limpia, barata y renovable, además de que se puede utilizar la misma infraestructura que para el almacenamiento de un recurso tan importante como el agua.

Sin embargo, sólo determinadas zonas del planeta pueden tenerla como fuente principal de energía, puesto que se necesita una zona con desniveles del terreno y con la suficiente cantidad de lluvias al año para que permitan su explotación. Por otro lado anega numerosos valles impidiendo su utilización con otros fines, y pueden plantear roturas de presas que ocasionen problemas serios en caso de inundaciones no controladas.

La nuclear de fisión aporta energía barata sin contaminar con gases de efecto invernadero y hay recursos para bastante tiempo, y el precio del combustible, de momento, es plenamente asequible para casi todos los países.

Como inconvenientes tiene el de la gestión de los residuos (que no está resuelta ni mucho menos), el de la contaminación durante miles de años de la zona donde la central se ubica y la posible utilización con fines no pacíficos de la tecnología y productos obtenidos con estas centrales.

Probablemente es el recurso a corto y medio plazo para evitar una crisis energética de gran calado evitando la emisión de GEI, aunque debe debatirse en profundidad en cada zona. Es la energía que genera el mayor problema de residuos a largo plazo.

La nuclear de fusión está en estudio, por lo que todavía no puede aplicarse, pero si se consiguiera es casi infinita en recursos y permitiría cantidades ingentes de energía a bajo coste.

La dependencia tecnológica que tendrá su generación, en el caso de que se consiga, incrementaría la brecha entre países pobres y ricos y mantendría las distancias económicas entre primer y tercer mundo, pero evitaría los conflictos relacionados con la generación de energía, ya que es la única forma de generación masiva de energía que evitaría la dependencia de las economías del primer mundo de recursos situados en países en vías de desarrollo y en el tercer mundo.

La térmica tiene una tecnología perfectamente estudiada, por lo que no exige ningún tipo de estudio ni desarrollo.

Es extremadamente contaminante, tanto en GEI como en lluvia ácida, partículas, etc. Evidentemente debe ser el último recurso para generar energía y debería evitarse su uso en la medida de lo posible. Es prácticamente la única forma de generación de energía en países no desarrollados, por lo que es inevitable su utilización. Consume recursos tan preciados como el gas natural y el petróleo.

4 Escribe al menos cinco medidas que te parezcan importantes relacionadas con la conservación del medio am-

<http://www.McGraw-Hill.es>

biente y que puedas tú llevar a cabo en tu vida habitual. ¿Crees que el problema de degradación del medio ambiente tiene una solución global decidida por los Gobiernos de los países o debe empezar a resolverlo cada individuo en la medida de sus posibilidades en su entorno?

Respuesta libre pero que puede incluir no encender más luces de las necesarias, no generar ruidos innecesarios, reciclar vidrios, envases y papel de forma selectiva, evitar el uso del transporte privado, abrigarse con ropa disminuyendo la calefacción en invierno, quitarse ropa y ventilar a horas no solares las casas en verano para evitar el uso de aire acondicionado, consumir sólo el agua necesaria evitando el derroche de un bien tan escaso, ducharse en vez de bañarse y hacerlo con agua lo menos caliente posible dentro del confort necesario, etcétera.

5 Enumera al menos tres problemas importantes que tenga el mundo en este momento relacionados con el medio ambiente y da una pequeña explicación de en qué consisten.

Respuesta libre. Los más importantes son el calentamiento global, la contaminación masiva, el agotamiento de los recursos y la mala gestión de éstos, la emisión de gases de efecto invernadero, la deforestación y la lluvia ácida, etcétera.

A cluster of squares in various shades of gray, ranging from light to dark, arranged in a non-uniform pattern in the top-left corner of the page.

SOLUCIONARIO

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

A cluster of squares in various shades of gray, ranging from light to dark, arranged in a non-uniform pattern in the bottom-right corner of the page.

1 Los datos de posición frente a tiempo para un determinado móvil son:

t (s)	0	0	0	0
r (m)	-4	0,5	2	5

- Representa la gráfica posición frente a tiempo para este móvil. ¿Qué tipo de movimiento es?
- Calcula la velocidad entre los instantes 0 y 3 segundos. Comprueba que es la misma que entre los instantes 4 y 6 segundos.
- Indica la posición del cuerpo en el instante inicial.
- Escribe la ecuación de movimiento.
- ¿Cuál será su posición a los 2 segundos?
- ¿En qué instante se encontrará a 20 m a la derecha del origen de coordenadas?
- ¿En qué instante pasará por el origen de coordenadas?

- Movimiento Rectilíneo Uniforme.
- $v = 1,5 \text{ m/s}$
- $r_0 = -4 \text{ m}$
- $r = -4 + 1,5 t$
- $r(2) = -1 \text{ m}$
- $t = 16 \text{ s}$
- $2,7 \text{ s}$

2 La ecuación de movimiento de un cuerpo es:
 $r = 9 - 3t$.

- Indica la posición inicial del móvil, así como la velocidad a la que se mueve.
- ¿Qué nos indica el signo negativo de la velocidad?
- ¿Cuál es su posición a los 2 segundos de empezar a moverse? ¿Y a los 9 segundos?
- ¿En qué momento se encontrará a 90 m a la izquierda del origen?
- ¿Para qué valor de t estará a 12 metros a la derecha del origen? ¿Qué ocurre al tratar de resolver esta ecuación?

- $r_0 = 9 \text{ m}$ $v = -3 \text{ m/s}$
- Que el cuerpo se desplaza en el sentido negativo del eje x .
- $r(2) = 3 \text{ m}$; $r(9) = -18 \text{ m}$
- $t = 27 \text{ s}$
- Obtenemos un valor negativo para t . La solución no tiene sentido desde un punto de vista físico.

3 La ecuación de movimiento de un cuerpo es:
 $r = -20 + 5t + t^2$.

- Indica cuáles son la posición inicial del móvil, la velocidad inicial y la aceleración con la que se mueve.
- ¿En qué instante se encuentra a 10 m a la izquierda del origen? ¿Cuál es su velocidad en ese mismo instante?

- ¿En qué momento pasa por el origen?
- ¿Cuál es su posición a los 8 segundos de iniciarse el movimiento?
- ¿Para qué valor de t la velocidad es de 20 m/s?
- ¿Cuál es el desplazamiento del móvil entre $t = 1$ y $t = 4$ segundos?

- $r_0 = -20 \text{ m}$; $v_0 = 5 \text{ m/s}$; $a = 2 \text{ m/s}^2$
- $t = 1,5 \text{ s}$; $v = 8 \text{ m/s}$
- $t = 2,6 \text{ s}$
- $r = 84 \text{ m}$
- $t = 7,5 \text{ s}$
- $\Delta x = 30 \text{ m}$

4 Un coche que se mueve con una velocidad de 100 km/h frena con una aceleración de 10 m/s^2 .

- ¿Cuánto tiempo tarda en pararse?
- ¿Qué espacio recorrerá hasta detenerse?

- $t = 2,8 \text{ s}$
- Recorrerá 38,6 m

5 Dejamos caer un objeto desde una altura de 15 m.

- Calcula el tiempo que tarda en llegar al suelo y su velocidad en ese instante.
- ¿Cuánto tiempo tarda en alcanzar una velocidad de -8 m/s ? ¿A qué altura se encuentra en ese momento?

- $t = 1,7 \text{ s}$; $v = -16,7 \text{ m/s}$
- $t = 0,8 \text{ s}$; $r = 11,9 \text{ m}$

6 Lanzamos hacia abajo un objeto desde una cierta altura con una velocidad de 8 m/s. El objeto tarda 7 segundos en impactar contra el suelo. Calcula desde qué altura se dejó caer y la velocidad con la que chocó contra el suelo.

$$h = 296,1 \text{ m}; v = -76,6 \text{ m/s}$$

7 Lanzamos hacia abajo un objeto desde una altura de 100 m y con una velocidad inicial de -15 m/s . Calcula:

- Tiempo que tarda en chocar contra el suelo y velocidad en ese mismo instante.
- Posición y velocidad al segundo de lanzarlo.
- Tiempo que tarda en hallarse a 5 m del suelo y velocidad en ese momento.

- $t = 3,2 \text{ s}$; $v = -46,4 \text{ m/s}$
- $r = 80,1 \text{ m}$; $v = -24,8 \text{ m/s}$
- $t = 3,1 \text{ s}$; $v = -45,4 \text{ m/s}$

1 Un muelle tiene una constante elástica $k = 1500$ N/m.

- Aplicamos una fuerza de 200 N, ¿Cuál será la elongación que experimente?
- Colgamos del muelle un objeto y el muelle se estira 20 cm, ¿cuál es la fuerza aplicada?, ¿cuál es la masa del objeto?
(Recuerda que el peso de un objeto es $P = m \cdot g$.)

- $\Delta l = 1,33 \text{ m} = 133,3 \text{ cm}$
- $F = 300 \text{ N}$; $m = 30,6 \text{ kg}$

2 Un muelle mide 20 cm. Al colgarle un objeto de 300 g pasa a medir 35 cm. Calcula la constante de elasticidad del muelle y la fuerza aplicada.
(Recuerda que el peso de un objeto es $P = m \cdot g$.)

$$k = 19,6 \text{ N/m}; F = 2,94 \text{ N}$$

3 Sean los vectores:

$F_A = 3 \text{ N}$. Forma un ángulo de 0° con el eje X.
 $F_B = 8 \text{ N}$. Forma un ángulo de 15° con el eje X.
 $F_C = 2 \text{ N}$. Forma un ángulo de 45° con el eje X.
 $F_D = 7 \text{ N}$. Forma un ángulo de 45° con el eje X.
 $F_E = 1 \text{ N}$. Forma un ángulo de 180° con el eje X.
 $F_G = 6 \text{ N}$. Forma un ángulo de 225° con el eje X.
 Realiza las siguientes sumas de vectores, dibujando el vector resultante y calculando el valor de su módulo.

$$\begin{aligned}\vec{F}_A + \vec{F}_B &= 11 \text{ N} \\ \vec{F}_B + \vec{F}_C &= 9,8 \text{ N} \\ \vec{F}_C + \vec{F}_D &= 9 \text{ N} \\ \vec{F}_C + \vec{F}_G &= 4 \text{ N} \\ \vec{F}_A + \vec{F}_D &= 9,4 \text{ N} \\ \vec{F}_A + \vec{F}_E &= 2 \text{ N} \\ \vec{F}_D + \vec{F}_G &= 1 \text{ N} \\ \vec{F}_A + \vec{F}_C + \vec{F}_D &= 11,3 \text{ N}; \\ \vec{F}_B + \vec{F}_D + \vec{F}_G &= 8,9 \text{ N}\end{aligned}$$

Solución gráfica no incluida.

4 Sean los vectores, definidos por su módulo y el ángulo que forman con el eje X.

$$\begin{array}{ll} F_A = 11 \text{ N}, \alpha = 0^\circ & F_G = 6 \text{ N}, \alpha = 120^\circ \\ F_B = 4 \text{ N}, \alpha = 30^\circ & F_H = 8 \text{ N}, \alpha = 180^\circ \\ F_C = 9 \text{ N}, \alpha = 45^\circ & F_J = 6 \text{ N}, \alpha = 225^\circ \\ F_D = 7 \text{ N}, \alpha = 60^\circ & F_K = 7 \text{ N}, \alpha = 240^\circ \\ F_E = 5 \text{ N}, \alpha = 90^\circ & \end{array}$$

Dibuja en cada caso sus componentes, calcula sus módulos y comprueba que la descomposición está bien hecha.

$$\begin{aligned}F_A &= (11, 0) \\ F_B &= (3,5, 2) \\ F_C &= (6,4, 6,4) \\ F_D &= (3,5, 6,1) \\ F_E &= (0, 5) \\ F_G &= (-3, 5,2) \\ F_H &= (-8, 0) \\ F_I &= (-4,2, -4,2); \\ F_K &= (-3,5, -6,1)\end{aligned}$$

Solución gráfica no incluida.

5 Sean los vectores $\vec{F}_A$ (11 N, $\alpha = 0^\circ$) y $\vec{F}_B$ (9 N, $\alpha = 60^\circ$).

- Descompón ambos vectores en sus componentes X e Y.
- Calcula el vector resultante de la suma $\vec{F}_A + \vec{F}_B$.

- $F_A = (11, 0)$; $F_B = (4,5, 7,8)$
- $F_R = (15,5, 7,8)$; $F_R = 17,4 \text{ N}$

6 Sean los vectores:

$$\begin{array}{lll} F_A = 10 \text{ N}, \alpha = 0^\circ & F_C = 6 \text{ N}, \alpha = 45^\circ & F_E = 3 \text{ N}, \alpha = 60^\circ \\ F_B = 8 \text{ N}, \alpha = 30^\circ & F_D = 5 \text{ N}, \alpha = 45^\circ & F_G = 6 \text{ N}, \alpha = 90^\circ \end{array}$$

Realiza las siguientes sumas de vectores:

$$\begin{aligned}F_A + F_B &= (16,9, 4) \\ F_B + F_C &= (11,2, 8,2) \\ F_A + F_E &= (11,5, 2,6) \\ F_B + F_E &= (8,4, 6,6) \\ F_A + F_G &= (10, 6) \\ F_B + F_G &= (6,9, 10) \\ F_A - F_G + F_B &= (16,9, -2) \\ F_C - F_D + F_G &= (0,7, 6,7) \\ -F_A + F_G &= (-10, 6) \\ F_C - F_E &= (2,7, 1,6)\end{aligned}$$

7 Sean los vectores: $\vec{F}_A$ (módulo de 4 N, $\alpha = 30^\circ$) y $\vec{F}_B$ (módulo de 12 N, $\alpha = 60^\circ$)

Ambos actúan sobre un mismo cuerpo. ¿Cómo debe ser el vector que equilibre a estos dos vectores?

$$-F_R = (-9,5, -12,4)$$

1 Sobre un cuerpo, inicialmente en reposo, actúa una fuerza tal que, en 10 s el cuerpo se mueve a 30 m/s. Calcula:

- a) Aceleración del cuerpo.
- b) Fuerza que actúa.
- c) Espacio recorrido en esos 10 segundos. Masa del cuerpo: 8 kg.

- a) $a = 3 \text{ m/s}^2$
- b) $F = 24 \text{ N}$
- c) $s = 150 \text{ m}$

2 Un cuerpo de 9 kg de masa se mueve a 25 m/s. ¿Qué fuerza de frenado lo detendrá en 15 segundos? ¿Qué espacio recorrerá hasta pararse? Repite el problema para el caso de una masa de 18 kg.

$$F = 15 \text{ N}; s = 183,8 \text{ m}$$

Para un cuerpo de 18 kg: $F = 306 \text{ N}; s = 183,8 \text{ m}$

3 Un cuerpo de 54 kg de masa se mueve con una aceleración de 2 m/s^2 . Sobre él está actuando una fuerza de 200 N que favorece el movimiento y una fuerza de rozamiento. ¿Cuánto valdrá la fuerza de rozamiento? ¿Qué valor tiene el coeficiente de rozamiento?

$$F_R = 92 \text{ N}; \mu = 0,17$$

4 Repite el ejemplo 2, calculando qué valor debe tener la fuerza de rozamiento para que el cuerpo tarde en caer 4,8 segundos.

$$F_R = 0,44 \text{ N}$$

5 Una lámpara de 2 kg está colgada del techo a una altura de 3,5 m.

- a) Dibuja las fuerzas que actúan sobre la lámpara.
- b) ¿Qué valor tiene la tensión?
- c) Si cortamos la cadena que une la lámpara al techo, ¿qué fuerza actuará sobre la lámpara?
- d) ¿Cuánto tiempo tardará en llegar al suelo?
- e) ¿Con qué velocidad chocará?

- a) Solución gráfica no incluida.
- b) $T = 19,6 \text{ N}$
- c) El peso = $19,6 \text{ N}$
- d) $t = 0,9 \text{ s}$
- e) $v = -8,3 \text{ m/s}$

6 Repite el ejemplo anterior, considerando que existe una fuerza de rozamiento entre la mesa y el objeto que está apoyado sobre ella de 0,6 N.

- a) $a = 4 \text{ m/s}^2$
- b) $T = 40,6 \text{ N}$

ESTÁTICA DE FLUIDOS 4

<http://www.McGraw-Hill.es>

■ **1** Calcula la presión que ejerce un objeto de 15 kg de masa que se apoya sobre una superficie de 3 m². Repite el problema si la superficie es de 60 dm².

$$P = 49 \text{ Pa}; P = 245 \text{ Pa}$$

■ **2** Calcula la presión que ejerce sobre el suelo un cilindro de 200 g de masa y 15 cm de radio. (Superficie del círculo $S = \pi r^2$.)

$$P = 27,7 \text{ Pa}$$

■ **3** Tenemos un bidón de 80 cm de altura lleno de aceite.

- a) Calcula la presión que soporta la base.
b) ¿A qué profundidad, la presión es 100 000 Pa?
Dato: $d_{\text{aceite}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$.

$$\text{a) } P = 6272 \text{ Pa}; \text{ b) } h = 12,75 \text{ m}$$

■ **4** Utilizando la misma prensa que en el ejemplo anterior, calcula la fuerza F_A que habría que ejercer para levantar un cuerpo de 700 kg de masa. (Dato: F_B sería el peso del cuerpo que queremos levantar.)

$$F = 668,85 \text{ N}$$

■ **5** Tenemos un cuerpo de 3 dm³ de volumen y densidad 1 050 kg/m³ y lo echamos al agua.

- a) ¿Flotará?
b) Calcula su masa y su peso real.
c) Calcula el empuje que experimenta.
- a) No. Su densidad es mayor que la del agua.
b) $m = 3,15 \text{ kg}; P = 30,87 \text{ N}$
c) $E = 29,4 \text{ N}$

1 ¿Qué lugar ocupaba la Tierra en el Universo según Aristóteles?

El centro del Universo.

2 ¿Quién fue el primero en afirmar que la Tierra giraba en torno a sí misma y alrededor del Sol?

Aristarco de Samos fue el primero en afirmar que la Tierra gira sobre sí misma cada 24 h, al mismo tiempo que, junto con los otros planetas, lo hace alrededor del Sol.

3 ¿Qué eran los epiciclos según Claudio Tolomeo? ¿Qué dos fallos presentaba esta teoría?

Claudio Tolomeo postulaba que la Tierra era el centro del Universo, y que el Sol, la Luna y los planetas giraban alrededor de ella describiendo a su vez pequeñas circunferencias —que llamó epiciclos—, cuyo centro giraba también alrededor de la Tierra. Esta teoría es errónea porque considera que el Sol gira alrededor de la Tierra y porque recurre al concepto erróneo de los epiciclos.

4 ¿En qué sentido la teoría de Kepler perfecciona la de Copérnico?

Kepler sustituye las órbitas circulares de Copérnico por órbitas elípticas.

5 ¿Es correcta la afirmación de Kepler acerca de la fuerza con la que el Sol atrae a los planetas?

Sí. Él afirma que la atracción que el Sol ejerce sobre otros cuerpos disminuye al aumentar la distancia.

6 Señala la diferencia entre las concepciones heliocéntrica y geocéntrica del Universo. Elabora sendas listas de los científicos que las defendieron.

En la concepción heliocéntrica el Sol es el centro del Universo y en la geocéntrica lo es la Tierra.

Defensores de la geocéntrica: Eudoxo, Aristóteles, Claudio Tolomeo.

Defensores de la heliocéntrica: Aristarco de Samos, Copérnico, Kepler.

7 ¿Cómo explica el origen del Universo la teoría del Big-Bang?

Considera que el Universo se formó a partir de una explosión inicial (Big-Bang). La energía contenida en un punto fue dispersándose por el Universo a medida que éste se expandía, dando lugar a las primeras partículas componentes de la materia.

8 ¿Qué rama de la Astronomía estudia la composición de las estrellas?

La astrofísica.

9 ¿Qué diferencia hay entre la hipótesis del Universo pulsante y la de la muerte térmica del Universo? ¿De qué factor dependerá que el Universo evolucione en un sentido u otro?

La teoría que se denomina del Universo pulsante indica que, si la materia que existe en el Universo es lo suficientemente abundante, la fuerza de atracción gravitacional entre los objetos estelares conseguirá frenar la expansión, detenerla e invertir el proceso, comenzando un acercamiento cada vez más rápido. La teoría de la muerte térmica del Universo considera que si la materia no es lo suficientemente abundante el Universo no frenará su expansión y las estrellas se apagarán gradualmente. El que se siga uno u otro camino depende de la cantidad de materia que exista en el Universo.

10 ¿Qué es el Big Crunch?

En la teoría de un Universo pulsante, en un primer momento el Universo se expansionaría, para luego empezar a contraerse. El Universo se plegaría de nuevo hasta el punto original, provocando lo que se denomina Gran Crujido (Big Crunch). Esto generaría otro Big-Bang y así sucesivamente.

11 ¿A qué galaxia pertenece nuestro planeta? ¿En qué cúmulo se encuentra? ¿Cuántas galaxias componen nuestro cúmulo?

Nuestro cúmulo se denomina Grupo Local, y contiene 28 galaxias. Nuestra galaxia es la Vía Láctea.

12 ¿Cómo tiene lugar el nacimiento de una estrella?

En ciertas zonas del Universo se produce una acumulación de materia, lo que provoca un aumento de la temperatura. Hay átomos de hidrógeno presentes que se fusionan generando otros de helio y desprendiendo gran cantidad de energía.

13 Las estrellas pueden clasificarse de acuerdo con su temperatura. ¿Cuáles son las estrellas más calientes?, ¿y las más frías?

Las azules son las más calientes y las marrones las más frías.

14 ¿Qué tres tipos de estructuras puede originar una estrella al extinguirse? ¿De qué depende que siga un camino u otro? ¿Qué es un agujero negro?

Puede formar una enana negra, un púlsar o un agujero negro. Depende de la masa de la estrella.

Un agujero negro es una acumulación muy densa de gran cantidad de masa que deforma una zona del espacio, de manera que nada que entre en su radio de acción puede escapar, ni tan siquiera la luz, de ahí su nombre.

15 Un año luz es una unidad de a) tiempo b) longitud c) volumen. ¿A cuántos años luz equivalen 10^{23} m?

De longitud. Equivale a $10,57 \cdot 10^6$ años luz.

16 ¿Qué espacio recorre la luz en 20 años? Expresa la distancia en años luz y en km. $v_{\text{luz}} = 3 \cdot 10^5$ km/s.

20 años luz = $1,9 \cdot 10^{14}$ km

17 ¿Cuánto tiempo tarda la luz en recorrer 10^{15} km? Expresa la distancia en años-luz.

105,69 años-luz.; $3,3 \cdot 10^9$ s

18 ¿Por qué es difícil localizar un planeta en el espacio?

Porque el brillo de la estrella cercana nos impide verlo.

19 Sabiendo que la masa del Sol es $1,9891 \cdot 10^{30}$ kg y la masa de la Tierra es de $5,974 \cdot 10^{24}$ kg. Calcula la fuerza con que se atraen.

$F = 3,6 \cdot 10^{22}$ N

20 Sabiendo que la masa del Sol es $1,9891 \cdot 10^{30}$ kg y la masa de Júpiter es de $1,899 \cdot 10^{27}$ kg. Calcula la fuerza con que se atraen.

$F = 4,16 \cdot 10^{23}$ N

21 Sabiendo que la m de la Luna es $7,2 \cdot 10^{22}$ kg y su r es $1,74 \cdot 10^6$ m, calcula la aceleración de la gravedad en la superficie de ésta y compárala con la de la Tierra.

$1,58 \text{ m/s}^2$

22 ¿Cuál es el peso de un objeto de 25 kg de masa en la Tierra? ¿Y en la Luna?

$P(\text{Tierra}) = 245 \text{ N}$; $P(\text{Luna}) = 39,5 \text{ N}$

23 ¿Cuál es la masa de un objeto que en la Luna tiene un peso de 40 N? ¿Cuál sería su peso en la Tierra?

25,3 Kg; 248 N

24 Sabiendo que un objeto de 5 kg de masa tiene un peso de 90 N en un determinado planeta, ¿cuál es el valor de la gravedad en ese planeta? Si ese planeta tiene una masa de 10^{23} kg, ¿cuánto mide su radio?

18 m/s^2 ; $6,08 \cdot 10^5 \text{ m}$

25 Calcula la fuerza con la que la Tierra atrae a un objeto de 50 g. ¿Qué aceleración actuará sobre ese cuerpo? Por el Principio de Acción y Reacción el cuerpo ejerce sobre la Tierra una fuerza igual. ¿Qué aceleración produce esta fuerza sobre la Tierra?

0,49 N; $9,8 \text{ m/s}^2$; $8,2 \cdot 10^{-26} \text{ m/s}^2$

1 Sobre un cuerpo de 6 kg actúa una fuerza F . El cuerpo se desplaza verticalmente desde el suelo hasta una altura de 20 m. Calcula el trabajo realizado por la fuerza F y por la fuerza gravitatoria en los siguientes casos:

- a) El cuerpo sube con velocidad constante.
b) El cuerpo sube con una aceleración de 4 m/s^2 .

- a) $W_F = 1\,176 \text{ J}$; $W_p = -1\,176 \text{ J}$
b) $W_F = 1\,656 \text{ J}$; $W_p = -1\,176 \text{ J}$

2 Sobre un cuerpo de 6 kg de masa actúa una fuerza F paralela al suelo. El cuerpo se mueve 5 m con velocidad constante. Si el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento es de -20 J , calcula el valor de la fuerza F . Repite el problema si el cuerpo se mueve con una aceleración de 3 m/s^2 .

$$F = 20 \text{ N}; F = 38 \text{ N}$$

3 Un cuerpo de 5 kg se desplaza con velocidad constante de 15 m/s a lo largo del eje X . Sobre él actúan una F_x y una fuerza de rozamiento. El módulo de esta última es de 20 N . Calcula:

- a) Valor de F_x
b) Trabajo realizado por F_x y por la fuerza de rozamiento si el cuerpo se desplaza 30 m .
c) Potencia desarrollada por F_x

$$a) F_x = 20 \text{ N}; b) W_F = 600 \text{ J}; W_R = -600 \text{ J}; c) P = 300 \text{ W}$$

4 Una grúa funciona con una potencia de 10 CV . ¿Cuál será el trabajo desarrollado por ella al cabo de 15 s ? Dicho trabajo se emplea en subir con velocidad constante un objeto desde el suelo hasta una altura de 12 m . ¿Cuál es la masa de dicho objeto?

$$W = 110\,325 \text{ J}; m = 938 \text{ kg}$$

5 Dos coches de $1\,500$ y $2\,000 \text{ kg}$ de masa están parados. A los 6 s de iniciarse el movimiento el primero ha alcanzado una velocidad de 30 km/h y el segundo se mueve a 20 km/h . ¿Qué motor ha desarrollado una mayor potencia? Expresa los resultados en CV.

$$P_A = 70,8 \text{ CV}; P_B = 42,1 \text{ CV}$$

El primer coche es el que ha desarrollado una mayor potencia.

6 Un cuerpo de 500 g de masa se desplaza con una velocidad inicial de 20 m/s . La única fuerza externa que actúa sobre él es la de rozamiento. El coeficiente de rozamiento es $0,18$. Calcula:

- a) Valor de la fuerza de rozamiento.
b) Aceleración con la que se mueve el cuerpo.

- c) Tiempo que transcurre hasta que el cuerpo se para y distancia recorrida hasta entonces.
d) Trabajo realizado por la fuerza de rozamiento.

- a) $F_R = 0,88 \text{ N}$ c) $t = 11,4 \text{ s}$; $s = 113,6 \text{ m}$
b) $a = -1,76 \text{ m/s}^2$ d) $W = -10 \text{ J}$

7 Desde una altura de 25 m se lanza un objeto de 30 g de masa. Contesta las siguientes preguntas para cada uno de estos tres casos:

- Caso 1. El objeto se deja caer.
— Caso 2. Se lanza hacia arriba con una $v = 5 \text{ m/s}$.
— Caso 3. Se lanza hacia abajo con una $v = 5 \text{ m/s}$.
a) ¿La energía mecánica es igual en los tres casos?
b) ¿Chocarán contra el suelo a igual velocidad?
c) ¿Tardarán lo mismo en chocar contra el suelo?
d) ¿Qué tipo de energía (cinética, potencial gravitatoria) tendrán en el instante en el que se dejan caer o son lanzados?
e) ¿La velocidad a los $12,5 \text{ m}$ es la mitad de la que tienen al llegar al suelo?

- a) Las energías mecánicas serán iguales en los casos 2 y 3 en los que tenemos energía potencial y cinética. En el caso 1, al inicio, sólo hay energía potencial.
b) Igual que ocurre en la pregunta anterior, en los casos 2 y 3 chocarán con la misma velocidad, en el caso 1 lo hará con una velocidad menor.
c) El tiempo en chocar es distinto en cada caso.
d) En el caso 1, energía potencial. En los casos 2 y 3, energías cinética y potencial.
e) No. En los tres casos se trata de un movimiento uniformemente acelerado, por lo que la velocidad no crecerá linealmente con el espacio recorrido.

8 Completa el siguiente cuadro para cada uno de los casos anteriores:

Caso 1:

$h \text{ (m)}$	$E_m \text{ (J)}$	$E_c \text{ (J)}$	$E_p \text{ (grav.) (J)}$	$v \text{ (m/s)}$
25	7,35	0	7,35	0
12,5	7,35	3,67	3,68	15,64
10	7,35	4,41	2,94	17,15
5	7,35	5,88	1,47	19,80
0	7,35	7,35	0	22,14

Casos 2 y 3:

$h \text{ (m)}$	$E_m \text{ (J)}$	$E_c \text{ (J)}$	$E_p \text{ (grav.) (J)}$	$v \text{ (m/s)}$
25	7,73	0,38	7,35	5
12,5	7,73	4,05	3,68	16,43
10	7,73	4,79	2,94	17,87
5	7,73	6,26	1,47	20,43
0	7,73	7,73	0	22,70

CALOR Y ENERGÍA TÉRMICA

7

<http://www.McGraw-Hill.es>

1 Calcula la energía necesaria para elevar la temperatura de 250 g de hielo desde $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dato: $c(\text{hielo}) = 2\,050\text{ J/kg K}$.

$$Q = 10\,250\text{ J}$$

2 Calcula la energía que desprenderá un clavo de hierro de 15 g de masa que pasa desde $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. $c(\text{hierro}) = 440\text{ J/kg K}$

$$Q = 231\text{ J}$$

3 Sabiendo que el agua condensa a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, calcula la energía puesta en juego cuando 30 g de vapor de agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ pasan a estado líquido.

Dato: $L_v(\text{agua}) = 22,5 \cdot 10^5\text{ J/kg}$. ¿Se trata de una energía cedida al vapor o desprendida por éste?

$$Q = 67\,500\text{ J}; \text{ Calor desprendido por el cuerpo.}$$

4 Calcula el calor puesto en juego cuando 20 g de vapor de agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ se transforma en agua líquida a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿El vapor toma energía del entorno o se la cede a éste?

Dato: $c(\text{agua}) = 4\,180\text{ J/kg K}$; $L_v = 2,2 \cdot 10^6\text{ J/kg}$

$$Q = 52\,106\text{ J}; \text{ El vapor cederá energía a su entorno.}$$

5 Tenemos 200 g de agua a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Introducimos una pieza de cobre de 15 g de masa que está a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

¿Cuál será la temperatura final de la mezcla?

$c(\text{agua}) = 4\,180\text{ J/kg K}$; $c(\text{cobre}) = 385\text{ J/kg K}$.

Observa: En este caso el agua tomará energía del cobre, quedándose ambos a una temperatura intermedia entre $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Solución: $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$T_f = 10,34\text{ }^{\circ}\text{C}$$

6 Repite la actividad 5 si el clavo está a $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. ¿Qué ocurriría si en lugar de agua empleáramos un líquido con un calor específico más pequeño? Repite la actividad 5 usando en lugar de agua un líquido con un calor específico de 400 J/kg K .

$$\text{Caso 1: } T_f = 10,51\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Caso 2: } T_f = 13,37\text{ }^{\circ}\text{C}$$

7 Repite el ejemplo 5, suponiendo ahora que la mezcla final debe estar a $13\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Proceso 1: Hielo $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow$ Hielo $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow$ Agua $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow$ Agua $13\text{ }^{\circ}\text{C}$

Proceso 2: Agua $70\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow$ Agua $13\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$m = 0,268\text{ kg}$$

8 ¿A qué temperatura deben encontrarse 200 g de agua para que sean capaces de fundir en su totalidad 70 g de hielo que inicialmente se encuentran a $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$?

$$T = 41,57\text{ }^{\circ}\text{C}$$

1 ¿En una onda se traslada materia de un punto a otro? ¿Y energía? Explícalo para el caso de las ondas sísmicas.

Se traslada energía de un punto a otro sin que exista transporte de materia. En un terremoto, las ondas no desplazan el suelo pero transportan mucha energía.

2 ¿Qué tipo de movimiento experimentan las partículas de un medio a través del cual se propaga una onda?

Un movimiento vibratorio.

3 ¿Qué diferencia hay entre una onda mecánica y otra electromagnética? Pon un ejemplo.

Las ondas mecánicas precisan de un medio material para desplazarse. Ejemplo: el sonido. Las ondas electromagnéticas pueden propagarse en el vacío. Ejemplo: la luz.

4 ¿Qué diferencia hay entre una onda transversal y otra longitudinal? Pon un ejemplo.

En las ondas longitudinales la dirección de vibración de las partículas y la de propagación de la onda coinciden. En las transversales son perpendiculares. El sonido es una onda longitudinal. La luz es una onda transversal.

5 Indica en cada caso si se trata de una onda longitudinal o transversal y si es mecánica o electromagnética: onda en una cuerda, luz, onda de radio, rayos X, ondas sonoras, ondas en la superficie del agua, ondas sísmicas, ondas de un muelle.

Onda en una cuerda (mecánica y transversal),
luz (electromagnética y transversal),
onda de radio (electromagnética y transversal),
rayos X (electromagnética y transversal),
ondas sonoras (mecánica y longitudinal),
ondas en el agua (mecánica, longitudinal y transversal),
ondas sísmicas (mecánica, longitudinal y transversal),
ondas de un muelle (mecánica y longitudinal).

6 ¿Una onda transversal puede propagarse en un líquido? ¿Por qué?

Si es transversal y mecánica, sólo en los sólidos. El movimiento transversal requiere que cada partícula arrastre a las partículas contiguas a las que debe estar unida rígidamente, esto sólo ocurre en los sólidos.

7 a) ¿Cómo se llama a la distancia sucesiva entre dos crestas? b) ¿Cómo se llama al tiempo necesario para que una partícula de un medio atravesado por una onda pase por dos estados de vibración iguales? c) ¿Cómo se llama a la altura de una cresta? d) En una onda, ¿todos los valles tienen la misma profundidad?

a) Longitud de onda; b) Periodo; c) Amplitud; d) Sí.

8 ¿Cómo se ve afectada la energía transportada por una onda si:

a) disminuye la amplitud de una onda?

b) aumenta la frecuencia de una onda?

c) aumenta el periodo de una onda?

(Consejo: Piénsalo gráficamente haciendo dibujos de las ondas)

La energía transportada es directamente proporcional al cuadrado de su amplitud y al cuadrado de su frecuencia.

a) Disminuye la energía.

b) Aumenta la energía.

c) Disminuye la energía.

9 Un cantante emite un sonido que posee una longitud de onda de 3,9 m. Calcula:

a) frecuencia del sonido,

b) periodo del sonido.

Dato: velocidad del sonido en el aire = 340 m/s.

a) 87,2 Hz; b) 0,011 s

10 ¿En qué medio se propagan más rápido las ondas sonoras (sólido, líquido, gas)?

Se propaga con mayor velocidad en este orden, primero en los sólidos, luego en los líquidos, y en los gases.

11 ¿Qué es un aislante? Pon un ejemplo.

Son materiales cuyas partículas no vibran con la suficiente energía como para transmitirla a las partículas vecinas. No transmiten el sonido. Ejemplo: el corcho.

12 ¿Podemos variar la velocidad de propagación de una onda modificando su longitud de onda o su frecuencia?

En la velocidad de las ondas sonoras no influye ni su frecuencia, ni su longitud de onda, ni su amplitud.

13 ¿Podemos aumentar la velocidad de propagación del sonido en los gases? ¿Cómo?

La temperatura influye en la velocidad de propagación del sonido en los gases. La velocidad de propagación aumenta si lo hace la temperatura o la humedad.

14 ¿Con qué velocidad (en km/h) se desplaza un avión que tiene un número de Mach de 1,6? Haz el problema considerando que la temperatura ambiente es a) 15 °C, b) -55 °C.

a) 1 958,4 km/h; b) 1 520,6 km/h

15 En el ejemplo anterior, si el tiempo que tarda en volver el sonido es 1,54 s, ¿cuál es la temperatura del aire? (Consulte la tabla 8.1)

Tabla 8.1. Velocidad del sonido en el aire

T (°C)	V (m/s)
-55	264
0	299
15	331
25	340

$T = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

16 ¿Cuál es la velocidad del sonido en el interior de un lago si un submarino que está en su interior tarda 0,7 segundos en volver a escuchar un sonido que él ha emitido y que se ha reflejado en un obstáculo situado a 500 m?

$v = 1\,429\text{ m/s}$

17 ¿Qué es la sonoridad? ¿De qué depende? ¿En qué se mide?

La sonoridad es la cualidad que permite identificar los sonidos como fuertes o débiles. Depende de la intensidad de la onda, es decir, de la energía transportada por la onda, que siempre es muy pequeña. Se mide en decibelios.

18 ¿Qué es el tono? ¿Qué diferencia hay entre los sonidos graves y los agudos?

El tono es la cualidad del sonido que permite distinguir entre sonidos graves o bajos y agudos o altos. El tono está relacionado con su frecuencia: los sonidos graves son los de baja frecuencia y los agudos los de alta.

19 Las longitudes de onda correspondientes a un bajo y a un violín son, respectivamente, 5,23 m y 1,73 m. Calcula la frecuencia correspondiente a cada instrumento. ¿Cuál tiene un sonido más grave?

Dato: $v_{\text{sonido}} = 340\text{ m/s}$

Bajo: $F = 65\text{ Hz}$; Violín: $F = 196,5\text{ Hz}$; Es más grave el bajo.

20 ¿Qué son los ultrasonidos? Indica alguna aplicación de los mismos.

Los sonidos con frecuencias superiores a 20 000 Hz se denominan ultrasonidos. Tienen aplicación en Medicina, para realizar ecografías en circunstancias en las que no se aconseje el uso de rayos X.

21 ¿Qué es el timbre?

El timbre es la cualidad por la que se distinguen dos sonidos de la misma sonoridad y del mismo tono.

22 ¿En qué consiste el fenómeno de la reflexión de la luz? ¿Hay cambio en la velocidad de propagación de la luz?

Cuando la luz incide sobre la superficie de un medio no transparente, opaco, vuelve al mismo medio en que se propagaba. Este fenómeno se denomina reflexión. La luz que se refleja cambia de dirección pero conserva la misma velocidad.

23 En la reflexión, ¿cómo son los ángulos incidente y reflejados entre sí? Haz un dibujo.

Iguales. Solución gráfica no incluida.

24 ¿En qué medio es máxima la velocidad de propagación de la luz?

En el vacío.

25 En la refracción, ¿cambia la velocidad de la luz? ¿Y su dirección?

Cambian la velocidad de propagación y la dirección.

26 Sabiendo que el índice de refracción del diamante es 2,41, calcula la velocidad de propagación de la luz en ese medio.

$v = 1,24 \cdot 10^8\text{ m/s}$

27 Sabiendo que la energía transportada por una onda es proporcional a su frecuencia, ordena en orden creciente de energía las siguientes radiaciones electromagnéticas: rayos X, ondas de radio, luz roja, luz azul y rayos infrarrojos.

Ondas de radio, rayos infrarrojos, luz visible, rayos X.

1 Todos los átomos de un mismo elemento tienen el mismo número de: a) protones, b) electrones, c) neutrones.

Protones.

2 ¿Qué es el número atómico de un elemento?

El número de protones que tiene en su núcleo.

3 Preguntas sobre la Tabla Periódica:

- a) ¿Qué dos criterios se siguen para ordenar los elementos en el Sistema Periódico?
- b) ¿Cuántos grupos y periodos tiene el Sistema Periódico actual?
- c) ¿Qué nombre reciben los elementos de los grupos 1, 17 y 18?
- d) ¿Qué grupos constituyen los elementos de transición?
- e) ¿Qué son las tierras raras?
- f) ¿Qué elemento pesa más el titanio o la plata? ¿Por qué?
- g) Ordena los siguientes elementos en orden creciente de carácter metálico: Cl, Ge, Na, Al, F, Cs.

- a) Se ordenan según el número atómico creciente, pero procurando que los elementos con propiedades semejantes caigan en la misma columna.
- b) 18 grupos y 7 periodos.
- c) Alcalinos, halógenos y gases nobles.
- d) Los comprendidos entre los grupos 3 y 12 (inclusivos).
- e) Los lantánidos y los actínidos. Son elementos que llenan sus orbitales f.
- f) La plata. Su peso molecular es más del doble.
- g) F_2 , Cl_2 , Ge, Al, Na, Cs.

4 ¿Por qué los elementos de un mismo grupo suelen tener propiedades químicas parecidas?

Porque tienen la misma configuración en su última capa.

5 ¿Por qué se enlazan entre sí los elementos químicos?

Porque compartiendo, ganando o perdiendo electrones pueden adquirir la configuración electrónica de un gas noble, que es especialmente estable.

6 ¿Qué papel desempeñan los electrones en el enlace químico?

El enlace químico entre dos elementos se establece por compartición o cesión de los electrones de valencia.

7 ¿Qué elementos del Sistema Periódico no suelen enlazarse?

Los gases nobles.

8 ¿Qué diferencia hay entre las moléculas y los cristales? ¿Son elementos, compuestos o pueden ser ambos? Pon ejemplos.

En las moléculas existe un número limitado de átomos enlazados. En los cristales no. Un ejemplo de cristal sería el cloruro de sodio y de molécula, el agua (H_2O).

9 ¿Qué elementos se enlazan en los compuestos iónicos?

Un metal y un no metal.

10 Explica detenidamente los pasos que tienen lugar en la formación de un compuesto iónico.

El metal cede sus electrones al no metal. Se forman un anión y un catión y entre ellos aparecen interacciones electrostáticas.

11 Repite el ejemplo anterior para el caso de: a) F y Li, b) Ca y Br, c) Al y Cl, d) K y I, e) Mg y S.

- a) Iones: $Li^+ F^-$; Compuesto: LiF
- b) Iones: $Ca^{2+} Br^-$; Compuesto: $CaBr_2$
- c) Iones: $Al^{3+} Cl^-$; Compuesto: $AlCl_3$
- d) Iones: $K^+ I^-$; Compuesto: KI
- e) Iones: $Mg^{2+} S^{2-}$; Compuesto: MgS

12 ¿Entre qué elementos se forma un enlace covalente?

Entre dos no metales.

13 ¿Cómo alcanzan los elementos unidos por un enlace covalente la configuración de gas noble o de máxima estabilidad? ¿Qué ocurre con los electrones?

Por compartición de electrones.

14 ¿Qué dos tipos de estructuras forman las sustancias covalentes?

Pueden formar moléculas o redes cristalinas.

15 ¿Por qué las sustancias covalentes no conducen la electricidad y las iónicas, cuando están disueltas o fundidas sí?

Porque para que una sustancia conduzca la electricidad debe poseer partículas cargadas (por ejemplo, iones o electrones) capaces de moverse. En las sustancias covalentes no las hay. En las sustancias iónicas los iones pueden moverse si disolvemos el sólido o lo fundimos.

16 Explica cómo es la estructura de un metal.

En los metales los átomos ceden algunos de sus electrones al conjunto de la estructura. Los cationes que se forman se disponen siguiendo una estructura cristalina.

17 ¿Por qué los metales conducen bien la electricidad?

Porque tienen electrones libres.

18 ¿Qué significa dúctil? ¿Y maleable?

Dúctiles: se pueden estirar en hilos. Maleables: cambian su forma.

19 ¿Qué son las aleaciones?

Mezclas de metales, que poseen propiedades diferentes a las de los metales por separado. Ejemplo: acero.

20 ¿Los compuestos iónicos forman moléculas o redes cristalinas? Pon un ejemplo de un compuesto iónico

Redes cristalinas. Cloruro de sodio.

21 ¿Por qué los compuestos iónicos son duros?

Porque romperlos supone romper fuerzas electrostáticas, que son grandes.

22 ¿Por qué los compuestos iónicos sólo conducen la electricidad cuando están disueltos?

Porque para conducir la electricidad deben existir partículas cargadas libres para moverse, y eso en el sólido cristalino no sucede.

23 Señala en cada caso qué tipo de enlace presentaría una sustancia que:

- a) Conduce bien la electricidad en estado sólido.
- b) Es un gas a temperatura ambiente.
- c) Es un sólido que se disuelve fácilmente en agua.
- d) Conduce bien el calor.
- e) No conduce la electricidad en estado sólido, pero sí lo hace fundido.
- f) Es un sólido que no se disuelve en agua y no conduce la electricidad.
- g) Es un líquido volátil que se disuelve bien en agua.
- h) Es un sólido blando, que se puede estirar en hilos y conduce bien la electricidad.

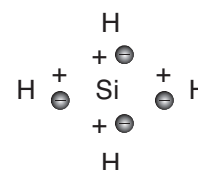
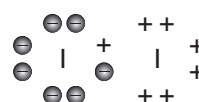
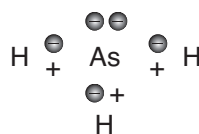
a) Metálico; b) Covalente; c) Iónico; d) Metálico; e) Iónico; f) Covalente; g) Covalente; h) Metálico.

24 Señala en cada caso si nos encontramos frente a una sustancia iónica, metálica o covalente. Explica qué iones formaría y cuál sería la fórmula del compuesto si formara enlace iónico. Dibuja su estructura de Lewis si es covalente: NaBr, Fe, AsH₃, CaCl₂, Na, Al₂S₃, SiH₄, I₂, Ni, H₂.

Covalentes: AsH₃, SiH₄, I₂, H₂

Metálicas: Fe, Na, Ni

Iónicas: NaBr, CaCl₂, Al₂S₃. Los iones que se formarían serían: Na⁺, Br⁻, Ca²⁺, Cl⁻, Al³⁺, S²⁻



1 En 25 g de ácido sulfúrico (H_2SO_4), calcula:

- a) El número de moles de sulfúrico que hay.
- b) El número de moléculas de sulfúrico.
- c) La masa de H que tenemos.
- d) La masa de O que tenemos.
- e) Los átomos de O que hay.
- f) Los átomos de S presentes.

Datos: Masas atómicas: S: 32; O: 16; H: 1.

- a) 0,26 moles; b) $1,54 \cdot 10^{23}$ moléculas;
- c) 0,51 g; d) 16,3 g;
- e) $6,16 \cdot 10^{23}$ átomos; f) $1,54 \cdot 10^{23}$ átomos.

2 En 3 moles de cloruro de calcio (CaCl_2), calcula:

- a) La masa de compuesto que tenemos.
- b) La masa de Cl presente.
- c) Los átomos de Ca y Cl que hay.

- a) 333 g; b) 213 g;
- c) $1,8 \cdot 10^{24}$ átomos de Ca; $3,6 \cdot 10^{24}$ átomos de Cl.

3 Tenemos una cierta cantidad de agua que contiene 28 g de oxígeno. Calcula:

- a) Los moles de agua que tenemos.
- b) Las moléculas de agua presentes.
- c) La masa de agua que hay.
- d) El número total de átomos presentes en la muestra.

- a) 1,75 moles de H_2O ; b) $1,05 \cdot 10^{24}$ moléculas de H_2O ;
- c) 31,5 g; d) $3,15 \cdot 10^{24}$ átomos.

4 Tenemos una cierta cantidad de ácido nítrico (HNO_3) que contiene $5 \cdot 10^{24}$ moléculas del ácido. Calcula:

- a) La masa de ácido que tenemos.
- b) Los moles de ácido.
- c) La masa de oxígeno en la muestra.
- d) Los átomos de oxígeno, nitrógeno e hidrógeno.

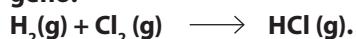
- a) 523 g; b) 8,3 moles; c) 398,4 g;
- d) $1,5 \cdot 10^{25}$ átomos de O; $5 \cdot 10^{24}$ átomos de N; $5 \cdot 10^{24}$ átomos de H.

5 Hacemos reaccionar 21 g de hidróxido de sodio (NaOH) con la suficiente cantidad de ácido clorhídrico (HCl), formándose cloruro de sodio (NaCl) y agua.

- a) Escribe y ajusta la reacción.
- b) ¿Cuántos moles de ácido se necesitan?
- c) ¿Cuántos gramos de sal se forman?
- d) ¿Cuántos moles de agua obtendremos?

- a) $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$; b) 0,52 moles;
- c) 30,71 g; d) 0,52 moles.

6 Sea la reacción de formación del cloruro de hidrógeno:



Ajústala. Si se desean obtener 2 l de HCl , medidos a 30°C y 0,5 atm,

- a) ¿de qué masa de hidrógeno debemos partir?
- b) ¿qué volumen ocuparán los moles de cloro que necesitamos, medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura?



- a) 0,04 g; b) 1 litro.

REACCIONES QUÍMICAS DE INTERÉS

11

<http://www.McGraw-Hill.es>

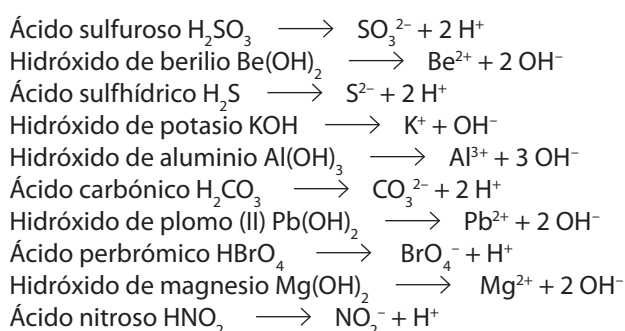
1 ¿De qué color tiñen el papel de tornasol los ácidos? ¿Y las bases?

Los ácidos de rojo, las bases de azul.

2 ¿Cómo podemos neutralizar la acción de un ácido?

Con una base.

3 Indica en cada caso si se trata de un ácido o una base, nombra el compuesto y escribe reacción de ionización: H_2SO_3 , $\text{Be}(\text{OH})_2$, H_2S , KOH , $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2CO_3 , $\text{Pb}(\text{OH})_2$, HBrO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, HNO_2 .



4 Tenemos dos disoluciones, una de ácido clorhídrico y otra de ácido acético. Ambas tienen la misma concentración, 0,5 M. ¿En qué disolución será mayor la concentración de protones?

En la de clorhídrico.

5 Ordena por orden creciente de pH:

- Disolución 0,5 M de ácido nítrico.
- Disolución 0,2 M de ácido nítrico.
- Agua destilada.
- Disolución 0,5 M de hidróxido sódico.
- Disolución 0,2 M de ácido acético.
- Disolución 0,2 M de hidróxido sódico.

a), b), e), c), f), d)

6 Indica, para cada ejemplo anterior, si la concentración de protones es mayor, menor o igual que la de los iones OH^- . Señala si se trata de una disolución ácida, neutra o básica.

Las a, b y e son ácidas, la c es neutra y las f y d son básicas. En las ácidas, hay más protones que aniones hidroxilo, en las básicas ocurre al revés.

7 ¿Por qué cambia de color un indicador ácido-base? Pon un ejemplo de un indicador, señalando cuáles son los colores de sus formas ácida y básica.

Porque en medio ácido se presenta en su forma asociada HIn y en medio básico lo hace como In^- . Estas dos especies presentan colores distintos. Como ejemplo, la fenolftaleína, que en medio básico es rosa y en medio neutro incoloro.

8 ¿Cuántos colores presenta un indicador universal?

Presenta varios colores. Es una mezcla de varios indicadores.

9 ¿De qué color se pondría una disolución de ácido sulfúrico a la que añadiéramos unas gotas de rojo de metilo?

Roja.

10 ¿Podemos distinguir entre un ácido fuerte y otro débil con ayuda del indicador fenolftaleína? ¿Y con el papel indicador universal?

Con la fenolftaleína no, con el indicador universal, sí.

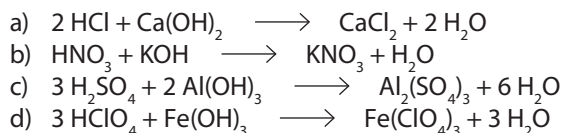
11 Tenemos una disolución de hidróxido de sodio 0,2 M.

- ¿De qué color es? Y si le añadimos unas gotas de fenolftaleína, ¿qué color adquiere?
- ¿Qué hemos de hacer para decolorarla de nuevo?

- Inicialmente es incolora. Al añadirle el indicador, rosa.
- Si le añadimos un ácido volverá a ser incolora.

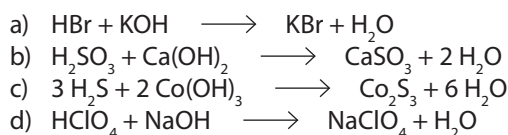
12 Escribe la reacción de neutralización entre:

- ácido clorhídrico e hidróxido de calcio,
- ácido nítrico e hidróxido de potasio,
- ácido sulfúrico e hidróxido de aluminio,
- ácido perclórico e hidróxido de hierro (III).



13 Escribe la reacción de neutralización que produce:

- bromuro de potasio,
- sulfito de calcio,
- sulfuro de cobalto (III),
- perclorato de sodio.

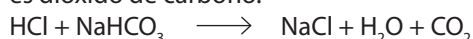


14 ¿Qué función cumplen los fertilizantes, desde el punto de vista del pH del suelo?

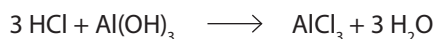
Corregir los excesos de acidez o de basicidad que presentan algunas tierras.

15 ¿Qué ácido segrega nuestro estómago? ¿Cómo podemos neutralizar su exceso? Escribe la correspondiente reacción si la base utilizada es bicarbonato. ¿Qué gas se libera?

Ácido clorhídrico. Bicarbonato de sodio. El gas que se libera es dióxido de carbono.



16 ¿Cómo sería la reacción de neutralización que ocurriría en nuestro estómago si en lugar de bicarbonato tomáramos hidróxido de aluminio?



17 Desde el punto de vista de los electrones, ¿qué es oxidación?, ¿qué es reducción?

Oxidación es pérdida de electrones, reducción es ganancia de los mismos.

18 Señala en cada caso si el hierro sufre una oxidación o una reducción. Justifica tu respuesta:

- a) de Fe a FeO
- b) de Fe_2O_3 a FeO
- c) de FeO a Fe

- a) Pasamos de Fe^0 a Fe^{2+} , perdemos dos electrones, oxidación.
- b) Pasamos de Fe^{3+} a Fe^{2+} , ganamos un electrón, reducción.
- c) Pasamos de Fe^{2+} a Fe^0 , ganamos dos electrones, reducción.

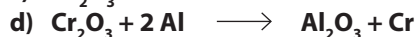
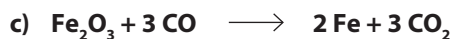
19 Repite lo mismo que en el ejercicio anterior, en este caso para el carbono:

- a) de C a CO
- b) de CO_2 a CO
- c) de C a CO_2

- a) De C^0 a C^{2+} , oxidación. b) De C^{4+} a C^{2+} , reducción. c) De C^0 a C^{4+} , oxidación.

20 Señala, en cada una de las siguientes reacciones, qué elemento se oxida y cuál se reduce:

- a) $\text{ZnO} + \text{C} \longrightarrow \text{Zn} + \text{CO}$
- b) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \longrightarrow 2 \text{FeO} + \text{CO}$



e) ¿Qué elemento es el oxidante? ¿Y el reductor?

a) Zn se reduce, C se oxida. b) Fe se reduce, C se oxida. c) Fe se reduce, C se oxida. d) Cr se reduce, Al se oxida. e) El oxidante es, en cada caso, el elemento que se reduce. Reductor es el elemento que reduce al otro, oxidándose él.

21 Asigna el número de oxidación de cada elemento en los siguientes casos:

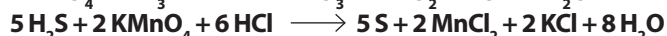
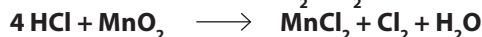
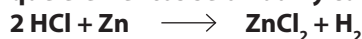
- | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| a) FeO | e) HNO_3 | i) CuO |
| b) HCl | f) Ni | j) HClO_4 |
| c) H_2SO_4 | g) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | k) LiH |
| d) NaOH | h) H_2CO_3 | |

- a) Fe: +2; O: -2; b) H: +1 Cl: -1; c) H: +1 S: +6 O: -2;
- d) Na: +1 O: -2 H: +1; e) H: +1 N: +5 O: -2; f) Ni: 0;
- g) Ca: +2 O: -2 H: +1; h) H: +1 C: +4 O: -2; i) Cu: +2 O: -2;
- j) H: +1 O: -2 Cl: +7; k) Li: +1 H: -1

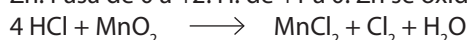
22 ¿De dónde sale la energía eléctrica de una pila?

De una reacción química espontánea.

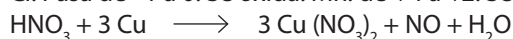
23 Dadas las siguientes reacciones, asigna números de oxidación a los elementos que en ellas aparecen. Señala qué elementos se oxidan y cuáles se reducen.



Zn: Pasa de 0 a +2. H: de +1 a 0. Zn se oxida y H se reduce



Cl: Pasa de -1 a 0. Se oxida. Mn: de +4 a +2. Se reduce



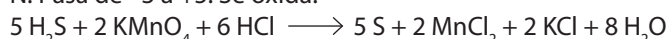
N: Pasa de +5 a +2. Se reduce.

Cu: Pasa de 0 a +2. Se oxida.



Mn: Pasa de +7 a +4. Se reduce.

N: Pasa de -3 a +5. Se oxida.



S: Pasa de -2 a 0. Se oxida.

Mn: Pasa de +7 a +4. Se reduce.

24 ¿Qué es la corrosión? Pon un ejemplo.

Es una oxidación. Por ejemplo, cuando el hierro se combina con el oxígeno del aire y se transforma en óxido de hierro. En el proceso el hierro pierde electrones (se oxida) y el oxígeno los gana (se reduce).

25 ¿Cómo se suelen encontrar los metales en la naturaleza?

No es frecuente encontrarlos en su forma reducida. Lo habitual es hallarlos oxidados, combinados con otros elementos.

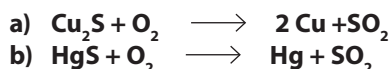
26 ¿Qué es una mena?

Los minerales cuya concentración de metal es suficiente para que su extracción sea rentable reciben el nombre de *menas*.

27 ¿Qué tres procedimientos existen para reducir una mena?

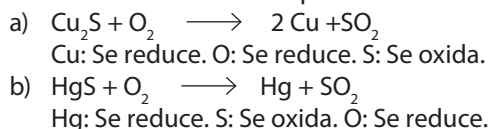
Reducción por calentamiento en presencia de aire. Reducción con carbón. Reducción electrolítica.

28 En la reducción por calentamiento en presencia de aire, ¿qué elemento actúa como reductor? En las siguientes reacciones, indica qué elemento se oxida, cuál se reduce, cuál es el oxidante y cuál el reductor:



Oxidante: Es el elemento que oxida al otro, reduciéndose él.

Reductor: Es el elemento que reduce al otro, oxidándose él.

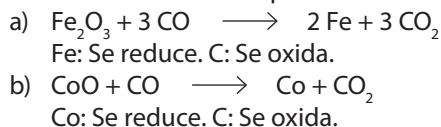


29 En la reducción con carbón, ¿qué compuesto actúa como reductor? En las siguientes reacciones, indica qué elemento se oxida, cuál se reduce, cuál es el oxidante y cuál el reductor:



Oxidante: El elemento que oxida al otro, reduciéndose él.

Reductor: El elemento que reduce al otro, oxidándose él.



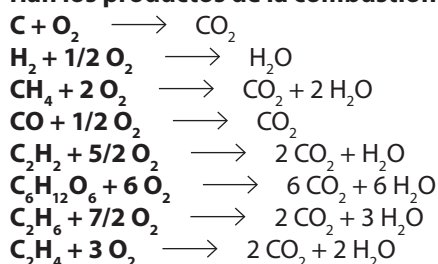
30 ¿Qué es una reacción exotérmica?

Aquella que libera calor.

31 ¿Qué es un comburente?

El comburente es un agente oxidante, necesario para la combustión.

32 Dadas las siguientes reacciones, escribe cuáles serían los productos de la combustión. Ajusta la reacción:



33 ¿Qué es el punto de ignición?

Temperatura a partir de la cual una sustancia arde sin aporte de energía externo.

34 ¿Por qué se dice que la respiración es una combustión lenta? ¿Qué sustancia sería el combustible? ¿Y el comburente?

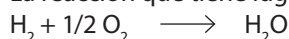
La respiración consiste en una serie de reacciones químicas de las cuales el organismo obtiene la energía que necesita. El combustible serían los alimentos que ingerimos. El comburente el oxígeno procedente de la respiración.

35 ¿Qué es el metabolismo?

El conjunto de reacciones químicas que ocurren en un organismo, de las cuales se obtiene la energía que ese ser necesita y se sintetizan nuevas sustancias.

36 En los transbordadores espaciales, ¿qué sustancia actúa como combustible? ¿Y como comburente? Escribe y ajusta la reacción de combustión que tiene lugar.

El hidrógeno es el combustible y el oxígeno el comburente. La reacción que tiene lugar es:



1 ¿Qué diferencia hay entre los enlaces Si-Si y C-C? ¿Es posible formar largas cadenas de Si?

Los enlaces entre átomos de silicio son más débiles que los que se forman entre los átomos de carbono. Por ello no es posible formar largas cadenas de silicio, y sí de carbono.

2 Las burbujas de las bebidas gaseosas se deben a la presencia de CO₂ disuelto. ¿Podríamos hacer lo mismo con SiO₂?

No, el compuesto análogo al del carbono, SiO₂ es insoluble en agua y es sólido.

3 ¿Cita los 6 elementos que forman principalmente la materia viva?

C, H, O, N, P y S.

4 De acuerdo con Oparin, ¿cuáles fueron las moléculas inorgánicas precursoras de la vida? ¿De dónde salió la energía necesaria para sintetizar, a partir de ellas, otras moléculas más complejas?

Metano, amoníaco, vapor de agua e hidrógeno. La energía se obtuvo gracias a las descargas eléctricas de los rayos, las radiaciones solares, las sustancias radiactivas de la superficie terrestre y el calor generado en zonas volcánicas.

5 La teoría de Oparin, ¿ha sido verificada experimentalmente?

Sí, en 1953 por Stanley Miller, en la Universidad de Chicago.

6 ¿La teoría de Oparin es la única para explicar cómo aparecieron las primeras biomoléculas en la Tierra?

Existen otras teorías, según las cuales la vida se originó en las proximidades de los volcanes submarinos o gracias a sustancias procedentes del espacio que llegaron a la Tierra en asteroides y meteoritos.

7 Señala una explicación para la aparición del agua en la Tierra.

Parece ser que el agua que existe en nuestro planeta llegó a la Tierra transportada por cometas.

8 ¿Qué es la Química Orgánica? ¿Son orgánicos los siguientes compuestos: CH₄, CaCO₃, CH₃CH₃, CO₂?

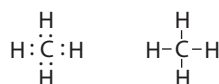
La Química Orgánica o Química del carbono estudia las sustancias que contienen carbono en su molécula, con excepción de sus óxidos y de los carbonatos.

Son orgánicas: CH₄, CH₃CH₃

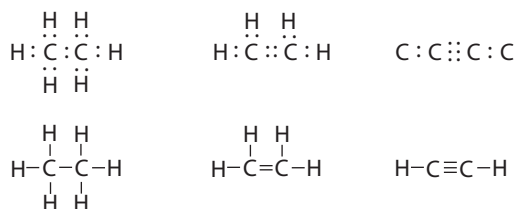
9 Escribe la configuración electrónica del C. ¿Tiene el octeto completo? El enlace en la molécula de metano (CH₄) es iónico o covalente? Escribe la estructura de Lewis correspondiente.

C: 1s²2s²2p². No tiene el octeto completo.

Se trata de un enlace covalente.

**10 Escribe las estructuras de Lewis para las moléculas etano, eteno y etino. ¿Qué tipo de enlace aparece, metálico, iónico o covalente?**

Son enlaces covalentes.

**11 ¿Qué son los isómeros? Escribe los isómeros de los siguientes compuestos: C₄H₁₀, C₅H₁₂.**

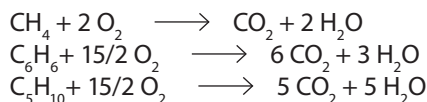
Compuestos con la misma fórmula molecular pero distintas estructuras.

C₄H₁₀ butano e isobutano (2-metilpropano).

C₅H₁₂ pentano; 2,2-dimetilpropano; 2-metilbutano.

12 ¿Conducen la electricidad los compuestos orgánicos?

No.

13 Escribe la reacción de combustión de los siguientes hidrocarburos y ajústala: CH₄, C₆H₆, C₅H₁₀.**14 ¿A qué llamamos hidrocarburos? ¿De dónde se obtienen?**

Son compuestos orgánicos formados exclusivamente por carbono e hidrógeno. Están presentes en el petróleo y el gas natural.

15 ¿Qué diferencia hay entre los hidrocarburos saturados y los insaturados?

En los saturados los enlaces carbono-carbono son sencillos y en los insaturados son dobles o triples.

16 Dados los siguientes compuestos, escribe su fórmula desarrollada, indicando si se tratan de alcanos, alquenos o alquinos: CH_4 , C_2H_2 , C_3H_6 , C_4H_{10} , C_4H_8 , C_3H_8 .

CH_4 alcano

$\text{HC}\equiv\text{CH}$ alquino

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ alqueno

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ alcano

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ alqueno

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ alcano

17 Realiza un esquema clasificando los términos: hidrocarburos, alifáticos, aromáticos, alcanos, alquenos, alquinos, saturados e insaturados. Escribe un ejemplo de cada.

a) Hidrocarburos alifáticos:

a1) Saturados: *etano*.

a2) Insaturados: alquenos (*eteno*) alquinos (*etino*).

b) Hidrocarburos aromáticos: *benceno*.

18 ¿Cómo varía el estado de agregación de los hidrocarburos conforme aumenta el peso molecular de los mismos?

Los hidrocarburos de menor masa molecular son gases o líquidos, los de mayor masa son sólidos.

19 ¿Qué hidrocarburos son más reactivos, los saturados o los insaturados? ¿A qué se debe?

Los más reactivos son los insaturados. Esto se debe a la presencia de los enlaces dobles y triples, más inestables que los simples.

20 ¿Qué compuestos orgánicos son los principales componentes del petróleo y el gas natural?

Los hidrocarburos.

21 ¿Qué hidrocarburos son los más abundantes en el petróleo y el gas natural?

Gas natural: metano, etano, propano y butano.

Petróleo: hidrocarburos de tamaño variable.

22 ¿Qué carburante contiene hidrocarburos de cadena más larga, el gasóleo o la gasolina?

El gasóleo.

23 ¿Qué carburante de los dos anteriores es más volátil?

La gasolina es más volátil.

24 ¿Existe alguna relación entre el número de carbonos que posee un hidrocarburo y su volatilidad?

Cuanto mayor es el número de carbonos, mayor es la masa molecular y menor la volatilidad.

25 Cita cuatro aplicaciones de los destilados del petróleo.

Como combustible para coches, para la calefacción, como disolventes, y para la fabricación de pomadas.

26 ¿La vaselina es un hidrocarburo de cadena larga?

Sí, es de cadena larga.

27 Cita dos procedimientos para obtener la gasolina.

Por destilación del petróleo o por rotura de hidrocarburos de cadena larga.

28 ¿Qué es el craqueo?

El craqueo es la ruptura de las cadenas de los hidrocarburos más pesados, calentándolos bajo presión en presencia de catalizadores.

29 Indica un residuo de la combustión del gas natural que contribuye al aumento del efecto invernadero.

Dióxido de carbono.

30 Indica cuatro productos que fabrica la industria petroquímica.

Plásticos, cauchos, fibras textiles y herbicidas.

31 ¿Cuál es el grupo funcional característico de los alcoholes?

El grupo hidroxilo. $-\text{OH}$

32 Formula y nombra tres posibles isómeros del pentanal.

Pentanal 3-metilbutanal 2-metilbutanal

33 ¿Por qué los alcoholes se suelen disolver bien en agua?

Por la formación de enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas de agua y los grupos hidroxilo.

34 ¿Es peligrosa la ingesta de metanol?

Es tóxico. Puede provocar ceguera y muerte.

35 ¿Qué alcohol hay en las bebidas alcohólicas?

El etanol. Se obtiene por fermentación de los azúcares.

36 ¿Por qué ni el vino ni la cerveza contienen más del 16 % de alcohol?

Porque las levaduras que llevan a cabo la fermentación mueren en concentraciones superiores al 16 %.

37 Escribe la fórmula y el nombre de un anticoncepcional.

Etanodiol ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$), también llamado etilenglicol.

38 Escribe la fórmula de la glicerina y cita una de sus aplicaciones.

Propanotriol (glicerina) ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$); se utiliza para fabricar cremas para la piel.

39 ¿Cuál es el grupo funcional característico de los ácidos orgánicos?

El grupo carboxilo, $-\text{COOH}$.

40 ¿A partir de qué compuesto orgánico que has estudiado se pueden obtener los ácidos? Por ejemplo, ¿cómo podrías obtener el ácido fórmico?

Por oxidación de los alcoholes. A partir del metanol.

41 ¿Cuál es el alcohol presente en el vino? ¿Y el ácido presente en el vinagre?

El etanol. El ácido acético (etanoico).

42 ¿Cómo se llaman las unidades que forman un polímero?

Monómero.

43 Indica cuál es el monómero constituyente en cada caso: polietileno, poliestireno, PVC.

Polietileno: eteno. Poliestireno: estireno. PVC: cloroeteno.

44 Cita algunos polímeros que se sintetizan en la industria. Indica tres posibles usos de un polímero sintético.

Polipropileno, teflón, polimetacrilato de metilo. Policloruro de vinilo (PVC). Se emplea en la fabricación de tuberías, carpintería y envases.

45 ¿A partir de qué sustancia se obtienen los plásticos?

Del petróleo.

46 ¿Qué polímero libera, tras su combustión, cloro? ¿En qué sentido perjudica esto al medio ambiente? ¿Qué po-

límero está sustituyendo al PVC porque elimina posibles problemas medioambientales?

Policloruro de vinilo (PVC). Como contiene cloro, su combustión libera compuestos clorados a la atmósfera que pueden destruir la capa de ozono.

El polietilentereftalato (PET) se emplea en la fabricación de botellas para agua y bebidas gaseosas o de refresco. Ha desplazado de este uso al PVC.

47 ¿Qué hace que el teflón sea un material duro?

El enlace carbono-flúor es muy fuerte, lo que hace que el teflón sea duro, inerte y resista temperaturas muy altas.

48 Cita dos halógenos presentes en polímeros sintéticos.

Cloro (PVC) y flúor (teflón).

49 ¿Qué es el látex? ¿De dónde se extrae? El látex que se emplea, ¿tiene un origen natural?

El caucho natural se encuentra en un fluido blanco lechoso, llamado látex, que se extrae del árbol *Hevea brasiliensis*. Como la demanda de caucho es muy alta, también se sintetiza caucho artificial a partir de butadieno.

50 Aplicaciones del látex.

El látex es fundamental en la fabricación de colchones y almohadas por su adaptabilidad y su resistencia.

51 ¿Qué es la vulcanización?

Las propiedades del caucho mejoran tratándolo con azufre (vulcanización). El caucho vulcanizado es muy resistente al rozamiento, no se ablanda con el calor y es prácticamente insoluble.

52 Señala un polímero artificial que se emplee en la industria textil. ¿Qué ventaja presenta?

Poliamida (nailon). Son fibras resistentes y que aceptan bien los tintes.

53 Nombra los 4 tipos de biomoléculas que constituyen la materia viva.

Glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

54 Cita dos ejemplos de hidratos de carbono.

Glucosa y sacarosa.

55 ¿En qué alimentos podemos encontrar hidratos de carbono?

Azúcar y cereales.

56 Cita dos ejemplos de lípidos.

Grasas y colesterol.

57 ¿En qué alimentos están presentes los lípidos?

Queso y carne.

58 ¿Qué diferencias hay entre las grasas saturadas y las insaturadas?

Las grasas saturadas son de origen animal, las insaturadas vegetal. Las insaturadas disminuyen el nivel de colesterol.

59 ¿Qué elementos forman las proteínas?

Los aminoácidos.

60 ¿Qué son los aminoácidos?

Compuestos orgánicos que contienen un grupo amino y un ácido orgánico.

61 Pon un ejemplo de una proteína.

La hemoglobina.

62 ¿Qué alimentos nos proporcionan proteínas?

Carne, pescado, leche.

1 ¿Qué efecto tiene la capa de ozono sobre las radiaciones UVA?

Filtra radiaciones ultravioleta.

2 ¿Qué problemas puede acarrear el no eliminar adecuadamente los metales pesados?

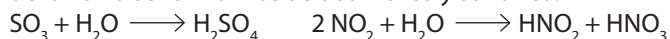
Que sean ingeridos por los animales y éstos mueran.

3 ¿Por qué no es aconsejable el uso de los fosfatos como fertilizantes?

Porque se degradan muy lentamente y al llegar a un lago o un río favorecen la proliferación de algas que dificultan el desarrollo de otras especies. Además, la presencia de fosfatos hace que disminuya la cantidad de oxígeno en el agua.

4 ¿En qué consiste el fenómeno conocido como «lluvia ácida»? Escribe las reacciones que tienen lugar.

En la atmósfera hay óxidos de azufre y nitrógeno emitidos por el hombre. Cuando estos óxidos se combinan con el agua de la lluvia se forman los ácidos nítrico y sulfúrico.

**5 ¿En qué consiste el efecto invernadero?**

El efecto invernadero se debe al exceso de algunos compuestos gaseosos (CO_2 , metano, óxidos de nitrógeno) emitidos por el hombre. Estos compuestos hacen que parte de la radiación procedente del Sol que la Tierra devolvería al espacio quede retenida, lo que provoca que la temperatura en la superficie de la Tierra se incremente.

6 ¿Qué gases son los responsables del efecto invernadero?

Dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno.

7 ¿Es el efecto invernadero en parte beneficioso? ¿Por qué?

Sí. El efecto invernadero ha permitido que la temperatura en la superficie de la Tierra fuera lo suficientemente alta como para que la vida fuera posible. El problema es que, como consecuencia de la contaminación, este efecto se ha acentuado y ahora la temperatura es excesiva.

8 Cita algunas fuentes emisoras de CO_2 .

La quema de combustible y los incendios forestales.

9 ¿En qué consiste el Protocolo de Kioto? ¿Qué compromiso adquirió España en Kioto?

Es un compromiso que adquirieron algunos países de reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Nosotros fuimos un país favorecido, ya que no se nos exigió una reducción tan drástica como a otros. A pesar de ello, hoy en día emitimos por encima del nivel permitido.

10 Pon dos ejemplos de métodos que se están estudiando para eliminar el CO_2 .

Nuevas fuentes de energía no emisoras de gases. Uso de cianobacterias.

11 ¿Por qué dos razones nos es necesario el petróleo? ¿Por qué no es aconsejable usarlo como combustible?

A partir del petróleo se sintetizan muchos productos químicos y también es un combustible. Si lo usamos como esto último perderemos una fuente de productos químicos.

12 ¿Qué significa la expresión «reducción de la biodiversidad»?

Hace referencia a la desaparición de muchas especies en nuestro planeta.

13 ¿Puedes poner algún ejemplo de un producto químico cuyo empleo tuviera simultáneamente consecuencias positivas y negativas? Explica cuáles fueron sus efectos.

El DDT es un insecticida cuyo uso se eliminó porque ocasionaba la muerte de los animales. Pero en muchos países en los que se usó contribuyó a la erradicación de la malaria.

14 Cita dos efectos beneficiosos que haya tenido el uso de productos químicos y farmacéuticos. ¿Por qué es importante tomar un antibiótico el número exacto de días indicados por el médico aunque pensemos que ya estamos curados?

Prolongar la esperanza de vida del hombre y obtener mejores cosechas.

Porque ése es el plazo de tiempo que nos garantiza que el agente patógeno ha sido eliminado totalmente. Si no lo hacemos, lo que conseguiremos es que se haga resistente al antibiótico.

15 ¿Qué elementos forman la molécula de DDT? ¿Puedes escribir su fórmula?

C, Cl, H. Es el diclorodifeniltricloroetano.

16 ¿Puedes explicar en qué consiste el «Principio de precaución o de cautela»? Señala dos documentos en los que se recoja este principio.

Este principio tiene como objetivo preservar el medio ambiente incluso en los casos en los que no se tengan todas las certezas científicas. Esto es, si existe la posibilidad de que el

medio ambiente puede resultar irreversiblemente dañado, hay que tomar medidas preventivas, aun sin tener la seguridad absoluta de que el riesgo existe. Este principio se recoge en la Declaración de Río y en el artículo 130R del Tratado de Maastricht.

17 ¿Qué son los transgénicos?

Especies cuyo material genético ha sido modificado.

18 Explica un problema medioambiental que te preocupe o te interese.

Respuesta libre.

19 ¿Qué es una energía limpia? ¿Y renovable?

Que no contribuye a la contaminación. Que no existe riesgo de que se agote.

20 Pon un ejemplo de una energía no renovable.

La que usa el petróleo como fuente de energía.

21 ¿El uso del maíz como biocombustible es un caso de energía renovable? ¿Qué inconveniente tiene su uso como fuente de energía?

Es renovable, pero su uso como combustible encarece el producto, lo que perjudica a países del Tercer Mundo cuyos habitantes se alimentan de maíz.

22 Cita dos fuentes de energías limpias y renovables.

La energía solar y la eólica.

23 Ventajas e inconvenientes de la fusión nuclear como fuente de energía.

Ventajas: es limpia y como fuente usa hidrógeno, muy abundante en la Tierra. El inconveniente es que se necesita más tiempo para poner a punto la técnica.

24 ¿Qué significa la expresión *in situ*?

En el lugar.

25 ¿Qué problemas acarrearán las centrales nucleares de fisión? ¿Qué ventajas tiene este tipo de energía?

Los inconvenientes son su alta peligrosidad en caso de catástrofe y que genera muchos residuos radiactivos. Las ventajas son que no emite gases y tiene un bajo impacto ambiental.

26 ¿Qué tarea se lleva a cabo en las depuradoras de aguas residuales?

Se recoge el agua de desecho procedente de una ciudad o una industria y se eliminan los contaminantes que pueda llevar antes de devolverla al río.

27 Señala un ejemplo de cómo se puede:

- a) Reciclar material.
- b) Ejercer un consumo responsable de la energía.
- c) No desperdiciar recursos naturales.
- d) Ayudar a un país en vías de desarrollo.

Ejemplos que ponga el alumno: reciclar latas, apagar las luces de casa, colaborar con ONGs...

