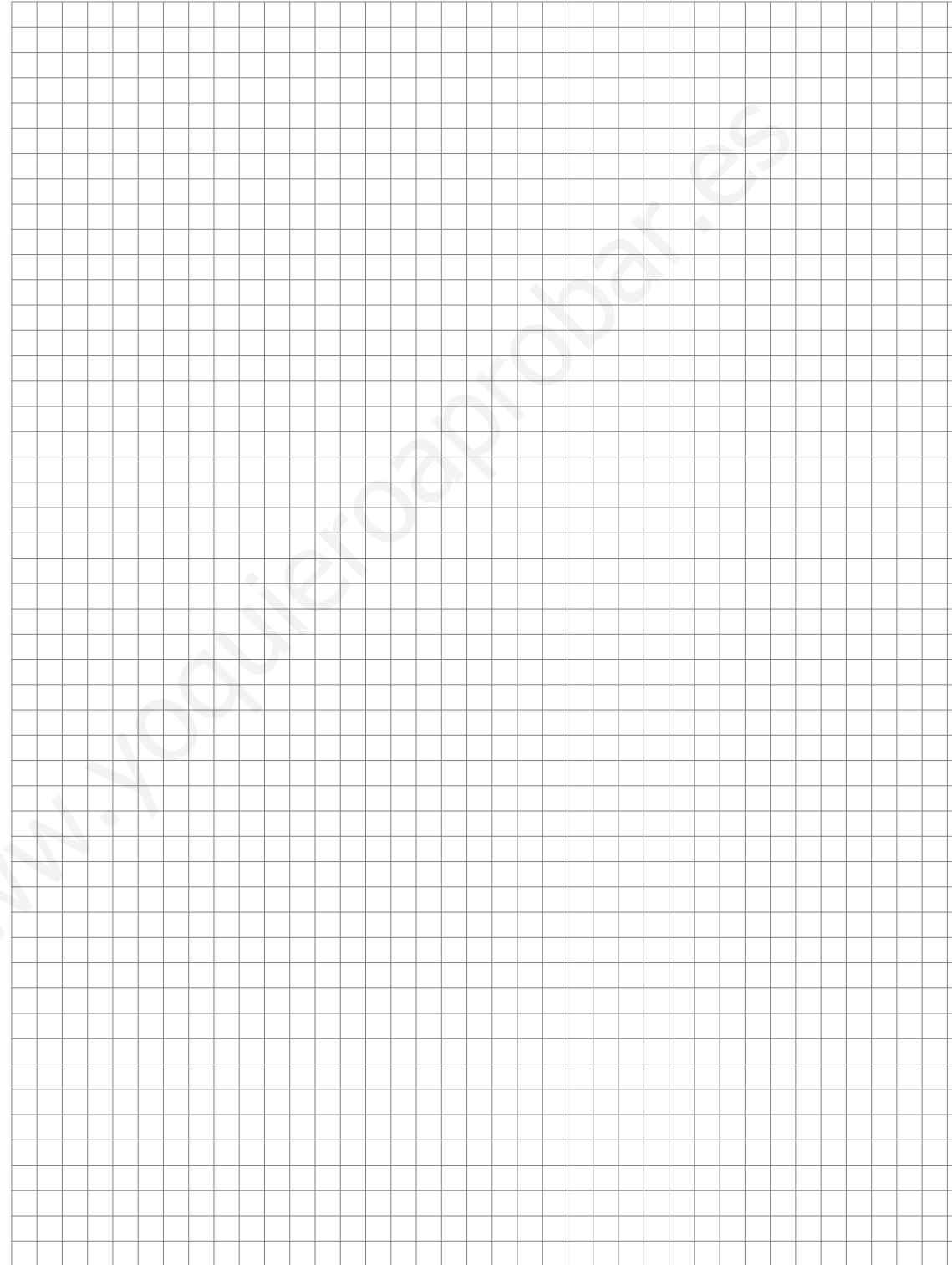


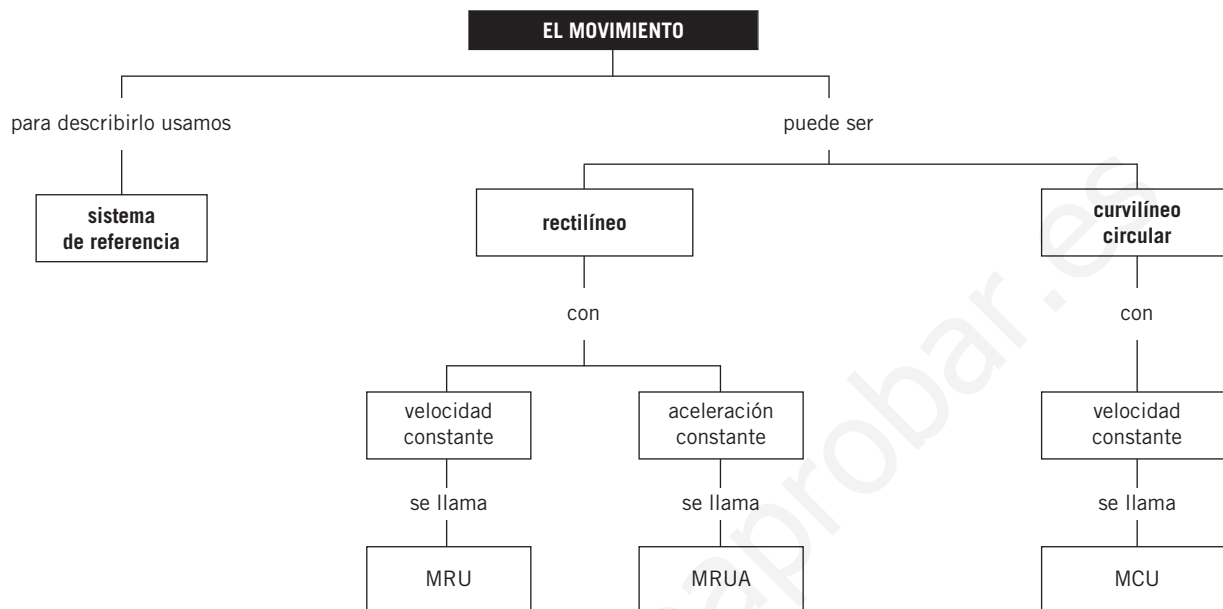
# PROGRAMACIÓN DE AULA Y ACTIVIDADES

1. El movimiento .....	21
2. Las fuerzas .....	37
3. Fuerzas gravitatorias .....	49
4. Fuerzas y presiones en fluidos .....	61
5. Trabajo y energía .....	73
6. Transferencia de energía: calor .....	85
7. Transferencia de energía: ondas .....	97
8. Sistema periódico y enlace .....	109
9. La reacción química. ....	121
10. La química y el carbono .....	133

## Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Es conveniente que los alumnos reflexionen, a través de ejemplos sencillos, sobre cómo se percibe el movimiento de un objeto desde diferentes posiciones para llegar a entender los conceptos sistema de referencia, movimiento absoluto y movimiento relativo.
2. A este nivel no suelen conocer el concepto de vector ni el cálculo vectorial básico. Se hace necesario explicarlos para que entiendan la diferencia entre magnitudes escalares y vectoriales. Suele facilitar la comprensión del carácter vectorial de una magnitud utilizar ejemplos donde interviene la fuerza, por lo que es conveniente comenzar con ellos antes de explicar el desplazamiento, la velocidad y la aceleración como magnitudes vectoriales. Es imprescindible establecer el convenio de signos que se va a utilizar para determinar el sentido de dichas magnitudes.
3. Para caracterizar los tipos de movimiento que se van a estudiar en esta unidad se debe hacer hincapié en las distintas trayectorias (rectilínea, circular) y en la variación –o no variación– de la velocidad (uniforme, uniformemente acelerado). Conviene destacar la importancia de la ley del movimiento, ecuación que relaciona la posición con el tiempo y, por tanto, lo describe.
4. Las representaciones gráficas (posición-tiempo, velocidad-tiempo, aceleración-tiempo) son características de cada movimiento y describen la relación entre las magnitudes representadas. Conviene estudiar diferentes ejemplos, modificando los valores de las condiciones iniciales, utilizando tanto la parte negativa como la positiva de los ejes (según el convenio de signos establecido), así como combinar los dos tipos de movimientos en diferentes etapas dentro de una misma representación.
5. A lo largo de toda la unidad es aconsejable que trabajen tanto con unidades del SI como con otras de uso habitual (km/h, rpm, etc.), y la conversión entre ellas.

# 1 El movimiento

## PRESENTACIÓN

1. El concepto de sistema de referencia es imprescindible para poder identificar si un cuerpo está o no en movimiento.
2. Es importante distinguir los tipos de movimiento, atendiendo tanto a la trayectoria como a la variación o no de la velocidad.
3. Las representaciones gráficas son una herramienta muy útil para el estudio de los movimientos, y, en particular, de los movimientos rectilíneos.

## OBJETIVOS

- Comprender la necesidad de un sistema de referencia para describir un movimiento.
- Conocer los conceptos básicos relativos al movimiento.
- Diferenciar velocidad media de velocidad instantánea.
- Clasificar los movimientos según su trayectoria.
- Identificar MRU, MRUA y MCU.
- Utilizar correctamente las leyes del movimiento.
- Saber expresar gráficamente algunas observaciones.

## CONTENIDOS

### CONCEPTOS

- Sistema de referencia.
- Carácter relativo del movimiento.
- Conceptos básicos para describir el movimiento: trayectoria, posición, desplazamiento.
- Clasificación de los movimientos según su trayectoria.
- Velocidad. Carácter vectorial.
- Velocidad media e instantánea.
- Aceleración. Carácter vectorial.
- MRU. Características. Ley del movimiento.
- Gráficas  $x-t$ ,  $v-t$  en el MRU.
- MCU. Características. Magnitudes angulares. Ley del movimiento.
- MRUA. Características. Ley del movimiento.
- Gráficas  $x-t$ ,  $v-t$ ,  $a-t$  en el MRUA.
- Movimiento de caída libre.

### PROCEDIMIENTOS, DESTREZAS Y HABILIDADES

- Representar e interpretar gráficas.
- Resolver gráfica y analíticamente ejercicios de movimientos rectilíneos.
- Resolver numéricamente ejercicios de MCU.
- Realizar cambios de unidades.

### ACTITUDES

- Fomentar la observación y el análisis de los movimientos que se producen a nuestro alrededor.
- Aprender a apreciar la diferencia entre el significado científico y el significado coloquial que tienen algunos términos utilizados en el lenguaje cotidiano.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación vial

Desde esta unidad se puede contribuir a las campañas de educación vial, relacionando la necesidad de las limitaciones de velocidad con el tiempo que transcurre y la distancia que se recorre desde que un vehículo inicia la frenada hasta que se detiene.

Esta reflexión vincula los conocimientos adquiridos en clase con situaciones reales, mostrando que los consejos sobre las limitaciones de velocidad y la distancia mínima de seguridad entre vehículos tienen fundamentos físicos. Se pueden valorar, además, las posibles consecuencias en los accidentes de tráfico por incumplimiento de las normas de circulación.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

### Competencia matemática

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

En esta unidad se enseña a los alumnos a analizar e interpretar representaciones gráficas del tipo  $x-t$  y  $v-t$ , correspondientes al movimiento rectilíneo uniforme, y gráficas  $x-t$ ,  $v-t$  y  $a-t$ , correspondientes al movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, a partir de la elaboración de la propia gráfica y su tabla correspondiente.

También se les muestra cómo resolver diversos ejercicios de movimientos rectilíneos tanto de forma analítica como gráficamente.

En esta, como en otras muchas unidades de este libro, se trabaja el cambio de unidades.

### Competencia en comunicación lingüística

Tanto a través de las lecturas de los distintos epígrafes como mediante la realización de los distintos ejercicios y problemas, los alumnos irán adquiriendo un vocabulario científico que poco a poco aumentará y enriquecerá su lenguaje, y con ello su comunicación con otras personas.

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

Las distintas actividades propuestas a los alumnos a lo largo de esta unidad hacen factible que estos analicen y comprendan los movimientos que se producen a su alrededor constantemente, extrapolarlos de esta forma los conocimientos adquiridos en el aula a su vida cotidiana.

### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** nos encontramos con diversas direcciones de páginas web relacionadas con la temática tratada en esta unidad.

### Competencia social y ciudadana

En esta unidad se enseña a los alumnos a respetar y valorar las opiniones de los demás, aunque estas sean contrarias a las propias.

### Competencia para aprender a aprender

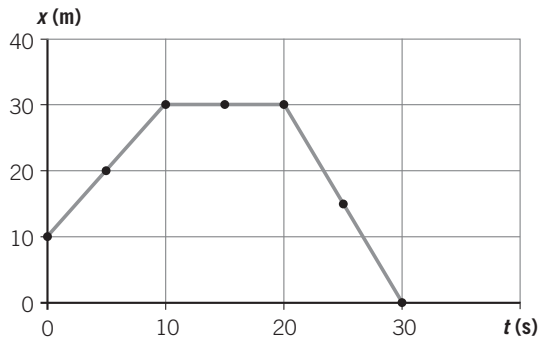
La práctica continuada que los alumnos ejercitan a lo largo del curso desarrolla en ellos la habilidad de aprender a aprender. Es decir, se consigue que los alumnos no dejen de aprender cuando cierran su libro de texto, sino que son capaces de seguir aprendiendo de las cosas que les rodean.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Describir el movimiento y valorar la necesidad de los sistemas de referencia.
2. Saber identificar los movimientos según sus características.
3. Representar gráficas de los movimientos rectilíneos a partir de la tabla de datos correspondiente.
4. Reconocer el tipo de movimiento a partir de las gráficas  $x-t$  y  $v-t$ .
5. Aplicar y solucionar correctamente las ecuaciones correspondientes a cada movimiento en los ejercicios planteados.
6. Resolver cambios de unidades y expresar los resultados en unidades del SI.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. El movimiento de una partícula, que sigue una trayectoria rectilínea, viene determinado por la siguiente gráfica:



Deduce a partir de la gráfica:

- La posición inicial de la partícula.
  - La posición, el desplazamiento y el espacio recorrido cuando  $t = 10$  s.
  - La posición, el desplazamiento y el espacio recorrido cuando  $t = 30$  s.
  - La velocidad en cada tramo de la gráfica.
  - La velocidad media a lo largo de todo el recorrido.
2. Clasifica los movimientos siguientes en función de la forma de su trayectoria: un balón en un tiro de penalti, un ascensor, el vuelo de una mosca; la caída de un cuerpo, una carrera de 100 m, un satélite en órbita alrededor de la Tierra. ¿En cuál de ellas coinciden el desplazamiento y el espacio recorrido?
3. Un coche circula a una velocidad de 60 km/h durante 1 hora y 15 minutos, después se para durante 5 minutos y luego regresa hacia el punto de partida a una velocidad de 10 m/s durante 45 minutos. Halla:
- La posición final.
  - El espacio total recorrido.
  - La velocidad media.
4. Responde a las siguientes cuestiones:
- ¿Qué entiendes por desplazamiento?
  - ¿Cómo defines la trayectoria de un móvil?
  - ¿Es lo mismo velocidad media que velocidad instantánea?
  - ¿Qué mide la aceleración?

5. ¿Qué significa físicamente que la aceleración de un móvil sea de  $2 \text{ m/s}^2$ ? ¿Y que sea de  $-2 \text{ m/s}^2$ ?

6. Completa la siguiente tabla:

Tipo de movimiento	Ecuación	Velocidad inicial	Aceleración
MRUA	$v = 5 \cdot t$		
MRUA	$v = 10 + 2 \cdot t$		
MRUA	$v = 30 - 2 \cdot t$		

7. ¿Cuánto tiempo tardará un móvil en alcanzar la velocidad de 80 km/h, si parte del reposo y tiene una aceleración de  $0,5 \text{ m/s}^2$ ? Realiza el cálculo y escribe todas las ecuaciones correspondientes al movimiento de dicho móvil.
8. Ordena de menor a mayor las siguientes velocidades:
- 72 km/h; 120 m/min; 15 m/s;  $5,4 \cdot 10^3 \text{ cm/s}$
9. En cuál de los siguientes casos pondrán una multa a un coche que circula por una autopista:
- Si circula a 40 m/s.
  - Si circula a 1200 cm/min.
- (La velocidad máxima permitida en una autopista es de 120 km/h.)
10. Ordena de mayor a menor las siguientes aceleraciones:
- $4 \text{ km/h}^2$ ;  $40 \text{ m/s}^2$ ;  $4000 \text{ cm/min}^2$
11. Identifica las siguientes medidas con las magnitudes a que corresponden y exprésalas en unidades del Sistema Internacional:
- 30 km/h.
  - 1200 ms.
  - $600 \text{ cm/min}^2$ .
  - $2,53 \cdot 10^4 \text{ m/h}$ .
12. Un coche que circula a una velocidad de 108 km/h, frena uniformemente y se detiene en 10 s.
- Halla la aceleración y el espacio que recorre hasta pararse.
  - Representa las gráficas  $v-t$  y  $s-t$  para este movimiento.

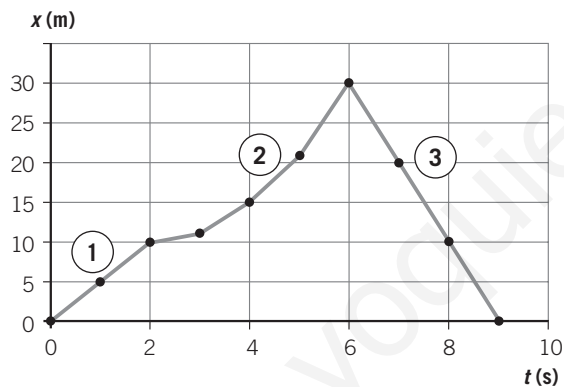
## ACTIVIDADES DE REFUERZO

13. Un móvil parte del reposo y, al cabo de 5 s, alcanza una velocidad de 5 m/s; a continuación se mantiene con esa velocidad durante 4 s, y en ese momento frena uniformemente y se detiene en 3 s.

- Representa la gráfica  $v-t$  correspondiente a dicho movimiento.
- Calcula la aceleración que lleva el móvil en cada tramo.
- Calcula el espacio total recorrido a lo largo de todo el movimiento.

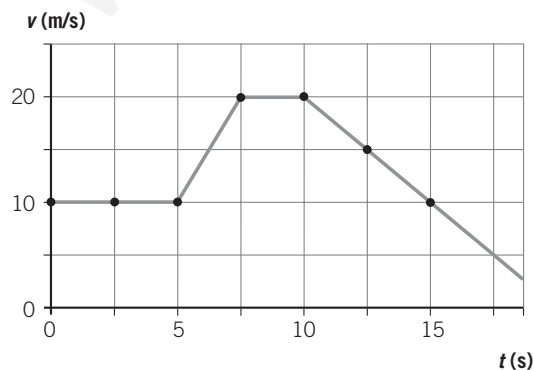
14. En la siguiente gráfica  $x-t$ ,  $x$  está expresado en m, y  $t$ , en s. Interpreta el movimiento realizado por el móvil en cada tramo y determina:

- La velocidad en los tramos 1.º y 3.º.
- El espacio total recorrido.



15. En la siguiente gráfica  $v-t$ ,  $v$  está expresada en m, y  $t$ , en s. Determina en cada tramo:

- El tipo de movimiento.
- La velocidad.
- La aceleración.



16. Un ciclista arranca y, moviéndose en una carretera recta, alcanza en 10 s una velocidad de 25 m/s. Suponiendo que la aceleración es constante:

- Completa la tabla:

$t$ (s)	0	2	6	8	10
$v$ (m/s)					
$s$ (m)					
$a$ (m/s) <sup>2</sup>					

- Dibuja las gráficas  $v-t$ ,  $s-t$  y  $a-t$ .

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1. a)  $x_0 = 10$  m.
- b)  $x_{10} = 30$  m;  $\Delta x = x_{10} - x_0 = 30 - 10 = 20$  m;  
 $\Delta s = 20$  m.
- c)  $x_{30} = 0$  m;  $\Delta x = x_{30} - x_0 = 0 - 10 = -10$  m;  
 $\Delta s = 20 + 30 = 50$  m.
- d)  $t(0 - 10$  s):  $v = 2$  m/s;  $t(10 - 20$  s):  $v = 0$ ;  
 $t(20 - 30$  s):  $v = -3$  m/s.
- e)  $v_m = 50/30 = 1,66$  m/s.

2. • Rectilíneos: ascensor, caída de un cuerpo, carrera de 100 m.
  - Curvilíneos: balón, vuelo de la mosca, satélite.
- En los que siguen una trayectoria rectilínea.

3. El movimiento consta de tres etapas:

- En la 1.<sup>a</sup>, el coche avanza a  $v_1 = 60$  km/h y  $t = 1,25$  h. La posición al final de esta etapa será  $x_1 = 60 \cdot 1,25 = 75$  km, y el espacio recorrido,  $s_1 = 75$  km.
- En la 2.<sup>a</sup>, el coche está parado;  $v_2 = 0$  km/h y  $t = 5$  min. La posición al final de esta etapa será  $x_2 = 75$  km, y el espacio recorrido,  $s_2 = 0$  km.
- En la 3.<sup>a</sup>, el coche retrocede;  $v = 36$  km/h y  $t = 0,75$  h. El espacio recorrido en esta etapa será  $s_3 = 36 \cdot 0,75 = 27$  km y la posición al final será:  $x_3 = 75 - 27 = 48$  km.

Así pues:

- a)  $x_{\text{final}} = x_3 = 48$  km.
- b)  $s_T = 75 + 27 = 102$  km.
- c)  $v_m = \text{espacio recorrido/tiempo total empleado}$ .  
El tiempo total empleado ha sido = 1 h 15 min + 5 min + 45 min = 2 h 5 min = 2,08 h.  
Por tanto:  $v_m = \frac{102}{2,08} = 48,96$  km/h.

4. a) El desplazamiento es la distancia existente entre la posición inicial y la posición final.
- b) La trayectoria es la línea que sigue el móvil a lo largo de su movimiento.
- c) La velocidad media es la relación entre el espacio total que se ha recorrido y el tiempo total empleado en recorrerlo. La velocidad instantánea es la que lleva el móvil en un instante determinado de tiempo.
- d) La aceleración mide el cambio que sufre la velocidad a lo largo del tiempo.

5. • Si  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>, el móvil aumenta el módulo de su velocidad a razón de 2 m/s cada segundo.
- Si  $a = -2$  m/s<sup>2</sup>, disminuye el módulo de su velocidad a razón de 2 m/s cada segundo.

Tipo de movimiento	Ecuación	Velocidad inicial	Aceleración
MRUA	$v = 5 \cdot t$	0	5 m/s <sup>2</sup>
MRUA	$v = 10 + 2 \cdot t$	10 m/s	2 m/s <sup>2</sup>
MRUA	$v = 30 - 2 \cdot t$	30 m/s	-2 m/s <sup>2</sup>

7. Pasemos en primer lugar a unidades del SI:

$$80 \text{ km/h} = 80\,000 \text{ m}/3600 \text{ s} = 22,22 \text{ m/s}$$

Sustituyendo en la expresión general:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 22,22 = 0 + 0,5 \cdot t \rightarrow t = 44,4 \text{ s}$$

Es un movimiento uniformemente acelerado:

$$v = 0,5 \cdot t ; s = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot t^2$$

8. Las transformamos a m/s para compararlas:

- 72 km/h = 72 000 m/3600 s = 20 m/s.
- 120 m/min = 120 m/60 s = 2 m/s.
- $5,4 \cdot 10^3$  cm/s = 54 m/s.

Las ordenamos de menor a mayor:

$$2 \text{ m/s} < 15 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s} < 54 \text{ m/s}$$

$$120 \text{ m/min} < 15 \text{ m/s} < 72 \text{ km/h} < 5,4 \cdot 10^3 \text{ cm/s}$$

9. En el caso a), ya que 40 m/s = 144 km/h, que sobrepasa la velocidad máxima permitida.

$$1200 \text{ cm/min} = 12 \text{ m}/60 \text{ s} = 0,2 \text{ m/s}$$

10. Las transformamos a m/s<sup>2</sup> para poderlas comparar:

$$4 \text{ km/h}^2 = \frac{4000 \text{ m}}{(3600 \cdot 3600) \text{ s}^2} = 0,0003 \text{ m/s}^2$$

$$4000 \text{ cm/min}^2 = \frac{40 \text{ m}}{(60 \cdot 60) \text{ s}^2} = 0,011 \text{ m/s}^2$$

Las ordenamos de mayor a menor:

$$40 \text{ m/s}^2 > 0,011 \text{ m/s}^2 > 0,0003 \text{ m/s}^2$$

$$40 \text{ m/s}^2 > 4000 \text{ cm/min}^2 > 4 \text{ km/h}^2$$

11. a) 30 km/h = 8,33 m/s (velocidad).

- b) 1,2 s (tiempo).

- c) 600 cm/min<sup>2</sup> =  $1,66 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup> (aceleración).

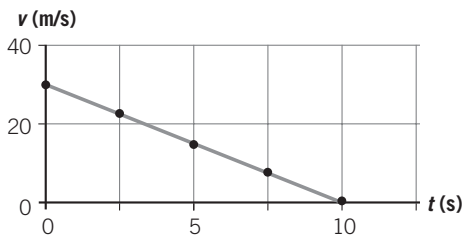
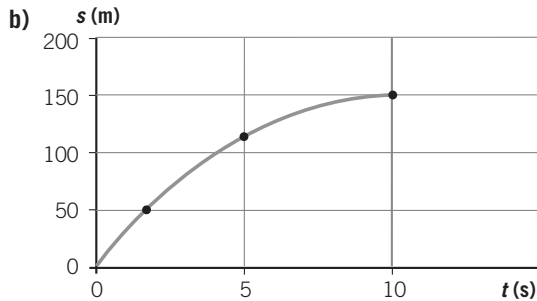
- d)  $2,53 \cdot 10^4$  m/h = 7,03 m/s (velocidad).



### ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

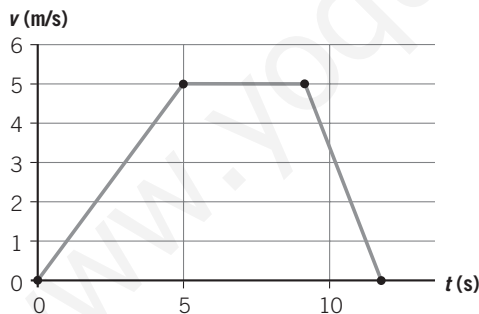
12. a) La aceleración será:  $a = \frac{0 - 30}{10} = -3 \text{ m/s}^2$ .

El espacio recorrido será:  $s = v_0 t - \frac{1}{2} \cdot a t^2 =$   
 $= 30 \cdot 10 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^2 = 150 \text{ m}.$



13. a)

t (s)	0	5	6	8	9	12
v (m/s)	0	5	5	5	5	0



b) Tramo 1:  $a = 1 \text{ m/s}^2$ .  
 Tramo 2:  $a = 0$ .  
 Tramo 3:  $a = -1,6 \text{ m/s}^2$ .

c) En el primer tramo:  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5^2 = 25 \text{ m}.$

En el segundo tramo:  $s_2 = 5 \cdot 4 = 20 \text{ m}.$

En el tercer tramo:  $s_3 = v_0 t - \frac{1}{2} \cdot a t^2 =$   
 $= 5 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 3^2 = 15 - 7,2 = 7,8 \text{ m}.$

El espacio total recorrido será:  
 $\Delta s = 25 + 20 + 7,8 = 52,8 \text{ m}$

14. a) Tramo 1: MRU,  $v = \frac{10}{2} = 5 \text{ m/s}.$

Tramo 2: MRUA.

Tramo 3: MRU,  $v = -\frac{30}{3} = -10 \text{ m/s}.$

b) Tramo 1  $\rightarrow s_1 = 5 \cdot 2 = 10 \text{ m}$

Tramo 2  $\rightarrow s_2 = 30 - 10 = 20 \text{ m}$

Tramo 3  $\rightarrow s_3 = 10 \cdot 3 = 30 \text{ m}$

El espacio total recorrido es:

$$s_T = 10 + 20 + 30 = 60 \text{ m}$$

15. Tramo 1: MRU;  $v = 10 \text{ m/s}$ ;  $a = 0$ .

Tramo 2: MRUA;  $v = 10 + 5 \cdot t$ ;  $a = 5 \text{ m/s}^2$ .

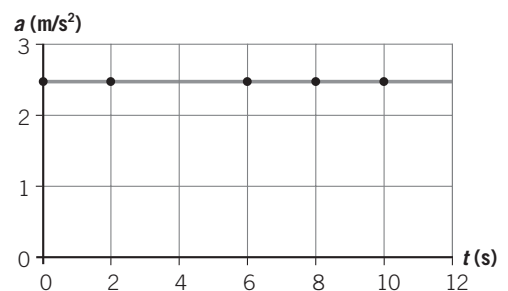
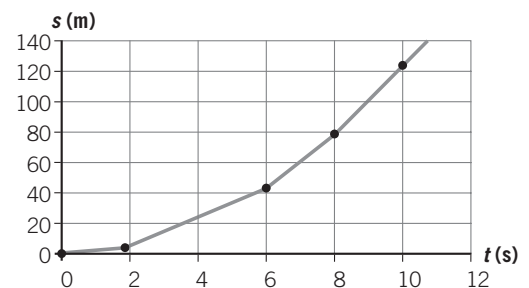
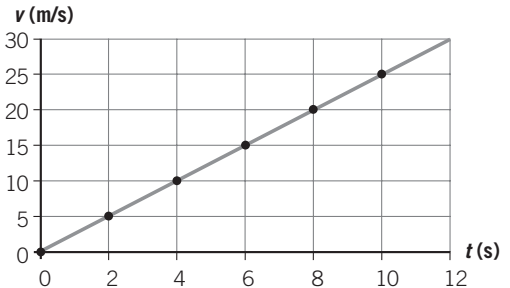
Tramo 3: MRU;  $v = 20 \text{ m/s}$ ;  $a = 0$ .

Tramo 4: MRUA;  $v = 20 - 2,5 \cdot t$ ;  $a = -2,5 \text{ m/s}^2$ .

16. a)

t (s)	0	2	6	8	10
v (m/s)	0	5	15	20	25
s (m)	0	5	45	80	125
a (m/s) <sup>2</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

b)

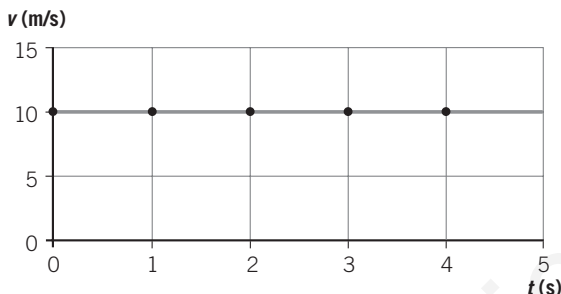


## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

1. La ecuación del movimiento de una partícula es:  $x(t) = 2 + 10t$ , donde  $t$  se mide en segundos, y  $x$ , en metros. Determina:

- La posición inicial del móvil.
- La posición y el desplazamiento del móvil al cabo de 3 s de iniciarse el movimiento.
- La forma de la trayectoria seguida por el móvil.
- ¿Coincidirán el desplazamiento y el espacio recorrido en dicho intervalo de tiempo?

2. Observa la gráfica y elige cuál de las siguientes frases corresponde al movimiento que representa:



- Un automóvil que arranca acelerando y continúa a velocidad constante.
- Un automóvil que se encuentra en reposo.
- Un automóvil que circula con aceleración nula.
- Un automóvil que circula a velocidad constante y frena.

3. Un pasajero va sentado en su asiento en el interior de un tren que se mueve con velocidad constante. Elige la respuesta correcta que exprese el estado cinemático del pasajero:

- Está en reposo independientemente del sistema de referencia que se elija.
- Está en reposo solo si se considera un sistema de referencia situado dentro del tren.
- Está en movimiento con respecto a un sistema de referencia situado en el interior del tren, que está en movimiento.
- Está en movimiento independientemente del sistema de referencia elegido.

4. Representa de forma esquemática, utilizando vectores, la velocidad y la aceleración de cada uno de los siguientes móviles:

- Un coche acelerando en una carretera recta.
- Un coche frenando en una carretera recta.
- Una pelota que se lanza hacia arriba.
- La pelota cuando cae.

5. Si el módulo de la velocidad es constante, ¿hay aceleración?

- Solo si el movimiento es rectilíneo.
- Solo si el movimiento es circular.
- Solo si la velocidad es negativa.
- En ningún caso.

6. Un tranvía parte del reposo y adquiere, después de recorrer 25 m con MRUA, una velocidad de 36 km/h. Continúa con esta velocidad durante 1 minuto, al cabo del cual frena y disminuye su velocidad, hasta parar a exactamente 650 m del punto de partida. Calcula:

- La aceleración y el tiempo empleado durante la primera fase del movimiento.
- El espacio recorrido durante la segunda fase.
- La aceleración en la tercera fase.

7. La ecuación del movimiento de una partícula es:  $x = 4 + 5t$ , donde  $t$  está expresado en horas, y  $x$ , en kilómetros.

a) Completa la siguiente tabla:

Posición (km)			14	24	
Tiempo (h)	0	1			6

b) Representa la gráfica  $x-t$ .

c) ¿De qué tipo de movimiento se trata? ¿Cuál es el significado de los parámetros 4 y 5 de la ecuación?

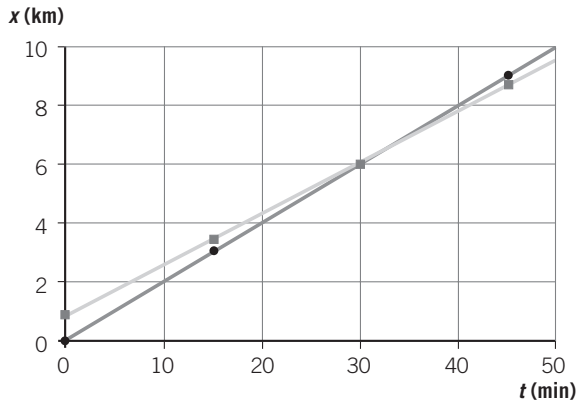
8. La luz se propaga con una velocidad de  $3 \cdot 10^8$  m/s. La distancia entre la Tierra y el Sol es de 8 minutos luz. Expresa esa distancia en kilómetros.

9. Una partícula que se desplaza con MRU lleva una velocidad constante de 10 m/s. La posición inicial de la partícula es  $x_0 = 10$  m. Completa la siguiente tabla y realiza las gráficas  $x-t$  y  $v-t$  correspondientes al movimiento de dicha partícula.

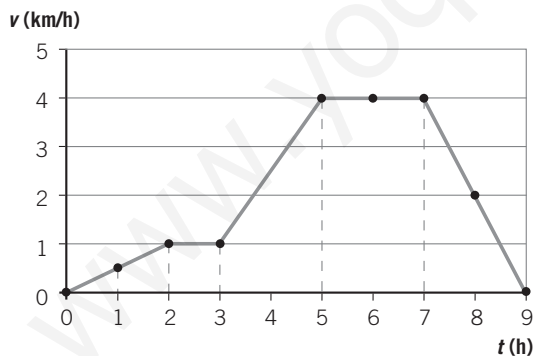
$t \text{ (s)}$	0	2	4	6
$x \text{ (m)}$				
$v \text{ (m/s)}$				

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

10. La siguiente gráfica representa el movimiento simultáneo de dos ciclistas. Obsérvala y determina:



- ¿Dónde se sitúa el sistema de referencia? ¿Parten los dos ciclistas del mismo sitio?
  - ¿Qué tipo de movimiento lleva cada ciclista?
  - ¿Cuál es la velocidad de cada uno de los ciclistas?
  - ¿Qué ocurre en  $t = 30$  min?
11. Interpreta el movimiento realizado por el móvil en cada tramo y calcula la aceleración en cada uno de ellos.



12. El conductor de un automóvil toca el claxon y después de 3 s oye el eco producido por una montaña que se encuentra a 530 m. Si la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s, ¿a qué velocidad se acercaba el coche a dicha montaña?
13. El ganador de la carrera de 100 m lisos, en Barcelona 92, logró una marca de 9,96 s. Calcula:
- La aceleración.
  - La velocidad que alcanzó, expresada en km/h.

14. Suponemos que un conductor tarda 0,8 s en reaccionar al volante, y que la aceleración de frenado de su coche es de  $-6 \text{ m/s}^2$ . Completa la siguiente tabla, donde  $s_R$  es el espacio que recorre el coche desde que el conductor piensa en frenar hasta que pisa el freno, y  $t_f$  es el tiempo que el coche tarda en parar.

$v$ (km/h)	$v$ (m/s)	$s_R$ (m)	$t_f$ (s)
100			
120			
150			

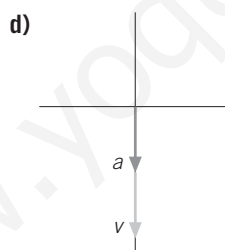
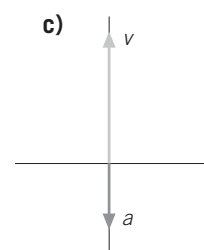
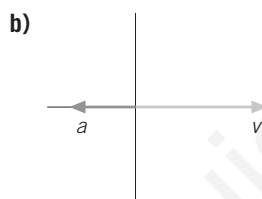
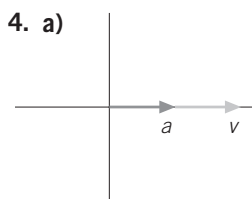
15. La velocidad máxima permitida en ciudad es de 50 km/h. Compara la distancia que recorre un coche que circula a esa velocidad con la que recorre una persona andando a una velocidad de 5 km/h, en el mismo tiempo que el coche emplea en frenar. La aceleración de frenado del coche es de  $-6 \text{ m/s}^2$ .
16. Un coche que circula a 72 km/h tarda en frenar 4 s (suponemos que el valor de la aceleración de frenado  $a$  es siempre la misma, que es constante, independientemente del valor de la velocidad). Piensa y di cuál de las siguientes afirmaciones es cierta:
- Si circula al doble de velocidad, tarda el doble de tiempo en frenar.
  - Si circula al doble de velocidad, recorre el doble de espacio al frenar.
  - Si circula al doble de velocidad, frena con el doble de aceleración.
  - Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.
17. Cuando se conduce con tiempo lluvioso, la aceleración de frenado se reduce con respecto a la que el coche presenta con el pavimento seco. ¿En qué influirá esta reducción?
- El coche circulará a menor velocidad.
  - El tiempo de reacción del conductor aumentará.
  - El coche tardará más tiempo en reducir su velocidad.
  - El coche tardará más tiempo en aumentar su velocidad.

### ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. a)  $x_0 = 2$  m.  
 b)  $x_3 = 32$  m;  $\Delta x = 32 - 2 = 30$  m.  
 c) Rectilínea.  
 d) Sí, debido a que la trayectoria es una línea recta y el movimiento ha transcurrido siempre en el mismo sentido.

2. a) Falsa.  
 b) Falsa.  
 c) Verdadera.  
 d) Falsa.

3. a) Falsa.  
 b) Verdadera.  
 c) Falsa.  
 d) Falsa.



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

6. a) En la primera fase  $v_f = 36 \text{ km/h} = \frac{36\,000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$ .

Como  $v_f^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$ , sustituyendo tendremos:

$$10^2 = 0 + 2 \cdot a \cdot 25 \rightarrow 100 = 50 \cdot a \rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

Y sustituyendo en  $v_f = v_0 + a \cdot t$ :

$$10 = 2 \cdot t \rightarrow t = 5 \text{ s}$$

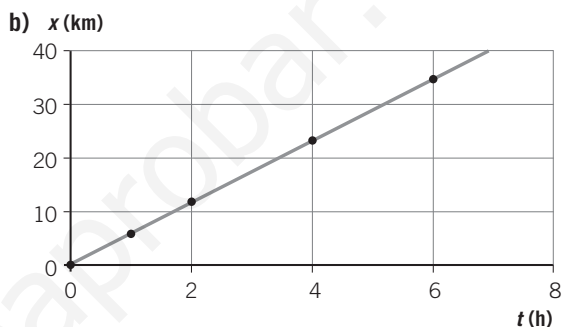
- b)  $\Delta s = v \cdot t \rightarrow \Delta s = 10 \cdot 60 = 600$  m.

- c) Como  $v_f^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$ , sustituyendo tendremos:

$$0 = 10^2 + 2 \cdot a \cdot (650 - 25 - 600) \rightarrow 0 = 100 + 50 \cdot a \rightarrow a = -2 \text{ m/s}^2$$

7. a)

Posición (km)	4	9	14	24	34
Tiempo (h)	0	1	2	4	6

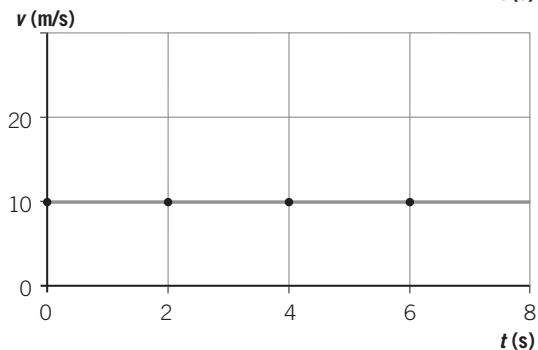
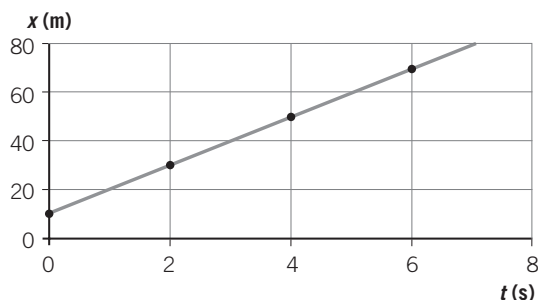


- c) Es un movimiento rectilíneo uniforme.  
 $x_0 = 4$  km;  $v = 5$  km/h.

8.  $d = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 8 \cdot 60 \text{ s} = 1440 \cdot 10^8 \text{ m} = 1,44 \cdot 10^8 \text{ km}$

9.

t (s)	0	2	4	6
x (m)	10	30	50	70
v (m/s)	10	10	10	10



## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

10. a) El sistema de referencia se sitúa en el punto del que parte el primer ciclista. Para el segundo ciclista  $x_0 = 1$  km. Por tanto, le lleva una ventaja de 1 km al primero.

b) Ambos ciclistas llevan un MRU.

$$c) v_1 = \frac{6 \text{ km}}{30 \text{ min}} = \frac{6 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} = 12 \text{ km/h}$$

$$v_2 = \frac{(6 - 1) \text{ km}}{30 \text{ min}} = \frac{5 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} = 10 \text{ km/h}$$

d) Ambos ciclistas están en la misma posición: el primero ha alcanzado al segundo.

11. Tramo 1: MRUA;  $a = 0,5 \text{ km/h}^2$ .

Tramo 2: MRU;  $a = 0$ .

Tramo 3: MRUA;  $a = 1,5 \text{ km/h}^2$ .

Tramo 4: MRU;  $a = 0$ .

Tramo 5: MRUR;  $a = -2 \text{ km/h}^2$ .

12. En 3 s el sonido recorre una distancia de  $s_{\text{sonido}} = 340 \cdot 3 = 1020$  m, mientras que el coche habrá recorrido una distancia  $s_{\text{coche}} = v \cdot 3$  m; de manera que la suma de los espacios que recorren ambos será  $530 + 530 = 1060$  m.

Así pues:

$$1060 = 1020 + 3v \rightarrow 40 = 3v \rightarrow v = \frac{40 \text{ m}}{3 \text{ s}} = \frac{40/1000 \text{ km}}{3/3600 \text{ h}} \rightarrow v = 48 \text{ km/h}$$

$$13. a) s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \rightarrow 100 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 9,96^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow a = 2,02 \text{ m/s}^2$$

$$b) v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 0 + 2,02 \cdot 9,96 = 20,12 \text{ m/s} \rightarrow v = 72,43 \text{ km/h}$$

14.

$v$ (km/h)	$v$ (m/s)	$s_R$ (m)	$t_f$ (s)
100	<b>27,77</b>	<b>22,22</b>	<b>4,63</b>
120	<b>33,33</b>	<b>26,66</b>	<b>5,55</b>
150	<b>41,66</b>	<b>33,33</b>	<b>6,94</b>

15. Sustituyendo en la expresión  $v_f^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$ , resulta:

$$0 = 13,9^2 - 2 \cdot 6 \cdot s_{\text{coche}} \rightarrow s_{\text{coche}} = 16,1 \text{ m}$$

Para pararse tarda un tiempo que obtendremos de:

$$v_f = v_0 + a \cdot t \rightarrow 0 = 13,9 - 6 \cdot t \rightarrow t = 2,82 \text{ s}$$

Y como la persona se mueve con un MRU de velocidad  $5 \text{ km/h} = 1,39 \text{ m/s}$ :

$$s_{\text{persona}} = 1,39 \cdot 2,82 \rightarrow s_{\text{persona}} = 3,92 \text{ m}$$

16. a) Verdadera.

b) Falsa.

c) Falsa.

d) Falsa.

17. a) Falso.

b) Falso.

c) Verdadero.

d) Falso.

## PROBLEMA RESUELTO 1

A las 8 h 30 min el AVE Madrid-Barcelona se encuentra a 216 km de Zaragoza, moviéndose a una velocidad de 50 m/s. Determina:

- La distancia que recorrerá en los siguientes 15 minutos.
- La hora de llegada a Zaragoza.

## Planteamiento y resolución

Aunque conviene expresar todas las magnitudes en unidades del SI, en problemas como el anterior se puede resolver en km y km/h a fin de que resulten números más manejables.

$$v = 50 \text{ m/s} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 180 \text{ km/h}$$

$$t = 15 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0,25 \text{ h}$$

El movimiento del tren es uniforme, puesto que su velocidad es constante. La ecuación del movimiento sería entonces:  $s = v \cdot t$ .

- Cuando hayan transcurrido 15 minutos, el tren se encontrará a una distancia del punto de partida de:

$$s = 180 \cdot 0,25 \text{ h} = 45 \text{ km}$$

- El tiempo que tardará en llegar a Zaragoza lo despejamos de la ecuación del movimiento:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{216}{180} = 1,2 \text{ h} = 1 \text{ h } 12 \text{ min}$$

Por tanto, el tren llegará a Zaragoza a las:

$$8 \text{ h } 30 \text{ min} + 1 \text{ h } 12 \text{ min} = 9 \text{ h } 42 \text{ min}$$

## ACTIVIDADES

- Una persona da un grito cuando se encuentra a 200 metros de una montaña. Sabiendo que la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s, determina:
  - El tiempo que tarda en escuchar el eco.
  - Si cuando grita se está acercando a la montaña con una velocidad de 3 m/s, ¿cuánto tardará en escuchar el eco?

Sol.: a) 1,18 s; b) 1,17 s
- Un coche está a 100 m de un semáforo y circula por una calle recta a 36 km/h hacia él. Determina:
  - Su posición respecto del semáforo después de 0,5 min.
  - El tiempo que tarda en llegar al siguiente semáforo distante 500 m del primero.

Sol.: a) Estará a 200 m pasado el semáforo; b) 60 s
- Un coche sale a las 10 h con una velocidad constante de 80 km/h.
  - ¿A qué distancia se encuentra a las 12 h 15 min?
  - ¿Cuánto tiempo emplea en recorrer los primeros 800 m?

Sol.: a) 180 km; b) 0,01 h = 36 s
- Juan se encuentra a 200 m de su casa, alejándose de ella a una velocidad de 4 km/h. Tomando como punto de referencia su casa, determina:
  - Su posición inicial.
  - Su posición después de 2 minutos.
  - El tiempo que emplea en alcanzar la posición 500 m.

Sol.: a) 200 m;  
b) estará a  $200 + 133,33 = 333,33 \text{ m}$  de su casa;  
c)  $270 \text{ s} = 4,5 \text{ min}$
- Determina la velocidad de una hormiga, expresada en m/s, que recorre en 180 min la misma distancia que una persona caminando a 5 km/h durante 6 min.
 

Sol.: 0,046 m/s
- Un automovilista circula con una velocidad constante de 108 km/h al pasar por un determinado punto kilométrico de una autopista. ¿A qué distancia de ese punto se encontrará 30 minutos después?
 

Sol.:  $54\,000 \text{ m} = 54 \text{ km}$

## PROBLEMA RESUELTO 2

Jaime y María acuerdan salir en bicicleta a las nueve de la mañana de dos pueblos, A y B, distantes 120 km, con la intención de encontrarse en el camino. Si las velocidades de los dos son 25 km/h y 35 km/h, respectivamente, calcula:

- ¿A qué hora se encontrarán los dos ciclistas?
- ¿A qué distancia del pueblo A se produce el encuentro?

## Planteamiento y resolución

Elegimos como referencia el pueblo A, del que parte Jaime, considerando positiva su velocidad y negativa la de María por ir en sentido contrario. Como ambos se mueven con velocidad constante, la ecuación aplicable será la del movimiento rectilíneo y uniforme:  $x = v \cdot t$ .

Escribimos la ecuación del movimiento para ambos ciclistas:

$$x_{\text{Jaime}} = 25 \cdot t \text{ y } x_{\text{María}} = 120 - 35 \cdot t$$

- Para que los dos ciclistas se encuentren deben estar en la misma posición en el mismo instante.

Es decir,  $x_{\text{Jaime}} = x_{\text{María}}$ .

Por tanto:

$$25 \cdot t = 120 - 35 \cdot t$$

Resolviendo la ecuación se obtiene:

$$t = 2 \text{ h}$$

Por lo que se encontrarán a las **11 de la mañana**.

- Sustituyendo  $t$  en cualquiera de las dos ecuaciones anteriores obtendremos la posición en la que se produce su encuentro, respecto del pueblo A, resultando:

$$x = 50 \text{ km}$$

## ACTIVIDADES

- Al salir de casa tu padre ha olvidado la cartera. Cuando te das cuenta está a 250 m y sales persiguiéndole con una bicicleta. Si tu padre anda a 5 km/h y tú vas a 18 km/h, ¿a qué distancia de casa le darás alcance? ¿Cuánto tiempo tardarás en alcanzarlo?

Sol.: A 346 m y 69,2 s

- En un momento determinado el coche de unos ladrones pasa por un punto con una velocidad de 90 km/h. A los 10 minutos pasa persiguiéndole un coche de la policía con velocidad de 120 km/h. ¿A qué distancia de dicho punto lo alcanzará? ¿Cuánto tiempo habrá transcurrido desde que pasó el primer coche?

Sol.: A 60 km y 30 min

- Dos ciclistas van a salir por la misma carretera recta con velocidades constantes de 15 km/h y 25 km/h.

- ¿Cuál debe salir primero para que se encuentren?

- Si el segundo de los ciclistas sale 1 hora después del primero, ¿cuánto tiempo tarda en alcanzarlo? ¿A qué distancia del punto de partida?

Sol.: a) Debe salir el que va a la menor velocidad, el de 15 km/h;  
b) 1,5 h y 37,5 km

- Al pasar por la recta de meta, un coche de Fórmula 1 que circula a 300 km/h alcanza a otro que circula a 280 km/h. Suponiendo que mantienen constante la velocidad, calcula qué distancia les separará medio minuto después.

Sol.: 166,7 m

- Dos coches circulan con velocidades respectivas de 36 km/h y 108 km/h por una autopista. Si inicialmente ambos circulan en el mismo sentido y están separados 1 km, ¿en qué instante y posición alcanzará el coche más veloz al más lento?

Sol.: 50 s y 1500 m

## PROBLEMA RESUELTO 3

Una motocicleta, con una aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$ , arranca desde un semáforo. Calcula el tiempo que tarda en alcanzar una velocidad de  $72 \text{ km/h}$ . Si entonces comienza a frenar con una aceleración de  $1,5 \text{ m/s}^2$  hasta pararse, calcula la distancia que recorrió.

## Planteamiento y resolución

En primer lugar expresamos la velocidad en unidades del SI:

$$v = \frac{72 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Como existe aceleración, deberemos aplicar las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

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

La velocidad inicial,  $v_0$ , es cero, por lo que podemos despejar el tiempo de la primera de las ecuaciones:

$$t = \frac{v}{a} = \frac{20}{2} = 10 \text{ s}$$

A partir de la segunda ecuación podemos calcular el espacio recorrido en esa primera parte:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^2 = 100 \text{ m}$$

Si en ese instante comienza a frenar, la velocidad disminuirá hasta pararse. Empleamos las mismas ecuaciones, con la salvedad de que ahora la aceleración será negativa.

$$t = \frac{20}{1,5} = 13,3 \text{ s}$$

Y la distancia recorrida en esta segunda parte será:

$$s = 20 \cdot 13,3 + \frac{1}{2} \cdot (-1,5) \cdot 13,3^2 = 133,3 \text{ m}$$

En total recorrió:

$$100 + 133,3 = \mathbf{233,3 \text{ m}}$$

## ACTIVIDADES

- 1 Un automóvil que lleva una velocidad de  $90 \text{ km/h}$  frena y en medio minuto ha reducido su velocidad a  $18 \text{ km/h}$ . Calcula:
  - a) ¿Cuánto vale la aceleración del vehículo?
  - b) ¿Qué espacio ha recorrido en ese tiempo?
  - c) ¿Cuánto tiempo tardaría en parar?
 Sol.: a)  $-0,66 \text{ m/s}^2$ ; b)  $453 \text{ m}$ ; c)  $37,9 \text{ s}$
- 2 ¿Qué velocidad máxima podrá llevar un coche para no chocar con un obstáculo que aparece repentinamente a  $100 \text{ m}$  del coche? Suponemos que el conductor reacciona inmediatamente y que su aceleración de frenado es de  $-4 \text{ m/s}^2$ .
 Sol.: a)  $28,28 \text{ m/s} = 101,8 \text{ km/h}$
- 3 Partiendo del reposo, un coche de Fórmula 1 puede alcanzar una velocidad de  $180 \text{ km/h}$  en  $10 \text{ s}$ . Calcula la aceleración del bólido y el espacio que recorre en ese tiempo.
 Sol.: a)  $5 \text{ m/s}^2$ ; s)  $250 \text{ m}$
- 4 Una moto que parte del reposo alcanza una velocidad de  $72 \text{ km/h}$  en  $7 \text{ s}$ . Determina:
  - a) La aceleración.
  - b) El espacio recorrido en ese tiempo.
  - c) La velocidad que alcanzará a los  $15 \text{ s}$ .
 Sol.: a)  $2,85 \text{ m/s}^2$ ; b)  $69,8 \text{ m}$ ; c)  $42,7 \text{ m/s}$
- 5 Un automóvil que circula a  $36 \text{ km/h}$  acelera uniformemente hasta  $72 \text{ km/h}$  en  $5 \text{ segundos}$ . Calcula:
  - a) La aceleración.
  - b) El espacio recorrido en ese tiempo.
 Sol.: a)  $2 \text{ m/s}^2$ ; b)  $75 \text{ m}$
- 6 Un camión que circula a una velocidad de  $90 \text{ km/h}$  para en  $10 \text{ s}$  por la acción de los frenos. Calcula:
  - a) La aceleración de frenado.
  - b) El espacio recorrido durante ese tiempo.
 Sol.: a)  $-2,5 \text{ m/s}^2$ ; b)  $125 \text{ m}$



## PROBLEMA RESUELTO 4

La noria de un parque de atracciones tarda 15 s en dar una vuelta. Si su velocidad angular es constante, calcula:

- La velocidad angular en radianes/segundo.
- El periodo y la frecuencia.
- El ángulo girado en 5 s.
- La velocidad lineal de un viajero situado a 10 m del eje de giro.

## Planteamiento y resolución

La noria se mueve con movimiento circular uniforme, por lo que serán de aplicación sus ecuaciones.

$$\text{a) } \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{15} = \mathbf{0,13 \pi \text{ rad/s.}}$$

- b) El periodo es el tiempo que tarda en dar una vuelta, por lo que será  $T = \mathbf{15 \text{ segundos.}}$

La frecuencia es la inversa del periodo, por lo que sería:  $f = 1/15 = \mathbf{0,06 \text{ Hz.}}$

- c) El ángulo girado en 5 s será:

$$\varphi = \omega \cdot t = 0,13 \pi \cdot 5 = \mathbf{0,65 \pi \text{ rad}}$$

- d) La velocidad lineal de un viajero la calculamos a partir de la relación entre esta y la velocidad angular:

$$v = \omega \cdot R$$

Entonces:

$$v = 0,13 \pi \cdot 10 = \mathbf{1,3 \pi \text{ m/s}}$$

## ACTIVIDADES

- 1 Un tiovivo gira a razón de 10 vueltas cada 3 minutos. Calcula la velocidad angular (en rad/s) y la velocidad lineal de un niño que está montado en un cochecito a 10 m del eje de giro.

Sol.:  $0,11 \pi \text{ rad/s}$  y  $1,1 \pi \text{ m/s}$

- 2 Una rueda gira a razón de 20 vueltas/minuto. Determina:

- El periodo.
- La velocidad angular.
- La velocidad lineal en un punto de la periferia sabiendo que el diámetro de la rueda es 100 cm.

Sol.: a) 3 s; b)  $0,66 \pi \text{ rad/s}$ ; c)  $0,33 \pi \text{ m/s}$

- 3 Calcula la velocidad angular de la aguja horario y del minutero del reloj.

Sol.:  $0,000\ 046 \cdot \pi \text{ rad/s} = 0,46 \cdot 10^{-4} \cdot \pi \text{ rad/s}$   
y  $0,0005 \cdot \pi = 5 \cdot 10^{-4} \pi \text{ rad/s}$

- 4 Un satélite tarda dos días en dar una vuelta alrededor de la Tierra. Su velocidad angular será:

- $0,5 \pi \text{ vueltas/minuto.}$

- $\pi \text{ rad/s.}$

- $\pi \text{ rad/día.}$

- $0,5 \pi \text{ rad/día.}$

Sol.: c)  $\pi \text{ rad/día}$

- 5 El movimiento circular uniforme, ¿tiene aceleración?

Sol.: Tiene aceleración normal, debida al cambio de dirección de la velocidad

- 6 La velocidad angular de un tocadiscos de la década de 1970 es de 45 rpm. Calcula:

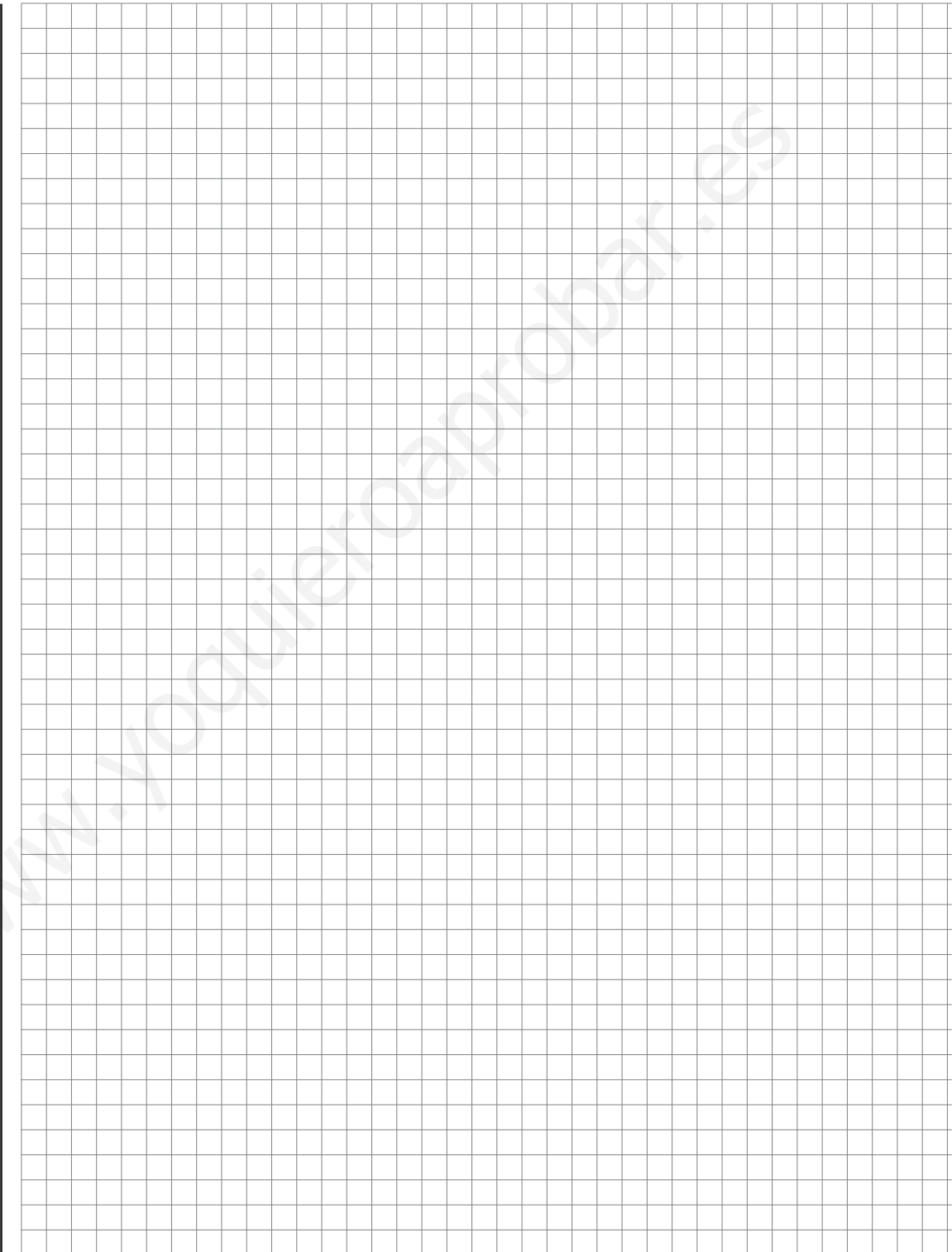
- La velocidad angular en rad/s.
- El periodo y la frecuencia.
- El número de vueltas que dará en 5 minutos.

Sol.: a)  $1,5 \pi \text{ rad/s}$ ; b) 1,33 s y 0,75 Hz; c) 225 vueltas

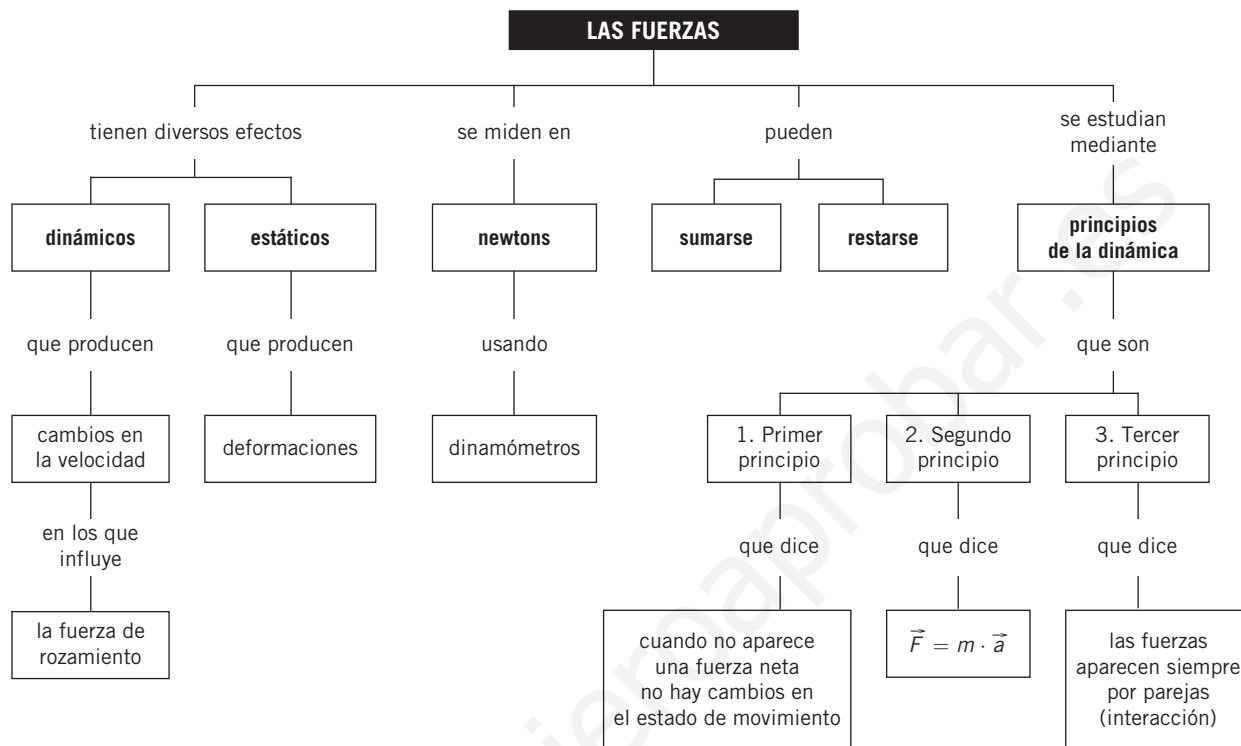
- 7 Una bicicleta se mueve a 10 m/s. Sabiendo que las ruedas tienen un radio de 50 cm, calcula la velocidad angular de la rueda.

Sol.:  $20 \text{ rad/s}$

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Es habitual que los alumnos consideren la fuerza como una propiedad que poseen los cuerpos y no como el resultado de la interacción entre ellos. Para asimilar el concepto de fuerza es imprescindible que descarten esta idea. Conviene analizar los efectos de las fuerzas para que entiendan que no tiene sentido hablar de la fuerza de un cuerpo, sino de la fuerza que ejerce un cuerpo sobre otro.
2. El principio de inercia describe que cuando sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o cuando la fuerza resultante es nula, este mantiene su estado de reposo o de MRU.  
La observación cotidiana facilita la comprensión de la primera parte de dicho principio, no así de la segunda; la presencia de la fuerza de rozamiento lo dificulta.
3. Conviene analizar ejemplos donde la fuerza de rozamiento disminuye (superficie pulimentada, hielo...) para concluir que si pudiéramos eliminar totalmente el rozamiento, los cuerpos continuarían moviéndose en línea recta y con velocidad constante.
4. El segundo principio o ley fundamental de la dinámica establece el comportamiento de los cuerpos mientras están sometidos a la acción de una fuerza neta. Para la correcta aplicación de esta ley, es necesario considerar la resultante de todas las fuerzas que actúan en la dirección del movimiento. Se hace indispensable, por tanto, el conocimiento del cálculo vectorial.
5. El tercer principio no es fácil de comprender en su integridad. Las palabras «acción» y «reacción» pueden inducir a error por dar idea de secuencia temporal: parece que la acción es previa a la reacción cuando en realidad son simultáneas. Asimismo, se puede interpretar que la reacción contrarresta a la acción anulándola, algo que no puede suceder por estar aplicadas a cuerpos diferentes.

## PRESENTACIÓN

1. Para comprender el concepto de fuerza conviene analizar los efectos tanto dinámicos como estáticos de las mismas.
2. La dinámica se estudia a través de las tres leyes de Newton que establecen la relación entre fuerza y movimiento.

## OBJETIVOS

- Reconocer los efectos de las fuerzas.
- Identificar las fuerzas presentes en situaciones cotidianas.
- Calcular la fuerza resultante de un sistema de fuerzas.
- Comprender el significado de inercia.
- Relacionar la fuerza aplicada a un cuerpo y la aceleración que este adquiere.
- Advertir la fuerza de rozamiento en situaciones habituales.
- Reconocer la existencia de la pareja de fuerzas acción-reacción.
- Relacionar los movimientos con las causas que los producen.

## CONTENIDOS

## CONCEPTOS

- Definición de fuerza.
- Unidad de fuerza en el SI.
- Efectos dinámicos y estáticos de las fuerzas.
- Fuerza: magnitud vectorial.
- Leyes de Newton: principio de inercia.
- Principio de acción de fuerzas.
- Principio de acción y reacción.
- Las fuerzas y el movimiento.
- La fuerza de rozamiento.

PROCEDIMIENTOS,  
DESTREZAS  
Y HABILIDADES

- Identificar los efectos de las fuerzas sobre los cuerpos.
- Asociar el punto de aplicación de una fuerza con el origen del vector que la representa.
- Comprobar experimentalmente la ley de Hooke.
- Representar fuerzas a través de vectores.
- Realizar operaciones de cálculo vectorial.
- Resolver ejercicios aplicando la ecuación fundamental de la dinámica, incluyendo la fuerza de rozamiento.

## ACTITUDES

- Favorecer la predisposición al planteamiento de interrogantes ante hechos de la vida cotidiana.
- Aprender la importancia de las leyes de Newton para interpretar el movimiento de los cuerpos.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación vial

Desde la física podemos justificar la importancia de las normas básicas sobre la seguridad en las carreteras, como la conveniencia de que todos los ocupantes del vehículo lleven puesto el cinturón de seguridad.

En una situación en la que nos veamos obligados a frenar bruscamente, se produce un gran cambio de velocidad en un periodo de tiempo muy pequeño, lo que supone que la aceleración de frenado del vehículo es muy alta. Si llevamos abrochado el cinturón de seguridad, este evita que salgamos despedidos hacia delante por efecto de la inercia al frenar.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

### Competencia matemática

En esta unidad se enseña a los alumnos a identificar los efectos de las fuerzas sobre los cuerpos. Así como a representar las distintas fuerzas a través de vectores, por lo que se hace necesario realizar cálculos con vectores.

Al realizar cálculos con los diferentes vectores fuerza es necesario recordar los conceptos de seno, coseno y tangente de un ángulo.

Además se muestra a los alumnos la comprobación experimental de la ley de Hooke. Para ello es necesario elaborar una tabla y su gráfica correspondiente, donde se representa la fuerza en función del estiramiento del muelle.

### Competencia en comunicación lingüística

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

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

Esta unidad es fundamental para adquirir las destrezas necesarias para entender el mundo que nos rodea. A partir del conocimiento de los distintos tipos de fuerzas los alumnos serán capaces de relacionar los movimientos

con las causas que los producen (se pretende comprender la dinámica de los distintos objetos que nos rodean, por ejemplo, el movimiento de un coche o de una barca).

### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** se facilitan direcciones URL que dirigen a animaciones y otros contenidos relacionados con las fuerzas y los principios de la dinámica.

### Competencia social y ciudadana

Realizando las actividades de esta unidad se fomenta en los alumnos la observación y la analítica de distintos sucesos relacionados con las fuerzas, de forma que ellos adquieren estas capacidades y las aplican a los sucesos que les rodean en su vida cotidiana contribuyendo de esta forma a esta competencia.

### Competencia para aprender a aprender

A lo largo de toda la unidad se trabajan habilidades, en las actividades o en el desarrollo, para que el alumno sea capaz de continuar aprendiendo de forma autónoma de acuerdo con los objetivos de la unidad.

### Autonomía e iniciativa personal

Los diversos ejercicios realizados a lo largo de la unidad sirven para trabajar esta competencia.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

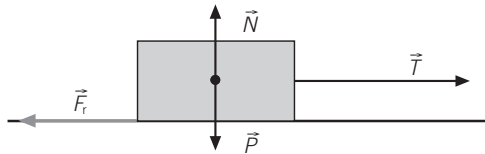
1. Definir el concepto de fuerza.
2. Identificar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, tanto en reposo como en movimiento.
3. Representar y calcular el módulo, la dirección y el sentido de la fuerza resultante de un sistema de fuerzas sencillo.
4. Reconocer la inercia en situaciones cotidianas.
5. Aplicar correctamente la ecuación fundamental de la dinámica en la resolución de ejercicios y problemas.
6. Determinar el valor de la fuerza de rozamiento en los ejercicios planteados.
7. Interpretar los movimientos, atendiendo a las fuerzas que los producen.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

- Arrastramos por el suelo una caja, tirando de una cuerda atada a la misma y manteniéndola paralela al suelo. Identifica las fuerzas que actúan, descríbelas y represéntalas mediante un esquema.
- Identifica las fuerzas que actúan sobre los siguientes cuerpos:
  - Un coche que acelera en una carretera horizontal.
  - Un cuerpo que cuelga del techo unido a un muelle.
- ¿Qué fuerza actúa en un coche cuando frena? Describe las características de dicha fuerza.
- Elige la respuesta correcta. Al sostener un libro en la mano:
  - No se ejerce ninguna fuerza, ya que no se mueve.
  - Las fuerzas que se ejercen tienen como único efecto deformarlo.
  - Las fuerzas que se ejercen tienen resultante nula, por eso no se mueve.
  - Ninguna de las respuestas es correcta.
- Dos niños tiran de dos cuerdas atadas a una caja, con una fuerza de 8 N cada uno. Si para arrastrar la caja es necesario ejercer una fuerza de 10 N, determina si serán capaces de arrastrarla cuando:
  - Tiren de las cuerdas en la misma dirección y sentido.
  - Tiren de las cuerdas en direcciones perpendiculares.
- Realiza un esquema en el que representes, mediante vectores, las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que desciende por un plano inclinado. Considera que existe rozamiento entre el cuerpo y el plano.
- Dos fuerzas:  $F_1 = 6 \text{ N}$  y  $F_2 = 8 \text{ N}$ , están aplicadas sobre un cuerpo. Calcula la resultante, gráfica y numéricamente, en los siguientes casos:
  - Si las dos fuerzas actúan en la misma dirección y sentido.
  - Si las dos fuerzas actúan en la misma dirección y sentidos opuestos.
  - Si las dos fuerzas actúan en direcciones perpendiculares.
- Un muelle mide 8 cm cuando está en reposo. Al tirar de él con una fuerza de 2 N se observa que mide 90 mm. Calcula:
  - El valor de la constante del muelle.
  - La longitud del muelle si la fuerza que se ejerce es de 6 N.
- Si para un muelle la constante vale  $k = 2 \text{ N/m}$ , significa que:
  - La deformación que se produce en el muelle es de 2 N.
  - Cada 2 N de fuerza que se ejercen, se deforma el muelle 2 m.
  - Cada 2 N de fuerza que se ejercen, se deforma el muelle 1 m.
  - Cada 1 N de fuerza que se ejerce, se deforma el muelle 2 m.
- El motor de un coche genera una fuerza motriz de 4500 N; la fuerza de rozamiento entre las ruedas y la carretera es de 1300 N. Si la masa del coche es de 860 kg, determina:
  - La velocidad que alcanzará después de 10 s si parte del reposo. Exprésala en km/h.
  - Si en ese instante la fuerza del motor cesa, ¿cuánto tiempo tardará en pararse?
- Sobre un cuerpo de 700 g de masa que se apoya en una mesa horizontal se aplica una fuerza de 5 N en la dirección del plano. Calcula la fuerza de rozamiento si:
  - El cuerpo adquiere una aceleración igual a  $1,5 \text{ m/s}^2$ .
  - El cuerpo se mueve con velocidad constante.
- Si un tren se mueve por la vía con una velocidad de 60 km/h, indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:
  - Sobre el tren no está actuando ninguna fuerza porque no hay aceleración.
  - Sobre el tren solo actúa una fuerza, en la misma dirección que la velocidad.
  - Sobre el tren actúan varias fuerzas cuya resultante es nula.
  - Sobre el tren actúan varias fuerzas cuya resultante proporciona la velocidad del tren.

### ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1.



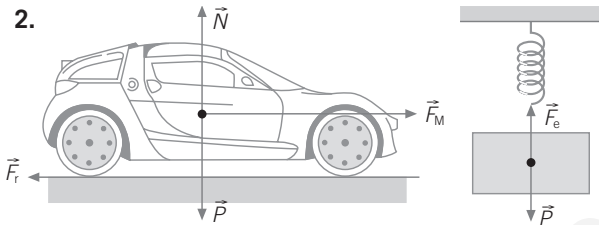
$\vec{T}$ : tensión de la cuerda; es la fuerza que ejerce la cuerda sobre la caja.

$\vec{F}_r$ : fuerza de rozamiento; fuerza que se opone al movimiento, debido al contacto con el suelo.

$\vec{P}$ : peso de la caja; es la fuerza que ejerce la Tierra sobre la caja.

$\vec{N}$ : fuerza normal; es la fuerza que ejerce el suelo sobre la caja.

2.



a)  $\vec{F}_M$ : fuerza que realiza el motor.

$\vec{F}_r$ : fuerza de rozamiento.

$\vec{P}$ : peso del cuerpo.

$\vec{N}$ : fuerza normal.

b)  $\vec{P}$ : peso del cuerpo.

$\vec{F}_e$ : fuerza elástica del muelle.

3. La fuerza de rozamiento es una fuerza que actúa en sentido contrario al movimiento; se origina en la zona de contacto entre los neumáticos del coche y la carretera. Depende de los materiales de los cuerpos que estén en contacto y de la fuerza normal que ejerce el suelo contra el coche.

4. a) Falsa.

b) Falsa.

c) Verdadera.

d) Falsa.

5. a) En esta situación:

$$R = 16 \text{ N}$$

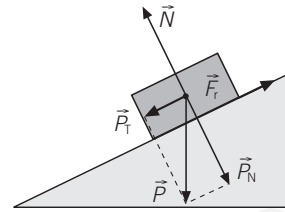
Como  $R > 10 \text{ N}$ , sí podrán arrastrar la caja.

b) En este caso:

$$R = \sqrt{8^2 + 8^2} = \sqrt{64 + 64} = \sqrt{128} = 11,3 \text{ N}$$

Como  $R > 10 \text{ N}$ , sí podrán arrastrar la caja.

6.



$\vec{P}_T$ : componente tangencial del peso.

$\vec{P}_N$ : componente normal del peso.

$\vec{F}_r$ : fuerza de rozamiento.

$\vec{N}$ : fuerza normal.

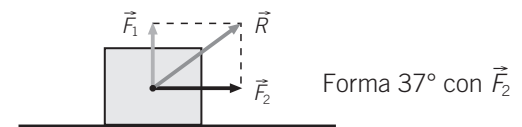
7. a)  $R = 14 \text{ N}$ . Igual dirección y sentido.



b)  $R = 2 \text{ N}$ . Dirección y sentido de  $\vec{F}_2$ .



c)  $R = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64} = \sqrt{100} = 10 \text{ N}$



8. a)  $k = 2 \text{ N/1 cm} = 2 \text{ N/cm} = 200 \text{ N/m}$

$$\begin{aligned} \text{b) } 6 &= 200 \cdot \Delta l \rightarrow \Delta l = \frac{6}{200} = 0,03 \text{ m} = \\ &= 3 \text{ cm} \rightarrow l = 8 + 3 = 11 \text{ cm} \end{aligned}$$

9. a) Falso.

c) Verdadero.

b) Falso.

d) Falso.

10. a)  $v = 37,2 \text{ m/s}$ .

b)  $t = 24,6 \text{ s}$ .

11. a)  $F_R = 3,95 \text{ N}$ .

b)  $F_R = 5 \text{ N}$ .

12. a) Falso.

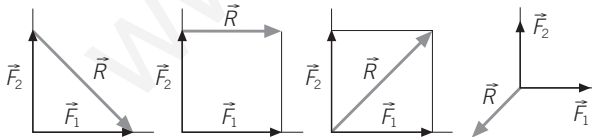
b) Falso.

c) Verdadero.

d) Falso.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- Explica, en función de las fuerzas que actúan, por qué cuando nos desplazamos sobre un monopatín y dejamos de impulsarlo, se detiene.
- ¿Cuál es la diferencia entre llevar una mochila colgada a la espalda o llevarla sujeta por una mano?
- Escribe las interacciones fundamentales implicadas en los siguientes fenómenos:
  - La Tierra gira alrededor del Sol.
  - Las brújulas se orientan apuntando al norte.
  - Se producen las mareas.
  - Se producen las reacciones de fisión nuclear.
- Identifica y dibuja las fuerzas que actúan sobre el sistema formado por un paracaidista que cae con el paracaídas abierto. Si el paracaidista desciende con velocidad constante, ¿cómo son dichas fuerzas?
- Se deja caer libremente un cuerpo de 100 g de masa. Suponiendo que el aire no opone ninguna resistencia y que cuando su velocidad es de 20 m/s se le opone una fuerza que detiene su caída en 4 s, ¿cuánto debe valer dicha fuerza?
- ¿Puede ser curva la trayectoria de un cuerpo si no actúa ninguna fuerza sobre él?
- Según el principio de acción y reacción «a toda acción le corresponde una reacción igual y de sentido opuesto». ¿Cómo es posible entonces que se muevan los cuerpos?
- La resultante de componer dos fuerzas perpendiculares es:

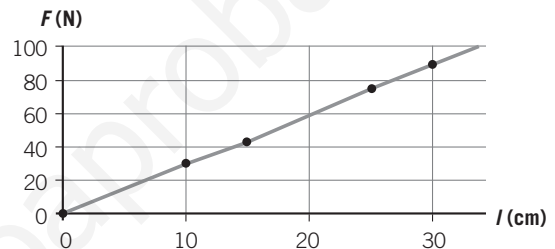


- Determina la intensidad, dirección y sentido de una fuerza cuyas componentes rectangulares son:  $F_x = 3 \text{ N}$  y  $F_y = 4 \text{ N}$ .
- Dos niñas intentan mover una piedra tirando de dos cuerdas. Una tira hacia el norte con una fuerza de 3 N y la otra hacia el este con una fuerza de 4 N. ¿Con qué fuerza debería tirar una única niña para conseguir el mismo efecto?

- Observa la siguiente gráfica, donde se representa la variación fuerza-alargamiento para un determinado muelle y determina:

- La constante del muelle.
- La fuerza que correspondería a un alargamiento de 20 cm.
- El alargamiento que se produciría mediante una fuerza de 15 N.

$l$ (cm)	0	10	15	25	30
$F$ (N)	0	30	45	75	90



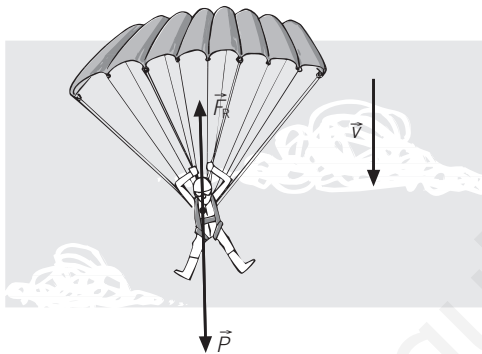
- Un dinamómetro se utiliza para:
  - Medir masas.
  - Medir volúmenes.
  - Medir pesos.
  - Medir fuerzas o pesos.
- Una grúa soporta el peso de un fardo de 250 kg. Calcula la tensión que soporta el cable en los siguientes casos:
  - Si lo sube con una aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$ .
  - Si lo sube con velocidad constante.
  - Si lo mantiene en reposo.
  - Si lo baja con una aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$ . (Tomar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- Un camión de 28 t de masa moviéndose por una carretera horizontal pasa de una velocidad de 45 km/h a 90 km/h en 130 s. Calcula la fuerza ejercida por el motor, supuesta constante.
- Un coche de 1000 kg de masa toma una curva de 75 m de radio a una velocidad de 72 km/h. Determina la fuerza centrípeta que actúa sobre el coche.
- Sobre un cuerpo de masa  $m$  actúa una fuerza  $F$ . Si se duplica la fuerza y la masa se reduce a  $1/3$  de  $m$ , ¿cómo varía la aceleración?



## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. Cuando dejamos de impulsarlo, la única fuerza que actúa es la de rozamiento, que está dirigida en sentido contrario al movimiento. Esto hace que el monopatín disminuya su velocidad hasta pararse.
2. La mochila pesa lo mismo en los dos casos, pero en la espalda el peso se reparte entre los dos tirantes.
3. a) Interacción gravitatoria.  
b) Interacción electromagnética.  
c) Interacción gravitatoria.  
d) Interacción nuclear.

4.



$\vec{P}$ : peso del paracaidista con el paracaídas.

$\vec{F}_r$ : rozamiento del aire.

Si la velocidad de caída es constante,  $P = F_r$ . Ambas fuerzas tienen la misma dirección, la misma intensidad y sentidos opuestos.

5.  $F = 1,48 \text{ N}$ .
6. No. Si la trayectoria es curva, necesariamente debe actuar una fuerza centrípeta que produzca una aceleración normal o centrípeta (la dirección del vector velocidad cambia).
7. Porque son fuerzas aplicadas sobre cuerpos distintos y, por tanto, producen aceleraciones diferentes.
8. La tercera opción es la correcta.
9.  $F = 5 \text{ N}$  y  $\alpha = 53^\circ$  con el eje X.
10. Con 5 N en dirección noreste.

11. a)  $k = 3 \text{ N/cm}$ .  
b)  $F = 60 \text{ N}$ .  
c) Alargamiento = 5 cm.
12. a) Falso.  
b) Falso.  
c) Verdadero.  
d) Verdadero.
13. a)  $T = 3000 \text{ N}$  (vector dirigido hacia arriba).  
b)  $T = 2500 \text{ N}$  (vector dirigido hacia arriba).  
c)  $T = 2500 \text{ N}$  (vector dirigido hacia arriba).  
d)  $T = 2000 \text{ N}$  (hacia abajo).
14.  $F = 2692,3 \text{ N}$ .
15.  $F_c = 5333,3 \text{ N}$ .
16. Aumenta seis veces.

## PROBLEMA RESUELTO 1

Dos fuerzas  $F_1 = 6 \text{ N}$  y  $F_2 = 8 \text{ N}$  están aplicadas sobre un cuerpo. Calcula la resultante, gráfica y numéricamente, en los siguientes casos:

- Las dos fuerzas actúan en la misma dirección y sentido.
- Las dos fuerzas actúan en la misma dirección y sentidos opuestos.
- Las dos fuerzas actúan en direcciones perpendiculares.

## Planteamiento y resolución

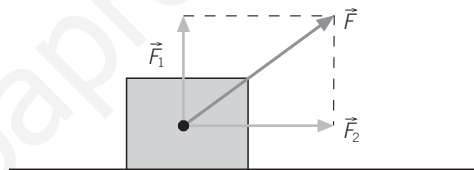
a) La resultante de dos fuerzas que actúan en la misma dirección y sentido es otra fuerza que tiene como módulo la suma de los módulos, y como dirección y sentido, el de las fuerzas componentes.

En este caso sería:  $F = 8 + 6 = 14 \text{ N}$ .

b) Si las dos fuerzas tienen la misma dirección y sentidos contrarios, entonces la resultante tendrá como módulo la diferencia de los módulos; dirección, la de las dos fuerzas componentes, y sentido, el de la mayor.

En este caso sería:  $F = 8 - 6 = 2 \text{ N}$ , con la dirección y sentido de  $\vec{F}_2$ .

c) En este caso, el módulo de la resultante se hallaría mediante la expresión:  $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ . En nuestro problema resultaría:  $F = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ N}$  y un ángulo de  $37^\circ$  con la fuerza  $\vec{F}_2$ , ya que  $\alpha = \arctg\left(\frac{6}{8}\right) = 37^\circ$ . Gráficamente sería:



## ACTIVIDADES

- 1 La resultante de dos fuerzas aplicadas a un mismo punto que forman entre sí un ángulo de  $90^\circ$  tiene un módulo de  $25 \text{ N}$ . Si una de ellas tiene un módulo de  $7 \text{ N}$ , ¿cuál es el módulo de la otra fuerza?

Sol.:  $24 \text{ N}$

- 2 Sobre un cuerpo se aplican las siguientes fuerzas:  $F_1 = 3 \text{ N}$  dirigida según el eje X positivo,  $F_2 = 3 \text{ N}$  según el eje Y negativo. Calcula la tercera fuerza necesaria para que el sistema esté en equilibrio.

Sol.:  $F_3 = \sqrt{18} \text{ N}$  vector contenido en el 2.º cuadrante, que formará un ángulo de  $45^\circ$  con el eje X negativo

- 3 Calcula el valor de las componentes rectangulares de una fuerza de  $50 \text{ N}$  que forma un ángulo de  $60^\circ$  con el eje horizontal. ¿Cómo sería la fuerza que habría que aplicar para que el sistema se encontrase en equilibrio?

Sol.:  $F_x = 50 \cdot \cos 60^\circ = 25 \text{ N}$  y  $F_y = 50 \cdot \sin 60^\circ = 43,30 \text{ N}$ ; para que el sistema se encontrase en equilibrio habría que aplicar una fuerza igual y de sentido opuesto

- 4 Calcula el valor de la resultante de cuatro fuerzas perpendiculares entre sí:

- $F_1 = 9 \text{ N}$  norte
- $F_2 = 8 \text{ N}$  este
- $F_3 = 6 \text{ N}$  sur
- $F_4 = 2 \text{ N}$  oeste

Sol.:  $6,7 \text{ N}$ , dirección noreste, formando un ángulo de  $63,4^\circ$

- 5 Un caballo tira de un carro con una fuerza de  $1500 \text{ N}$ . La fuerza de rozamiento con el camino es de  $100 \text{ N}$  y un hombre ayuda al caballo tirando de él con una fuerza de  $200 \text{ N}$ . Calcula la resultante.

Sol.:  $1600 \text{ N}$

- 6 Dos personas tiran de un fardo con una fuerza de  $200 \text{ N}$  y en direcciones perpendiculares. La fuerza resultante que ejercen es:

- $400 \text{ N}$ .
- $200 \text{ N}$ .
- $283 \text{ N}$ .
- $483 \text{ N}$ .

Sol.:  $283 \text{ N}$

## PROBLEMA RESUELTO 2

Si cuando aplicamos a un determinado muelle una fuerza de 20 N le provocamos un alargamiento de 30 cm, calcula:

- La fuerza que producirá un alargamiento de 20 cm.
- El alargamiento producido por una fuerza de 100 N.

## Planteamiento y resolución

Para resolver este tipo de problemas debemos utilizar la ley de Hooke,  $F = k \cdot \Delta l$ . Como tenemos el dato del alargamiento que corresponde a una determinada fuerza, calcularemos la constante elástica del muelle en primer lugar:

$$k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{20}{0,3} = 66,7 \text{ N/m}$$

Aplicando de nuevo la ley de Hooke, y con el valor de la constante calculado, resolveremos los apartados a y b.

$$\text{a) } F = k \cdot \Delta l = 66,7 \cdot 0,2 = \mathbf{13,3 \text{ N.}}$$

$$\text{b) } \Delta l = \frac{F}{k} = \frac{100}{66,7} = \mathbf{1,5 \text{ N.}}$$

## ACTIVIDADES

- Disponemos de dos muelles: en el primero al colgar un peso de 10 N se produce una deformación de 2 cm, y en el segundo, al colgar el mismo peso, se produce una deformación del doble. ¿Cuál de los dos tiene mayor valor de la constante elástica?

Sol.: El primero

- Según la ley de Hooke:

- Las deformaciones son iguales a las fuerzas deformadoras.
- Las deformaciones son proporcionales a la constante elástica.
- La fuerza deformadora es proporcional a la deformación que produce.
- La fuerza deformadora es inversamente proporcional a la deformación que produce.

Sol.: a) Falso; b) Falso; c) Verdadero; d) Falso

- Para calibrar un dinamómetro se han colgado pesos conocidos, anotando la longitud que adquiere el muelle medida desde su posición de equilibrio ( $x = 0$ ), obteniéndose los siguientes resultados:

$x$ (cm)	1	2	3	4	5
$F$ (N)	20	40	60	80	100

- Representa la gráfica correspondiente al calibrado.

- ¿Qué marcaría el dinamómetro si colgamos un cuerpo de 20 kg de masa? (Tomar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

Sol.: 10 cm

- Contesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es un dinamómetro?
- ¿En qué ley física se basa su funcionamiento?

- Un cuerpo está colgado de un muelle, de modo que la longitud del mismo cuando se cuelga un cuerpo de 6 N de peso es 5 cm. Si se le añaden 5 N más, pasa a medir 8 cm. ¿Cuál es la constante elástica del muelle?

Sol.: 166,6 N/m

- Para un muelle la constante  $k$  vale 15 N/cm. Si se estira con una fuerza de 30 N, la longitud que adquiere es de 20 cm. ¿Cuál es la longitud del muelle sin carga? ¿Cuánto valdrá la constante  $k$  si se estira con una fuerza de 15 N?

Sol.: 18 cm;  $k$  no varía, es una característica del muelle

- Si en un muelle al aplicar una deformación de 9,8 N se produce un alargamiento de 2 cm, al colgar un cuerpo de 1 kg, la deformación producida será:
- 1 cm.
  - 10 cm.
  - 2 cm.
  - 20 cm.

Sol.: c) 2 cm

## PROBLEMA RESUELTO 3

Sobre un cuerpo de 5 kg de masa se aplica una fuerza de 50 N paralela al plano horizontal de deslizamiento. Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es 0,1, calcula:

- La aceleración que habrá adquirido el cuerpo.
- La velocidad al cabo de 5 s.
- El espacio recorrido en esos 5 s.

## Planteamiento y resolución

- a) La fuerza de rozamiento la calculamos como el producto del coeficiente de rozamiento por el peso del cuerpo, por estar dirigida en un plano horizontal.

$$F_{\text{resultante}} = F - F_r = F - \mu \cdot m \cdot g = \\ = 50 - 0,1 \cdot 5 \cdot 9,8 = 45,1 \text{ N}$$

Aplicamos la 2.ª ley y despejamos la aceleración:

$$a = \frac{F_{\text{resultante}}}{m} = \frac{45,1}{5} = 9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Una vez conocida la aceleración y con las ecuaciones del MRUA, calculamos los apartados b y c.

$$\text{b) } v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 0 + 9 \cdot 5 = 45 \text{ m/s.}$$

$$\text{c) } s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2.$$

Sustituyendo obtenemos:

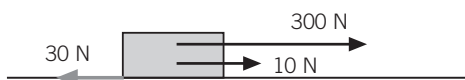
$$s = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 5^2 = 112,5 \text{ m}$$

## ACTIVIDADES

- 1 Determina el valor de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo de masa 20 kg que se mueve con velocidad constante en una superficie horizontal, sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el suelo es 0,4. Si se le empuja entonces con una fuerza horizontal de 100 N, ¿qué distancia recorrerá en 2 segundos partiendo del reposo? (Tomar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

$$\text{Sol.: } P = 200 \text{ N; } N = 200 \text{ N; } F_{\text{roz}} = 80 \text{ N; } \\ s = 2 \text{ m}$$

- 2 Sobre el bloque, de 40 kg de masa, se ejercen las fuerzas que aparecen en la figura. Además, la fuerza de rozamiento entre el bloque y el suelo es de 30 N. Dibuja la resultante de las fuerzas y calcula:
- La aceleración que adquiere el bloque.
  - La velocidad que lleva después de haber recorrido 10 m.



$$\text{Sol.: a) } 7 \text{ m/s}^2; \text{ b) } 11,8 \text{ m/s}$$

- 3 Un vehículo de 1000 kg de masa pasa de 0 a 90 km/h en 10 s. La fuerza que origina esta aceleración es:

- 9000 N.
- 4500 N.
- 2500 N.
- 100 N.

$$\text{Sol.: c) } 2500 \text{ N}$$

- 4 Un móvil de 3 kg de masa se desplaza siguiendo una trayectoria rectilínea.

Se realiza sobre él una fuerza de 20 N.

La fuerza de rozamiento entre el móvil y la superficie por la que se desplaza es 5 N. La aceleración que adquiere es:

- 5,0 m/s<sup>2</sup>.
- 8,3 m/s<sup>2</sup>.
- 6,6 m/s<sup>2</sup>.
- 1,6 m/s<sup>2</sup>.

$$\text{Sol.: a) } 5,0 \text{ m/s}^2$$

- 5 Dos masas de 1 y 2 kg están unidas a una cuerda que pasa por una polea (sin masa).

- Representa en un dibujo las fuerzas que actúan.
- Calcula la aceleración que adquiere el conjunto.

$$\text{Sol.: b) } 3,26 \text{ m/s}^2$$

## PROBLEMA RESUELTO 4

Un automóvil de 1200 kg de masa toma una curva de 10 m de radio a una velocidad de 90 km/h. Calcula el valor de la fuerza centrípeta.

## Planteamiento y resolución

Cualquier cuerpo que siga una trayectoria circular como la que sigue el automóvil en la curva, está sometido a una fuerza, denominada centrípeta, que puede calcularse mediante la expresión:

$$F = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $v$  su velocidad y  $R$  el radio de la circunferencia. Aplicando esta expresión a nuestro problema y sustituyendo los datos en unidades del SI, obtenemos:

$$F = 1200 \cdot \frac{25^2}{10} = 75\,000 \text{ N}$$

## ACTIVIDADES

- 1 Un vehículo de 1000 kg de masa pasa de 0 a 90 km/h en 10 s. La fuerza que origina esta aceleración es:
  - a) 9000 N.
  - b) 4500 N.
  - c) 2500 N.
  - d) 100 N.

Sol.: c) 2500 N
- 2 ¿Coinciden siempre la fuerza aplicada a un cuerpo y la dirección en que este se mueve?
 

Sol.: No, la fuerza centrípeta es ejemplo de ello
- 3 ¿Qué fuerza centrípeta será necesario aplicar a un cuerpo de 2 kg sujeto por una cuerda de 2 m de longitud para que gire en un plano horizontal con una velocidad de 18 km/h?
 

Sol.: 25 N
- 4 La fuerza centrípeta de un automóvil al tomar una curva de 20 m de radio con una velocidad de 72 km/h es 20 000 N. ¿Cuál es la masa del automóvil?
 

Sol.: 1000 kg
- 5 Un barco de vela de 1200 kg es empujado por el aire con una fuerza de 2500 N; al mismo tiempo el agua ejerce sobre él una fuerza de rozamiento de 1000 N.
  - a) Calcula el valor de la aceleración que lleva el barco.
  - b) Calcula la velocidad (expresada en km/h) que tendrá al cabo de 10 s, si parte del reposo.

Sol.: a) 1,25 m/s<sup>2</sup>; b) 45 km/h
- 6 Cuando un automóvil circula con los neumáticos desgastados, ¿qué efecto se produce?
 

Sol.: Se reduce el rozamiento de los neumáticos con el suelo
- 7 ¿Qué fuerzas intervienen en el movimiento de una persona al andar?
 

Sol.: La fuerza muscular de la persona y el rozamiento de sus pies contra el suelo
- 8 ¿Puede ser nula la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y encontrarse este en movimiento?
 

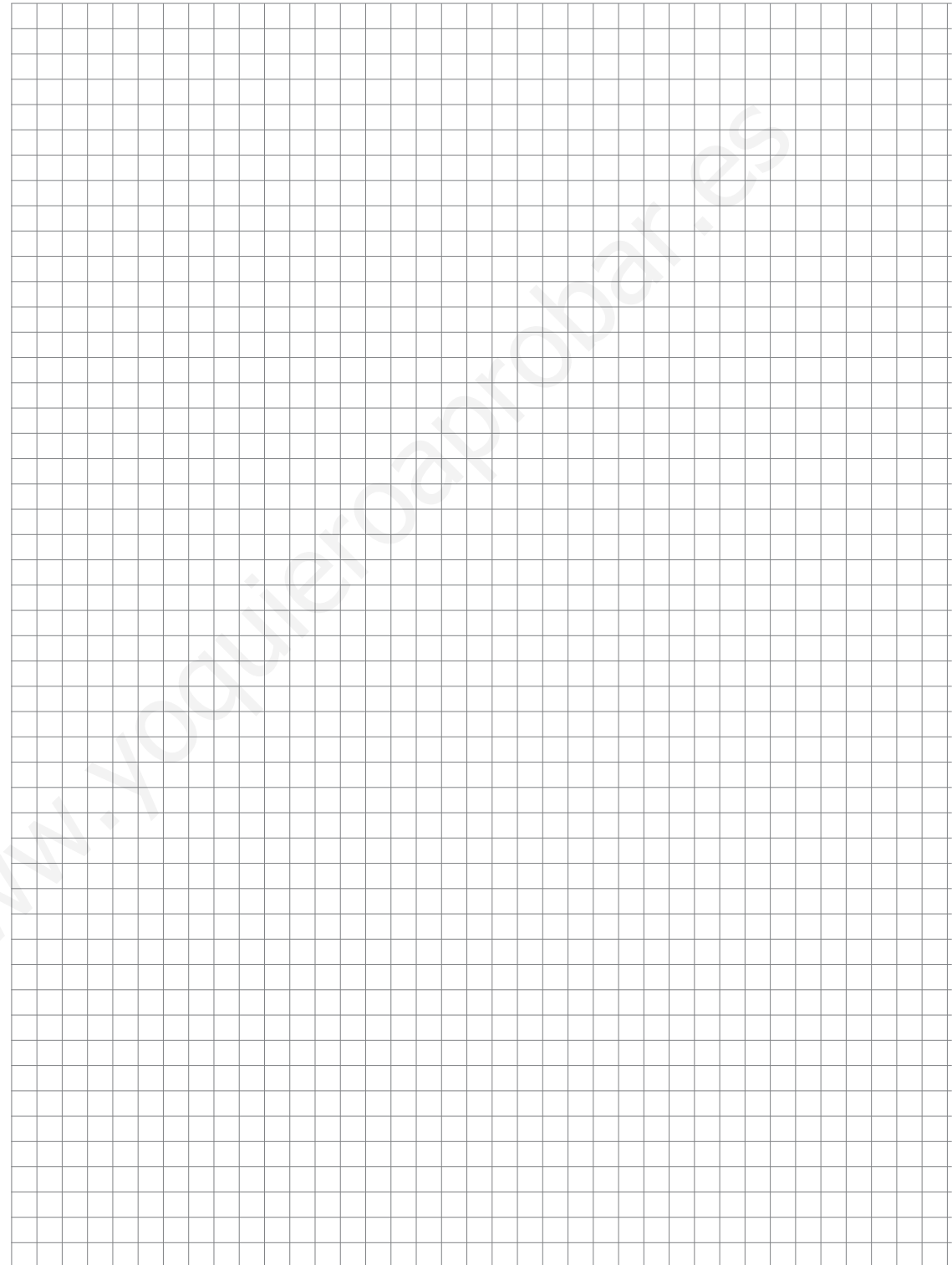
Sol.: Sí; puede moverse con velocidad constante, según el 2.º principio de la dinámica
- 9 Una grúa sostiene en equilibrio un cuerpo de 6 t.
 

Determina:

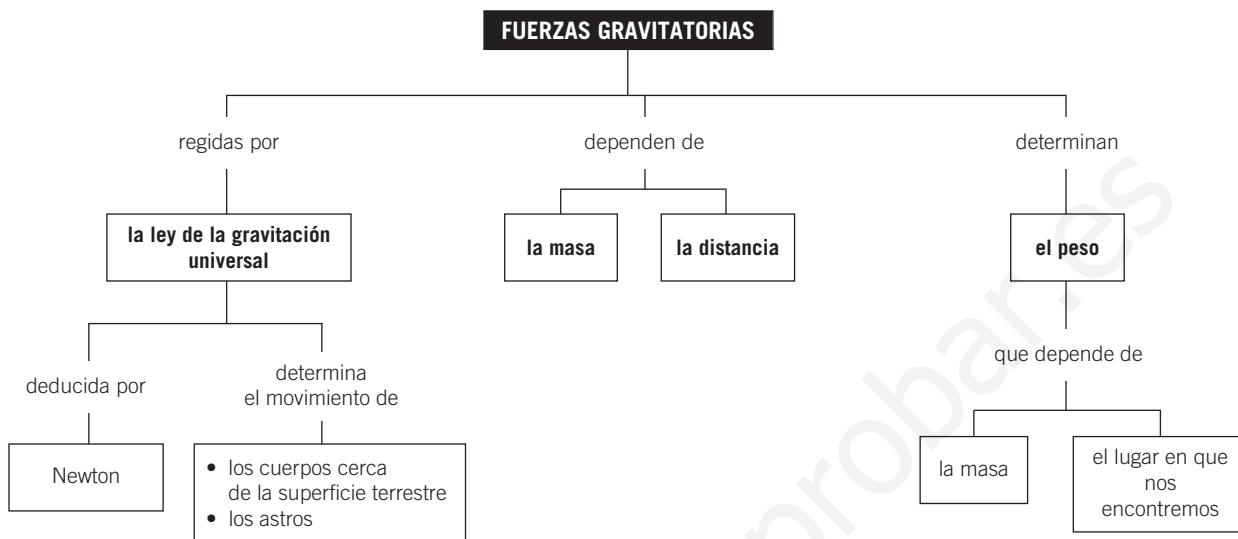
  - a) La fuerza que tiene que hacer el cable para sostenerlo en reposo.
  - b) La fuerza que tiene que hacer para subirlo con una aceleración de 1,5 m/s<sup>2</sup>.
  - c) La velocidad que adquiere si lo sube con la aceleración del apartado anterior durante 30 s.
  - d) La fuerza que debería hacer para subirlo con la velocidad adquirida.

Sol.: a) 6 · 10<sup>4</sup> N; b) 6,9 · 10<sup>4</sup> N; c) 45 m/s; d) 6 · 10<sup>4</sup> N

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Comenzar la unidad con un recorrido por la historia de la astronomía ayuda a comprender las dificultades con las que se encuentran los científicos, tanto para realizar observaciones como para exponer sus ideas. También nos sirve para analizar cómo la sociedad y la tecnología, en cada época, influyen en el avance de la ciencia.
2. Es un hecho cotidiano que los cuerpos «caen» hacia la Tierra si los soltamos y a nadie le extraña que la causa sea que la Tierra los atrae. Asimismo, son conocidos los movimientos de los planetas alrededor del Sol y que la Luna gira alrededor de la Tierra. Sin embargo, es menos habitual deducir que estas observaciones obedecen a la misma causa: la existencia de una fuerza atractiva entre dos masas cualesquiera que se encuentran separadas una distancia, la fuerza gravitatoria.
3. La explicación se desprende de la ley de la gravitación universal, establecida por Isaac Newton y recogida en su obra *Principios matemáticos de la filosofía natural*, publicada a finales del siglo XVII.
4. Trabajar con la expresión matemática de esta ley (aunque al principio conlleva dificultades de cálculo por los valores de los datos), facilita que los alumnos asimilen el concepto de peso como fuerza gravitatoria, y lo distinguen del concepto de masa, con el que habitualmente lo confunden.
5. Además, les permite calcular el valor de  $g$ , tanto en la Luna como en los diferentes planetas del Sistema Solar, y, por tanto, poder calcular su peso en ellos, reforzando así la idea de que una misma masa (la suya) «pesa» diferente dependiendo de dónde se encuentren.
6. Al ser el peso una magnitud vectorial, tiene los cuatro elementos característicos de un vector. Analizarlos nos permite introducir el concepto de centro de gravedad (punto de aplicación), el de vertical (dirección), su actuación hacia el centro de la Tierra (sentido) y la relación entre peso, masa y  $g$  (módulo). Situar el centro de gravedad y marcar la vertical pasando por él en diferentes objetos favorece la comprensión de la condición de equilibrio.
7. El comportamiento de los cuerpos cerca de la superficie terrestre se estudia como un caso particular de MRUA, prescindiendo de la resistencia del aire. Las ecuaciones matemáticas que describen este movimiento se obtienen sustituyendo  $g$  en las que ya se estudiaron en la unidad de movimientos.

## PRESENTACIÓN

1. Un recorrido por la historia de la astronomía sirve para poner de manifiesto algunas de las dificultades, tanto sociales como tecnológicas, con las que se encuentran los científicos al realizar su trabajo.
2. La ley de la gravitación universal permite explicar los movimientos de los cuerpos celestes en el universo y el comportamiento de los cuerpos cerca de la superficie terrestre.
3. A partir de esta ley se define el peso como una fuerza gravitatoria y se determina su relación con la masa de un objeto.

## OBJETIVOS

- Conocer la evolución de las ideas sobre el universo a lo largo de la historia.
- Identificar el peso como una fuerza gravitatoria.
- Distinguir entre peso y masa.
- Reconocer el movimiento de los cuerpos cerca de la superficie terrestre como un MRUA.
- Comprender que el peso de un cuerpo depende de su masa y del lugar donde se encuentre.
- Analizar la condición de equilibrio en diferentes objetos.
- Explicar el fenómeno de las mareas.

## CONTENIDOS

## CONCEPTOS

- Historia de la astronomía. Evolución desde las primeras teorías hasta el universo actual.
- Leyes de Kepler.
- La ley de la gravitación universal.
- Características de la fuerza gravitatoria.
- La masa y el peso.
- Los movimientos y la ley de la gravedad.
- Cuerpos que caen. Cuerpos que ascienden.
- Las mareas.
- El peso.
- Equilibrio.
- El universo actual.

PROCEDIMIENTOS,  
DESTREZAS  
Y HABILIDADES

- Analizar y comparar el modelo geocéntrico y el modelo heliocéntrico del universo.
- Resolver problemas de movimiento de cuerpos celestes.
- Situar el centro de gravedad de algunos objetos y trazar la vertical para analizar la situación de equilibrio.

## ACTITUDES

- Valorar las aportaciones de la ciencia para mejorar la calidad de vida.
- Reconocer la relación entre sociedad, tecnología y el avance que ha experimentado la ciencia.
- Valorar y respetar las opiniones de los demás aunque sean diferentes de las propias.



## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación para la paz. Educación moral

La lectura de las biografías de los científicos que se nombran a lo largo de esta unidad nos permite conocer las persecuciones a las que fueron sometidos por defender sus ideas en contra del pensamiento de la época en la que vivieron. El trabajo científico no siempre ha sido libre y objetivo, sino que ha estado condicionado por diversas cuestiones.

Reflexionar sobre el trabajo de científicos a lo largo de la historia, atendiendo a la sociedad y la tecnología presentes en cada momento, nos ayuda a respetar sus ideas, por mucho que nos parezcan ingenuas desde el conocimiento actual. Todas las aportaciones científicas, tanto individuales como colectivas, erróneas o correctas, influyen de una manera significativa en el desarrollo de la ciencia.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

### Competencia matemática

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

En algunos de los ejercicios relacionados con la tercera ley de Kepler de esta unidad se utilizan tablas para ordenar los datos obtenidos. En estos ejercicios se repasa y utiliza el concepto de proporcionalidad inversa.

En los ejercicios de movimiento de cuerpos celestes se hace necesario el uso de la calculadora y, en algunos casos, de notación científica.

En esta, como en otras muchas unidades de este libro, se trabaja el cambio de unidades a través de factores de conversión.

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

Esta unidad es fundamental para entender cómo se formó nuestro planeta y el universo en general.

Además, a partir del conocimiento de las fuerzas gravitatorias los alumnos podrán comprender el movimiento

de los distintos cuerpos celestes en el universo (Sol, Tierra...).

### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** se proponen algunas direcciones de páginas web interesantes que refuerzan los contenidos trabajados en la unidad.

### Competencia social y ciudadana

En esta unidad se enseña a los alumnos a valorar las aportaciones de la ciencia para mejorar la calidad de vida, por ejemplo, la puesta en órbita de los diferentes satélites. Para ello se les muestra la relación que existe entre sociedad, tecnología y avance de la ciencia.

### Competencia para aprender a aprender

A lo largo de toda la unidad se trabajan las destrezas necesarias para que el aprendizaje sea lo más autónomo posible. Las actividades están diseñadas para ejercitar habilidades como: analizar, adquirir, procesar, evaluar, sintetizar y organizar los conocimientos nuevos.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Determinar, analizando la evolución de las teorías acerca de la posición de la Tierra en el universo, algunos de los rasgos distintivos del trabajo científico.
- Utilizar la ley de la gravitación universal para calcular el peso de un objeto en la Tierra y en otros cuerpos del Sistema Solar, por ejemplo, en la Luna.
- Conocer las características de la fuerza gravitatoria.
- Analizar las causas del movimiento de los cuerpos celestes alrededor del Sol y de los satélites alrededor de los planetas.
- Relacionar el movimiento de los cuerpos cerca de la superficie terrestre con el MRUA.
- Aplicar la condición de equilibrio estático para entender el comportamiento de algunos objetos apoyados en una superficie.
- Conocer el «nuevo» Sistema Solar y explicar en qué consiste la teoría de la gran explosión.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

- ¿Qué nombre recibe el modelo cosmológico propuesto por Ptolomeo? ¿En qué consiste?
- Señala, de entre las opciones siguientes, quién fue el científico que propuso la ley que aparece a continuación: «Los planetas se mueven describiendo órbitas elípticas con el Sol situado en uno de los focos».
  - Newton.
  - Kepler.
  - Einstein.
  - Galileo.
- La teoría de gravitación universal fue desarrollada por Newton en el siglo:
  - XVII.
  - XVI.
  - XX.
  - XIX.
- Contesta a las siguientes cuestiones:
  - ¿Por qué se dice que la atracción gravitatoria es una fuerza de acción a distancia?
  - Explica cómo varía la atracción gravitatoria entre dos cuerpos de la misma masa si se duplica la distancia a la que se encuentran.
- La fuerza de atracción gravitatoria entre dos planetas es:
  - Directamente proporcional a la distancia que hay entre ellos.
  - Directamente proporcional a sus masas.
  - Inversamente proporcional a la distancia que hay entre ellos.
  - Inversamente proporcional a sus masas.
- Escribe el enunciado de la ley de la gravitación universal y su ecuación matemática, indicando el significado de cada uno de sus términos.
- Explica la razón por la cual cuando soltamos un cuerpo, este cae al suelo. ¿Qué clase de movimiento adquiere?
- Calcula la fuerza con que se atraen dos cuerpos de 20 y 50 kg, respectivamente, si están separados una distancia de 200 cm ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ).
- La fuerza de atracción entre dos masas de 3 kg cada una que están separadas 3 m de distancia es:
  - $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .
  - $20,01 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .
  - $2,22 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .
  - $4,44 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .
- Calcula la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra (a nivel del mar) y en la cima del monte Kilimanjaro (5830 m de altura).
 

(Datos:  $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ .)
- Un cuerpo de 450 g de masa pesa en la Luna 0,72 N. Calcula:
  - ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en la Luna?
  - ¿Con qué velocidad llega al suelo un cuerpo que cae libremente desde una altura de 20 m en la superficie de la Luna?
- Elige la respuesta correcta:
  - Dos cuerpos con la misma masa caen con la misma aceleración en cualquier punto.
  - La aceleración de la gravedad depende de la altura y de la latitud del punto donde se mida.
  - La aceleración de la gravedad depende de la masa del cuerpo que cae.
  - La aceleración de la gravedad es una magnitud escalar.
- Un cuerpo tiene una masa de 60 kg en la superficie de la Tierra. Calcula:
  - El peso del cuerpo en la superficie de la Tierra ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).
  - La masa y el peso del cuerpo en la superficie de un planeta donde la gravedad sea la cuarta parte que en la Tierra.
- Completa la siguiente tabla, expresando las diferencias entre la masa y el peso:
 

	Masa	Peso
Definición		
Unidad (SI)		
¿Es una propiedad característica de un cuerpo?		
¿Con qué aparato se mide?		
¿Es una magnitud escalar o vectorial?		
- En la superficie de la Tierra, donde  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , el peso de un cuerpo de 200 g es:
  - 196 kg.
  - 1,96 N.
  - 1960 N.
  - 19,6 kg.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1. Modelo geocéntrico. Supone que la Tierra está en el centro del universo, y que el Sol y el resto de los planetas describen órbitas circulares en torno a ella.

2. La respuesta verdadera es la b).

3. La respuesta verdadera es la a).

4. a) Es una fuerza de acción a distancia porque se manifiesta sin que exista contacto físico entre los cuerpos que interaccionan.

b) La fuerza se reduce a la cuarta parte.

5. La respuesta verdadera es la b).

6. «La fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa».

La ecuación matemática de esta Ley es:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Donde:

- $F$ : fuerza de atracción.
- $G$ : constante de gravitación universal.
- $m_1$  y  $m_2$ : masa de los cuerpos.
- $r$ : distancia que los separa.

7. Cuando soltamos un cuerpo actúa la fuerza peso que ejerce la Tierra sobre dicho cuerpo. Esta fuerza le comunica una aceleración ( $F = m \cdot a$ ), por lo que el movimiento será uniformemente acelerado.

8.  $F = 1,67 \cdot 10^{-8}$  N.

9. La respuesta verdadera es la a).

10.  $g_0 = 9,83$  m/s<sup>2</sup>;  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>.

11. a)  $g = 1,6$  m/s<sup>2</sup>.

b)  $v = 8$  m/s.

12. La respuesta verdadera es la b).

13. a)  $P = 588$  N.

b)  $m = 60$  kg;  $P = 147$  N.

14.

	Masa	Peso
Definición	Cantidad de materia	Fuerza de atracción de la Tierra
Unidad (SI)	Kilogramo	Newton
¿Es una propiedad característica de un cuerpo?	Sí	No
¿Con qué aparato se mide?	Balanza	Dinamómetro
¿Es una magnitud escalar o vectorial?	Escalar	Vectorial

15. La respuesta verdadera es la b).

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- Explica cuál fue la aportación del astrónomo Hubble a las teorías actuales sobre el universo.
- Explica brevemente en qué consiste la teoría del *big bang*.
- ¿Qué será mayor, la fuerza con que la Tierra atrae a la Luna o la fuerza con que la Luna atrae a la Tierra? Elige la respuesta correcta:
  - La fuerza con que la Tierra atrae a la Luna, ya que la masa de la Tierra es mayor.
  - La fuerza con que la Luna atrae a la Tierra, ya que el radio de la Luna es menor.
  - Serán las dos iguales.
  - Depende de la fase en que se encuentre la Luna, ya que la masa es distinta.
- ¿Cuál de las siguientes magnitudes no influye en la atracción gravitatoria que se establece entre un planeta y uno de sus satélites?
  - La masa del planeta.
  - La masa del satélite.
  - La masa del Sol.
  - La distancia entre el planeta y el satélite.
- Calcula la distancia a la que habrán de colocarse dos cuerpos de 350 g cada uno para que la fuerza de atracción gravitatoria sea:  $F = 1,4 \cdot 10^{-8}$  N. ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N  $\cdot$  m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.)
- Dos cuerpos de igual masa se atraen con una fuerza de  $2,1 \cdot 10^{-6}$  N cuando se encuentran a una distancia de 50 cm. Calcula:
  - El valor de la masa de los cuerpos.
  - La fuerza con que se atraerían si se separaran hasta 2 m. ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N  $\cdot$  m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.)
- Explica por qué los cuerpos caen con menor aceleración en la Luna que en la Tierra. Razona cómo será la aceleración con que caen los cuerpos en Júpiter.
- Calcula el peso de un muchacho de 60 kg de masa que está a una altura donde la intensidad de la gravedad es 9,7 N/kg. ¿Cuánto valdrá la intensidad de la gravedad en un lugar donde el chico pese 640 N?
- Un astronauta pesa 112 N en la Luna. Sabiendo que en la Luna los cuerpos caen con una aceleración de 1,6 m/s<sup>2</sup>, calcula el peso del astronauta en la Tierra, donde los cuerpos caen con una aceleración de 9,8 m/s<sup>2</sup>. ¿Tendrá la misma masa en la Luna y en la Tierra?
- Sabiendo que la gravedad lunar es seis veces más pequeña que la terrestre, el peso de un cuerpo en la Luna será:
  - Tres veces más pequeño.
  - Tres veces más grande.
  - Seis veces más pequeño.
  - Seis veces más grande.
- Desde lo alto de un acantilado de 40 m de altura sobre el mar se lanza una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20 m/s. Calcula:
  - La altura máxima que alcanza (medida sobre el nivel del mar).
  - El tiempo que tarda en llegar al agua.
  - La velocidad con que llega al agua. (Tomar  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.)
- Se lanza un cuerpo verticalmente hacia abajo desde una altura de 100 m con una velocidad inicial de 10 m/s. Calcula:
  - El tiempo que tarda en caer.
  - Su velocidad al llegar al suelo. (Tomar  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.)
- Nombra las principales aportaciones realizadas por los siguientes científicos: Galileo Galilei, Isaac Newton y Albert Einstein.
- Albert Einstein es un científico que pertenece al siglo:
 

a) XVI.	c) XIX.
b) XVII.	d) XX.
- Las leyes de Kepler describen:
  - El movimiento de los cuerpos al caer.
  - El movimiento de los planetas.
  - Las fases de la Luna.
  - El modelo heliocéntrico.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. Su principal aportación fue la teoría de la expansión del universo, es decir, que las galaxias se están alejando unas de otras continuamente.

2. Esta teoría propone que en un principio toda la masa del universo se concentraba en un punto y que una gran explosión supuso el comienzo del universo, cuando las galaxias empezaron a separarse.

3. La respuesta verdadera es la c).

4. La respuesta verdadera es la c).

5. 2,4 cm.

$$\begin{aligned} 6. \text{ a) } F &= G \cdot \frac{m^2}{r^2} \rightarrow m = \sqrt{\frac{F \cdot r^2}{G}} = \\ &= \frac{1,4 \cdot 10^{-8} \cdot 0,5^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 88,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } F &= G \cdot \frac{m^2}{r_2^2} = 6,67 \cdot 10^{11} \cdot \frac{87^2}{2^2} = \\ &= 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ N} \end{aligned}$$

$$7. g = G \cdot \frac{M}{R^2}; M_T \gg M_L.$$

Por lo que:

$$g_T \gg g_L$$

La masa de Júpiter es mucho mayor que la de la Tierra, por lo que  $g$  en Júpiter será mucho mayor que en la Tierra.

$$8. P = 582 \text{ N}; g = 10,6 \text{ m/s}^2.$$

$$9. P = m \cdot g = 686 \text{ N}.$$

La masa será la misma en la Luna y en la Tierra ( $m = 70 \text{ kg}$ ).

10. La respuesta verdadera es la c).

$$\begin{aligned} 11. \text{ a) } h &= h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \\ v &= v_0 - g \cdot t \rightarrow t = \frac{v_0 - v}{g} = \frac{20}{10} = 2 \text{ s} \end{aligned}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} h_{\text{máx}} &= h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \\ &= 40 + 20 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = \\ &= 40 + 40 - 20 = 60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{b) } t = t_{\text{subida}} + t_{\text{bajada}}$$

Calculamos  $t_{\text{bajada}}$ :

$$\begin{aligned} h_{\text{máx}} &= \frac{1}{2} g \cdot t_{\text{bajada}}^2 \rightarrow \\ \rightarrow t_{\text{bajada}} &= \sqrt{\frac{2h_{\text{máx}}}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 60}{10}} = \sqrt{12} = \\ &= 3,46 \text{ s} \end{aligned}$$

Por tanto:

$$t = 2 \text{ s} + 3,46 \text{ s} = 5,46 \text{ s}$$

$$\text{c) } v = v_0 + g \cdot t_{\text{bajada}} = 0 + 10 \cdot 5,46 = 54,6 \text{ m/s}$$

$$12. \text{ a) } h = h_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Sustituyendo valores:

$$100 = 10 \cdot t + 5 \cdot t^2 \rightarrow t = 3,58 \text{ s}$$

$$\text{b) } v = v_0 + g \cdot t = 10 + 10 \cdot 3,58 = 45,8 \text{ m/s}$$

13. Galileo: teoría heliocéntrica.

Newton: ley de la gravitación universal.

Einstein: teoría de la relatividad.

14. La respuesta verdadera es la d).

15. La respuesta verdadera es la b).

### PROBLEMA RESUELTO 1

Calcula la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre una manzana de 230 g. ¿Cuál es la fuerza que ejerce la manzana sobre la Tierra? ¿Por qué la manzana cae y la Tierra no se mueve?

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_T = 5,9 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

#### Planteamiento y resolución

Para resolver este tipo de problemas aplicaremos la ley de la gravitación universal.

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Sustituyendo los valores correspondientes obtenemos:

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,9 \cdot 10^{24} \cdot 0,23}{(6,4 \cdot 10^6)^2}$$

Por tanto:  $F = 2,2 \text{ N}$ .

La fuerza que ejercería la manzana sobre la Tierra sería, de acuerdo con el tercer principio de la dinámica, igual y de sentido contrario a la calculada anteriormente.

El hecho de que veamos caer la manzana y no notemos moverse la Tierra es debido a la gran diferencia que hay entre sus masas. Si calculáramos la aceleración con que se movería la Tierra ( $a = F/m$ ), resultaría un número prácticamente despreciable.

### ACTIVIDADES

- 1 Un satélite de 600 kg de masa gira alrededor de la Tierra describiendo una órbita circular de  $8 \cdot 10^4 \text{ m}$  de radio. Calcula la fuerza gravitatoria que lo mantiene en órbita.

Datos:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

Sol.: 5718,4 N

- 2 Tenemos dos cuerpos con la misma masa separados un metro de distancia uno de otro. Si los alejamos hasta el doble de distancia, la fuerza de atracción será:

- a) El doble.                      c) La mitad.  
b) La cuarta parte.          d) El triple.

Sol.: b)

- 3 Calcula la fuerza de atracción gravitatoria entre un coche de 1500 kg de masa y un camión de 15 000 kg que se encuentran a una distancia de 100 m.

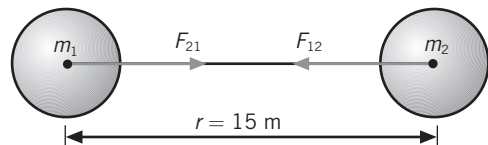
Sol.:  $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

- 4 a) ¿Qué quiere decir que la fuerza de atracción gravitatoria es universal?  
b) ¿De qué magnitudes depende la fuerza de atracción gravitatoria?  
c) ¿Por qué en la carretera los coches no sienten la atracción gravitatoria de los otros coches que tienen cerca?

- 5 A partir de la ecuación matemática de la ley de gravitación universal, expresa el significado físico de la constante  $G$  y deduce sus unidades en el Sistema Internacional.

Sol.:  $G$  representa la fuerza con que se atraen dos masas de 1 kg, separadas una distancia de 1 m

- 6 A partir de los siguientes datos:



Completa la siguiente tabla:

	Masa (g)	$F_{12}(\text{N})$	$F_{21}(\text{N})$	$a_1(\text{m/s}^2)$	$a_2(\text{m/s}^2)$
Cuerpo 1	200				
Cuerpo 2	1500				

Sol.:

	Masa (g)	$F_{12}(\text{N})$	$F_{21}(\text{N})$
Cuerpo 1	200	$8,9 \cdot 10^{-14}$	—
Cuerpo 2	1500	—	$8,9 \cdot 10^{-14}$

	$a_1(\text{m/s}^2)$	$a_2(\text{m/s}^2)$
Cuerpo 1	$44,5 \cdot 10^{-14}$	—
Cuerpo 2	—	$5,9 \cdot 10^{-14}$

## PROBLEMA RESUELTO 2

El peso de un cuerpo en la superficie terrestre es de 833 N. Calcula:

- ¿Cuánto vale su masa?
- ¿Será esta la misma que en Júpiter?
- Si el peso del cuerpo en Júpiter es 2125 N, ¿cuánto valdrá  $g$  en Júpiter?

## Planteamiento y resolución

- a) De la expresión:

$$P = m \cdot g$$

deducimos la masa del cuerpo en la superficie terrestre, resultando:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{833}{9,8} = 85 \text{ kg}$$

- b) La masa del cuerpo no varía y sería la misma en Júpiter, a diferencia del peso, que varía con el valor de la intensidad gravitatoria del lugar en el que nos encontremos.

- c) Despejamos  $g$ :

$$g = \frac{P}{m}$$

Sustituyendo los valores de la masa y del peso del cuerpo en Júpiter obtenemos:

$$g = \frac{2125}{85}$$

Por tanto:

$$g = 25 \text{ m/s}^2$$

## ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál de los siguientes aparatos de medida no marcará lo mismo en la Tierra y en la Luna?

- La balanza electrónica.
- La cinta métrica.
- El cronómetro.
- El dinamómetro.

Sol.: d)

- 2 Razona si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones:

- Un cuerpo pesa más en los polos que en el ecuador.
- Un cuerpo pesa más en el ecuador que en un punto cuya latitud es  $45^\circ$ .
- El peso de un cuerpo no varía de un sitio a otro.
- Un cuerpo pesa menos en los polos que en el ecuador.
- El peso de un cuerpo sí varía de un polo a otro.

Sol.: a) V; b) F; c) F; d) F; e) F

- 3 Calcula el peso de una persona de 90 kg de masa:

- Cuando está al nivel del mar.
- Cuando sube a un avión y vuela a 5800 m de altura.

Datos:  $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ ;  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

Sol.: a) 882 N; b) 880,4 N

- 4 Suponiendo que la masa de un cuerpo es 45 kg, realiza los cálculos necesarios y completa la siguiente tabla:

	Masa (kg)	Radio (km)	$g$ ( $\text{m/s}^2$ )	Peso del cuerpo (N)
Tierra	$5,98 \cdot 10^{24}$	6370		
Mercurio	$3,86 \cdot 10^{23}$	2439		
Sol	$1,99 \cdot 10^{30}$	696 000		12 330

Dato:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ .

Sol.:

	Masa (kg)	Radio (km)	$g$ ( $\text{m/s}^2$ )	Peso del cuerpo (N)
Tierra	$5,98 \cdot 10^{24}$	6370	9,8	441
Mercurio	$3,86 \cdot 10^{23}$	2439	4,33	194,76
Sol	$1,99 \cdot 10^{30}$	696 000	274	12 330

## PROBLEMA RESUELTO 3

Se lanza una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 5 m/s. Calcula:

- La altura máxima que alcanza.
- La velocidad que lleva cuando está en la mitad del recorrido.
- La velocidad que lleva cuando llega de nuevo al suelo.

## Planteamiento y resolución

Al tratarse de un lanzamiento vertical hacia arriba son de aplicación las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

El valor de la aceleración de la gravedad es  $9,8 \text{ m/s}^2$  y tendremos en cuenta su carácter vectorial, por ir esta siempre dirigida hacia el interior de la Tierra.

En el punto de máxima altura la velocidad de la piedra será cero. Por otro lado, podemos calcular el tiempo que tardó en subir con la expresión:  $v = v_0 + g \cdot t$ .

Sustituyendo y tomando el valor de  $g$  como  $-9,8$  para tener en cuenta la dirección y sentido, tenemos:

$$0 = 5 + (-9,8) \cdot t$$

De donde:  $t = 0,51 \text{ s}$ .

- Aplicando ahora la ecuación del espacio recorrido por la piedra y por coincidir este con la altura máxima alcanzada, tenemos:

$$s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

- Sustituyendo obtenemos:  $s = 1,28 \text{ m}$ .

Para calcular ahora el apartado b) deberíamos saber en primer lugar el tiempo que ha tardado en recorrer  $0,64 \text{ m}$  y después sustituir en la ecuación de la velocidad.

Resolviendo las ecuaciones que resultarían obtenemos una velocidad:  $v = 3,5 \text{ m/s}$ .

- Al no considerarse la resistencia del aire, la velocidad con que llegaría de nuevo al suelo sería la misma que aquella con la que fue lanzada,  $5 \text{ m/s}$ .

## ACTIVIDADES

- Desde un balcón que se encuentra a 15 m sobre el suelo de una calle, lanzamos un cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad de 15 m/s. Calcula el tiempo que tarda en llegar al suelo. (Tomar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)  
*Sol.: 3,8 s*
- Se deja caer libremente un cuerpo y tarda 15 s en llegar al suelo. Calcula la altura desde la que cae.  
*Sol.: 1102,5 m*
- Se lanza un cuerpo con una velocidad inicial de 20 m/s y sube hasta una altura de 20 m. La velocidad en el punto más alto es:  
a) 20 m/s.                      c) 10 m/s.  
b) 40 m/s.                      d) 0 m/s.  
*Sol.: d)*
- Para que un cuerpo llegue al suelo con una velocidad de 72 km/h, ¿desde qué altura debe caer libremente? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)  
*Sol.: 20 m*
- Se dejan caer tres cuerpos de 3, 5 y 6 kg, respectivamente, desde una altura de 10 m. ¿Cuál llegará antes al suelo?  
a) El de 3 kg.                      c) El de 6 kg.  
b) El de 5 kg.                      d) Llegarán a la vez.  
*Sol.: d)*
- Con el fin de medir la altura de un edificio, se suelta un cuerpo y se mide el tiempo que tarda en llegar al suelo, que resulta ser 3 s. ¿Cuánto mide el edificio? ¿Con qué velocidad llega el cuerpo al suelo? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)  
*Sol.: h = 45 m; v = 30 m/s*



## PROBLEMA RESUELTO 4

Halla la aceleración de la gravedad en la Luna a partir de los siguientes datos:

- $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$  kg
- $R_L = 1750$  km
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

¿Cuánto pesaría en la Luna una persona de 56 kg?

## Planteamiento y resolución

A partir de la expresión de  $g$ :

$$g = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2}$$

calculamos la primera parte del problema.

Esta expresión de  $g$  nos sirve para calcular su valor tanto en cualquier parte de la Tierra como en cualquier otro astro.

Sustituyendo los datos del problema, tenemos:

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,35 \cdot 10^{22}}{(1,75 \cdot 10^6)^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow g = 1,6 \text{ m/s}^2$$

El peso en la Luna lo hallamos con la expresión:

$$P_L = m \cdot g_L = 56 \cdot 1,6 = 89,6 \text{ N}$$

## ACTIVIDADES

- 1 Un cuerpo de 45 kg está situado en la superficie terrestre y pesa 441,45 N. Si el radio de la Tierra es  $6,37 \cdot 10^6$  m, calcula:

- a) La aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra.  
b) La masa de la Tierra.

Dato:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

Sol.: a)  $9,81 \text{ m/s}^2$ ; b)  $5,96 \cdot 10^{24}$  kg

- 2 Piensa y elige la opción correcta: ¿Cuál de las siguientes unidades corresponde a la intensidad de la gravedad en el Sistema Internacional?

- a) N/g.  
b) N/kg.  
c) N/s.  
d) N.

Sol.: b)

- 3 Completa la siguiente tabla:

	$g$ (N/kg)	$R_T$ (m)
Polos	9,832	
Ecuador		$6,375 \cdot 10^6$

Datos:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

Sol.:

	$g$ (N/kg)	$R_T$ (m)
Polos	9,832	$6,358 \cdot 10^6$
Ecuador	9,78	$6,375 \cdot 10^6$

- 4 La intensidad de la gravedad en la Luna es:  
a) 9,8 N/kg      c) 1,6 N/kg  
b) 7,6 N/kg      d) 10 N/kg

Sol.: c)

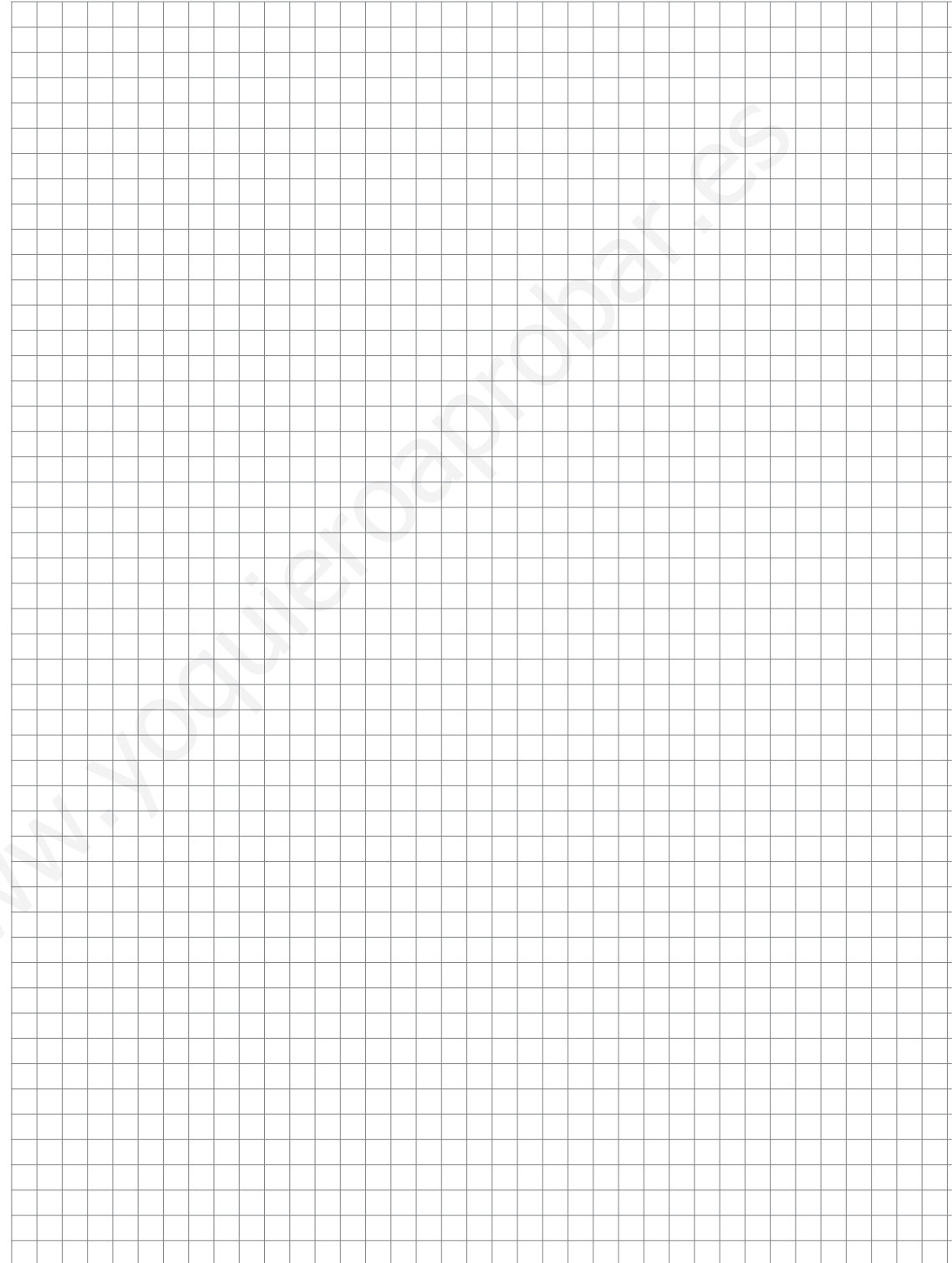
- 5 Hasta el siglo XVII el único modo de observar el universo era a través de la vista. Explica quién fue el primer científico que modificó estos métodos y qué supuso este hecho para el conocimiento del universo.

Sol.: Fue Galileo Galilei quien comenzó a utilizar el telescopio. Con su uso, miles de estrellas débiles se hicieron visibles por primera vez. Los científicos podían investigar zonas más alejadas del espacio. Sus descubrimientos ayudaron a superar la teoría geocéntrica

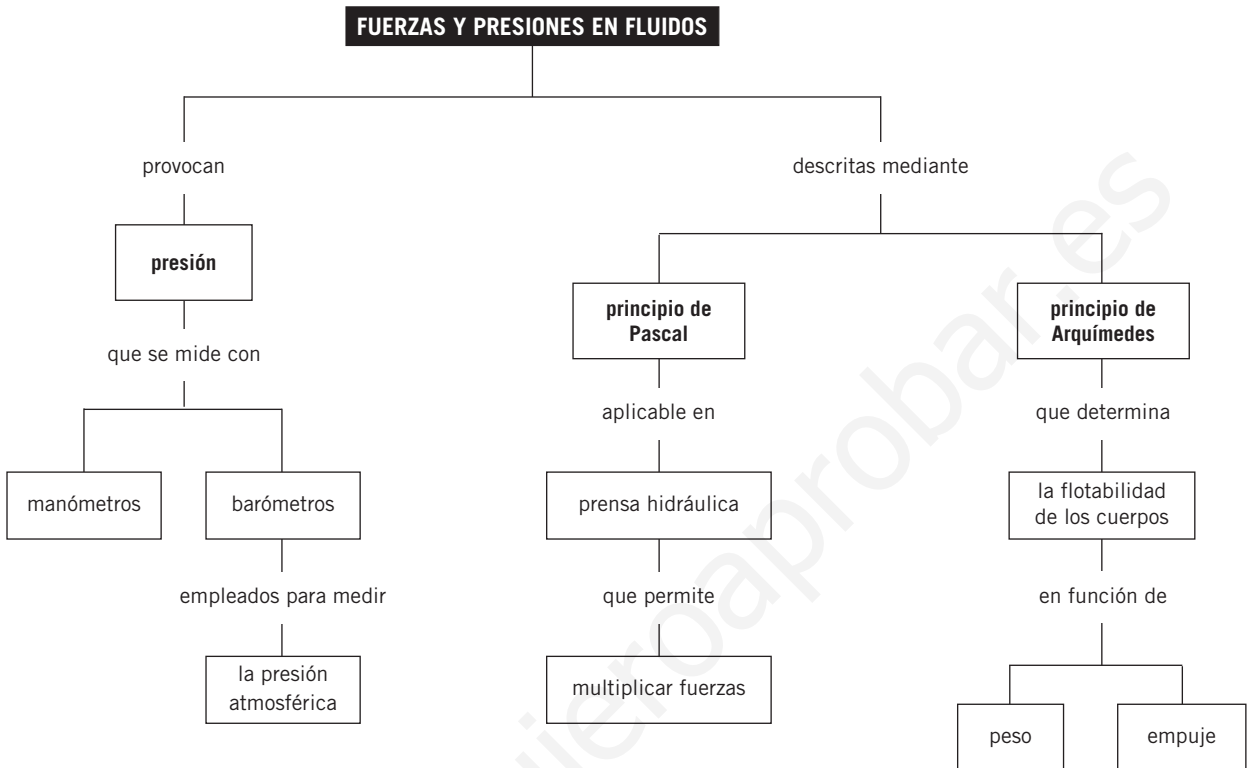
- 6 ¿Por qué es más fácil batir un récord de salto de longitud en una olimpiada en una ciudad que tenga mayor altitud que otra?

Sol.: Por el menor valor de  $g$

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Para distinguir entre fuerza y presión conviene mencionar la importancia de la superficie de contacto cuando se ejerce una fuerza sobre un sólido. Cuando interesa aumentar la presión, se disminuye mucho la superficie (agujas, chinchetas, cuchillos afilados...); por el contrario, cuando interesa disminuir la presión, se aumenta la superficie (esquí, ruedas de vehículos todo-terreno...).
2. Un fenómeno familiar para los alumnos es que los cuerpos «pesan» menos en el agua que fuera de ella, ya que lo observan cuando están en la piscina. El principio de Arquímedes explica este hecho introduciendo el concepto de la fuerza de empuje, presente siempre que un cuerpo se sumerge en un fluido. Esta fuerza, que actúa en sentido opuesto al peso, provoca una aparente pérdida del mismo. Comparar estas dos fuerzas (peso y empuje), o lo que es lo mismo, las densidades del objeto y del fluido, nos permite explicar las condiciones de flotabilidad.
3. Por otro lado, un objeto situado en el seno de un líquido está sometido al peso del líquido que tiene encima. Este peso distribuido por la superficie del objeto da lugar a lo que llamamos presión hidrostática.
4. El valor de esta presión depende de la profundidad a la que se encuentra el objeto y de la densidad del líquido. El hecho de que la presión hidrostática no dependa de la masa de líquido que hay encima del objeto puede resultar paradójico.
5. Para introducir el concepto de presión atmosférica conviene explicar algunas experiencias sencillas que se puedan observar fácilmente y que exijan para su interpretación el utilizar la idea de diferencia de presión entre dos puntos como la causa de los efectos observados.

**PRESENTACIÓN**

1. Describir el efecto de una misma fuerza sobre distintas superficies facilita la comprensión del concepto de presión.
2. El principio de Pascal y el principio de Arquímedes permiten justificar situaciones que se pueden observar en la vida cotidiana.
3. No resulta sencillo asimilar que el aire ejerce presión sobre nosotros. Conviene analizar distintas situaciones que exijan recurrir, para su explicación, a la diferencia de presión.

**OBJETIVOS**

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

**CONTENIDOS****CONCEPTOS**

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

**PROCEDIMIENTOS,  
DESTREZAS  
Y HABILIDADES**

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

**ACTITUDES**

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

## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación para la salud

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

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

### 2. Educación medioambiental

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

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

#### Competencia matemática

En esta unidad se enseña a los alumnos a relacionar la presión en el interior de los fluidos con la densidad y la profundidad. En la resolución de estos ejercicios se utilizan ecuaciones con proporcionalidad directa e inversa y cálculos matemáticos.

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

#### Competencia en comunicación lingüística

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

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

Esta unidad es fundamental para adquirir las destrezas necesarias para entender el mundo que nos rodea. Por ejemplo, a partir del conocimiento del principio de Pascal y el principio de Arquímedes se pueden justificar muchas situaciones fácilmente observables en la vida cotidiana, como la flotación de un barco.

#### Competencia para aprender a aprender

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

#### Autonomía e iniciativa personal

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

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

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

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

- Una persona que está de pie en la nieve, ¿en cuál de los siguientes casos ejerce mayor presión?
  - Con esquís.
  - Con botas.
  - Con raquetas.
  - Con botas y cargado con una mochila.
- Explica, aplicando el concepto de presión:
  - ¿Por qué es más fácil cortar con un cuchillo cuando está afilado?
  - ¿Por qué un vehículo todoterreno no se hunde tanto en el barro como un coche normal?
- Explica cómo varía la presión que actúa sobre una superficie cuando:
  - Se duplica la superficie.
  - Se reduce la fuerza a la mitad.
- Se coloca un cuerpo de 30 kg de masa sobre una superficie de 0,3 m<sup>2</sup>. Calcula:
  - La fuerza que ejerce, expresada en newtons.
  - La presión, expresada en pascales.
- Una esquiadora de 55 kg de masa se encuentra de pie sobre la nieve. Calcula la presión si:
  - Se apoya sobre sus botas, cuyas superficies suman 525 cm<sup>2</sup>.
  - Se apoya sobre sus esquís de 170 × 18 cm de dimensiones. ¿En qué situación se hundirá menos en la nieve? ¿Por qué?
- Calcula la presión a que estará sometido un submarino que se encuentra sumergido a 300 m de profundidad en el mar. ( $d_{\text{agua de mar}} = 1,02 \text{ g/cm}^3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- Un buzo está sumergido en el mar a 50 m de profundidad. Si la densidad del agua del mar es de 1,03 g/cm<sup>3</sup>, la presión a que está sometido es:
  - 515 000 Pa.
  - 515 Pa.
  - 51 500 Pa.
  - 150 000 Pa.
- Un elevador hidráulico tiene dos émbolos de superficies 12 y 600 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Se desea subir un coche de 1400 kg de masa. ¿Dónde habrá que colocar el coche? ¿Qué fuerza habrá que realizar? Nombra el principio físico que aplicas.
- Un cubito de hielo de 40 cm<sup>3</sup> de volumen flota en un vaso con agua. La parte sumergida es 36 cm<sup>3</sup>. Cuando el hielo se funde, ¿cuánto subirá el nivel del agua en el vaso?
  - 40 cm<sup>3</sup>.
  - 36 cm<sup>3</sup>.
  - 4 cm<sup>3</sup>.
  - Nada.
- Un sólido tiene en el aire un peso de 85 N, mientras que cuando se introduce en agua pesa 55 N. Calcula:
  - Su masa.
  - Su volumen.
  - Su densidad (en g/cm<sup>3</sup>).
 (Datos:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .)
- Colgamos un cuerpo de un dinamómetro y marca 5 N. Al sumergirlo en agua, el dinamómetro marca 4,3 N. ¿Cuál es la densidad del cuerpo?
  - 7142,8 kg/m<sup>3</sup>.
  - 3500 kg/m<sup>3</sup>.
  - 6142,8 kg/m<sup>3</sup>.
  - 1236,2 kg/m<sup>3</sup>.
 (Datos:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .)
- ¿Qué ocurrirá con un trozo de hielo en el agua del mar, se hundirá o flotará? Razona la respuesta.
  - La densidad del sólido debe ser mayor que la del líquido.
  - La densidad del líquido debe ser mayor que la del sólido.
  - La densidad del sólido debe ser igual que la del líquido.
  - Las densidades de ambos deben ser menores que las del agua.
 (Datos:  $d_{\text{hielo}} = 920 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{agua de mar}} = 1030 \text{ kg/m}^3$ .)
- ¿Cuál de las siguientes condiciones debe cumplir un cuerpo sólido para que flote cuando se introduce en un líquido?
  - La densidad del sólido debe ser mayor que la del líquido.
  - La densidad del líquido debe ser mayor que la del sólido.
  - La densidad del sólido debe ser igual que la del líquido.
  - Las densidades de ambos deben ser menores que las del agua.
- La presión atmosférica a nivel del mar es 1 atm. La densidad del aire es 1,29 kg/m<sup>3</sup>. Suponiendo que la densidad no varía con la altura, calcula el valor de la presión atmosférica en una localidad situada a 1500 m de altura. Expresa el resultado en atmósferas y N/m<sup>2</sup>.
  - 1 atm = 1,013 · 10<sup>5</sup> Pa;  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .)

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1.  $p = \frac{F}{S}$ , por lo que la presión será mayor con botas y cargado con una mochila, ya que en ese caso será mayor la fuerza (el peso) y más pequeña la superficie.
2. a) Porque la superficie sobre la que se aplica la fuerza es más pequeña y, en consecuencia, la presión será mayor.  
b) Porque al ser las ruedas más anchas, la presión ejercida será menor.
3. a) La presión se reduce a la mitad.  
b) La presión se reduce a la mitad.
4. a)  $F = m \cdot g = 294 \text{ N}$ .  
b)  $p = \frac{F}{S} = 980 \text{ Pa}$ .
5. a)  $p = \frac{F}{S} = 10\,266,6 \text{ Pa}$ .  
b)  $p = \frac{F}{S} = 1761,4 \text{ Pa}$ .  
Se hundirá menos con los esquís puestos, ya que ejerce menos presión.
6.  $p = d \cdot g \cdot h = 3,06 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ .
7.  $p = d \cdot g \cdot h$ . La respuesta verdadera es la a).
8. El coche habrá de colocarse en el émbolo grande.  
 $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \rightarrow F_1 = 280 \text{ N}$ .  
Principio de Pascal: «La presión ejercida en un punto de un fluido se transmite íntegramente a todos los puntos del mismo».
9. La respuesta verdadera es la c).
10. a)  $P = m \cdot g \rightarrow m = 8,5 \text{ kg}$ .  
b)  $E = P - P_{\text{aparente}} \rightarrow$   
 $\rightarrow d_{\text{agua}} \cdot g \cdot V = P - P_{\text{aparente}} \rightarrow V = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ .  
c)  $d = \frac{m}{V} \rightarrow d = 2,83 \text{ g/cm}^3$ .
11.  $E = P - P_{\text{aparente}} \rightarrow d_{\text{agua}} \cdot g \cdot V = P - P_{\text{aparente}} \rightarrow$   
 $\rightarrow V = \frac{P - P_{\text{aparente}}}{d_{\text{agua}} \cdot g}$   
Por tanto:  
$$d = \frac{m}{V} = \frac{\frac{P}{g}}{\frac{P - P_{\text{aparente}}}{d_{\text{agua}} \cdot g}} = \frac{P}{P - P_{\text{aparente}}} \cdot d_{\text{agua}}$$
  
La respuesta verdadera es la a).
12. Como  $d_{\text{agua de mar}} > d_{\text{hielo}}$ , el peso será menor que el empuje y el hielo flotará (como los icebergs).
13. La respuesta verdadera es la b).
14.  $p = p_{\text{atm}} - d \cdot g \cdot V = 0,87 \text{ atm} = 8833 \text{ N/m}^2$ .

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- Si la presión que actúa sobre una superficie de  $1 \text{ cm}^2$  es  $1000 \text{ Pa}$ , esto significa que la fuerza que se ejerce es de:
  - $1000 \text{ N}$ .
  - $10 \text{ N}$ .
  - $0,1 \text{ N}$ .
  - $100 \text{ N}$ .
- Un clavo se introduce mejor por la punta que por la cabeza porque:
  - La fuerza que se ejerce es mayor.
  - La presión es mayor.
  - La presión es menor.
  - La superficie es más grande.
 Elige la respuesta correcta.
- ¿Puede una fuerza pequeña producir una presión grande? ¿Y una fuerza grande puede originar una presión pequeña? Justifica la respuesta aplicando el concepto de presión.
- Una fuerza de  $400 \text{ N}$  actúa sobre una superficie de  $20 \text{ cm}^2$ . La presión que ejerce es:
  - $20 \text{ N/m}^2$ .
  - $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .
  - $2000 \text{ N/m}^2$ .
  - $2 \text{ N/m}^2$ .
- Calcula la presión que ejerce sobre el suelo una persona de  $85 \text{ kg}$  en las siguientes situaciones:
  - Cuando está sentada en una silla, si la base de cada pata es un cuadrado de  $30 \text{ mm}$  de lado.
  - Cuando está de pie, si las suelas de sus zapatos suman una superficie de  $550 \text{ cm}^2$ . ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- Una chica de  $60 \text{ kg}$  que se apoya sobre sus dos zapatos de tacón, cada uno de  $2 \text{ mm}^2$  de superficie, ejerce una presión de:
  - $150 \text{ Pa}$ .
  - $15 \text{ Pa}$ .
  - $1,5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ .
  - $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}$ .
- Un buzo está sumergido a  $20 \text{ m}$  de profundidad. Explica en cuál de los siguientes casos estará sometido a mayor presión:
  - Cuando esté en un lago de agua dulce. ( $d = 1000 \text{ kg/m}^3$ .)
  - Cuando esté en el mar. ( $d = 1030 \text{ kg/m}^3$ .)
- Un vaso contiene agua hasta una altura de  $10 \text{ cm}$ . Se añade aceite que flota sobre el agua formando una capa de  $3 \text{ cm}$ . Calcula la presión en el fondo del vaso debida a los dos líquidos.  
(Datos:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{aceite}} = 850 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- Explica el funcionamiento de los frenos hidráulicos en un coche. ¿En qué principio físico se basan?
- El émbolo pequeño de un elevador hidráulico tiene una sección de  $10 \text{ cm}^2$ . Si sobre él se ejerce una fuerza de  $50 \text{ N}$ , ¿cuál debe ser la sección de la plataforma situada en el otro émbolo para que consiga subir un vehículo de  $1 \text{ t}$ ?  
( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- Los cocodrilos comen piedras con el fin de controlar su línea de flotación, manteniendo la mayor parte posible de su cuerpo sumergida y, así, poder camuflarse. ¿Qué principio físico aplican?
- Una pelota, cuyo volumen es  $150 \text{ cm}^3$  y su masa  $250 \text{ g}$ , se encuentra sumergida en una piscina llena de un líquido de densidad  $1,1 \text{ g/cm}^3$ .  
Determina:
  - El empuje que experimenta.
  - La fuerza que habría que realizar para que se mantuviera en equilibrio.
  - Si la pelota tuviera un volumen de  $300 \text{ cm}^3$ , ¿se hundiría?
- Un cuerpo pesa en el aire  $1200 \text{ N}$  y sumergido en agua su peso es de  $800 \text{ N}$ . Calcula su densidad en unidades del SI.  
(Tomar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- Explica, en función de sus densidades, qué condiciones han de cumplirse para que un cuerpo sumergido en un fluido: flote, se hunda o se mantenga en equilibrio.  
( $d_{\text{agua}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ;  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .)
- ¿Cómo se podría conocer la altura de una montaña utilizando un barómetro?



## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. La respuesta correcta es la c).
2. La respuesta correcta es la b).
3. Al ser la presión directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la superficie, cuanto más pequeña sea la fuerza aplicada, más pequeña debe ser la superficie sobre la que actúa para que la presión sea mayor. De igual manera, una fuerza grande aplicada sobre una superficie muy grande originará presiones pequeñas.
4. La respuesta correcta es la b).
5. a)  $p = \frac{F}{S} = 2,36 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .  
b)  $p = \frac{F}{S} = 1,54 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ .
6. La respuesta correcta es la c).
7. La presión en el interior de un fluido viene dada por la expresión:  $p = d \cdot g \cdot h$ , donde  $p$  es la presión en un punto del fluido,  $d$  es la densidad del líquido,  $g$  es la aceleración de la gravedad y  $h$  es la profundidad. A igual profundidad, el buzo estará sometido a mayor presión en el medio donde la densidad sea mayor: en el mar.
8.  $p = d_{\text{agua}} \cdot g \cdot h_{\text{agua}} + d_{\text{ac}} \cdot g \cdot h_{\text{ac}} = 1255 \text{ N/m}^2$ .
9. El funcionamiento de los frenos hidráulicos está basado en el principio de Pascal. Al pisar el pedal se aplica una presión sobre el líquido, que se transmite a las pastillas; una pequeña fuerza sobre el pedal se amplifica y permite parar el coche.
10.  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F}{S} \rightarrow S = 2000 \text{ cm}^2$ .
11. El principio de Arquímedes.
12. a)  $E = d_{\text{liq}} \cdot g \cdot V = 1,65 \text{ N}$ .  
b)  $F = P - E = 0,85 \text{ N}$  (dirigida hacia arriba).  
c) La pelota flotaría, ya que  $P < E$ .
13.  $d = \frac{P}{P - P_{\text{aparente}}} \cdot d_{\text{agua}} = 3000 \text{ kg/m}^3$ .
14. a) Si peso  $>$  empuje:  $d_s > d_l$ ; el cuerpo se hunde.  
b) Si peso  $<$  empuje:  $d_s < d_l$ ; el cuerpo flota.
- c) Si peso = empuje:  $d_s = d_l$ ; el cuerpo se mantiene en equilibrio dentro del líquido.

15. Midiendo la presión atmosférica en lo alto de la montaña, sabiendo que la presión atmosférica a nivel del mar es 1 atm:

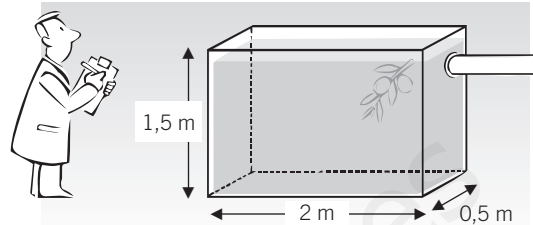
$$\Delta p = d_{\text{aire}} \cdot g \cdot h$$

## PROBLEMA RESUELTO 1

Un depósito con la forma y dimensiones de la figura está lleno de aceite de densidad  $0,92 \text{ g/cm}^3$ .

Calcula:

- La presión que ejerce el aceite en el fondo del recipiente.
- La fuerza que actúa sobre el fondo del recipiente.



## Planteamiento y resolución

- La presión que ejerce cualquier fluido se puede calcular a partir de la expresión:

$$P = d \cdot g \cdot h$$

Aplicando esta expresión a nuestro problema tendríamos:

$$P = 920 \cdot 9,8 \cdot 1,5 = 13\,524 \text{ Pa}$$

Hay que hacer constar que la densidad habría de ponerse en unidades del SI; en este caso,  $920 \text{ kg/m}^3$ .

- Una vez hallada la presión que ejerce el fluido, el cálculo de la fuerza deberá hacerse a partir de la expresión:  $p = \frac{F}{S}$ ; de ahí que  $F = P \cdot S$ .

Debemos hallar en primer lugar la superficie de la figura, que sería:

$$S = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ m}^2$$

Por tanto:

$$F = P \cdot S = 13\,524 \cdot 1 = 13\,524 \text{ N}$$

## ACTIVIDADES

- Un cubo de aluminio de 5 cm de arista está apoyado en el suelo sobre una de sus caras. Calcula la presión que ejerce sabiendo que la densidad del aluminio es  $2700 \text{ kg/m}^3$ . Expresa el resultado en Pa ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

Sol.:  $1350 \text{ Pa}$

- Calcula la presión que soportan las paredes de un submarino cuando se encuentra sumergido a 150 m de profundidad. ¿Cuál sería la fuerza que actuaría sobre una escotilla del submarino si tiene forma circular con 1 m de diámetro?

( $d_{\text{agua de mar}} = 1030 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .)

Sol.:  $P = 1,52 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ ;  $F = 1,19 \cdot 10^6 \text{ N}$

- Calcula la diferencia de presión que hay entre dos puntos que están separados una distancia de 1,8 m en una piscina de agua salada ( $d = 1,03 \text{ g/cm}^3$ ). Suponiendo que la superficie de una persona sea de  $1,4 \text{ m}^2$ , calcula la fuerza que soportará un nadador sumergido en la piscina a 1 m de profundidad.

Sol.:  $P_2 - P_1 = 18\,169,2 \text{ Pa}$ ;  $F = 14\,131,6 \text{ N}$

- Elige cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- En la superficie de un lago la presión es cero, ya que no hay agua encima.
- En la superficie de un lago la presión es igual a la presión atmosférica.
- Al sumergirnos en un lago, la presión atmosférica se anula porque la presión solo depende de la densidad del líquido.
- Al sumergirnos en un lago, la presión es la misma en todos los puntos porque la densidad no varía.

Sol.: La respuesta correcta es la b)

- ¿Dónde es más alto el valor de la presión: en la cima de una montaña, en la playa o en el fondo de una piscina?

Sol.: En el fondo de una piscina

- Un vaso con forma cilíndrica y  $200 \text{ cm}^2$  de superficie contiene 2 litros de mercurio y 4 litros de agua. Calcula la presión en el fondo del vaso.

( $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{mercurio}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$ .)

Sol.:  $15\,288 \text{ Pa}$

## PROBLEMA RESUELTO 2

Los émbolos de una prensa hidráulica tienen sección circular y sus radios miden 4 y 20 cm, respectivamente. Calcula:

- La fuerza que se consigue sobre el émbolo mayor cuando sobre el pequeño se ejerce una fuerza de 30 N.
- Si se pretende levantar una caja de 90 kg de masa, ¿es suficiente con la fuerza obtenida?
- En el caso de que no fuera suficiente, ¿cómo habría que modificar la máquina para conseguirlo ejerciendo la misma fuerza?

## Planteamiento y resolución

- a) En este tipo de problemas es de aplicación el principio de Pascal: las presiones serán iguales en los

dos émbolos y, en consecuencia,  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ .

Las dos secciones serían:

$$S = \pi \cdot R^2 \rightarrow S_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ y} \\ S_2 = 1,25 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$$

Sustituyendo los datos en la expresión arriba indicada tendríamos:  $\frac{30}{5 \cdot 10^{-3}} = \frac{F_2}{1,25 \cdot 10^{-1}}$ .

De donde, despejando resulta:

$$F_2 = 750 \text{ N}$$

- b) En este apartado nos preguntan si esa fuerza será suficiente para elevar una caja de 90 kg. El peso de esta caja sería 882 N, por lo que *no* sería suficiente.

- c) Para conseguir que la fuerza resultante en el émbolo grande  $F_2$  sea mayor y pueda levantar la caja, deberemos modificar el tamaño del émbolo grande. De esa manera, ejerciendo la misma fuerza en el émbolo pequeño la fuerza resultante en el émbolo grande será mayor.

Aplicando de nuevo el principio de Pascal tenemos:  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ .

Calculamos la nueva  $S_2$  que nos permitiría levantar la caja:  $\frac{30}{5 \cdot 10^{-3}} = \frac{882}{S_2}$ ; de ahí:  
 $S_2 = 1,47 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2$

El radio del émbolo grande sería:

$$R_2 = \sqrt{\frac{1,47 \cdot 10^{-1}}{3,14}} = 0,22 \text{ m} = 22 \text{ cm}$$

## ACTIVIDADES

- 1 Al ejercer una fuerza  $F_1$  de 100 N sobre el émbolo pequeño de una prensa hidráulica se puede elevar una masa de 1000 kg en el émbolo grande. Si ambos émbolos son superficies circulares, ¿cuál es la relación que hay entre sus radios?

$$\text{Sol.: } R_2 = 10 R_1$$

- 2 En una prensa hidráulica la sección del émbolo mayor es 3 dm<sup>2</sup> y la del menor, 0,5 dm<sup>2</sup>. ¿Qué peso máximo se podrá elevar cuando se pone sobre el pequeño un fardo de 100 kg?

- 60 N.
- 6000 N.
- 1500 N.
- 166 N.

Sol.: b)

- 3 La superficie del pistón pequeño de una prensa hidráulica mide 4 cm<sup>2</sup>, y la del mayor, 2 dm<sup>2</sup>. Calcula:

- La fuerza que recibirá el émbolo mayor cuando se coloque en el pequeño una masa de 5 kg.
- La presión sobre el émbolo grande.

$$\text{Sol.: } F = 2450 \text{ N; } P = 122 \text{ 500 Pa}$$

- 4 En una prensa hidráulica cuyos pistones tienen  $s = 6 \text{ cm}^2$  y  $S = 600 \text{ cm}^2$  de superficie se coloca un cuerpo de 10 kg sobre el pistón pequeño. Calcula el peso que habrá que colocar en el émbolo grande para que los dos pistones estén a la misma altura.

$$\text{Sol.: } 9800 \text{ N}$$

## PROBLEMA RESUELTO 3

Una piedra de 2,5 kg de masa tiene un peso aparente de 20 N cuando se introduce en agua. Calcula:

- a) El empuje que experimenta.                      c) La densidad de la piedra.  
b) El volumen de la piedra.                      ( $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .)

## Planteamiento y resolución

- a) El empuje lo podemos calcular hallando la diferencia entre el peso de la piedra en el aire y el peso aparente en el agua.

$$\begin{aligned} P_{\text{en aire}} &= 2,5 \cdot 9,8 = 24,5 \text{ N} \\ P_{\text{en agua}} &= 20 \text{ N} \\ E &= P_{\text{en aire}} - P_{\text{en agua}} = 4,5 \text{ N} \end{aligned}$$

- b) Por otro lado, el empuje es igual al peso de agua desalojada, que podemos expresar matemáticamente como  $E = d_{\text{agua}} \cdot V_{\text{agua}} \cdot g$ ; el volumen de

agua desalojada coincidirá con el de la piedra, por estar esta totalmente sumergida, con lo cual podemos calcular  $V$  despejando de la expresión anterior:

$$V = \frac{E}{d_{\text{agua}} \cdot g} = \frac{4,5}{1000 \cdot 9,8} = 4,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

- c) La densidad de la piedra la calculamos con la expresión:

$$d_{\text{piedra}} = \frac{m_{\text{piedra}}}{V_{\text{piedra}}} = \frac{2,5}{4,6 \cdot 10^{-4}} = 5434 \text{ kg/m}^3$$

## ACTIVIDADES

- 1 De un dinamómetro cuelga un cubo de aluminio de 4 cm de arista que se sumerge en agua. ¿Qué peso señala entonces el dinamómetro?  
( $d_{\text{Al}} = 2700 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .)  
a) 1,06 N.                      c) 1,69 N.  
b) 10 662 N.                      d) 0,94 N.  
*Sol.: a) 1,06 N*
- 2 Un objeto de masa  $m$  y densidad  $2,75 \text{ g/cm}^3$  se deja caer en agua. ( $d = 1 \text{ g/cm}^3$ .)  
a) Representa en un esquema las fuerzas que actúan sobre el objeto y expresa el valor de su resultante.  
b) ¿Hacia dónde se moverá? ¿Qué tipo de movimiento adquiere?  
c) Enuncia el principio físico implicado en el fenómeno.
- 3 Un bloque de madera de forma cúbica y 8 cm de arista se introduce en agua. Calcula:  
a) El empuje que aparece sobre él.  
b) Cuando alcanza el equilibrio, ¿qué volumen de bloque quedará sumergido?  
( $d_{\text{madera}} = 700 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)  
*Sol.: a) 5,12 N; b) 358,4 cm<sup>3</sup>*
- 4 Una bola de acero de 200 g de masa se introduce en un recipiente con agua. El peso de la bola dentro del agua es 1,71 N. La densidad del acero es:  
a) 7840 kg/m<sup>3</sup>.                      c) 8840 kg/m<sup>3</sup>.  
b) 6840 kg/m<sup>3</sup>.                      d) 9840 kg/m<sup>3</sup>.  
*Sol.: a)*
- 5 Una esfera metálica hueca de 5 cm de diámetro flota en el agua sumergiendo la mitad de su volumen. Calcula:  
a) Su peso. ( $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)  
b) Si se introduce en alcohol, de densidad 800 kg/m<sup>3</sup>, ¿se hundiría más o menos?  
*Sol.: a) 0,32 N; b) Se hundiría un poco más,  $V_s = 4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$*
- 6 Un trozo de mineral pesa 0,27 N en el aire y 0,23 N sumergido en agua. Calcula su densidad. ¿Flotará en agua? ( $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .)  
*Sol.: 6750 kg/m<sup>3</sup>; no flotará*
- 7 Sabiendo que la densidad de la plata es 10 500 kg/m<sup>3</sup>, calcula la cantidad de plata que tiene un anillo que cuando se sumerge en agua experimenta una pérdida de masa aparente de 2 g. ( $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .)  
*Sol.: 21 g*

## PROBLEMA RESUELTO 4

El experimento de Torricelli permite medir el valor de la presión atmosférica. Si realizáramos dicho experimento con agua en vez de con mercurio, ¿qué altura alcanzaría el agua en el tubo?

Datos:  $d_{\text{mercurio}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

## Planteamiento y resolución

En el experimento de Torricelli la altura del tubo de mercurio era de 76 cm; en consecuencia, en primer lugar calculamos cuál es el valor de la presión atmosférica con este dato.

La presión ejercida por un fluido la podemos expresar como:

$$P = d \cdot g \cdot h$$

Así, en el experimento de Torricelli:

$$P = 13\,600 \cdot 9,8 \cdot 0,76 = 101\,292,8 \text{ Pa}$$

Si en vez de mercurio hubiésemos utilizado agua, habría cambiado únicamente la altura del fluido en el tubo, debido a la diferente densidad de los dos.

Así, si  $P = 101\,292,8 \text{ Pa}$ ,  $d = 1000 \text{ kg/m}^3$  y  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , despejando  $h$  de la expresión de la presión tenemos:

$$h = \frac{P}{d \cdot g} = \frac{101\,292,8}{1000 \cdot 9,8} = 10,33 \text{ m}$$

Esa sería la altura que hubiera alcanzado el tubo si se hubiese utilizado agua.

## ACTIVIDADES

- 1 Con un barómetro medimos la presión en un determinado lugar, resultando ser de 74 cm de mercurio. Calcula:
- La presión que hay en dicho lugar medida en atmósferas y pascles.
  - La fuerza que se ejerce sobre el cuerpo de una persona suponiendo que tiene una superficie de  $1,5 \text{ m}^2$ .

Sol.: a)  $P = 0,97 \text{ atm} = 98\,261 \text{ Pa}$ ;  
b)  $147\,391,5 \text{ N}$

- 2 Los aparatos destinados a medir la presión atmosférica se llaman:
- Manómetros.
  - Dinamómetros.
  - Barómetros.
  - Areómetros.

Sol.: c)

- 3 Explica por qué los globos aerostáticos llenos de gas helio ascienden en el aire.

( $d_{\text{aire}} = 1,3 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{helio}} = 0,18 \text{ kg/m}^3$ .)

Sol.: Porque su peso es menor que el empuje que experimentan

- 4 En el barómetro de Torricelli la presión atmosférica a nivel del mar es equivalente a una altura de 760 mm Hg. ¿Qué altura alcanzaría si se utilizara un barómetro de alcohol?

( $d_{\text{mercurio}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$ ;  $d_{\text{alcohol}} = 792 \text{ kg/m}^3$ .)

- 600 mm.
- 0,54 m.
- 13,05 m.
- 79,2 cm.

Sol.: c)

- 5 Para que la presión atmosférica descienda 2 mm Hg, ¿a qué altura habría que subir?

( $d_{\text{aire}} = 1,3 \text{ kg/m}^3$ .)

- 2 km.
- 21 m.
- 1200 m.
- 21 km.

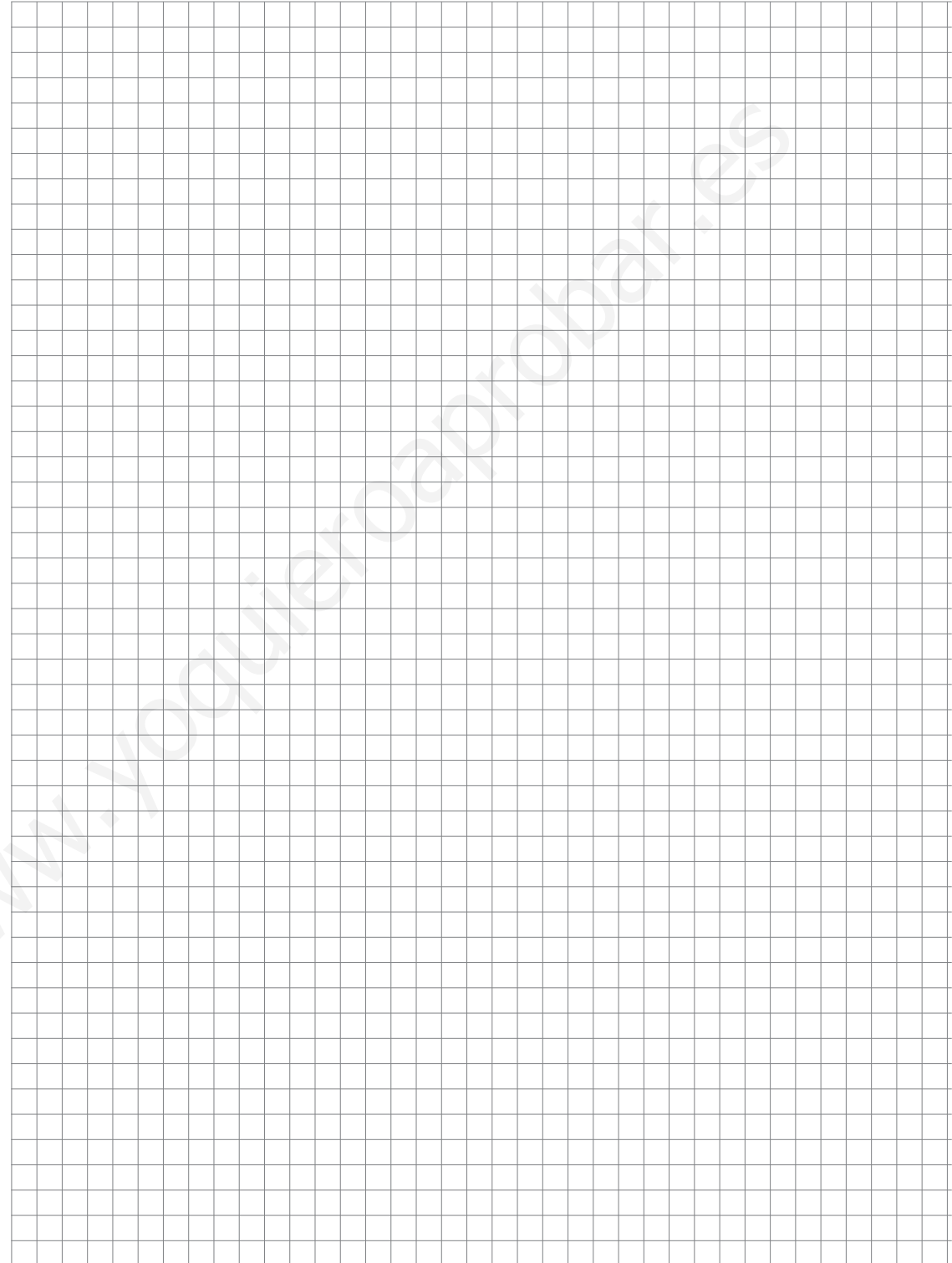
Sol.: b)

- 6 Un globo de  $500 \text{ m}^3$  de volumen se llena con gas helio de densidad  $0,18 \text{ kg/m}^3$ . ¿Qué carga máxima puede llevar el globo para que ascienda?

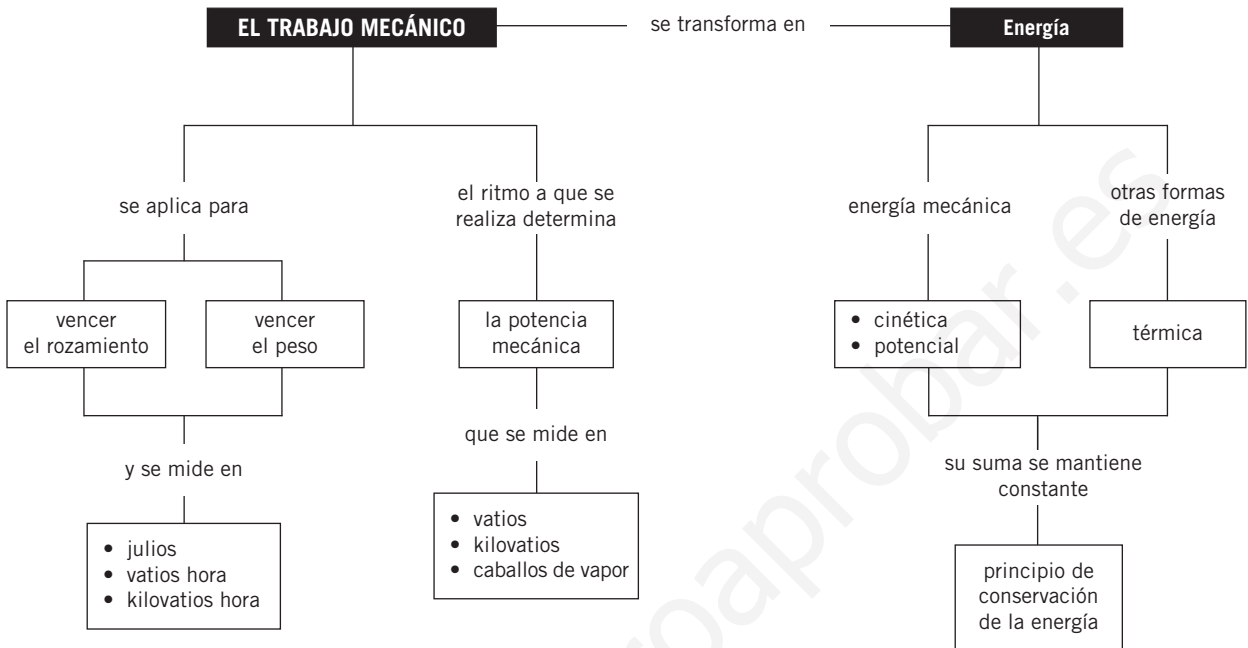
( $d_{\text{aire}} = 1,3 \text{ kg/m}^3$ .)

Sol.: Hasta 560 kg

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Definir energía es una tarea nada sencilla, ya que como concepto resulta algo abstracto. Es un término utilizado con mucha frecuencia y los alumnos están familiarizados con él, pero no con su definición. Estudiar los tipos de energía que tienen algunos cuerpos y las posibles transformaciones de unas formas de energía en otras es útil para analizar las cualidades que tiene (se transforma, se transfiere, se conserva, se degrada) y ayuda a presentar el concepto como la capacidad de un cuerpo para producir cambios, bien en sí mismo o bien en otros.
2. La energía mecánica se presenta bajo dos aspectos, energía cinética y energía potencial, y su suma permanece constante, se conserva, en aquellos sistemas donde no interviene ningún otro tipo de energía. Es importante comentar ejemplos donde se vayan transformando entre ellas, manteniéndose constante la suma.
3. Es habitual, en el lenguaje cotidiano, asociar trabajo con esfuerzo. Conviene insistir en que el trabajo, como concepto científico, implica aplicar una fuerza y que exista un desplazamiento en la dirección de dicha fuerza. Si alguna de estas magnitudes es nula, el trabajo también lo es. Es aconsejable analizar situaciones cotidianas, en las que no se realice trabajo aunque sí se aplique una fuerza, como empujar una pared o sostener un objeto a una cierta altura del suelo.
4. El concepto de potencia es relevante en las transformaciones energéticas, fundamentalmente para caracterizar a las máquinas. Hay muchos ejemplos que permiten poner de manifiesto la importancia del tiempo empleado en realizar un trabajo. Analizarlos favorece que el alumno diferencie con mayor facilidad los conceptos de potencia y trabajo.
5. Finalmente, el estudio de máquinas simples (palanca y plano inclinado) ayuda a explicar qué herramientas de uso habitual (cascanueces, rampas...) no nos ahorran trabajo, pero sí esfuerzo, al permitirnos realizar tareas aplicando menos fuerza. Además, con ellas se refuerza la diferencia entre el concepto cotidiano y el concepto físico de trabajo.

## PRESENTACIÓN

- |  |   |
|--|---|
| <p>1. Es habitual asociar trabajo con esfuerzo. Conviene insistir en el concepto físico de trabajo relacionado con fuerza y desplazamiento. Considerando el tiempo empleado en realizar el trabajo, se introduce la definición de potencia.</p> <p>2. Conocer distintos tipos de energía y las transformaciones de unas formas</p> | <p>en otras es muy útil para analizar sus cualidades y permite explicar el principio de conservación de la energía.</p> <p>3. El estudio de las máquinas simples ayuda a entender el uso de muchas herramientas cotidianas.</p> |
|--|---|

## OBJETIVOS

- Reconocer las transformaciones de energía para explicar algunos fenómenos cotidianos.
- Definir energía mecánica y conocer los aspectos bajo los que se presenta.
- Explicar la conservación de la energía mecánica en situaciones sencillas.
- Distinguir la diferencia entre el concepto físico y el concepto coloquial de trabajo.
- Conocer el concepto de potencia y el de rendimiento.
- Describir los efectos de algunas máquinas en función del trabajo que realizan.
- Valorar la importancia del ahorro energético.

## CONTENIDOS

### CONCEPTOS

- Concepto de energía.
- Tipos de energía.
- Energía mecánica.
- Energía cinética y energía potencial.
- Principio de conservación de la energía mecánica.
- Trabajo mecánico. Unidades.
- Trabajo de la fuerza de rozamiento.
- Potencia mecánica. Unidades.
- Máquinas mecánicas: palanca, plano inclinado.
- Potencia máxima.
- Rendimiento.
- Fuentes de energía. Consumo de energía.

### PROCEDIMIENTOS, DESTREZAS Y HABILIDADES

- Identificar la energía cinética y la energía potencial en diferentes situaciones.
- Reconocer el trabajo como una forma de intercambio de energía.
- Resolver ejercicios de trabajo, potencia y conservación de la energía mecánica.
- Analizar el funcionamiento de máquinas sencillas.

### ACTITUDES

- Valorar la importancia de la energía en las actividades cotidianas.
- Reconocer el trabajo científico en el aprovechamiento de las fuentes de energía.
- Tomar conciencia del alto consumo energético en los países desarrollados.



## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación medioambiental. Educación para el consumo

Es muy importante que los alumnos reflexionen sobre el elevado consumo energético de los países industrializados. Esto supone un gasto abusivo e irracional de combustibles fósiles, y puede generar en el futuro el agotamiento de las fuentes energéticas tradicionales. Evitarlo implica, por un lado, utilizar energías alternativas y renovables, y, por otro, adoptar medidas de ahorro energético, como reciclar o reutilizar materiales.

Asimismo, crece la preocupación de la sociedad por el medio ambiente. Las energías renovables, procedentes del Sol, el viento o el agua, generan energía limpia que no provoca acumulación de gases invernadero, responsables del cambio climático.

### COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

#### Competencia matemática

En esta unidad se enseña a los alumnos a resolver distintos ejercicios de trabajo, potencia y conservación de la energía mecánica.

En la ecuación del trabajo aparece la función trigonométrica coseno, por lo que habrá que recordar este concepto matemático, así como los cálculos con ángulos.

Además, se analiza el funcionamiento de algunas máquinas sencillas y su rendimiento, en cuyo cálculo se utilizan porcentajes.

En esta unidad también se trabaja el cambio de unidades de energía.

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

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

A partir del conocimiento de conceptos como trabajo, potencia y energía se llega a entender el funcionamiento de herramientas y de máquinas como, por ejemplo, la palanca o la polea.

Además, a través de los epígrafes relacionados con el aprovechamiento de las fuentes de energía

y su consumo se insta a los alumnos a valorar la importancia de la energía en las actividades cotidianas y a no malgastarla.

#### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** se proponen algunas direcciones de páginas web interesantes que refuerzan los contenidos trabajados en la unidad.

#### Competencia social y ciudadana

En esta unidad se enseña a los alumnos a reconocer el trabajo científico en el aprovechamiento de las fuentes de energía, así como a valorar la energía y a no malgastarla. Se fomenta de esta forma el ahorro de energía y, con ello, un desarrollo sostenible.

Se intenta que los alumnos tomen conciencia del alto consumo energético de los países desarrollados.

#### Autonomía e iniciativa personal

La base que la unidad proporciona a los alumnos sobre trabajo y energía puede promover que estos se planteen nuevas cuestiones respecto a hechos de su entorno relacionados e intenten indagar más al respecto.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Reconocer la energía como una propiedad de los cuerpos, capaz de producir transformaciones.
2. Aplicar el principio de conservación de la energía mecánica al análisis de algunos fenómenos cotidianos.
3. Asimilar el concepto físico de trabajo.
4. Diferenciar claramente esfuerzo y trabajo físico.
5. Aplicar el concepto de potencia y trabajo en la resolución de ejercicios.
6. Reconocer la ley de la palanca en herramientas de uso habitual.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

- Identifica las transformaciones de energía que se producen en el funcionamiento de los siguientes tipos de centrales:
  - Hidroeléctrica.
  - Térmica de fuel-oil.
  - Eólica.
  - Solar fotovoltaica.
- Pon ejemplos reales de procesos en los que se produzcan las transformaciones energéticas siguientes:
  - Energía eléctrica → Energía luminosa.
  - Energía eléctrica → Energía cinética.
  - Energía química → Calor.
  - Energía química → Energía eléctrica.
- Explica las transformaciones energéticas que se producen en los siguientes fenómenos:
  - Una piedra cae, choca contra el suelo y se para.
  - Una bombilla luce.
- Cuando una persona sube un saco por unas escaleras hasta el segundo piso de un edificio, la energía química almacenada en los músculos se transforma en:
  - Energía calorífica.
  - Energía potencial.
  - Energía cinética.
  - Energía eléctrica.
- Un avión está en la pista dispuesto a despegar, se eleva y alcanza una determinada velocidad. La transformación energética que se ha producido es:
  - Energía potencial → Energía cinética.
  - Energía química → Energía cinética.
  - Energía química → Energía potencial + energía cinética.
  - Energía calorífica → Energía cinética.

Elige la respuesta correcta.
- Al sostener un cuerpo de 10 kg durante 30 s, ¿qué trabajo se realiza? Justifica la respuesta.
- Indica en cuál de las siguientes situaciones una fuerza realiza un trabajo:
  - Un hombre en el andén del metro sujetando una bolsa.
  - Un minero empujando una vagoneta.
  - Un libro apoyado en una mesa.
  - Una lámpara colgando del techo.
- Dos ciclistas cuyas masas son iguales participan en una etapa de montaña contrarreloj y emplean en subir un puerto unos tiempos de 30 y 31 minutos, respectivamente. ¿Cuál de los dos realizó mayor trabajo? ¿Y mayor potencia? Razona las respuestas.
- Establece a qué magnitudes corresponden las siguientes unidades de medida:
  - Kilovatio hora.
  - Julio.
  - Vatio.
  - Caloría.
- En los siguientes casos, establece si existe energía potencial, cinética o ambas:
  - Un hombre de pie asomado a una ventana.
  - Una persona corre por la calle.
  - Un arco de flechas tenso para ser disparado.
  - La flecha se ha disparado y está en vuelo.
- Para que una fuerza  $\vec{F}$  realice trabajo es necesario que provoque un desplazamiento, de forma que:
  - La fuerza actúe en dirección perpendicular al desplazamiento.
  - La fuerza actúe en cualquier dirección independientemente del desplazamiento.
  - La fuerza actúe en la misma dirección que el desplazamiento.
  - La fuerza actúe siempre en la dirección horizontal.
- Un obrero empuja una vagoneta de 500 kg por una vía horizontal sin rozamiento con una fuerza horizontal de 200 N a lo largo de 10 m. Calcula:
  - El trabajo realizado.
  - La energía cinética que ha adquirido la vagoneta.
  - La velocidad al final de su recorrido.
- La cabina de un ascensor tiene una masa de 400 kg y transporta 4 personas de 75 kg cada una. Si sube hasta una altura de 25 m en 2,5 minutos, calcula:
  - El trabajo que realiza el ascensor.
  - La potencia media desarrollada, expresada en kilovatios y caballos de vapor. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1. a) Energía potencial → Energía eléctrica.  
b) Energía química → Energía eléctrica.  
c) Energía cinética (aire) → Energía eléctrica.  
d) Energía luminosa → Energía eléctrica.
2. a) Una bombilla.  
b) Un motor eléctrico (coche de juguete).  
c) Una cocina de gas ciudad.  
d) Una pila.
3. a) La energía potencial que almacena la piedra se transforma en energía cinética mientras cae y al chocar contra el suelo esta última se transforma en calor.  
b) La energía eléctrica se transforma en energía luminosa y en calor.
4. La respuesta verdadera es la b).
5. La respuesta verdadera es la c).
6. El trabajo mecánico es nulo, puesto que no hay desplazamiento.
7. Se realiza trabajo únicamente en el caso b).
8. Los dos ciclistas realizan el mismo trabajo, puesto que los dos tienen que vencer la misma fuerza a lo largo del mismo recorrido:  $W = F \cdot s$ .  
Sin embargo, desarrollará mayor potencia el ciclista que emplea menos tiempo, puesto que la potencia es inversamente proporcional al tiempo empleado.
9. a) Trabajo-energía.  
b) Trabajo-energía.  
c) Potencia.  
d) Energía calorífica.
10. a) Energía potencial.  
b) Energía potencial y cinética.  
c) Energía potencial elástica.  
d) Energía cinética y potencial.
11. La respuesta verdadera es la c).
12. a)  $W = F \cdot d = 2 \cdot 10^3 \text{ J}$ .  
b)  $E_c = W = 2 \cdot 10^3 \text{ J}$ .  
c)  $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 2,82 \text{ m/s}$ .

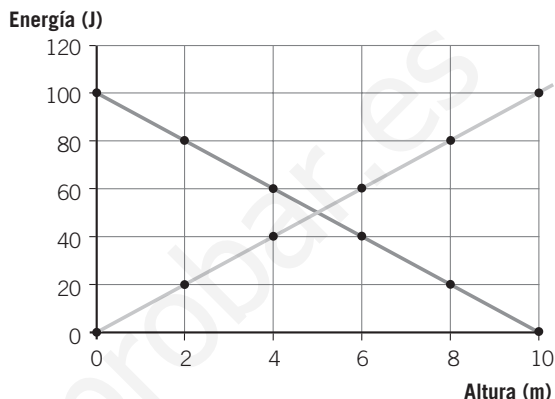
$$13. \text{ a) } W = m_T \cdot g \cdot h = 171\,500 \text{ J.}$$

$$\text{b) } \mathcal{P} = \frac{W}{t} = 1,14 \text{ kW; } P = 1,55 \text{ CV.}$$

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- Describe las transformaciones energéticas que se producen durante el movimiento de un coche:
  - En la batería.
  - En el motor.
  - En los neumáticos.
- Analiza las transformaciones energéticas que se producen en los siguientes procesos:
  - Se quema gas en una caldera.
  - Una planta realiza la función clorofílica.
  - Un coche frena hasta detenerse en una carretera horizontal.
- Al subir a un camión un tonel de 50 litros, justifica en cuál de los siguientes casos se realiza más trabajo:
  - Al elevarlo directamente.
  - Al subirlo por una rampa.
- Cuando se afloja una rueda de coche se utiliza una llave que consiste en una palanca de brazo largo. ¿Qué se consigue con ella? Justifica la respuesta.
  - Realizar menos fuerza.
  - Gastar menos energía.
- Determina las características del trabajo realizado por la fuerza  $F$  en los siguientes casos:
  - La fuerza  $F$  tiene la misma dirección y sentido que el desplazamiento  $s$ .
  - La fuerza  $F$  tiene la misma dirección y sentido contrario que el desplazamiento  $s$ .
  - La fuerza  $F$  es perpendicular al desplazamiento  $s$ .
  - La fuerza  $F$  forma un ángulo de  $30^\circ$  con el desplazamiento  $s$ .
- Un cuerpo cae por una montaña rusa desde un punto  $A$  situado a 50 m de altura con una velocidad de 5 m/s. Posteriormente pasa por otro punto  $B$  situado a 20 metros de altura. ¿Qué velocidad llevará al pasar por  $B$ ?
- Un cuerpo cae libremente desde una altura de 20 m. ¿Qué velocidad llevará cuando llega al suelo?
  - 20 m/s.
  - 0 m/s.
  - 15 m/s.
  - No podemos determinarlo por no conocer la masa del cuerpo.

- En la siguiente gráfica se muestra la variación de las energías cinética y potencial de un cuerpo de 2 kg de masa a lo largo de su movimiento. Responde a las siguientes cuestiones:



- ¿Qué tipo de movimiento representa?
  - ¿Cuál es la velocidad inicial?
  - ¿Hasta qué altura sube?
  - ¿Cuáles son los valores máximos y mínimos de las energías cinética y potencial?
  - ¿Qué ocurre en el punto en donde se cruzan las dos gráficas?
  - ¿Cómo justificas las variaciones de energías que aparecen en la gráfica? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- Analiza la siguiente frase y justifica si es verdadera o falsa: «Cuando un coche circula por una carretera horizontal a velocidad constante, de acuerdo con la segunda ley de Newton, la fuerza resultante que actúa sobre él es nula. Por tanto, el motor del coche no realiza trabajo; es decir, no consume gasolina».
  - Calcula la potencia que tiene que desarrollar el motor de un coche de 1500 kg de masa para pasar de una velocidad de 36 km/h a 108 km/h en 20 s. Expresa el resultado en kilovatios y en caballos de vapor.
  - Un cuerpo de 20 kg descansa sobre una superficie horizontal. Calcula:
    - El trabajo realizado al elevarlo 5 m.
    - La energía potencial ganada.
    - El trabajo necesario para arrastrarlo por el suelo con velocidad constante a lo largo de 5 m, si el coeficiente de rozamiento es 0,25.
    - La energía cinética adquirida. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. **a)** La energía química se transforma en energía eléctrica.  
**b)** La energía química de la combustión de la gasolina se transforma en calor y en energía mecánica.  
**c)** La energía mecánica se transforma en calor por el rozamiento de los neumáticos con el asfalto.
2. **a)** La energía química almacenada en el gas se transforma en calor.  
**b)** La energía luminosa del Sol se transforma en energía química.  
**c)** La energía mecánica se transforma en calor.
3. El trabajo realizado es el mismo en los dos casos.
4. La energía gastada es la misma, pero se realiza menos fuerza.
5. **a)**  $W = F \cdot s$ ;  $W > 0$ ;  $W = \text{máx.}$   
**b)**  $W = -F \cdot s$ ;  $W < 0$ ;  $W = \text{mín.}$   
**c)**  $W = 0$ .  
**d)**  $W = F \cdot s \cdot \cos 30^\circ$ .
6.  $E_C + E_P = \text{cte.} \rightarrow$   
 $\rightarrow m \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 =$   
 $= m \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 \rightarrow$   
 $\rightarrow v_2 = 25 \text{ m/s.}$
7.  $m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \rightarrow v = 20 \text{ m/s.}$
8. **a)** Un movimiento de lanzamiento vertical.  
**b)**  $v_0 = 10 \text{ m/s.}$   
**c)**  $h = 5 \text{ m.}$   
**d)**  $E_{C \text{ máx.}} = 100 \text{ J}$ ;  $E_{C \text{ mín.}} = 0$ ;  $E_{P \text{ máx.}} = 100 \text{ J}$ ;  
 $E_{P \text{ mín.}} = 0 \text{ J.}$   
**e)**  $E_C = E_P = 50 \text{ J.}$   
**f)** Se cumple el principio de conservación de la energía: a medida que el cuerpo sube, la energía cinética se transforma en potencial.
9. La frase es falsa, ya que, aunque la fuerza resultante es nula, el motor está ejerciendo una fuerza constante igual a la fuerza de rozamiento; por tanto, sí realiza trabajo y consume gasolina.
10.  $W = \Delta E_C \rightarrow \mathcal{P} = \frac{W}{t} = 30 \text{ kW}$ ;  $\mathcal{P} = 40,8 \text{ CV.}$
11. **a)**  $W = m \cdot g \cdot h = 1000 \text{ J.}$   
**b)**  $E_P = m \cdot g \cdot h = 1000 \text{ J.}$   
**c)**  $W = F_R \cdot d = \mu \cdot m \cdot g \cdot d = 250 \text{ J.}$   
**d)**  $E_C = W = 250 \text{ J.}$

## PROBLEMA RESUELTO 1

Un cuerpo de 2 kg de masa se desplaza 2 metros por una superficie horizontal bajo la acción de una fuerza de 10 N paralela al plano de deslizamiento. Si el coeficiente de rozamiento entre el suelo y el cuerpo es 0,2, calcula:

- ¿Qué trabajo realizaría la fuerza de arrastre?
- ¿Qué trabajo realizaría la fuerza de rozamiento?
- ¿Realizarían trabajo la fuerza normal y la fuerza peso?
- ¿Cuál sería el trabajo total?
- Si ese trabajo se ha desarrollado en 5 segundos, ¿cuál sería la potencia?

## Planteamiento y resolución

- a) Con la definición de trabajo calculamos el trabajo de la fuerza de arrastre:

$$W_{\text{fuerza de arrastre}} = F \cdot s = 10 \cdot 2 = 20 \text{ J}$$

- b) Para calcular el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento debemos hallar en primer lugar cuánto vale esta.

$$F_{\text{rozamiento}} = \mu \cdot m \cdot g = 0,2 \cdot 2 \cdot 9,8 = 3,92 \text{ N}$$

Ahora:

$$\begin{aligned} W_{\text{fuerza de rozamiento}} &= -F_{\text{roz}} \cdot s \\ W_{\text{fuerza de rozamiento}} &= -3,92 \cdot 2 = \\ &= -7,84 \text{ J} \end{aligned}$$

El signo menos del trabajo es debido a que la fuerza de rozamiento tiene sentido contrario al desplazamiento.

- c) Tanto la fuerza normal como la fuerza peso no realizan trabajo, por ser perpendiculares al desplazamiento.
- d) El trabajo total sería la suma de los trabajos anteriormente calculados:

$$W_{\text{total}} = 20 + (-7,84) = 12,16 \text{ J}$$

- e) De la definición de potencia:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{12,16}{5} = 2,43 \text{ W}$$

## ACTIVIDADES

- Un cuerpo se desplaza 5 m al actuar sobre él una fuerza de 50 N. Calcula el trabajo realizado en los siguientes casos:
  - Fuerza y desplazamiento tienen la misma dirección y sentido.
  - Fuerza y desplazamiento tienen la misma dirección y sentido contrario.
  - Fuerza y desplazamiento son perpendiculares.

Sol.: a) 250 J; b) -250 J; c) 0 J
- Queremos arrastrar un armario de 100 kg de masa por el suelo de una habitación hasta situarlo a 3 m de distancia. El coeficiente de rozamiento es 0,2.
  - ¿Qué fuerzas realizan trabajo positivo?
  - ¿Qué fuerzas realizan trabajo negativo?
  - ¿Qué fuerzas realizan trabajo nulo?
  - ¿Cuál es el trabajo total realizado si el armario se desplaza con velocidad constante?

Sol.: a) Fuerza de arrastre; b) Fuerza de rozamiento; c) Fuerza normal y fuerza peso; d) 600 J
- ¿Qué trabajo realizarías si llevaras una maleta (sin arrastrar) durante una cierta distancia horizontal?
 

Sol.: 0 J
- Calcula qué trabajo puede realizar en dos horas un motor que tiene una potencia de 10 000 W.
 

Sol.:  $7,2 \cdot 10^7 \text{ J}$
- Una grúa eleva un peso de 200 N desde el suelo hasta una altura de 10 m en 10 s. Halla la potencia desarrollada en kW.
 

Sol.: 0,2 kW

## PROBLEMA RESUELTO 2

¿A qué altura debemos elevar un cuerpo de 10 kg para que tenga una energía potencial que sea igual a la energía cinética que tiene otro cuerpo de 5 kg moviéndose a una velocidad de 10 m/s?

## Planteamiento y resolución

En primer lugar calculamos la energía cinética que tiene el segundo cuerpo.

Para ello sustituimos los datos que nos dan en el enunciado del problema en la siguiente expresión:

$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Obtenemos:

$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow E_{\text{cinética}} = 250 \text{ J}$$

El primer cuerpo deberá tener entonces una energía potencial de 250 J.

La energía potencial es una energía que tiene relación con la posición y se puede expresar así:

$$E_{\text{potencial}} = m \cdot g \cdot h$$

Sustituyendo los datos conocidos resulta que la altura debe ser igual a:

$$250 = 10 \cdot 9,8 \cdot h \rightarrow$$

$$\rightarrow h = 2,55 \text{ m}$$

## ACTIVIDADES

- 1 **Calcula la energía cinética que tienen los siguientes cuerpos:**
  - a) Un balón de fútbol de 500 g de masa que se mueve a una velocidad de 8 m/s.
  - b) Una pelota de tenis de 50 g de masa que se desplaza con una velocidad de 108 km/h.

*Sol.: a) 16 J; b) 22,5 J*
- 2 **Calcula la energía potencial que tienen los siguientes cuerpos:**
  - a) Una piedra de 100 g cuando está a una altura de 4 m.
  - b) Una pelota de 250 g cuando está a una altura de 2 m.

*Sol.: a) 3,92 J; b) 4,9 J*
- 3 **Pon tres ejemplos de sistemas que posean energía cinética y otros tres de sistemas con energía potencial.**
- 4 **Un vehículo de 1000 kg de masa va a una velocidad de 72 km/h por una carretera horizontal. En ese instante se queda sin gasolina. Realiza los cálculos matemáticos necesarios y contesta: ¿qué energía pierde desde ese instante hasta que se para?**

*Sol.: 200 000 J*
- 5 **¿Puede ser la energía cinética de un cuerpo negativa? Justifica la respuesta.**

*Sol.: No, ya que tanto la masa como el cuadrado de la velocidad son valores positivos siempre*
- 6 **Una persona de 60 kg sube por una escalera mecánica hasta una altura de 10 m. ¿Qué energía potencial ha ganado?**

*Sol.: 5880 J*
- 7 **Calcula la energía cinética de un automóvil de 1200 kg que se mueve a una velocidad de 180 km/h.**

*Sol.:  $1,5 \cdot 10^6 \text{ J}$*
- 8 **Una piedra de 100 g de masa se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad de 72 km/h. Calcula:**
  - a) Las energías cinética y potencial de la piedra un segundo después de ser lanzada.
  - b) Las energías cinética y potencial cuando la piedra se encuentra a 20 m de altura.

*Sol.: a)  $E_C = 5 \text{ J}$ ;  $E_P = 15 \text{ J}$ .  
b)  $E_C = 0$  y  $E_P = 20 \text{ J}$*

## PROBLEMA RESUELTO 3

Se dispara verticalmente y hacia arriba un proyectil de 10 g con una velocidad de 200 m/s.

Calcula:

- La energía cinética que tiene al ser disparado.
- La altura máxima alcanzada.
- La energía mecánica que posee en el punto más alto.

NOTA: Resuelve el problema aplicando el principio de conservación de la energía.

## Planteamiento y resolución

- a) En el momento del disparo, la energía cinética que tiene será:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \cdot 200^2 \rightarrow \\ \rightarrow E_c = 200 \text{ J}$$

En este momento la energía mecánica que tiene el proyectil es la cinética, pues la energía potencial en ese instante es cero.

- b) En el punto de máxima altura, y por conservarse la energía, la energía mecánica sería 200 J. En este instante la energía mecánica coincide con la

potencial, pues la velocidad en el punto de máxima altura es cero y consecuentemente la energía cinética también es cero.

Así,  $E_p = 200 \text{ J}$  y despejando resulta:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \rightarrow 200 = 10^{-2} \cdot 9,8 \cdot h \rightarrow \\ \rightarrow h = 2040,8 \text{ m}$$

- c) Como hemos comentado en el apartado anterior, la energía mecánica, que es la suma de la cinética y la potencial, sería **200 J** a lo largo de todos los instantes, por conservarse la energía.

## ACTIVIDADES

- Desde una altura de 200 m se deja caer un objeto de 10 kg. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
  - ¿Cuánto valdrá la energía potencial en el punto más alto?
  - ¿Cuánto valdrá su energía cinética al llegar al suelo?
  - ¿Con qué velocidad llegará al suelo?
  - ¿Qué velocidad tendrá en el punto medio de su recorrido?

Sol.: a) 20 000 J; b) 20 000 J; c) 63,25 m/s; d) 44,7 m/s
- Un mismo cuerpo se deja caer desde la misma altura, de dos formas diferentes: por un lado, cae libremente siguiendo la vertical; por otro, cae resbalando por un plano inclinado que forma un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal. Aplicando el principio de conservación de la energía mecánica y en ausencia de rozamientos, determina en cuál de los dos casos llega el cuerpo con mayor velocidad al suelo.
 

Sol.: En ausencia de rozamientos, la velocidad con que llegaría al suelo sería la misma

- Se lanza un cuerpo de 1 kg de masa verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 15 m/s. Calcula:
  - La máxima altura alcanzada.
  - La velocidad al llegar al suelo.

Sol.: a) 11,48 m; b) 15 m/s
- Un automóvil de 1200 kg de masa con una velocidad de 72 km/h sube por una carretera hasta alcanzar un punto situado a 150 m de altura vertical sobre el inicial, llevando en ese momento una velocidad de 36 km/h. Calcula la variación de energía mecánica que ha experimentado el automóvil.
 

Sol.: 1 584 000 J

- 5 Completa la siguiente tabla:

Energía cinética (J)	Energía potencial (J)	Energía mecánica (J)
100		500
	200	600
350	175	



## PROBLEMA RESUELTO 4

Una bomba de 1400 W de potencia extrae agua de un pozo de 25 m de profundidad a razón de 200 litros por minuto. Calcula:

- El trabajo realizado cada minuto.
- La potencia desarrollada por la bomba.
- El rendimiento de la bomba.

## Planteamiento y resolución

- a) El trabajo realizado cada minuto lo calculamos según:

$$W = F \cdot s$$

teniendo en cuenta que la fuerza será igual que el peso de agua extraída.

El peso del agua extraída cada minuto sería:

$$P = 200 \cdot 9,8 = 1960 \text{ N}$$

Y el trabajo sería:

$$W = 1960 \cdot 25 = 49\,000 \text{ J}$$

- b) La potencia desarrollada la calculamos según:

$$\mathcal{P} = \frac{W}{t}$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$\mathcal{P} = \frac{49\,000}{60} \rightarrow$$

$$\rightarrow \mathcal{P} = 816,67 \text{ W}$$

- c) Para calcular el rendimiento de la bomba tendremos en cuenta que el rendimiento de la máquina se puede poner como:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\mathcal{P}_{\text{desarrollada}}}{\mathcal{P}_{\text{teórica}}} \cdot 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{816,67}{1400} \cdot 100 = 58,3\%$$

## ACTIVIDADES

- 1 Un motor que lleva la indicación 1,5 kW eleva un peso de 150 kg a una altura de 5 metros en 10 segundos. ¿Cuál ha sido el rendimiento?

Sol.: 49 %

- 2 Si la potencia utilizada por un motor es de 15 000 W y su rendimiento es del 65 %, ¿cuál sería su potencia teórica?

Sol.: 23 077 W

- 3 Se quiere instalar una bomba para elevar un caudal de 300 litros por minuto a un depósito de 20 metros de altura. Calcula la potencia del motor, si el rendimiento es del 70 %.

Sol.: 1400 W

- 4 Calcula la energía consumida en kWh por una motobomba para subir 100 m<sup>3</sup> de agua a un depósito situado a 50 m de altura.

Sol.: 13,6 kWh

- 5 Para elevar un cuerpo se necesita un motor de potencia 0,2 CV. Si con esa potencia el cuerpo sube a razón de 3 m/s, ¿cuál es el peso del cuerpo?

Sol.: 49 N

- 6 ¿Puede el rendimiento de una máquina ser del 100 %?

Razona la respuesta.

Sol.: No, ya que siempre hay pérdidas por rozamientos

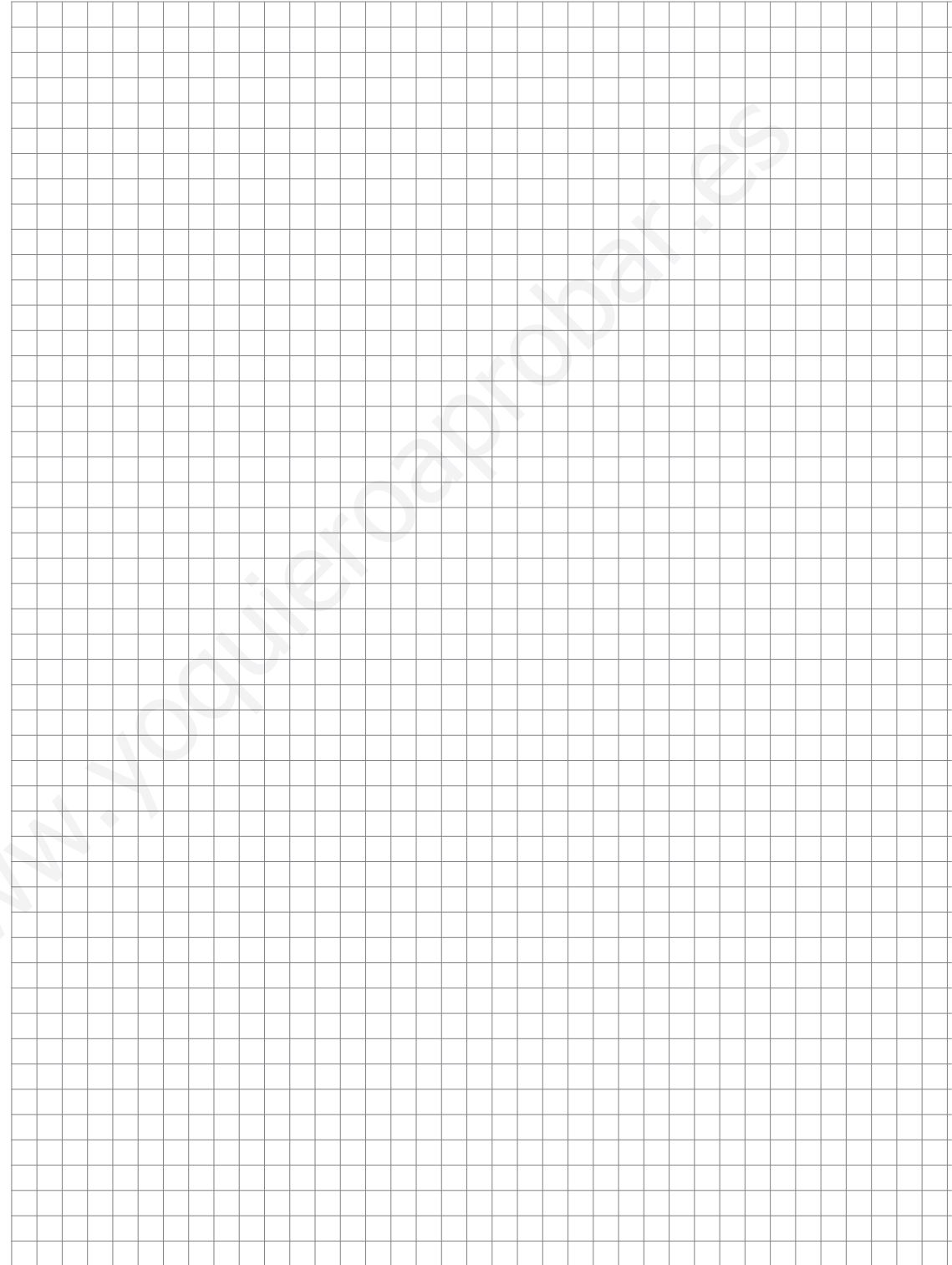
- 7 En la siguiente tabla se muestra la energía consumida y el tiempo utilizado por dos máquinas.

Máquina	Energía consumida (kJ)	Tiempo utilizado (min)
A	20	2,0
B	60	4,0

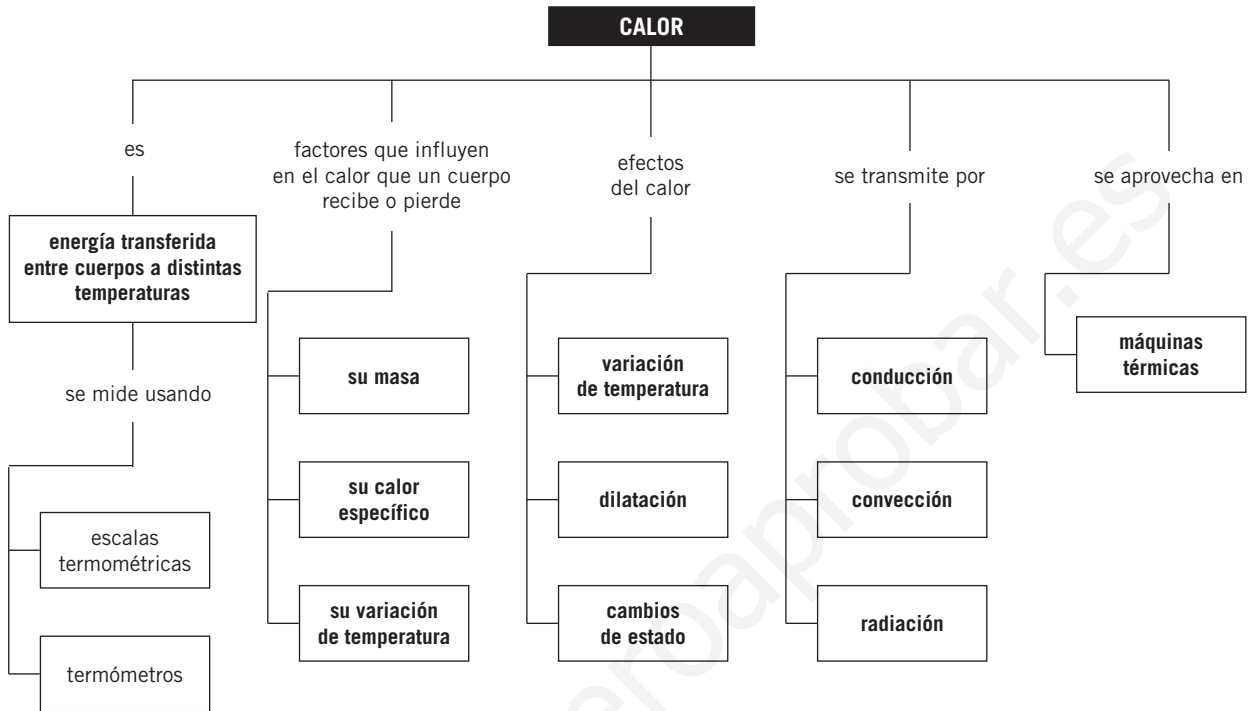
¿Cuál es la máquina más potente?

Sol.: La B

## Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

- Una vez conocidos el concepto de trabajo mecánico y el principio de conservación de la energía mecánica, debemos emprender el estudio del calor como otra forma de transmitirse la energía entre los cuerpos, identificando la naturaleza común del trabajo y del calor, y las posibilidades de transformación de uno en el otro.
- Es importante que los alumnos y alumnas aprendan a diferenciar los conceptos de calor y temperatura identificando, a la vez, la relación que hay entre ambos y la estructura interna de los cuerpos.
- Las diferentes estructuras microscópicas de los cuerpos deben servir para analizar propiedades como el calor específico, el calor latente, la temperatura de fusión, la temperatura de ebullición o los coeficientes de dilatación que permiten a diferentes cuerpos comportarse de distinta manera frente al calor.
- El concepto de rendimiento nos permitirá presentar la imposibilidad de transformar la energía calorífica en energía mecánica al 100 %. No se trata de una limitación técnica, sino de una limitación impuesta por las leyes de la naturaleza.
- Debido a que gran parte de los conceptos tratados en esta unidad forman parte del lenguaje cotidiano de los alumnos, asignándoles un significado que no siempre corresponde con el significado científico, es importante enfrentarles con sus ideas preconcebidas con el fin de que asimilen el cambio conceptual.

## PRESENTACIÓN

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es preciso que los alumnos identifiquen el calor y el trabajo como dos formas de energía en tránsito.</li> <li>2. Asimismo, han de reconocer los aumentos de temperatura, los cambios de estado</li> </ol> | <p>y las dilataciones de los cuerpos como efectos del calor.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Es muy importante llegar a distinguir entre conservación de la energía y degradación de la energía.</li> </ol> |
|--|---|

## OBJETIVOS

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

## CONTENIDOS

### CONCEPTOS

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

### PROCEDIMIENTOS, DESTREZAS Y HABILIDADES

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

### ACTITUDES

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

## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación para el consumo

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

### 2. Educación cívica

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

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

### Competencia matemática

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

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

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

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

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

### Competencia en comunicación lingüística

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

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

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

### Tratamiento de la información y competencia digital

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

### Competencia social y ciudadana

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

También se fomentan hábitos destinados al consumo responsable de energía.

### Autonomía e iniciativa personal

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

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

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

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Completa la tabla:

Temperatura (°C)	Temperatura (K)
50	
	450
-10	
	15

2. ¿Es correcto afirmar que el agua del mar tiene gran cantidad de calor?

3. Un recipiente con agua a 60 °C se enfría en contacto con el ambiente. Contesta razonadamente a las siguientes cuestiones:

- El agua, ¿cede o absorbe calor?
- El ambiente, ¿cede o absorbe calor?
- ¿Qué temperatura alcanza el agua?

4. Completa la tabla:

Sustancia	Temperatura de fusión (°C)	Temperatura de ebullición (°C)	Estado físico a temperatura ambiente (20 °C)
A	-5	10	
B	-10	40	
C	1100	3000	

5. Calcula la cantidad de calor que es necesario suministrar a 200 g de plomo para elevar su temperatura desde 20 °C hasta 80 °C.

$$c_e \text{ Pb} = 125 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}).$$

6. Se calienta un trozo de hielo, que se encuentra a -20 °C, hasta transformarlo en agua a 90 °C. Explica, de forma cualitativa, el calor que se consume en el proceso, detallando cada uno de los pasos.

7. Calcula la cantidad de calor que se necesita para poder fundir 150 g de cobre que se encuentran a la temperatura de fusión.

8. El calentador de una vivienda calienta el agua hasta 70 °C. Si el agua entra a 15 °C, ¿qué cantidad de calor habrá que consumir para calentar 200 L de agua?

$$\begin{aligned} \text{Densidad del agua} &= 1000 \text{ kg}/\text{m}^3; \\ c_e (\text{agua}) &= 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}). \end{aligned}$$

9. En una bañera que contiene 50 L de agua a 60 °C, se añade agua fría, a 17 °C, hasta completar 150 L. Determina la temperatura que adquiere la mezcla.

$$\begin{aligned} \text{Densidad del agua} &= 1000 \text{ kg}/\text{m}^3; \\ c_e (\text{agua}) &= 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}). \end{aligned}$$

10. Una bola de plomo que está a 80 °C de temperatura se introduce en un recipiente que contiene 250 mL de agua a 15 °C. Al cabo de un cierto tiempo se mide la temperatura del agua, que resulta ser de 30 °C. Determina la masa de la bola de plomo.

$$\begin{aligned} c_e (\text{plomo}) &= 125 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}); \\ c_e (\text{agua}) &= 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}); \\ \text{densidad del agua} &= 1000 \text{ kg}/\text{m}^3. \end{aligned}$$

11. Completa la siguiente tabla, indicando la forma de transmisión de calor que corresponda:

	Transmisión de calor
Metales	
Aire	
Cuerpo incandescente	
Agua	

12. Comenta e interpreta la siguiente frase: «Los abrigos de lana dan mucho calor».

13. Una máquina térmica utiliza 1000 kcal proporcionadas por un foco caliente y realiza un trabajo de 1000 kJ. Determina su rendimiento.

14. Determina cuál de las siguientes relaciones es la correcta:

- 1 caloría = 4186 julios.
- 1 kilocaloría = 4186 julios.
- 1 julio =  $0,24 \cdot 10^3$  calorías.
- 1 julio = 4,18 calorías.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1.

Temperatura (°C)	Temperatura (K)
50	323
177	450
-10	263
47	320

2. Los cuerpos no tienen calor en su interior; el calor es una forma de energía que solo recibe ese nombre mientras la energía se transfiere.
3. a) El agua cede calor, ya que disminuye su temperatura.  
 b) El ambiente absorbe el calor cedido por el agua.  
 c) La misma que la del medio ambiente.

4.

Sustancia	Temperatura de fusión (°C)	Temperatura de ebullición (°C)	Estado físico a temperatura ambiente (20 °C)
A	-5	10	gas
B	-10	40	líquido
C	1100	3000	sólido

5.  $Q = m \cdot c_e \cdot (t_2 - t_1) =$   
 $= 0,2 \text{ kg} \cdot 125 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) \text{ K} = 1500 \text{ J}$
6. 1.º El hielo a  $-20 \text{ °C}$  absorbe calor y aumenta su temperatura hasta  $0 \text{ °C}$ :  
 $Q_1 = m \cdot c_e \cdot \Delta t$
- 2.º El hielo a  $0 \text{ °C}$  absorbe calor y se transforma en agua líquida a  $0 \text{ °C}$  (se produce el cambio de estado):  
 $Q_2 = m \cdot L_f$
- 3.º El agua a  $0 \text{ °C}$  absorbe calor y aumenta su temperatura hasta  $90 \text{ °C}$ :  
 $Q_3 = m \cdot c_e \cdot \Delta t$
- El calor total consumido en el proceso es:  
 $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$
7.  $L_f = 2,05 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$   
 $Q = m \cdot L_f = 0,15 \text{ kg} \cdot 2,05 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 30750 \text{ J}$

8.  $Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t$

Sustituimos valores en la expresión anterior:

$$Q = 200 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (70 - 15) \text{ K} =$$

$$= 4,59 \cdot 10^7 \text{ J}$$

9.  $Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$

Sustituimos valores en la expresión anterior:

$$50 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (60 - t) \text{ K} =$$

$$= 100 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (t - 17) \text{ K}$$

Despejando de esta expresión la temperatura obtenemos:

$$t = 31,3 \text{ °C}$$

10.  $Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$

$$m \cdot 125 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 30) \text{ K} =$$

$$= 0,250 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (30 - 15) \text{ K}$$

Despejando la masa obtenemos:

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

11.

	Transmisión de calor
Metales	Conducción
Aire	Convección
Cuerpo incandescente	Radiación
Agua	Convección

12. Los abrigos de lana protegen del frío, ya que aíslan el cuerpo del exterior impidiendo que el calor salga.

13. Para calcular el rendimiento necesitamos conocer el valor del calor:

$$Q = 1000 \text{ kcal} \cdot 4,18 \frac{\text{J}}{\text{cal}} \cdot 10^3 \frac{\text{cal}}{\text{kcal}} \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{J}} =$$

$$= 4180 \text{ kJ}$$

Por tanto, el rendimiento será:

$$R = \frac{W}{Q} \cdot 100 = \frac{1000 \text{ kJ}}{4180 \text{ kJ}} \cdot 100 = 23,9 \%$$

14. La respuesta correcta es la b).

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

1. Explica, aplicando la teoría cinética, el concepto de temperatura de un cuerpo. Cuando un cuerpo se enfría, ¿disminuye la cantidad de calor que tiene en su interior?

2. Los calores específicos del aluminio y del oro son, respectivamente,  $0,22 \text{ cal}/(\text{g} \cdot \text{K})$  y  $126 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . ¿Cuál de los dos metales tiene mayor calor específico?

3. En las cataratas del Niágara hay saltos de agua de hasta 50 m. Suponiendo que toda la energía que lleva el agua se convierta en calor, calcula el cambio de temperatura que produce el salto.  
 $c_e$  (agua) =  $4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

4. A partir de los datos que aparecen en la tabla:

a) Ordena las sustancias en orden creciente a su facilidad para aumentar  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  su temperatura.

b) Ordena las sustancias en orden creciente a su facilidad para pasar al estado líquido una vez alcanzada la temperatura de fusión.

	$c_e$ (cal/g °C)	$L_f$ (cal/g)
Agua	1	—
Hierro	0,11	48,24
Cobre	0,095	49,2
Hielo	0,5	80,16

5. Explica razonadamente por qué, recibiendo la misma cantidad de calor, la arena de la playa está más caliente que el agua.

6. Disponemos de tres masas iguales de tres sustancias, A, B y C, inicialmente a la misma temperatura. Se les suministra la misma cantidad de calor, resultando la temperatura final de C mayor que la de A, y esta mayor que la de B. Ordena las sustancias en orden creciente a sus calores específicos.

7. Para conocer el calor específico de un metal introducimos una barra de 150 g de dicho metal, a  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , en un calorímetro que contiene 500 mL de agua a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Si la temperatura final de la mezcla es de  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  y suponemos que no hay pérdidas de calor con el exterior, calcula dicho calor específico.  
 $c_e$  (agua) =  $4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  
 densidad del agua =  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

8. El calor de fusión del hielo es  $80 \text{ cal/g}$ . Responde a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cuánto calor habría que suministrar a 20 kg de hielo a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  para que fundan? Expresa el resultado en kJ.

b) Si después queremos volver a congelar toda el agua obtenida, ¿cuánto calor deberíamos emplear?

c) Si el hielo estuviera a  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ , ¿se fundiría utilizando la misma cantidad de calor?

9. Desde una altura de 100 m cae una bola de plomo de 1,5 kg de masa. Cuando choca contra el suelo toda su energía se transforma en calor. Si la temperatura de la bola es de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , ¿cuál es la temperatura final que alcanza?

Calor específico del plomo =  $125 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

10. Un bloque de hielo de 5 kg que está a una temperatura de  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  se lanza por una superficie horizontal a una velocidad de 15 m/s. Al cabo de un cierto tiempo el bloque se para por efecto del rozamiento.

Si toda la energía se emplea en fundir el hielo, calcula:

a) La cantidad de hielo que se funde.

b) La velocidad que tendría que haber llevado el bloque para fundir todo el hielo.

$$L_f (\text{hielo}) = 3,34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

11. Piensa y contesta:

¿Cómo influye un aumento de temperatura en la densidad de un cuerpo?

12. El calor de combustión de la gasolina es de  $42\,700 \text{ kJ/kg}$ . Un coche que tiene una potencia de 30 CV, circula a una velocidad de 90 km/h, consumiendo 7 litros de gasolina por cada 100 km. La densidad de la gasolina es  $720 \text{ kg/m}^3$ .

Determina:

a) La energía suministrada en la combustión de 7 litros de gasolina.

b) El trabajo realizado por el motor al recorrer 100 km.

c) El rendimiento del motor.



## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. Las partículas que forman los cuerpos (átomos, moléculas...) están en continuo movimiento; por tanto, almacenan energía cinética. La temperatura es la medida de la cantidad de energía cinética (promedio) que tienen las partículas de un cuerpo. Cuando un cuerpo se enfría, disminuye la energía cinética de sus partículas, que se transfiere al exterior en forma de calor. Los cuerpos no contienen calor; el calor es cedido o absorbido por los cuerpos.

2.  $c_e(\text{oro}) = 126 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 0,03 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{K}}$   
El calor específico del aluminio es mayor.

3.  $W = Q$ .

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot c_e \cdot \Delta t$$

Despejando  $\Delta t$  de la expresión anterior y sustituyendo valores obtenemos:

$$\Delta t = \frac{g \cdot h}{C_e} \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta t = \frac{10 \cdot 50}{4180} = 0,119 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4. a) Cobre < hierro < hielo < agua.

b) Hierro < cobre < hielo.

5. Según la expresión:  $Q = m \cdot c_e \cdot \Delta t$ , si reciben la misma cantidad de calor, la arena se calienta más porque su calor específico es menor que el del agua.

6.  $c_{eB} > c_{eA} > c_{eC}$ .

7.  $Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$ .

$$0,150 \text{ kg } c_e \cdot (80 - 22) \text{ K} =$$

$$= 0,5 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (22 - 20) \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow c_e = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

8. a)  $Q = m \cdot L_f = 20 \text{ kg} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} =$   
 $= 1,6 \cdot 10^6 \text{ cal}$

$$Q = 1,6 \cdot 10^6 \text{ cal} \cdot \frac{4,18 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} \rightarrow$$

$$\rightarrow Q = 6688 \text{ kJ}$$

b)  $Q = -6688 \text{ kJ}$ .

c) No, se requeriría además el calor necesario para elevar su temperatura desde  $-5 \text{ } ^\circ\text{C}$  hasta  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

9.  $W = Q$ .

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot c_e \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow$$

$$\rightarrow 1,5 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 =$$

$$= 1,5 \text{ kg} \cdot 125 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (t_2 - 20) \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow t_2 = 27,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

10. a)  $E_c = W = Q$ .

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m' \cdot L_f \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ kg} \cdot (1,5 \text{ m/s})^2 = m' \cdot 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg} \rightarrow$$

$$\rightarrow m' = 1,68 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 1,68 \text{ g}$$

b)  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot L_f \rightarrow v = 817,3 \text{ m/s}$

11. Al aumentar la temperatura el cuerpo se dilata; es decir, aumenta su volumen; por tanto, disminuye su densidad.

12. a)  $Q = 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 42 \text{ 700} \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} =$   
 $= 215 \text{ 208 kJ}$

b)  $W = \mathcal{P} \cdot t$ .

$$s = v \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{100 \text{ km}}{90 \text{ km/h}} = 1,11 \text{ h}$$

$$W = 30 \text{ CV} \cdot 735 \frac{\text{W}}{\text{CV}} \cdot 3996 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} =$$

$$= 88 \text{ 111,8 kJ}$$

c)  $R = \frac{W}{Q} \cdot 100 = 40,9 \%$

## PROBLEMA RESUELTO 1

Si mezclamos 15 litros de agua a 65 °C con 20 L de agua a 30 °C, determina:

- La temperatura final de la mezcla.
- La cantidad de agua a 10 °C que habría que utilizar para obtener una mezcla a la misma temperatura que la anterior.

Datos:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $c_e \text{ agua} = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$

## Planteamiento y resolución

a) Agua caliente:  $m_1 = d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_1 = 1 \text{ kg/L} \cdot 15 \text{ L} = 15 \text{ kg}$  a  $t_1 = 65 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Agua fría:  $m_2 = d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_2 = 20 \cdot 1 \text{ kg/L} = 20 \text{ kg}$  a  $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ .

El agua caliente cede calor, disminuyendo su temperatura hasta alcanzar la temperatura final  $t$ :

$$Q_c = m_1 \cdot c_e \cdot (t - t_1)$$

El agua fría absorbe calor, aumentando su temperatura hasta la temperatura final  $t$ :

$$Q_a = m_2 \cdot c_e \cdot (t - t_2)$$

Suponiendo que no hay pérdidas de energía y aplicando el criterio de signos, según el cual:

$Q_{\text{absorbido}} > 0$  y  $Q_{\text{cedido}} < 0$ , se cumple que:

$$-Q_c = Q_a$$

$$-m_1 \cdot c_e \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_e \cdot (t - t_2)$$

$$\begin{aligned} -15 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (t - 65) &= \\ &= 20 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (t - 30) \end{aligned}$$

Despejando el valor de  $t$  obtenemos la temperatura final de la mezcla:  $t = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Ten cuidado con las unidades, todas deben estar expresadas en el mismo sistema.

Recuerda que la variación de temperatura es la misma en la escala centígrada o en la escala Kelvin.

- b) Si el agua fría se encuentra a 10 °C y seguimos el mismo razonamiento que en el apartado anterior, tenemos que:

$$\begin{aligned} -15 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} (45 - 65) &= \\ &= m_2 \cdot 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot (45 - 10) \end{aligned}$$

de donde,  $m_2 = 8,57 \text{ kg}$ .

## ACTIVIDADES

- 1 En un recipiente que contiene 250 g de agua a 18 °C, se introduce un anillo de cobre de 100 g de masa que está a una temperatura de 50 °C. Calcula la temperatura final que adquiere el anillo cuando se alcanza el equilibrio. ¿Qué temperatura adquiere el agua?

Datos: calor específico del cobre = 0,385 kJ/(kg · °C); calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Sol.:  $t = 19,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ; En equilibrio térmico el anillo y el agua están a la misma temperatura

- 2 Se mezclan 10 litros de agua a 70 °C con 80 litros de agua a 20 °C. Contesta: ¿cuál es la temperatura final de la mezcla?

Datos: densidad del agua = 1000 kg/m<sup>3</sup>; calor específico del agua = 4180 J/(kg · K).

Sol.:  $t = 25,5 \text{ }^\circ\text{C}$

- 3 Un cuerpo de 20 kg de masa, que se encuentra a una temperatura de 90 °C, se introduce en un recipiente que contiene 2 litros de agua a 20 °C. Cuando se alcanza el equilibrio térmico, la temperatura es de 30 °C. ¿Cuál es el calor específico del cuerpo?

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

Sol.:  $c_e = 0,016 \text{ cal/(g} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

- 4 En un recipiente que contiene aceite a 80 °C de temperatura introducimos una cuchara de cobre, de 50 g de masa que está a 20 °C. Cuando se alcanza el equilibrio, la temperatura es de 76 °C. Determina el volumen de aceite que había en el recipiente.

Datos:  $c_e$  (aceite) = 1800 J/(kg · K);  $c_e$  (cobre) = 375 J/(kg · K); densidad del aceite = 0,8 g/cm<sup>3</sup>.

Sol.: 182,29 cm<sup>3</sup>

## PROBLEMA RESUELTO 2

Calcula el calor necesario para que 1 kg de hielo que está a  $-15\text{ °C}$  se transforme en agua a  $80\text{ °C}$ .

$$L_f (\text{hielo}) = 3,34 \cdot 10^5 \frac{\text{julios}}{\text{kg}}; c_e (\text{hielo}) = 2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}); c_e (\text{agua}) = 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}).$$

## Planteamiento y resolución

Podemos considerar que el proceso se produce en varias etapas:

Etapla 1:

El hielo absorbe calor y se calienta hasta la temperatura de fusión.

$$\begin{aligned} \text{Hielo } (-15\text{ °C}) &\xrightarrow{Q_1} \text{hielo } (0\text{ °C}) \\ Q_1 &= m \cdot c_{e \text{ hielo}} \cdot \Delta t = \\ &= 1 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (0 - (-15)) \text{ K} = \\ &= 31\,350 \text{ J} \end{aligned}$$

Etapla 2:

El hielo absorbe calor y cambia de estado, sin variar su temperatura.

$$\text{Hielo } (0\text{ °C}) \xrightarrow{Q_2} \text{agua } (0\text{ °C})$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \cdot L_f \text{ hielo} = \\ &= 1 \text{ kg} \cdot 3,34 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg} = 334\,000 \text{ J} \end{aligned}$$

Etapla 3:

El agua absorbe calor y aumenta su temperatura hasta  $80\text{ °C}$ .

$$\text{Agua } (0\text{ °C}) \xrightarrow{Q_3} \text{agua } (80\text{ °C})$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= m \cdot c_{e \text{ agua}} \cdot \Delta t = \\ &= 1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (80 - 0) = 334\,400 \text{ J} \end{aligned}$$

En el proceso global:

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 = \\ &= 31\,350 + 334\,000 + 334\,400 = \mathbf{699\,750 \text{ J}} \end{aligned}$$

## ACTIVIDADES

- 1** Determina la cantidad de calor que es necesario suministrar a un bloque de hierro de 10 kg que se encuentra a  $20\text{ °C}$  de temperatura para que funda.

Datos:  $c_e = 460 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  $L_f = 200,6 \text{ kJ}/\text{kg}$ ;  $t_f = 1540\text{ °C}$ .

Sol.:  $8,99 \cdot 10^6 \text{ J}$
- 2** Tenemos un bloque de hielo de 6 kg. Si suministramos una cantidad de calor de 1504,8 kJ, ¿qué porcentaje del bloque fundirá?

Datos:  $L_f = 334,4 \text{ kJ}/\text{kg}$ .

Sol.: 75 %
- 3** Un recipiente que contiene 20 litros de agua a  $100\text{ °C}$  recibe una cantidad de calor de 200 cal cada segundo. ¿Cuánto tiempo tardará en evaporarse toda el agua del recipiente?

Datos: densidad del agua =  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;  $L_v = 2248,8 \text{ kJ}/\text{kg}$ .

Sol.:  $t = 15 \text{ h}$
- 4** Calcula la cantidad de calor que es necesario suministrar a 500 g de hielo que se encuentran a una temperatura de  $5\text{ °C}$  para que se transformen en vapor de agua a una temperatura de  $100\text{ °C}$ .

Datos:  $L_f (\text{hielo}) = 334,4 \text{ kJ}/\text{kg}$ ;  $L_v (\text{agua}) = 2248,8 \text{ kJ}/\text{kg}$ ;  $c_{e \text{ hielo}} = 2080 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  $c_{e \text{ agua}} = 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

Sol.:  $1,5 \cdot 10^3 \text{ kJ}$
- 5** Determina el calor de vaporización del etanol, sabiendo que 200 mL de etanol a la temperatura de ebullición ( $78,5\text{ °C}$ ) necesitan una cantidad de calor de 137,4 kJ para vaporizarse completamente.

Dato:  $d_{\text{etanol}} = 0,79 \text{ g}/\text{cm}^3$ .

Sol.:  $L_v = 869,6 \text{ kJ}/\text{kg}$

## PROBLEMA RESUELTO 3

Una bola de acero de 200 g de masa cae desde una altura de 15 m. Si al chocar contra el suelo toda la energía se transforma en calor, calcula:

- La cantidad de calor que se produce expresada en calorías.
- Si al llegar al suelo rebota y sube hasta una altura de 0,75 m, ¿qué parte de su energía se ha transformado en calor?

Datos:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ;  $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ .

## Planteamiento y resolución

- a) Según el principio de conservación de la energía, la energía potencial que tiene la bola en el punto A se transforma en energía cinética al llegar a B. Si al chocar contra el suelo toda la energía se transforma en calor, tenemos que:

$$E_{PA} = E_{CB} = Q$$

En primer lugar expresamos todas las magnitudes en unidades del SI:

$$m = 200 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 0,2 \text{ kg}$$

y, tenemos que:

$$Q = m \cdot g \cdot h \rightarrow$$

$$\rightarrow Q = 0,2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m} \rightarrow$$

$$\rightarrow Q = 29,4 \text{ J}$$

A continuación expresamos la cantidad de calor producido en calorías:

$$Q = 29,4 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 \text{ J}} = 7,03 \text{ cal}$$

- b) Si la bola rebota al llegar al suelo, conserva parte de su energía y el resto se convierte en calor, se cumple que:

$$E_{PA} = E_{PC} + Q'$$

Entonces:

$$Q' = E_{PA} - E_{PC} = m \cdot g \cdot (h_A - h_C) = 0,2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (15 - 0,75) = 27,9 \text{ J} \rightarrow$$

$$\rightarrow Q' = \frac{27,9}{29,4} \cdot 100 = 95\%$$

## ACTIVIDADES

- 1 Un cuerpo de 40 g de masa se deja caer desde un balcón situado a 20 m sobre la calle. Calcula:

- La energía que posee al soltarlo.
- Las energías cinética y potencial que tiene cuando llega al suelo.
- Si al chocar con el suelo toda la energía se transforma en calor, la cantidad de calor que se produce, expresado en calorías. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

Sol.: a)  $E_P = 8 \text{ J}$ ;  $E_C = 0$ ; b)  $E_P = 0$ ;  $E_C = 8 \text{ J}$ ;  
c)  $Q = 1,92 \text{ cal}$

- 2 Un coche de 1500 kg, que va a una velocidad de 108 km/h, choca contra un muro y se para. Si toda la energía del coche se ha transformado en calor, ¿cuántas calorías se han producido?

Sol.:  $675\,000 \text{ J} = 162\,000 \text{ cal}$

- 3 Un camión de 9 t de masa circula a 90 km/h por una carretera horizontal.

Determina:

- La energía cinética del camión.
- La cantidad de calor que se produce en los frenos cuando el camión se detiene.

Sol.: a)  $E_C = 2,81 \cdot 10^6 \text{ J}$ ;  
b)  $Q = 675\,000 \text{ cal}$

- 4 Una bola de plomo de 200 g de masa cae desde una altura de 15 m sobre un recipiente que contiene 1 litro de agua a 20 °C. Suponiendo que toda la energía se convierta en calor, determina el aumento de temperatura que experimenta el agua.

Datos:  $c_e = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ; densidad del agua =  $1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

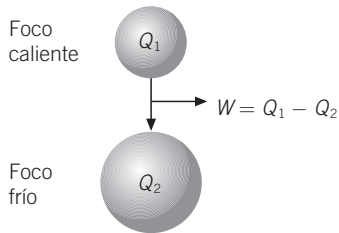
Sol.:  $0,007 \text{ }^\circ\text{C}$

## PROBLEMA RESUELTO 4

El foco caliente de una máquina térmica produce 450 kcal/min de las que se ceden al refrigerante 200 kcal/min. Calcula:

- El trabajo mecánico desarrollado por la máquina en 1 hora (expresado en julios).
- El rendimiento de la máquina.
- La potencia de la máquina (expresada en kilovatios).

## Planteamiento y resolución



- a) La cantidad de calor que la máquina absorbe del foco caliente en una hora es:

$$Q_1 = 450 \text{ kcal/min} \cdot 60 \text{ min} = 2,7 \cdot 10^4 \text{ kcal}$$

La cantidad de calor cedida al refrigerante en el mismo tiempo es:

$$Q_2 = 200 \text{ kcal/min} \cdot 60 \text{ min} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ kcal}$$

La energía transformada en calor es:

$$W = Q_1 - Q_2 = 27\,000 - 12\,000 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ kcal}$$

Que expresada en julios es:

$$W = 1,5 \cdot 10^4 \text{ kcal} \cdot 10^3 \text{ cal/kcal} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = 6,27 \cdot 10^7 \text{ J}$$

- b) Por tanto, la máquina funciona con un rendimiento de:

$$R = \left( \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right) \cdot 100 = (1,5 \cdot 10^4 / 2,7 \cdot 10^4) \cdot 100 = 55,5\%$$

- c) La potencia de la máquina vendrá dada por la expresión:  $\mathcal{P} = W/t$ .

$$\mathcal{P} = 6,27 \cdot 10^7 \text{ J} / 3600 \text{ s} = 17\,416 \text{ W} \cdot 1 \text{ kW}/10^3 \text{ W} = 17,4 \text{ kW}$$

## ACTIVIDADES

- 1 Una máquina térmica consume 200 cal/min. Si el rendimiento es del 80%, ¿qué cantidad de energía mecánica puede producir en 1 hora?

Sol.:  $W = 40\,128 \text{ J}$

- 2 En el hogar de una máquina térmica se producen 5016 kJ/min, de los que pasan al refrigerante 860 kcal/min. Calcula el rendimiento de la máquina. ¿Se podría pensar en diseñar una máquina que funcionase con un rendimiento del 100%?

Sol.:  $R = 28,3\%$ . No se podría, ya que no es posible producir trabajo cogiendo calor de un solo foco

- 3 El foco caliente de una máquina térmica produce 800 kcal/min. Si su rendimiento es del 20%, calcula:

- La cantidad de calor cedida al refrigerante en 1 hora.
- La potencia de la máquina.

Sol.: a)  $Q_2 = 38\,400 \text{ kcal}$ ; b)  $\mathcal{P} = 11,146 \text{ kW}$

- 4 El motor de un automóvil tiene un rendimiento del 45%. Si el poder calorífico de la gasolina es de 10 200 kcal/kg, y su densidad, de 0,7 kg/l.

Calcula:

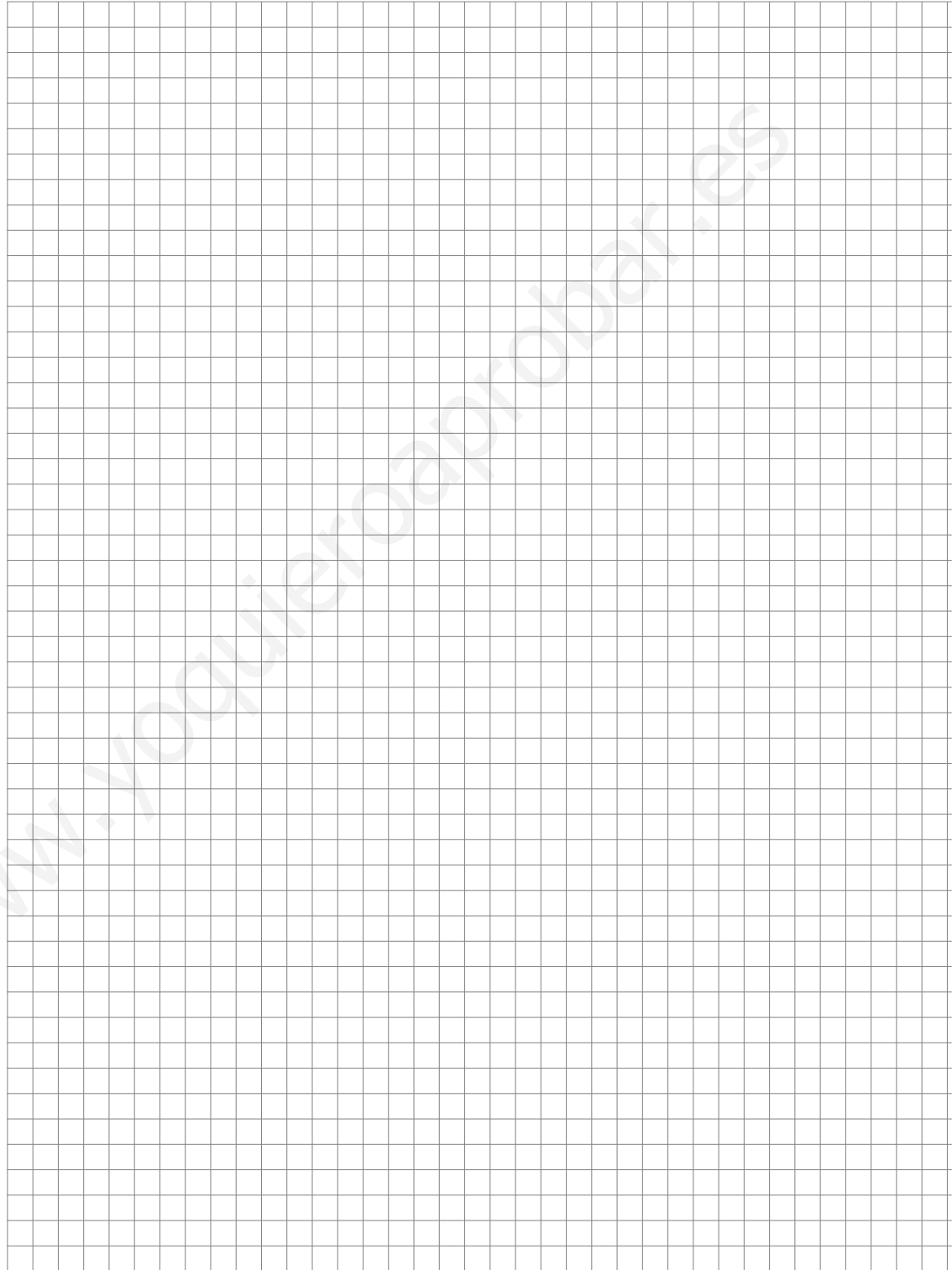
- La cantidad de energía consumida por el automóvil al quemar 5 litros de gasolina (expresada en kilojulios).
- La cantidad de energía que se transforma en trabajo útil.
- ¿Qué ocurre con el resto de la energía?

Sol.: a)  $Q = 149\,226 \text{ kJ}$ ;  
b)  $W = 67\,151,7 \text{ kJ}$ ; c) Se disipa en forma de calor

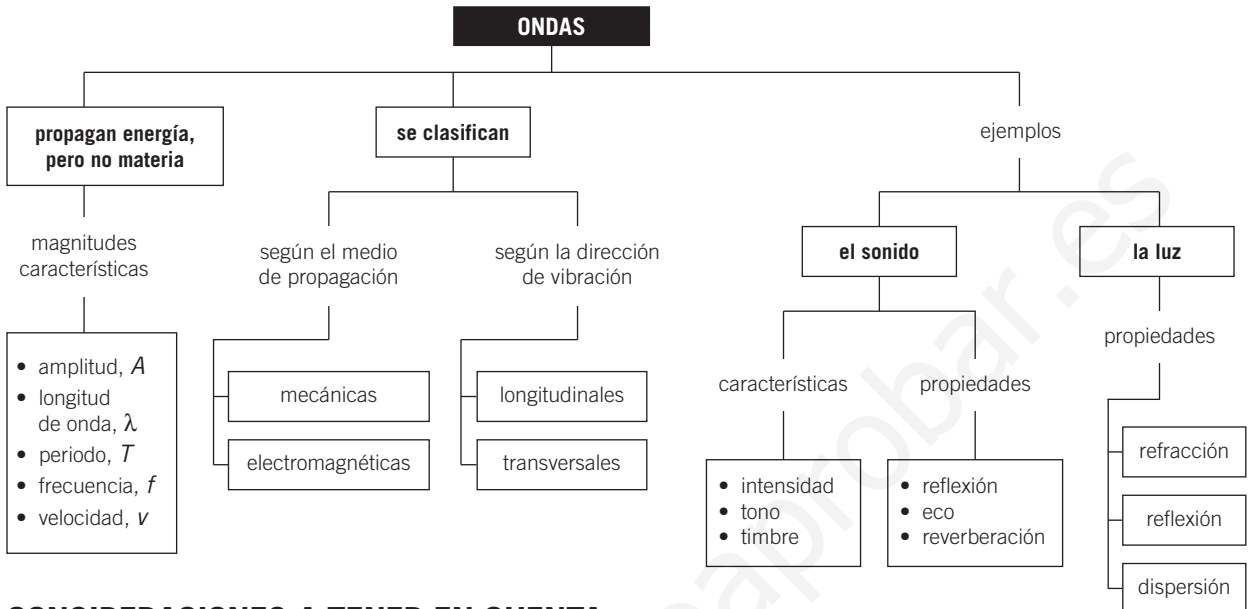
- 5 El rendimiento térmico de una instalación solar de uso doméstico es del 65%. Calcula la cantidad de energía que se puede producir en un colector solar que recibe 4500 J de energía solar en un minuto.

Sol.:  $2925 \text{ J/min}$

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Es muy importante que los alumnos comprendan que con las ondas no se propaga materia, sino solo energía. Para ello, suele ayudar que analicen el movimiento de un objeto que flota en un estanque en el que se propagan ondas en el agua: el objeto se eleva y desciende, pero no avanza lateralmente.
2. Habitualmente entienden mejor las ondas transversales que las longitudinales. Cualquier perturbación que se produce a intervalos regulares y progresa en el espacio y en el tiempo es una onda. Conviene visualizar los efectos que se producen en un muelle atado a un extremo, tanto cuando lo agitamos arriba y abajo como cuando lo estiramos o comprimimos.
3. Las magnitudes características de las ondas tienen un significado más claro en las transversales, de «aspecto ondulatorio», que en las longitudinales que no presentan dicho aspecto. Inicialmente, es necesario explicarlas para las primeras y, después, si se cree conveniente, relacionarlas con las perturbaciones debidas a la compresión y la extensión que se producen en las segundas.
4. El sonido se debe a la propagación de una perturbación en el aire que nos rodea. Se puede comprobar, si se dispone de un diapasón, golpeándolo y acercándolo a una bolita de corcho o papel que cuelga de un hilo. La bolita comenzará a oscilar y dejará de hacerlo cuando paremos la vibración del diapasón con la mano. El sonido tiene su origen en la vibración de los cuerpos y se propaga mediante una onda longitudinal y mecánica.
5. Los alumnos están familiarizados con los instrumentos musicales y con los equipos de música. Es conveniente recurrir a ejemplos musicales para facilitar que identifiquen y comprendan las cualidades del sonido. Asimismo, conocen el eco, por lo que suele resultar sencillo asimilar el concepto de reflexión del sonido.
6. La luz también se propaga mediante un movimiento ondulatorio, siendo en este caso una onda de tipo transversal y electromagnética. Resulta interesante profundizar en la naturaleza de la luz, dedicando un tiempo a comentar el espectro electromagnético.
7. Conviene repasar los fenómenos de reflexión y refracción, en este caso aplicados a ondas luminosas; a los alumnos les resultan familiares por observaciones en su vida cotidiana.
8. Es importante, también, que realicen ejercicios numéricos sencillos, para que analicen cómo influyen los distintos medios de propagación en la refracción.

## PRESENTACIÓN

- |  |  |
|--|--|
| <p>1. Es importante entender las ondas como perturbaciones en las que se propaga energía y no se propaga materia.</p> <p>2. El sonido, onda mecánica y longitudinal, se estudia a través de sus cualidades</p> | <p>y de los fenómenos relacionados con su reflexión.</p> <p>3. La luz, onda electromagnética y transversal, se estudia a través de los fenómenos derivados de su refracción y reflexión.</p> |
|--|--|

## OBJETIVOS

- Identificar algunos fenómenos ondulatorios que podemos observar en nuestro entorno: formación de ondas, propagación de las mismas, etc.
- Clasificar las ondas según la dirección de vibración y el medio de propagación.
- Identificar y relacionar las magnitudes que caracterizan las ondas.
- Reconocer las distintas cualidades del sonido.
- Conocer los fenómenos relacionados con la reflexión del sonido.
- Comprender las leyes de la refracción y la reflexión de la luz.
- Conocer el efecto de la dispersión de la luz.
- Explicar fenómenos naturales relacionados con la transmisión y propagación de la luz y el sonido.

## CONTENIDOS

### CONCEPTOS

- Las ondas.
- Magnitudes características.
- Clasificación de las ondas según la dirección de vibración y según el medio en que se propagan.
- El sonido. Propagación.
- Características del sonido (intensidad, tono y timbre).
- Reflexión del sonido.
- La luz. Propagación.
- Reflexión, refracción y dispersión de la luz.
- Espectro electromagnético.

### PROCEDIMIENTOS, DESTREZAS Y HABILIDADES

- Resolver ejercicios relacionando velocidad, frecuencia y longitud de onda.
- Observar la reflexión de la luz.
- Reconocer los fenómenos del eco y de la reverberación como reflexión del sonido.
- Explicar fenómenos asociados a la reflexión, la refracción y la dispersión de la luz.

### ACTITUDES

- Valorar de forma crítica la contaminación acústica e intentar paliarla en la medida de lo posible.
- Reconocer la importancia de los fenómenos ondulatorios en nuestra sociedad actual.



## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación medioambiental. Educación para la salud

Es habitual que los alumnos conozcan los problemas de la contaminación atmosférica y sus efectos perjudiciales para la salud. Sin embargo, suelen desconocer otro tipo de contaminación, la acústica. En la sociedad actual, sobre todo en las ciudades, se generan muchos ruidos. Los problemas auditivos dependen de la intensidad del sonido, pero también del tiempo que una persona esté expuesta a él. Conviene que reflexionen sobre los problemas que les puede ocasionar el abuso de la utilización de los auriculares.

Por otro lado, cuando llega el verano, los medios de comunicación nos recuerdan los peligros de tomar el Sol: los rayos ultravioletas del Sol, más energéticos que los de la luz visible, pueden provocar cáncer de piel a medio-largo plazo.

### COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

#### Competencia matemática

En esta unidad se resuelven ejercicios relacionando velocidad, frecuencia y longitud de onda. En la resolución de estos ejercicios se utilizan ecuaciones en las cuales hay que despejar las diferentes incógnitas para solucionarlas. En muchos de los ejercicios aparecen representaciones gráficas de las ondas, o hay que realizarlas.

También se trabajan esquemas y dibujos mediante los cuales se explican distintos fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

En esta, como en otras muchas unidades de este libro, se trabaja el cambio de unidades.

#### Competencia en comunicación lingüística

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

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

Mediante el análisis de experiencias y la resolución de problemas los alumnos van adquiriendo

la capacidad de observar y analizar todo lo que ocurre a su alrededor en su vida cotidiana de manera científica e intentar analizarlo y comprenderlo.

Por ejemplo, el eco y la reverberación de la propia voz del alumno en una habitación vacía o su reflejo en un espejo.

#### Competencia social y ciudadana

En esta unidad se enseña a los alumnos a identificar los ruidos como contaminación acústica y a analizar este tipo de contaminación de forma crítica, y a paliarla en todo lo posible.

También se enseña a los alumnos a reconocer la importancia de fenómenos ondulatorios como el sonido o la luz en la sociedad actual.

#### Competencia para aprender a aprender

A lo largo de toda la unidad se trabajan las destrezas necesarias para que el aprendizaje sea lo más autónomo posible.

Las actividades están diseñadas para ejercitar habilidades como: analizar, adquirir, procesar, evaluar, sintetizar y organizar los conocimientos nuevos.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Distinguir entre ondas transversales y longitudinales.
2. Resolver ejercicios relacionando las magnitudes características de las ondas.
3. Relacionar el sonido con sus cualidades. Diferenciar intensidad, tono y timbre.
4. Relacionar la intensidad del sonido y la contaminación acústica.
5. Explicar el eco y la reverberación.
6. Diferenciar y explicar la reflexión, la refracción y la dispersión de la luz.
7. Aplicar las leyes de reflexión y refracción.
8. Interpretar esquemas donde aparecen los fenómenos de la reflexión y/o la refracción de la luz.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Explica la diferencia que hay entre vibración y onda, y aplícalo al ejemplo de un cuerpo que está colgado de un muelle.
2. ¿Cuál de estas afirmaciones no es correcta?
  - a) En el movimiento ondulatorio se transporta energía sin que haya movimiento de materia.
  - b) La difracción es una característica de los fenómenos ondulatorios.
  - c) La velocidad de una onda es siempre la misma, independientemente del medio en que se propague.
  - d) Cuando una onda sufre una refracción modifica su velocidad de propagación.
3. Cuando un rayo de luz blanca atraviesa un prisma, se descompone dando los colores del arco iris. ¿Qué nombre recibe el fenómeno producido?
4. Responde verdadero o falso:
  - a) Las ondas mecánicas no pueden propagarse en el vacío.
  - b) Un movimiento ondulatorio es la propagación de un movimiento vibratorio.
  - c) En una onda transversal la dirección de vibración y la dirección de propagación son iguales.
  - d) Un movimiento ondulatorio no transporta energía porque no transporta materia.
5. Pegando el oído a las vías podemos saber si se acerca un tren. ¿Cuál es la razón?
6. Cuando miramos el fondo de una piscina desde fuera de ella, parece menos profundo de lo que en realidad es; este efecto es debido al fenómeno de:
 

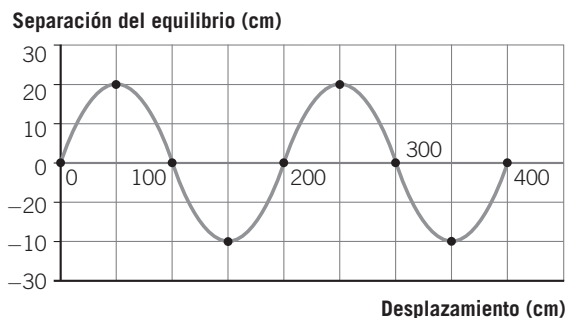
a) Reflexión.	c) Dispersión.
b) Difracción.	d) Refracción.
7. Teniendo en cuenta que durante una tormenta el rayo y el trueno ocurren a la vez, explica un método que permita conocer la distancia a que se encuentra una tormenta.
8. Indica si es verdadero o falso:
  - a) Los sonidos muy intensos se llaman ultrasonidos, y los muy débiles, infrasonidos.
  - b) Una onda que se propaga en la superficie del agua es un movimiento de agua hacia las orillas.
  - c) El sonido es una onda mecánica; por tanto, no se propaga en el vacío.
  - d) La frecuencia de un sonido es fija, pero su longitud de onda depende del medio en que se propague.
9. Responde a las siguientes cuestiones:
  - a) ¿Qué tipo de fenómeno se produce cuando una ola choca contra el muro de un dique?
  - b) ¿Podríamos escuchar una explosión que se produjera en el Sol?
  - c) ¿Se podría escuchar desde la Luna una emisión de radio transmitida desde la Tierra?
10. Las ondas sísmicas «s» son ondas mecánicas transversales. ¿Qué significa esto?
11. El oído humano es capaz de percibir sonidos cuya frecuencia esté comprendida entre 20 y 20 000 Hz. Calcula el periodo y la longitud de onda de los sonidos audibles.  
(Dato: Velocidad del sonido en el aire = 340 m/s.)
12. El sonido se propaga en el agua con una velocidad de 1430 m/s y en el hierro con una velocidad de 5100 m/s. Si un sonido tiene una frecuencia de 200 Hz, calcula:
  - a) La longitud de onda en el agua y en el hierro.
  - b) Cuando el sonido cambia de medio, ¿varía su periodo?
13. La velocidad de un sonido de 600 Hz en el aire es de 340 m/s y dentro del agua de mar es de 1500 m/s. ¿Cuál es la frecuencia del sonido en el agua de mar?
14. El oído humano es capaz de diferenciar entre dos sonidos si estos se oyen con un intervalo de tiempo de 0,1 s. Sabiendo que la velocidad del sonido en el agua es de 1450 m/s, calcula la distancia mínima a la que hay que situar un obstáculo dentro del agua para que se produzca eco.
15. Calcula la velocidad de la luz en el cuarzo sabiendo que su índice de refracción es 1,54. Expresa el resultado en km/h. ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s.)
16. ¿Cuáles son los colores fundamentales de la luz? ¿Qué luz producen al superponerse?

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1. Una vibración es un movimiento o perturbación que afecta a una sola partícula. En el ejemplo será el movimiento que adquiere el cuerpo que está colgado del muelle.  
Una onda es la transmisión de dicha vibración que afecta a todas las partículas del medio; por ejemplo, la transmisión de la vibración anterior a lo largo del muelle.
2. La respuesta no correcta es la c).
3. Dispersión de la luz.
4. Son verdaderas a) y b).
5. El sonido se propaga con mayor velocidad por el metal que por el aire.
6. La respuesta correcta es la d).
7. Si en el momento en que vemos el rayo medimos el tiempo que tarda en oírse el trueno, como el sonido se propaga con movimiento uniforme, con la expresión  $s = v \cdot t$  podremos calcular la distancia.
8. Son verdaderas las afirmaciones c) y d).
9. a) Reflexión de las ondas.  
b) No, porque el sonido no se propaga en el vacío.  
c) Sí, porque las ondas de radio se propagan en el vacío.
10. Las ondas sísmicas «s» son ondas mecánicas porque necesitan un medio para propagarse, y son ondas transversales porque la dirección de vibración y la de propagación son perpendiculares.
11.  $\lambda \rightarrow$  entre 17 y 0,017 m.  
 $T \rightarrow$  entre 0,05 y  $5 \cdot 10^{-5}$  s.
12. a) 7,15 m y 25,5 m, respectivamente.  
b) Como la frecuencia no cambia, el periodo tampoco cambia.
13.  $v = \lambda \cdot f \rightarrow f = 2647$  Hz.
14.  $v = \frac{2s}{t_{\min}} \rightarrow s = 72,5$  m.
15.  $n = \frac{c}{v} \rightarrow v = 7 \cdot 10^8$  km/h.
16. Rojo, verde y azul. Al superponerse producen luz blanca.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

1. La gráfica nos muestra un movimiento ondulatorio:



Responde a las siguientes cuestiones relativas a dicho movimiento:

- ¿Cuál es su longitud de onda?
  - ¿Cuál es su amplitud?
  - ¿En qué estado de vibración se encuentran las partículas situadas a 3 m y a 3,5 m del foco emisor, respectivamente?
- Al lanzar una piedra a un estanque se forman una serie de ondas que se propagan concéntricamente desde el punto donde cae la piedra. Si colocamos un corcho en el estanque, podemos probar que se trata de un movimiento ondulatorio. ¿Por qué?
  - Si colocamos un timbre dentro de una campana y hacemos el vacío en el interior, el timbre deja de oírse. ¿Qué demuestra este experimento?
  - En una cubeta de ondas se produce una perturbación.
    - ¿Cómo son las ondas que se generan?
    - Cuando las ondas llegan a las paredes de la cubeta, ¿qué fenómeno se observa?
    - ¿Cómo podrías medir la velocidad de la onda?
  - Cuando se produce un ruido fuerte a cierta distancia, los cristales de la ventana comienzan a vibrar. Esto prueba que:
    - El sonido empuja el aire hacia los cristales.
    - El sonido transporta energía.
    - El sonido transporta materia.
    - El sonido no es una onda.
  - Nombra las distintas ondas que forman parte del espectro electromagnético. ¿En qué se diferencian unas de otras?
  - ¿Cuál de los siguientes fenómenos no está asociado a un movimiento ondulatorio?
    - Efecto destructor de un terremoto.
    - Emisión de una señal de televisión vía satélite.
    - Movimiento de un barco en el mar.
    - Eco producido al gritar en el interior de una cueva.
  - ¿Cuál de los siguientes fenómenos ondulatorios no es una onda mecánica?
    - Ultrasonidos.
    - Rayos X.
    - Ondas sísmicas.
    - Ondas generadas en un muelle.
  - Un muelle está sujeto a un punto fijo, estiramos de él y le dejamos oscilar; la onda que se genera entonces es:
    - Transversal.
    - Electromagnética.
    - Elástica.
    - Longitudinal.
  - ¿Cuál de estas afirmaciones no es correcta?
    - El sonido es una onda longitudinal porque las partículas del medio vibran en la misma dirección en que se propaga la onda.
    - El sonido es una onda longitudinal porque las partículas del medio se desplazan en la misma dirección en que se propaga la onda.
    - El sonido es una onda mecánica porque no se propaga en el vacío.
    - El sonido es una onda mecánica porque requiere de un medio elástico para su propagación.
  - Una radiodifusora emite en una frecuencia de 500 kHz. Si la velocidad de las ondas de radio es de  $3 \cdot 10^8$  m/s, calcula el periodo y la longitud de onda.
  - Una ola avanza con una velocidad de 10 m/s. Si su longitud de onda es de 500 cm, ¿cuál es su frecuencia?
 

a) 0,5 Hz.	c) 0,02 Hz.
b) 50 Hz.	d) 2 Hz.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. **a)**  $\lambda = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$ .  
**b)**  $A = 20 \text{ cm}$ .  
**c)** Para  $x = 3 \text{ m}$ ,  $y = 0$ .  
 Para  $x = 3,5 \text{ m}$ ,  $y = -20 \text{ cm}$ .
2. Al caer la piedra en el agua perturba las moléculas sobre las que cae, y estas comienzan a vibrar. Al estar en contacto con las moléculas vecinas, estas les transmiten el movimiento.  
 Si colocamos el corcho, observaremos cómo este sube y baja pero no se desplaza; por tanto, demuestra que la onda transmite energía sin que haya movimiento de las partículas del medio.
3. Que el sonido es una onda mecánica y, por tanto, no se propaga en el vacío.
4. **a)** Son ondas concéntricas transversales.  
**b)** Reflexión: las ondas chocan contra la pared y cambian de dirección.  
**c)** Midiendo el tiempo que tarda una onda en llegar al borde del recipiente y la distancia recorrida ( $s = v \cdot t$ ).
5. La respuesta verdadera es la b).
6. Ondas de radio, microondas, infrarrojos, visible, ultravioleta, rayos X, rayos gamma. Se diferencian en su frecuencia y longitud de onda.
7. La respuesta verdadera es la c).
8. La respuesta verdadera es la b).
9. La respuesta verdadera es la d).
10. La afirmación no correcta es la b).
11.  $c = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T}$ ,  $T = \frac{1}{f}$   
 Por tanto:  

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{500 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ s};$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^3} = 600 \text{ m}.$$
12. La respuesta verdadera es la d).

## TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: ONDAS

## PROBLEMA RESUELTO 1

Una sirena emite en una frecuencia de 200 Hz. Si la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s, calcula:

- El tiempo que tardará en oírse en un punto situado a 200 m del foco sonoro.
- La longitud de onda del sonido emitido.
- El periodo.
- La velocidad de la onda al pasar al agua si la longitud de onda aumenta hasta 7,1 m.

## Planteamiento y resolución

- a) El sonido se propaga con movimiento uniforme según  $s = v \cdot t$ . Entonces, sustituyendo y despejando el tiempo tenemos:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{200}{340} = 0,59 \text{ s}$$

- b) La relación entre la velocidad y la frecuencia viene dada por:  $v = \lambda \cdot f$ .

Despejando la longitud de onda tenemos:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{200} = 1,7 \text{ m}$$

- c) El periodo se puede calcular a partir de la frecuencia, pues es el inverso de esta:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ s}$$

- d) Con la relación expuesta en el apartado b) calculamos la velocidad de la onda al cambiar de medio:

$$v = \lambda \cdot f$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$v = 7,1 \cdot 200 = 1420 \text{ m/s}$$

## ACTIVIDADES

- Un diapasón vibra con una frecuencia de 400 Hz. Determina:
  - El periodo.
  - Si se propaga en el aire a 340 m/s, la longitud de onda del sonido producido por el diapasón.

Sol.:  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ ;  $\lambda = 0,85 \text{ m}$

- Una piedra cae sobre la superficie de un lago y las partículas del agua comienzan a vibrar con un periodo de 0,5 s, formándose ondas de 45 cm de longitud de onda. Calcula:
  - La frecuencia de las ondas formadas.
  - Su velocidad de propagación.
  - El tiempo que tardará la onda en alcanzar un punto situado a 4 m de donde cayó la piedra.

Sol.: a) 2 Hz; b) 0,9 m/s; c)  $4,4 \sqrt{2} \text{ s}$

- Una perturbación que se transmite en forma de una onda por una cuerda tensa tarda 10 s en recorrer 1500 cm, produciéndose 20 oscilaciones completas. Calcula:

- La velocidad de propagación.
- La longitud de onda y la frecuencia.

Sol.: a) 1,5 m/s; b) 0,75 m; 2 Hz

- Halla la longitud de onda correspondiente a la voz de un bajo que da 3600 vibraciones por minuto.

(Dato: velocidad del sonido = 1224 km/h.)

- Las ondas de radio se propagan en el aire a una velocidad de  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . ¿Cuál es la longitud de onda de una emisora de FM cuya frecuencia es de 105,35 MHz?

- 2850 m.
- 0,35 m.
- 2,85 m.
- 285 m.

Sol.: c)

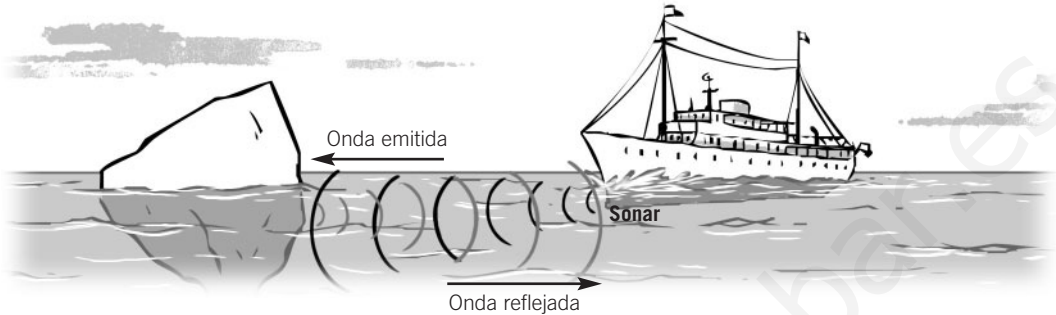
- Completa la siguiente tabla:

Velocidad (m/s)	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)	Periodo (s)
340	20		
1500		50	

## TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: ONDAS

## PROBLEMA RESUELTO 2

Calcula la distancia a que se encuentra un iceberg sumergido en el mar si desde que el sonar de un barco emite la onda ultrasónica hasta que recibe la onda reflejada transcurren 0,20 s. Si la frecuencia del ultrasonido utilizado es de 150 000 Hz, ¿cuánto vale su longitud de onda? (Velocidad del sonido en el agua = 1450 m/s.)



## Planteamiento y resolución

El sonido recorre dos veces la distancia desde que es emitido hasta que es reflejado por el iceberg, con lo cual el tiempo que tarda en llegar al iceberg es 0,1 s (0,2/2).

Aplicando la ecuación del movimiento uniforme:

$$s = v \cdot t$$

Y sustituyendo valores obtenemos:

$$s = 1450 \cdot 0,1 = 145 \text{ m}$$

Para calcular la longitud de onda utilizamos la expresión:

$$v = \lambda \cdot f$$

De ahí despejamos la longitud de onda y sustituyendo valores se obtiene:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1450}{150\,000} \rightarrow$$

$$\rightarrow \lambda = 0,0097 \text{ m}$$

## ACTIVIDADES

- 1 El sonar de un submarino envía un pulso de ultrasonido hacia el fondo del mar en dirección vertical, con el fin de localizar un banco de peces, recogiendo la señal 0,15 s después. Sabiendo que la velocidad del sonido en el agua es de 1500 m/s, determina la profundidad a la que se encuentra el banco de peces y explica el fenómeno que tiene lugar.

Sol.: 112,5 m. Se produce un eco

- 2 ¿A qué distancia se encuentra una tormenta si el trueno se oye 5 segundos después de haberse visto el rayo?

Sol.: 1700 m

- 3 Un chico deja caer una piedra a un pozo de 5 m de profundidad. Si la velocidad del sonido es 340 m/s, ¿qué tiempo transcurrirá hasta que oímos el impacto?

Sol.: 1,015 s

- 4 En los aviones supersónicos la velocidad se mide en *mach*. Un mach es igual a la velocidad del sonido en el aire. Si te dicen que un avión vuela a 3 mach, ¿a qué velocidad vuela? Expresa el resultado en km/h.

Sol.: 3672 km/h

- 5 ¿Por qué algunas emisoras de radio local no se sintonizan cuando nos alejamos varios kilómetros?

Sol.: Porque las ondas de radio se atenúan con la distancia, disminuyendo su amplitud y, por tanto, su intensidad

## TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: ONDAS

## PROBLEMA RESUELTO 3

Las ondas de luz visible tienen longitudes de onda comprendidas entre  $4 \cdot 10^{-7}$  m y  $6,9 \cdot 10^{-7}$  m. Calcula el intervalo de frecuencias que es capaz de percibir el ojo humano.

Dato:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s.

## Planteamiento y resolución

Para calcular el intervalo pedido en el problema, basta con aplicar la relación entre la longitud de onda y la frecuencia.

La relación es:

$$v = \lambda \cdot f$$

Si despejamos la frecuencia,  $f$ , tenemos:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

En esta expresión hay que tener en cuenta las unidades.

Si expresamos la velocidad en m/s y la longitud de onda en m, la frecuencia se expresará en hercios (Hz o  $s^{-1}$ ). Así:

$$f_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{6,9 \cdot 10^{-7}} = 4,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Es decir, el ojo humano es capaz de percibir las frecuencias comprendidas entre  $7,5 \cdot 10^{14}$  Hz (color azul) y  $4,3 \cdot 10^{14}$  Hz (color rojo).

## ACTIVIDADES

- 1 En una linterna colocamos un papel de celofán de color amarillo e iluminamos con ella una hoja de papel blanco.
- ¿De qué color se verá la hoja?
  - Si la iluminas directamente con luz blanca, ¿de qué color se verá?
  - Si cambias el papel amarillo por otro rojo, ¿qué ocurrirá?
  - ¿Qué demuestra este experimento con respecto al color de los objetos?
- Sol.: a) Amarillo; b) Blanco; c) Se verá rojo; d) El color del objeto depende de la luz con que se ilumine

- 2 Una persona entra en un laboratorio fotográfico iluminado con luz roja con unas gafas que llevan un filtro rojo. ¿Qué verá? Elige la respuesta correcta:
- Lo verá todo de color rojo.
  - Solo distinguirá los objetos de color rojo.
  - Verá los objetos en tonos verdes.
  - No verá nada.
- Sol.: a)

- 3 Explica en qué consiste una ecografía, nombrando el tipo de ondas que utiliza.

Sol.: Un haz muy estrecho de ultrasonido se dispara a impulsos cortos a través del cuerpo. Se producen ecos al pasar las ondas de un tejido a otro, por ejemplo, del músculo al hueso. Cuando se reciben los ecos, el trazo luminoso de la pantalla brilla mucho. El haz se envía en otras direcciones produciendo una serie de trazos luminosos que originan la imagen.

- 4 El ultrasonido utilizado en una ecografía tiene una frecuencia de 2 MHz, por tanto, su longitud de onda en el aire es:
- 0,000 17 m.
  - 0,000 006 m.
  - 0,076 m.
  - 2 000 000 m.
- Sol.: a)

- 5 ¿Cómo explicarías la formación de un eclipse de Luna?



## TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: ONDAS

## PROBLEMA RESUELTO 4

Sabiendo que la luz se propaga en el agua a una velocidad de 225 000 km/s y en el vidrio a 200 000 km/s, contesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuál es el índice de refracción de cada uno de los medios?
- ¿Qué ocurrirá con la dirección de un rayo de luz que pase desde el vidrio hasta el agua, se acercará o alejará de la normal?

Dato:  $c = 300\,000$  km/s.

## Planteamiento y resolución

- a) El índice de refracción se define como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y en el medio considerado.

Aplicando esta definición al problema obtenemos los siguientes valores para el índice de refracción en cada medio:

$$n_{\text{agua}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,25 \cdot 10^8} = 1,33$$

$$n_{\text{vidrio}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8} = 1,5$$

- b) Aplicando la ley de Snell podemos responder a este apartado.

La ley de Snell establece la relación entre los ángulos de incidencia y refracción según:

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$$

Lógicamente, cuando el índice de refracción del segundo medio es menor que el índice de refracción del primer medio (como es el caso de nuestro problema), el rayo de luz se aleja de la normal (el ángulo  $r$  será mayor que el ángulo  $i$ ).

## ACTIVIDADES

- 1 En la siguiente tabla se muestran los índices de refracción de algunas sustancias:

Sustancia	$n$
Cuarzo	1,54
Agua	1,33
Diamante	2,42

Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿En qué unidades se mide el índice de refracción?
- ¿Cuál es la velocidad de la luz en el interior del diamante y del cuarzo?
- ¿Cuántas veces es mayor la velocidad de la luz en el agua que en el diamante?
- ¿Cuál de las sustancias que aparecen en la tabla es más refringente?

Dato:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s.

Sol.: a) No tiene; b)  $1,24 \cdot 10^8$  m/s y  $1,94 \cdot 10^8$  m/s; c) 1,8 veces; d) El diamante

- 2 A partir de los datos de la tabla ordena los distintos medios en orden creciente de velocidad de propagación de la luz. Razona la respuesta.

Medio	Índice de refracción
Agua	1,33
Vidrio	1,5
Fenol	1,54
Sulfuro de carbono	1,63
Diamante	2,4

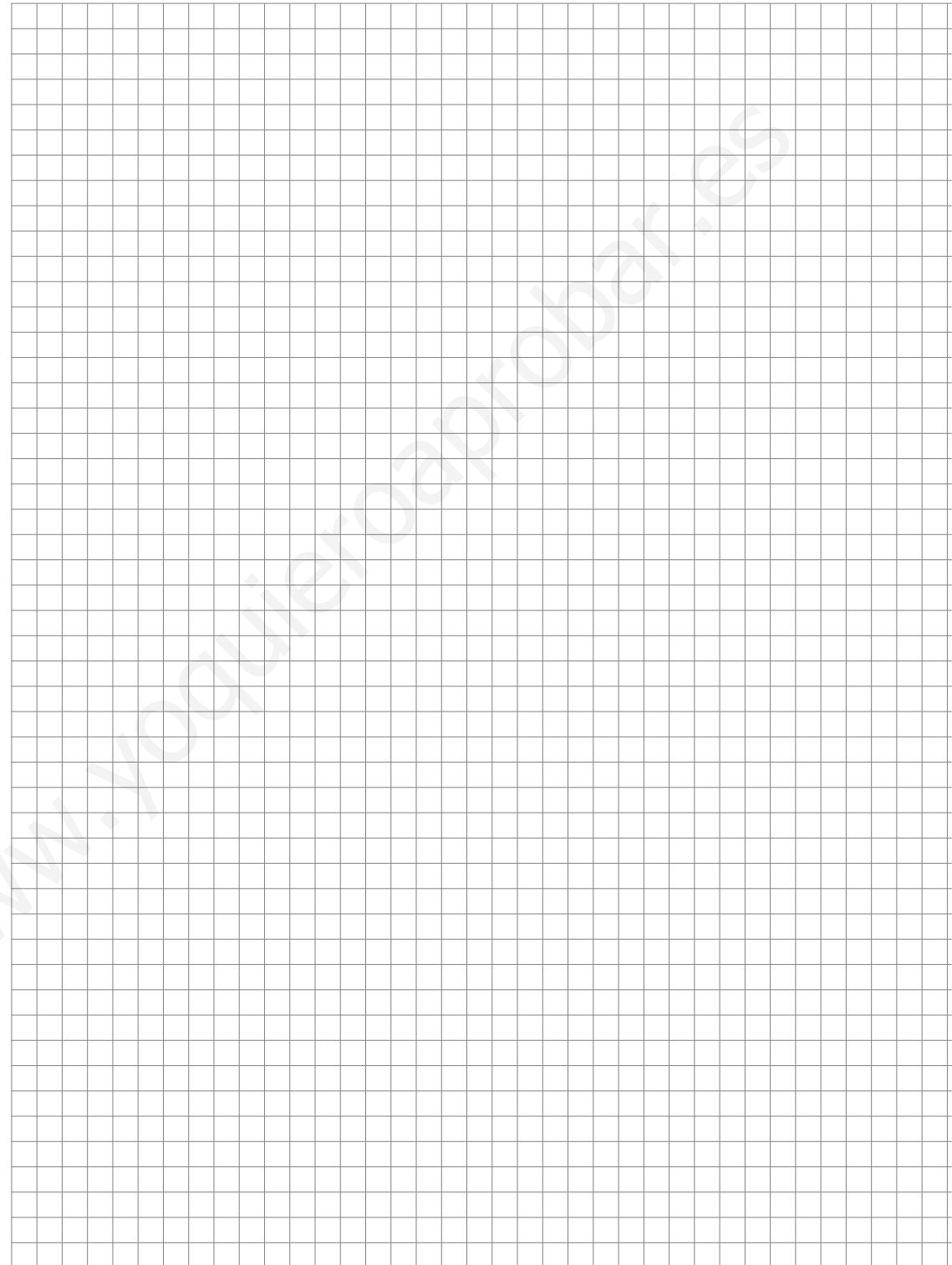
Sol.: Diamante < sulfuro de carbono < fenol < vidrio < agua

- 3 Sabiendo que el índice de refracción del agua es 1,33, calcula el ángulo de refracción resultante para un rayo de luz que incide sobre una piscina con un ángulo de incidencia de  $50^\circ$ .

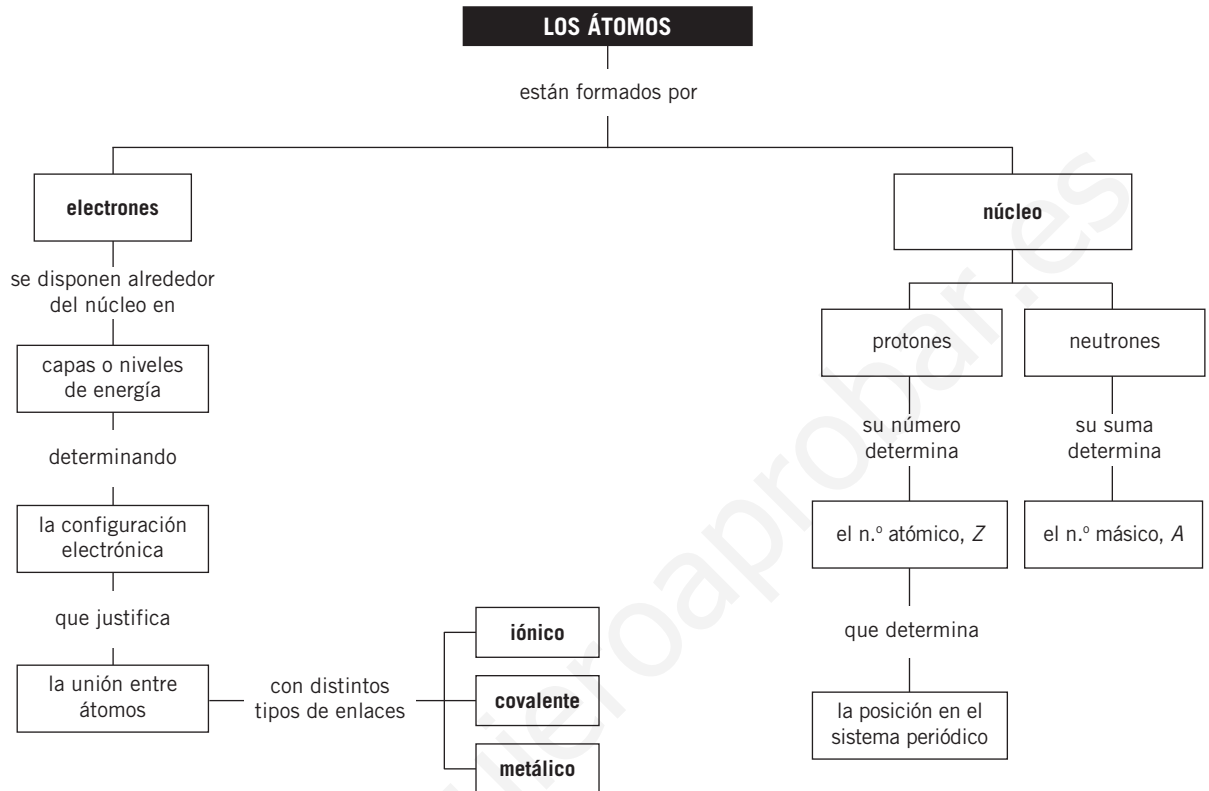
Sol.:  $35,1^\circ$

- 4 Si un rayo de luz incidiera perpendicularmente a la superficie de separación de dos medios, ¿se refractaría? Razona la respuesta.

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Para conocer la estructura de los átomos es necesario definir las partículas que los forman y la distribución en su interior. Para representarlos se utilizan los modelos atómicos donde se diferencian el núcleo con sus partículas y los electrones. La configuración electrónica les facilita la comprensión de la distribución de los electrones en niveles y les ayuda a entender la regla del octeto, necesaria para explicar la necesidad de la unión entre los átomos.
2. La tabla periódica actual es una de las claves para comprender la química. Es muy importante que los alumnos se familiaricen con ella y se acostumbren a manejarla con cierta soltura. Es interesante, además, resaltar la importancia que representó el trabajo y la constancia de Mendeleiev para la clasificación de los elementos, ya que supuso poner orden en un caos de sustancias y propiedades, y predijo la existencia de elementos, aún no descubiertos, aunque no utilizara el criterio actual de clasificación.
3. La posibilidad de unión entre los átomos –el enlace químico– nos lleva a la existencia de un gran número de sustancias distintas a partir de solo un centenar de elementos. Las propiedades que presentan las sustancias responden al tipo de enlace entre sus átomos y, a su vez, el enlace va a ser responsable de las propiedades que presentan.
4. Conviene estudiar cada tipo de enlace, iónico, covalente y metálico, en función de las características de los elementos que forman los distintos compuestos, metal y no metal, y de la configuración electrónica externa de cada uno de ellos. Los átomos se unen buscando la configuración de gas noble, ya que les proporciona mayor estabilidad. En el enlace iónico, con la formación de iones; en el covalente, compartiendo electrones (facilita su estudio la utilización de los diagramas de Lewis), y en el metálico, con la «nube» electrónica.

# Sistema periódico y enlace

## PRESENTACIÓN

1. Conocer la estructura de la materia implica definir las partículas que constituyen el átomo y la distribución en su interior.
2. Es importante manejar con cierta soltura el sistema periódico de los elementos, ya que es una de las claves para comprender la química.
3. Conviene estudiar cada tipo de enlace químico en función de las características y de la configuración electrónica externa de cada uno de los elementos que intervienen en la unión.

## OBJETIVOS

- Relacionar número atómico y número másico con las partículas que componen el átomo.
- Repasar los distintos modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia.
- Conocer la configuración electrónica de los átomos.
- Asociar las propiedades de los elementos con la estructura electrónica.
- Conocer el criterio de clasificación de los elementos en el sistema periódico.
- Comprender las propiedades periódicas de los elementos.
- Diferenciar y explicar los distintos enlaces químicos.
- Reconocer los distintos tipos de enlace en función de los elementos que forman el compuesto.
- Conocer las propiedades de los compuestos iónicos, covalentes y metálicos.

## CONTENIDOS

### CONCEPTOS

- Constitución del átomo.
- Número atómico, número másico e isótopos de un elemento.
- Modelo atómico de Bohr. Modelo atómico actual.
- Distribución de los electrones en un átomo.
- El sistema periódico de los elementos.
- Propiedades periódicas de los elementos.
- Enlace iónico. Propiedades de los compuestos iónicos.
- Enlace covalente. Propiedades de los compuestos covalentes.
- Enlace metálico. Propiedades de los metales.

### PROCEDIMIENTOS, DESTREZAS Y HABILIDADES

- Elaborar una línea de tiempo con los diferentes modelos atómicos.
- Escribir las configuraciones electrónicas de los elementos y relacionarlas con sus propiedades y su posición en la tabla periódica.
- Reconocer los iones de un compuesto formado por un metal y un no metal.
- Representar mediante diagramas de Lewis las moléculas de los compuestos covalentes.

### ACTITUDES

- Valorar la utilización de los modelos para el estudio de los enlaces químicos.
- Reconocer la importancia de la influencia de la química en el descubrimiento de nuevos compuestos para mejorar la calidad de vida.
- Apreciar la necesidad de determinados elementos y compuestos en el ser humano.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación para la salud

El cuerpo humano necesita ¡catorce! elementos metálicos para funcionar correctamente. En orden de mayor a menor cantidad son: Ca (componente del esqueleto); Na y K (encargados de los impulsos nerviosos desde y hacia el cerebro); Fe (responsable de que los glóbulos rojos puedan fijar el oxígeno del aire que respiramos para distribuirlo por todo el cuerpo); Mg (regula el movimiento de las membranas y se emplea en la construcción de proteínas); Zn, Cu, Sn, V, Cr, Mn, Mo, Co y Ni (forman parte de las enzimas que regulan el crecimiento, el desarrollo, la fertilidad, el aprovechamiento eficaz del oxígeno...).

### 2. Educación no sexista

Marie Curie es un ejemplo de lucha, constancia, capacidad y trabajo. Se graduó con las mejores notas de su promoción y fue la primera mujer que obtuvo un doctorado en una universidad europea. Siendo mujer pionera en el mundo científico, se le permitió el uso de un cobertizo con goteras para desarrollar su trabajo de investigación y no se le consintió el acceso a los laboratorios principales por «temor a que la excitación sexual que podría producir su presencia obstaculizara las tareas de los investigadores». A pesar de todo, consiguió ser la primera persona en obtener dos premios Nobel, uno de Física y otro de Química.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

### Competencia matemática

En esta unidad se repasan los elementos y compuestos químicos, y junto a ellos, los porcentajes matemáticos.

Para organizar los datos sobre un elemento en cuestión, o varios, se utilizan tablas a lo largo de la unidad.

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

Esta unidad es fundamental para adquirir las destrezas necesarias para entender el mundo que nos rodea. A partir del conocimiento de todos los elementos que forman el sistema periódico y los distintos tipos de enlace que pueden existir entre estos elementos se llega a entender el porqué de la existencia de algunos compuestos y la inexistencia de otros muchos en el mundo que nos rodea.

### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** encontramos diversas direcciones de páginas web relacionadas con la temática tratada en esta unidad.

### Competencia para aprender a aprender

La práctica continuada que los alumnos ejercitan a lo largo del curso desarrolla en ellos la habilidad de aprender a aprender. Se consigue que los alumnos no dejen de aprender cosas cuando cierran el libro de texto, sino que son capaces de seguir aprendiendo, a partir de los conocimientos adquiridos, de las cosas que les rodean.

### Autonomía e iniciativa personal

Los diversos ejercicios y prácticas realizadas a lo largo de la unidad sirven para trabajar esta competencia.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Calcular el número de partículas de un átomo a partir de los números atómico y másico.
- Explicar las diferencias entre el modelo atómico actual y los modelos anteriores.
- Realizar configuraciones electrónicas de átomos neutros e iones.
- Conocer la relación entre la configuración electrónica y la clasificación de los elementos en el sistema periódico.
- Conocer la variación de las propiedades periódicas en grupos y periodos.
- Explicar la necesidad del enlace químico.
- Diferenciar sustancias que tienen enlace covalente, iónico o metálico a partir de sus propiedades.
- Predecir el tipo de enlace que existirá en un compuesto.
- Saber explicar el tipo de enlace de un compuesto.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Dado el átomo  ${}_{39}^{89}\text{X}$ , señala si las afirmaciones siguientes son ciertas o falsas:

- Si se le quita un protón, se transforma en un ion del mismo elemento.
- Si se le añaden dos protones, se transforma en un elemento diferente.
- Si se le quita un electrón, se transforma en un ion de distinto elemento.
- Si se le añaden dos neutrones, se transforma en un isótopo del mismo elemento.

2. Define el concepto de isótopo e indica cuáles de las siguientes especies atómicas son isótopos:  ${}_{6}^{12}\text{X}$ ,  ${}_{8}^{12}\text{Y}$ ,  ${}_{14}^{14}\text{Z}$ ,  ${}_{19}^{19}\text{U}$ ,  ${}_{18}^{14}\text{V}$ .

3. Señala cuál de las siguientes afirmaciones es errónea:

- Todos los átomos con igual número atómico pertenecen al mismo elemento.
- Todos los átomos de un elemento químico tienen igual masa.
- Los electrones tienen carga eléctrica negativa, y los protones, positiva.

4. Sabiendo que el átomo de cloro tiene 17 electrones y 18 neutrones, contesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuál es su número atómico? ¿Y su número másico?
- Escribe la representación del átomo.
- Escribe la representación de un isótopo suyo.

5. Dado el elemento químico de número atómico 12 y número másico 25 (Mg) determina:

- La constitución de su núcleo.
- La distribución de los electrones en el átomo neutro.
- El número de protones, neutrones y electrones que tiene el ion estable que forma.

6. Completa la siguiente tabla:

Elemento	Representación	A	Z	Neutrones	Protones	Electrones
Azúfre				16	16	
Calcio		40	20			

Explica el tipo de iones estables que pueden formar.

7. Completa la siguiente tabla y responde a las cuestiones:

Especie atómica	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones
1			38	49	36
2	7			7	7
3			7	9	7
4	16	32			18

- ¿Cuál de ellas es un ion negativo?
- ¿Cuál de ellas es un ion positivo?
- ¿Cuáles son isótopos?

8. La distribución electrónica correspondiente al ion positivo  $\text{X}^+$  de un determinado elemento es: (2, 8, 18, 8) y su número másico es 85. ¿Cuál de los siguientes es el número atómico del elemento X?

- 36.
- 35.
- 37.
- 49.

9. Relaciona correctamente:

- |                                    |                          |                          |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| En el primer nivel de energía hay  | <input type="checkbox"/> | • orbitales s, p, d y f. |
| En el segundo nivel de energía hay | <input type="checkbox"/> | • orbitales s y p.       |
| En el tercer nivel de energía hay  | <input type="checkbox"/> | • un orbital s.          |
| En el cuarto nivel de energía hay  | <input type="checkbox"/> | • orbitales s, p y d.    |

10. a) Completa la siguiente tabla:

Elemento	Símbolo	A	Z	Protones	Neutrones	Electrones
Potasio		39		19		
	Cl				18	17

- Explica el tipo de enlace que se formará entre los dos elementos que aparecen.
- Escribe la fórmula del compuesto formado.

11. Establece el tipo de enlace entre átomos que aparecerá en los siguientes compuestos:

- Fluoruro de potasio.
- Aluminio.
- Dióxido de silicio.
- Bromo.
- Agua.

12. De las siguientes sustancias:  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{HCl}$ , ¿cuál se formará mediante enlace iónico?

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

- Son verdaderas b) y d).
- Isótopos son átomos (de un mismo elemento) que tienen el mismo número atómico y diferente número másico.  
Son isótopos: X y Z, por un lado, y V e Y, por otro.
- Es errónea la afirmación b).
- a)  $Z = 17$ ;  $A = 35$ .  
b)  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ .  
c) Un posible isótopo suyo sería  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ , por tener el mismo número atómico y diferente número másico.
- a) 12 protones y 13 neutrones.  
b) (2, 2, 6, 2).  
c)  $\text{Mg}^{2+}$  tendría 12 protones, 13 neutrones y 10 electrones (2, 2, 6).

6.

Elemento	Representación	A	Z	Neutrones	Protones	Electrones
Azúfre	${}^{32}_{16}\text{S}$	32	16	16	16	16
Calcio	${}^{40}_{20}\text{Ca}$	40	20	20	20	20

El S podría formar el ion  $\text{S}^{2-}$ , pues le faltan dos electrones para completar la última capa, y el Ca formaría el  $\text{Ca}^{2+}$ , pues cediendo dos electrones también tendría completa la última capa.

7.

Especie atómica	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones
1	38	87	38	49	36
2	7	14	7	7	7
3	7	16	7	9	7
4	16	32	16	16	18

- La especie 4 es un ion negativo.
  - La especie 1 es un ion positivo.
  - Las especies 2 y 3 son isótopos.
- La respuesta verdadera es la c).
  - En el primer nivel de energía hay un orbital s.  
En el segundo nivel de energía hay orbitales s y p.  
En el tercer nivel de energía hay orbitales s, p y d.  
En el cuarto nivel de energía hay orbitales s, p, d y f.

10. a)

Elemento	Símbolo	A	Z	N.º de p <sup>+</sup>	N.º de n	N.º de e <sup>-</sup>
Potasio	K	39	19	19	20	19
Cloro	Cl	35	17	17	18	17

- El K y el Cl se unirían mediante un enlace iónico.
  - KCl.
- a) KF: enlace iónico.  
b) Al: enlace metálico.  
c)  $\text{SiO}_2$ : enlace covalente.  
d)  $\text{Br}_2$ : enlace covalente.  
e)  $\text{H}_2\text{O}$ : enlace covalente.
  - Solo el  $\text{CaCl}_2$  se formará mediante enlace iónico.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- La representación del átomo de un elemento es:  ${}^{24}_{12}X$ . Si cede dos electrones, ¿en qué se transforma?
  - En un isótopo.
  - En un ion negativo.
  - En un ion positivo.
  - No puede ceder dos electrones.
- Dados los iones siguientes:  $O^{2-}$ ,  $F^{-}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^{+}$ .
  - Indica el número de protones y electrones de cada uno.
  - Escribe su distribución electrónica.
  - Explica qué tienen en común todos ellos y justifica el hecho de que los átomos tengan tendencia a formar iones.  
(Dato: números atómicos:  $O = 8$ ;  $F = 9$ ;  $Ca = 20$ ;  $K = 19$ .)
- Dado el átomo  ${}^{27}_{13}Al$ , expresa toda la información acerca de su estructura y sus propiedades que puedes sacar con esta representación.
- La distribución electrónica de varios átomos es:
 

• A: (2, 1)	• C: (2, 8, 1)
• B: (2, 8)	• D: (2, 2)

 ¿Qué elementos presentarían propiedades semejantes?
- ¿Cuáles de estas afirmaciones son correctas?
  - Los elementos con propiedades idénticas ocupan el mismo periodo en el sistema periódico.
  - Los no metales se encuentran en la parte izquierda de la tabla periódica.
  - Los elementos se ordenan en la tabla periódica en orden creciente a su número atómico.
  - Los elementos de un mismo grupo tienen el mismo número de electrones en su último nivel.
- El silicio es el segundo elemento del grupo 14. Su número atómico es:
  - 20.
  - 6.
  - 14.
  - 13.
- Los metales alcalinos: Li, Na, K; Rb y Cs forman iones positivos con mucha facilidad debido a que:
  - Tienen un electrón en su última capa.
  - Son no metales.
  - Su estado de oxidación es positivo.
- El elemento de número atómico 10 tiene propiedades análogas al elemento cuyo número atómico es:
  - 9.
  - 11.
  - 16.
  - 18.
- Nombra los elementos que pertenecen al grupo de los gases nobles y justifica su estabilidad química.
- Las distribuciones electrónicas de cuatro átomos diferentes son:
 

• A: (2, 2)	• C: (2, 8, 1)
• B: (2, 7)	• D: (2, 8)

 ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
  - El elemento A es un no metal perteneciente al grupo 2.
  - Los elementos B y D pertenecen al mismo grupo.
  - Todos los elementos pertenecen al mismo periodo.
  - El elemento C es un metal del grupo 1.
- Escribe dos ejemplos de elementos que:
  - Pertenezcan a un mismo periodo.
  - Pertenezcan a un mismo grupo.
  - Sean elementos de transición.
  - Sean metales alcalinos.
- El neón no forma iones positivos; por tanto, podemos afirmar que:
  - Su configuración electrónica es muy estable.
  - Solamente forma iones negativos.
  - No tiene electrones.
- Un elemento X tiene (2, 8, 2) de distribución electrónica, ¿qué tipo de iones puede formar?
- Explica el tipo de enlace que aparece en las siguientes sustancias y escribe su fórmula:
  - Cloruro de litio.
  - Hidrógeno.
  - Tetracloruro de carbono.
- Ordena los siguientes elementos por orden creciente de tamaño:
 

Potasio - Litio - Cesio - Sodio - Rubidio



**ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)**

1. La respuesta verdadera es la c).
2. **a)**  $O^{2-}$ : 8 protones y 10 electrones.  
 $F^{-}$ : 9 protones y 10 electrones.  
 $Ca^{2+}$ : 20 protones y 18 electrones.  
 $K^{+}$ : 19 protones y 18 electrones.  
**b)**  $O^{2-}$ : (2, 8).  
 $F^{-}$ : (2, 8).  
 $Ca^{2+}$ : (2, 8, 8).  
 $K^{+}$ : (2, 8, 8).  
**c)** Todos tienen su último nivel de energía completo con 8 electrones.  
Los átomos forman iones buscando adquirir la configuración electrónica de un gas noble a la que se asocia su estabilidad.
3.  $Z = 13$  y  $A = 27$ ; tiene 13 protones, 14 neutrones y 13 electrones.  
Es un metal con tendencia a perder 3 electrones y formar el ion  $Al^{3+}$ .
4. A y C, porque tienen el mismo número de electrones en la última capa.
5. Son correctas c) y d).
6. La respuesta verdadera es la c).
7. La respuesta correcta es la a).
8. La respuesta verdadera es la d).
9. Helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón. Son muy estables químicamente debido a que tienen el último nivel de energía completo.
10. Es correcta la afirmación d).
11. Respuesta libre.
12. La respuesta verdadera es la a).
13. Iones  $X^{2+}$ .
14. **a)** LiCl: enlace iónico.  
**b)**  $H_2$ : enlace covalente.  
**c)**  $CCl_4$ : enlace covalente.
15. Por orden creciente de tamaño, el orden es:  
Litio - Sodio - Potasio - Rubidio - Cesio.

## PROBLEMA RESUELTO 1

Describe las partículas fundamentales constituyentes del átomo e indica el número de partículas que hay en el átomo representado por  ${}^{190}_{76}\text{Os}$ .

## Planteamiento y resolución

Las partículas fundamentales constituyentes del átomo son:

- **Protones:** partículas con carga eléctrica positiva y masa apreciable que se encuentran formando parte del núcleo.
- **Neutrones:** partículas sin carga eléctrica, con masa semejante a la del protón y que también forman parte del núcleo.
- **Electrones:** partículas con carga eléctrica negativa, masa mucho menor que la de protones y neutrones y que forman parte de la corteza del átomo.

En el átomo de osmio, indicado en el enunciado, observamos que el número atómico es 76, y el número másico, 190.

El número atómico es igual al número de protones, por lo que estos serán 76.

Al ser un átomo neutro (sin carga eléctrica), tendrá el mismo número de electrones; esto es, 76.

Como el número másico es 190 (número de protones y neutrones), si restamos a esta cantidad los 76 protones, obtenemos el número de neutrones, que resulta ser: 114.

Así, tendríamos **76 protones, 76 electrones y 114 neutrones**.

## ACTIVIDADES

- 1 Determina el número de partículas de cada tipo que hay en los siguientes átomos:



Sol.: a) 80 protones, 120 neutrones y 80 electrones;  
b) 55 protones, 78 neutrones y 55 electrones

- 2 Explica la diferencia entre átomo neutro y ion. ¿Qué tipos de iones pueden aparecer?

Sol.: En un átomo neutro el n.º de protones = n.º electrones, mientras que en un ion son distintos. Pueden aparecer iones positivos y negativos

- 3 Completa la siguiente tabla:

Elemento	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones
${}^{40}_{18}\text{Ar}$					
${}^{75}_{33}\text{As}$					
${}^{55}_{25}\text{Mn}$					
${}^{235}_{92}\text{U}$					
${}^{238}_{92}\text{U}$					
${}^{35}_{17}\text{Cl}$					
${}^{27}_{13}\text{Al}$					

- 4 El núcleo del átomo representado por  ${}^{58}_{27}\text{X}$  está formado por:

- a) 58 protones y 27 neutrones.  
b) 27 protones y 58 electrones.  
c) 27 electrones y 31 protones.  
d) 27 protones y 31 neutrones.  
e) 58 protones y 27 electrones.

Sol.: d)

- 5 Calcula el número de protones, neutrones y electrones que tienen los siguientes átomos:

- a)  ${}^{108}_{47}\text{Ag}$   
b)  ${}^{127}_{53}\text{I}$   
c)  ${}^{31}_{15}\text{P}$

Sol.: a) 47 protones, 61 neutrones y 47 electrones;  
b) 53 protones, 74 neutrones, y 53 electrones;  
c) 15 protones, 16 neutrones, y 15 electrones

## PROBLEMA RESUELTO 2

Completa la siguiente tabla:

Número atómico	Estructura electrónica	Número de electrones que gana, cede o comparte al formar un enlace	Tipo de elemento
20			
16			
10			

Define el concepto de número de oxidación y ordena de mayor a menor la energía de ionización (energía necesaria para arrancar un electrón) de los elementos anteriores.

## Planteamiento y resolución

Atendiendo al número atómico y a los electrones que completan cada nivel de energía, obtenemos:

Número atómico	Estructura electrónica	Número de electrones que gana, cede o comparte al formar un enlace	Tipo de elemento
20	2, 8, 8, 2	+2	Metal
16	2, 8, 6	-2	No metal
10	2, 8	0	Gas noble

El número de oxidación es el número de electrones que gana, cede o comparte un átomo al formar un enlace. La máxima estabilidad la ofrecen los gases nobles por tener el último nivel completo, de ahí la tendencia de todos los átomos a completar su último nivel cuando forman un enlace.

En nuestro ejemplo, el elemento de número atómico 20 (Ca) alcanza la configuración de gas noble cuando cede 2 electrones, por eso su valencia es +2. El elemento de número atómico 16 (S) alcanza dicha configuración cuando acepta dos electrones, por lo que su valencia es -2. El elemento de número atómico 10 (Ne) ya tiene completa su última capa: es un gas noble.

Por otro lado, la energía de ionización es la energía necesaria para arrancar el último electrón a un átomo en estado gaseoso. Será mayor; es decir, costará más trabajo arrancar el electrón, cuanto más cerca esté el átomo de la configuración de gas noble. Así, en nuestro ejemplo la mayor energía de ionización será para el Ne, y la menor, para el Ca.

El orden sería: **Ne > S > Ca**.

## ACTIVIDADES

- Justifica por qué el primer periodo de la tabla periódica está formado por dos elementos y, sin embargo, el segundo periodo está formado por ocho elementos.
- Explica cómo varían las energías de ionización en los elementos del grupo 1.  
Justifica tu respuesta.  
*Sol.: Li < Na < K < Rb < Cs*
- Escribe el nombre y el símbolo de todos los elementos del grupo 17 del sistema periódico (halógenos). Escribe la distribución electrónica correspondiente a su último nivel de energía. ¿Qué tienen en común?
- Ordena de menor a mayor energía de ionización los siguientes elementos:  
**Mg, B, C, F, O, N, K**  
*Sol.: K < Mg < B < C < N < O < F*

## PROBLEMA RESUELTO 3

La estructura electrónica de un elemento es (2, 5).

- ¿Cuál es su número atómico?
- ¿Qué posición ocupa en el sistema periódico?
- ¿Es un metal o un no metal?
- ¿De qué elemento se trata?
- Nombra otros elementos que pertenezcan al mismo grupo.
- Supón que gana un electrón. Completa la siguiente tabla:

N.º protones	N.º electrones	Configuración electrónica

## Planteamiento y resolución

- Su número atómico es **7**. Al ser un átomo neutro, tiene el mismo número de electrones que de protones.
- Le «faltan» 3 electrones para completar el segundo nivel de energía, por lo que pertenecerá al **grupo 15**.
- Si el elemento pertenece al grupo 15, es un **no metal**.

- Es el **N**.
- Otros elementos que pertenecen a su grupo son:  
**P, As, Sb y Bi**

N.º protones	N.º electrones	Configuración electrónica
7	8	$1s^2 2s^2 p^4$

## ACTIVIDADES

- El silicio es un elemento que se encuentra situado en el periodo 3 y grupo 14 del sistema periódico.
  - Escribe el símbolo del silicio.
  - Escribe su distribución electrónica.
  - Determina su número atómico.
  - Nombra algún otro elemento que pertenezca al mismo grupo que el silicio.

Sol.: a) Si;  
b) (2, 8, 4);  
c)  $Z = 14$ ;  
d) Carbono, C

- Un elemento X está situado en el periodo 3 y grupo 17 del sistema periódico.
  - ¿Cuál es su distribución electrónica?
  - ¿Cuál es su número atómico?
  - ¿Qué elemento es?

Sol.: a) (2, 8, 7);  
b)  $Z = 17$ ;  
c) Cloro, Cl

- Escribe los nombres y símbolos de todos los elementos del periodo 2.
- ¿Cuáles de los siguientes elementos pertenecen al mismo grupo y tienen dos electrones de valencia?
  - Na y Ca.
  - Be y Sr.
  - Li y K.
  - F y Cl.

Sol.: b). El berilio, Be, y el estroncio, Sr

- ¿Cuántos electrones de valencia tienen los elementos del grupo 1 del sistema periódico?
- De los elementos siguientes:

F, K, C, Mg

¿Cuál es el que tiene mayor número de electrones de valencia?

Sol.: El flúor, F

## PROBLEMA RESUELTO 4

Con el fin de determinar el tipo de enlace que une a los átomos en tres sustancias desconocidas A, B y C, se han realizado los siguientes ensayos, cuyos resultados aparecen en la siguiente tabla:

Sustancia	PF (°C)	Solubilidad	Conductividad
A	850	Soluble en agua	Solo en disolución
B	1100	No soluble	Sí
C	10	Soluble en benceno	No

Justifica el tipo de enlace que cabe esperar en las sustancias A, B y C.

## Planteamiento y resolución

La sustancia A es un sólido a temperatura ambiente, con un punto de fusión alto, soluble en agua y conductora en disolución.

Estas son propiedades características de un compuesto **iónico**.

La sustancia B es una sustancia sólida a temperatura ambiente, con un punto de fusión muy alto y conductora de la electricidad.

Estas son propiedades características de un **metal**.

La sustancia C es una sustancia líquida a temperatura ambiente, con un punto de fusión bajo, no soluble en agua ni conductora de la corriente eléctrica.

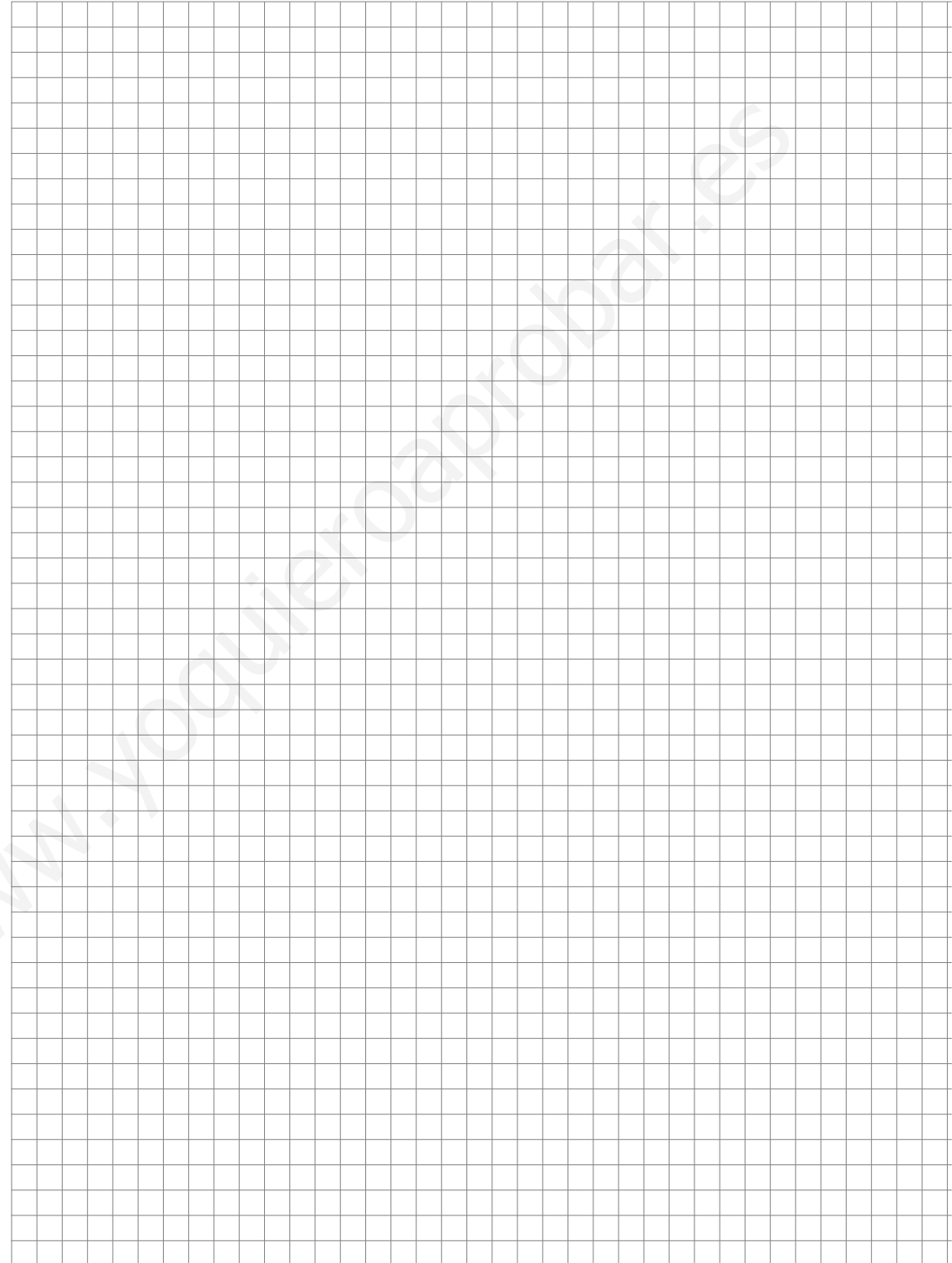
Estas son propiedades características de un compuesto **covalente**.

## ACTIVIDADES

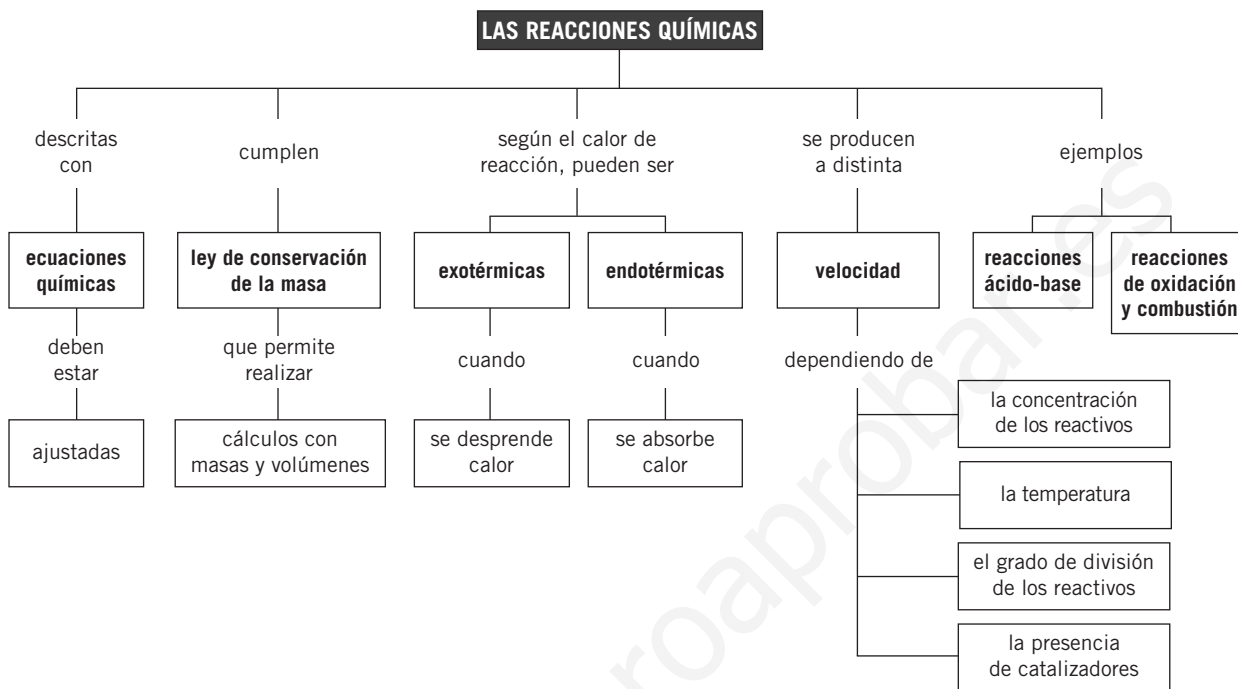
- Dados los átomos  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ .
  - Explica el tipo de enlace que aparece cuando se combina el litio con el oxígeno.
  - Explica el tipo de enlace que aparece cuando se combina el cloro con el oxígeno.

Sol.: a) iónico; b) covalente
- Clasifica las siguientes sustancias por el enlace químico que presentan:  
 $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{SO}_2$   
 Sol.: iónico, covalente, covalente, metálico, covalente
- Indica razonadamente el tipo de enlace existente en las siguientes sustancias:  
 $\text{Cl}_2$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Mg}$  y  $\text{C}$   
 Sol.: Covalente, iónico, iónico, covalente, metálico y covalente
- Ordena las siguientes sustancias en orden creciente de sus puntos de fusión (atendiendo al enlace que presentan):  
 $\text{N}_2$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$   
 Sol.:  $\text{N}_2 < \text{CO}_2 < \text{H}_2\text{O} < \text{Cu}$
- Un sólido de punto de fusión elevado, duro, soluble en agua y conductor cuando está disuelto está formado por la unión de átomos mediante un enlace del tipo:  
 a) Covalente.                      c) Metálico.  
 b) Iónico.  
 Sol.: b)
- ¿Cuál de las siguientes sustancias se disolverá mejor en agua?:  
 $\text{N}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{Na}$   
 Sol.:  $\text{NaCl}$
- El magnesio se une al bromo para formar el bromuro de magnesio.  
 Contesta las siguientes cuestiones:  
 a) ¿Con qué tipo de enlace se unen?  
 b) ¿Qué propiedades cabe esperar para el compuesto bromuro de magnesio?  
 Sol.: a) Iónico; b) Propiedades de los compuestos iónicos

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. Conviene comenzar la unidad distinguiendo entre cambio físico y cambio químico. En el primero, el cambio no afecta a la naturaleza de las sustancias, mientras que en el segundo existe una ruptura y formación de enlaces, de manera que una o varias sustancias se transforman en otras diferentes. Algunas veces, los alumnos confunden el proceso de disolución, ya que para ellos «desaparece» el soluto. Para aclararlo, conviene que reflexionen sobre lo que ocurre al disolver sal común en agua y posteriormente dejar evaporar el agua: «reaparece» la sal, no se había transformado en una sustancia diferente.
2. Los cambios químicos o reacciones químicas se representan a través de las ecuaciones químicas, en las que deben figurar las fórmulas de las sustancias iniciales (reactivos), una flecha que indica el sentido de la reacción, y las fórmulas de las sustancias que se obtienen (productos). En las reacciones químicas se cumple la ley de Lavoisier, es decir, la masa se conserva. Esta ley debe quedar reflejada en la ecuación que representa la reacción en cada caso, por lo que es necesario ajustarla. Se colocan delante de las fórmulas unos números enteros, los coeficientes estequiométricos, de manera que el número total de átomos de cada elemento que aparece en la ecuación debe ser el mismo en ambos lados de la ecuación.
3. El mol, unidad de cantidad de sustancia en el SI, no suele resultar un concepto sencillo de entender; sin embargo, es clave para realizar correctamente todos los cálculos de masa y volumen que derivan del estudio de las reacciones químicas. Para facilitar su comprensión, al ser un número fijo de partículas, les ayuda compararlo con la docena, cantidad que les resulta muy familiar. Igual que la masa de una docena de canicas y una de mesas no es la misma, tampoco la masa de un mol de átomos o de moléculas de una u otra sustancia es la misma.
4. El diferente intercambio de energía de las reacciones (absorción o liberación) está asociado a la ruptura y formación de enlaces de las sustancias que intervienen en la reacción. Unas necesitan absorber energía, las endotérmicas, y otras liberarla, las exotérmicas.

## PRESENTACIÓN

1. El concepto de mol es clave para poder realizar correctamente los cálculos estequiométricos aplicando las leyes de las reacciones químicas.
2. La rapidez de las reacciones químicas depende de diversos factores, entre los que se encuentran la concentración y el grado de división de los reactivos, la temperatura y la presencia de catalizadores.
3. En esta unidad se estudian con detalle los tipos de reacciones químicas: ácido-base y oxidación y combustión.

## OBJETIVOS

- Representar reacciones químicas a través de ecuaciones químicas.
- Realizar cálculos estequiométricos de masa y volumen en reacciones químicas.
- Relacionar el intercambio de energía en las reacciones con la ruptura y formación de enlaces en reactivos y productos.
- Conocer los factores que influyen en la velocidad de reacción.
- Describir reacciones químicas ácido-base y oxidación y combustión.

## CONTENIDOS

### CONCEPTOS

- Reacciones exotérmicas y endotérmicas.
- Velocidad de reacción.
- Factores que influyen en la velocidad de reacción.
- El mol.
- Concentración de las disoluciones.
- Ajuste de ecuaciones químicas.
- Cálculos estequiométricos de masa y volumen.
- Cálculos estequiométricos con disoluciones.
- Reacciones ácido-base.
- Reacciones de oxidación y combustión.
- Radiactividad.

### PROCEDIMIENTOS, DESTREZAS Y HABILIDADES

- Ajustar reacciones químicas.
- Resolver ejercicios de cálculo de masa y volumen en las reacciones químicas.
- Realizar ejercicios de reacciones químicas en las que intervienen sustancias en disolución.

### ACTITUDES

- Favorecer el respeto de las normas de seguridad en la realización de experimentos, bien en un laboratorio escolar como en uno industrial.
- Valorar la importancia de la química en la industria para cubrir necesidades del ser humano (nuevos materiales, medicamentos, alimentos).



## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación para la salud

Ácidos y bases son sustancias con múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y de fertilizantes.

El medio ácido es desfavorable para el desarrollo de muchos hongos y bacterias, por lo que ciertos ácidos, como el cítrico o el tartárico, se utilizan como aditivos en la conservación de alimentos.

En la industria farmacéutica aparecen con frecuencia sustancias ácidas (ácido acetilsalicílico, principio activo de la aspirina) o básicas (bicarbonato sódico), utilizados como analgésicos o como protectores del estómago.

El suelo donde crecen las plantas también puede tener más o menos acidez o basicidad, dependiendo de su composición. En la industria de fertilizantes se utilizan tanto ácidos, como el nítrico, sulfúrico y fosfórico, para la obtención de sus sales derivadas, como compuestos básicos, por ejemplo el amoníaco, para la fabricación de abonos como el nitrato amónico.

### 2. Educación medioambiental

La contaminación atmosférica es una seria amenaza para la vida en nuestro planeta. Las reacciones químicas procedentes del desarrollo industrial emiten a la atmósfera algunos óxidos de nitrógeno y azufre. Cuando llueve, estos óxidos reaccionan con el agua formando ácidos fuertes, como el ácido nítrico o el ácido sulfúrico. Estos ácidos disueltos en el agua originan la llamada *lluvia ácida*.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

#### Competencia matemática

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

En la resolución de los ejercicios relacionados con el concepto de mol de esta unidad se repasan las proporciones y las relaciones.

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

Esta unidad es fundamental para adquirir las destrezas necesarias para entender el mundo que nos rodea. A partir del conocimiento sobre los cambios químicos y físicos los alumnos pueden llegar a entender la naturaleza de los cambios que se producen en su entorno cotidiano. Profundizando en el estudio de los distintos tipos de reacciones que ocurren a su alrededor.

El estudio de todos estos conceptos relacionados con los cambios químicos enseña a los alumnos a valorar

la importancia de la química en la industria para cubrir necesidades del ser humano (nuevos materiales, medicamentos, alimentos...).

#### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** se proponen direcciones web relacionadas con la unidad.

#### Competencia social y ciudadana

El estudio de las reacciones químicas de combustión y de oxidación fortalece los conocimientos de los alumnos sobre cuestiones medioambientales, como es el efecto invernadero. Estas reacciones producen mucho dióxido de carbono que aumenta el efecto invernadero y con él el aumento de la temperatura en la superficie terrestre.

Se pretende fomentar el respeto por las normas de seguridad necesarias en la realización de experiencias, bien en un laboratorio escolar o en uno industrial.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Clasificar las reacciones químicas en endotérmicas y exotérmicas.
2. Explicar cómo afectan distintos factores en la velocidad de reacción.
3. Ajustar ecuaciones químicas.
4. Interpretar ecuaciones químicas.
5. Realizar correctamente cálculos de masa y volumen en ejercicios de reacciones químicas.
6. Reconocer reacciones químicas ácido-base y de oxidación y combustión.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

- Explica cuál es la diferencia entre una transformación física y una transformación química. Pon dos ejemplos de cada una de ellas.
- Indica si los siguientes procesos son transformaciones físicas o químicas:
  - Calentar un líquido hasta elevar su temperatura de 21 a 42 °C.
  - Fundir una pieza de bronce.
  - Quemar madera en una chimenea.
- Dada la reacción:
 
$$\text{Nitrógeno (gas)} + \text{hidrógeno (gas)} \rightarrow \text{amoniaco (gas)}$$
  - Escribe la ecuación química ajustada correspondiente.
  - Explica por qué es necesario ajustar las ecuaciones químicas.
- ¿Cuál de las siguientes ecuaciones químicas corresponde a la reacción ajustada de combustión del metano?
  - $\text{C (s)} + 2 \text{H}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CH}_4 \text{(g)}$
  - $\text{CH}_4 \text{(g)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CO (g)} + \text{H}_2\text{O (g)}$
  - $\text{CH}_4 \text{(g)} + 2 \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{(g)} + 2 \text{H}_2\text{O (g)}$
  - $2 \text{C}_2\text{H}_6 \text{(g)} + 7 \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 4 \text{CO}_2 \text{(g)} + 6 \text{H}_2\text{O (g)}$
- Señala cuál de las siguientes ecuaciones químicas no está bien ajustada:
  - $\text{CaO} + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Hg} + \text{S} \rightarrow \text{Hg}_2\text{S}$
  - $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Cu} + \text{SO}_2$
  - $\text{Cl}_2 + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{NaCl}$
- Ajusta las siguientes ecuaciones químicas:
  - $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
  - $\text{HCl} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Calcula el número de moles existente en 315 gramos de  $\text{HNO}_3$ . Masas atómicas: H = 1 u; N = 14 u; O = 16 u.
- Calcula los gramos que son 1,5 moles de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Masas atómicas: H = 1 u; P = 31 u; O = 16 u.
- Calcula el número de moles y moléculas que hay en 308 gramos de  $\text{CCl}_4$ . Masas atómicas: C = 12 u; Cl = 35,5 u.
- A partir de la ecuación química:
 
$$\text{CaCO}_3 \text{(s)} \rightarrow \text{CaO (s)} + \text{CO}_2 \text{(g)}$$
 ¿cuántos moles de  $\text{CaCO}_3$  son necesarios para obtener 20 litros de  $\text{CO}_2$  medidos en condiciones normales de presión y temperatura?
- En la reacción química representada por:
 
$$\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$$
 ¿Cuál es la masa de cloruro de magnesio que se produce cuando reaccionan 0,154 mol de magnesio con exceso de ácido?  
 Masas atómicas: Mg = 24 u; Cl = 35,5 u.
- El propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) se quema con oxígeno obteniéndose dióxido de carbono y agua:
  - Escribe la ecuación química ajustada.
  - Calcula la cantidad de oxígeno necesaria para quemar 100 litros de propano medidos en condiciones normales de presión y temperatura.
- En la reacción:  $\text{CaO} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , ¿cuántos gramos de cloruro de hidrógeno se necesitan para reaccionar totalmente con 56 gramos de óxido de calcio?  
 Masas atómicas: Ca = 40 u; O = 16 u; H = 1 u; Cl = 35,5 u.
- Una bombona de propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) tiene 21 kg de gas. Calcula el calor que se desprende en la combustión completa del gas, sabiendo que el calor de combustión del propano es de 2217,9 kJ/mol.
- Dada la ecuación química:
 
$$\text{I}_2 \text{(s)} + \text{H}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{HI (g)} - 52 \text{ kJ}$$
 se puede asegurar que dicha reacción es:
  - Exotérmica.
  - Endotérmica.
  - Espontánea.
  - Eficaz.
- Cuando se quema un mol de carbono según la reacción:  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  se obtienen 393 kJ. ¿Qué cantidad de calor se liberará si quemamos 54 g de carbono?
- Clasifica las siguientes reacciones:
  - $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ .
  - $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$ .
  - $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ .

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1. Transformación física es aquella en la que no se modifica la naturaleza de la sustancia. Por ejemplo, la fusión del hielo o la disolución de la sal en el agua.

Transformación química es aquella en la que se modifica la naturaleza de la sustancia. Por ejemplo, la combustión de la madera o la oxidación de un clavo.

2. a) Física.  
b) Física.  
c) Química.
3. a)  $N_2 + H_2 \rightarrow 2 NH_3$ .  
b) La ecuación química se ajusta porque en toda reacción química se conserva la masa, es decir, el número de átomos se mantiene constante.
4. La respuesta verdadera es la c).
5. La reacción b) está mal ajustada. Sería:  
 $2 Hg + S \rightarrow Hg_2S$
6. a)  $2 CO + O_2 \rightarrow 2 CO_2$ .  
b)  $2 HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2 H_2O$ .
7.  $n = \frac{m}{M} = \frac{315 \text{ g}}{63 \text{ g/mol}} = 5 \text{ mol}$ .
8.  $1,5 \cdot 98 = 147 \text{ g}$
9.  $n = \frac{m}{M} = \frac{308 \text{ g}}{154 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$ ;  
 $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{24}$  moléculas.
10.  $20 \text{ L } CO_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22,4 \text{ L } CO_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{1 \text{ mol } CO_2} =$   
 $= 0,89 \text{ mol de } CaCO_3$
11.  $0,154 \text{ mol Mg} \cdot \frac{1 \text{ mol } MgCl_2}{1 \text{ mol Mg}} \cdot \frac{95 \text{ g } MgCl_2}{1 \text{ mol } MgCl_2} =$   
 $= 14,63 \text{ g } MgCl_2$
12. a)  $C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$ .  
b)  $100 \text{ L } C_3H_8 \cdot \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{22,4 \text{ L } C_3H_8} \cdot \frac{5 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} \cdot$   
 $\frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 714,28 \text{ g } O_2$
13.  $56 \text{ g } CaO \cdot \frac{1 \text{ mol } CaO}{56 \text{ g } CaO} \cdot \frac{2 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol } CaO} \cdot$   
 $\frac{36,5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 73 \text{ g } HCl$
14.  $Q = 21 \cdot 10^3 \text{ g } C_3H_8 \cdot \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 \text{ g } C_3H_8} \cdot \frac{2217,9 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_3H_8} =$   
 $= 1058,543 \text{ kJ}$
15. La respuesta verdadera es la b).
16.  $54 \text{ g } C \cdot \frac{1 \text{ mol } C}{12 \text{ g } C} \cdot \frac{393 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 1768,5 \text{ kJ}$ .
17. a) Reacción de síntesis.  
b) Reacción de descomposición.  
c) Reacción de sustitución.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- El carbonato de calcio es un sólido de color blanco. Cuando se calienta, se observan los siguientes cambios: se desprende un gas incoloro, queda un residuo sólido y se aprecia una pérdida de masa cuando se pesa el recipiente. ¿Qué tipo de transformación ha tenido lugar? Razona la respuesta.
- Señala cuál de las observaciones siguientes pueden mostrar la presencia de una reacción química en un laboratorio:
  - Se añade un sólido a un líquido y se disuelve.
  - Se añade un sólido a un líquido y aparece un precipitado de distinto color.
  - Se añade un sólido a un líquido y se produce un gas.
  - Se mezclan dos líquidos y aparecen dos fases.
- Escribe y ajusta las siguientes ecuaciones químicas:
  - Sulfuro de cinc + oxígeno  $\rightarrow$  óxido de cinc + dióxido de azufre.
  - Metano + oxígeno  $\rightarrow$  dióxido de carbono + agua.
  - Sulfuro de plomo (II) + oxígeno  $\rightarrow$  óxido de plomo (II) + dióxido de azufre.
- Dado el siguiente proceso químico:
 
$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$$

$$320 \text{ g} + 12 \text{ g} \rightarrow 224 \text{ g} + \dots$$
  - Escribe la ecuación química ajustada.
  - Calcula la cantidad de agua que aparece.
  - Calcula la cantidad de hidrógeno que reacciona con 400 g de óxido de hierro (III).
  - Enuncia la ley que has aplicado en el apartado b).

Masas atómicas: Fe = 56 u; H = 1 u; O = 16 u.
- Dada la reacción:
 
$$\text{Óxido de hierro (II)} + \text{hidrógeno} \rightarrow \text{hierro} + \text{agua}$$
  - Escribe la ecuación química ajustada.
  - Calcula la masa de hierro que se obtendrá a partir de 50 g de óxido de hierro (II).
  - Calcula el volumen de hidrógeno, medido en condiciones normales, que se consume en la reacción.

Masas atómicas: Fe = 56 u; O = 16 u; H = 1 u.
- Escribe y ajusta la reacción de formación de agua a partir de oxígeno e hidrógeno.
  - Si la energía liberada al formarse 1 mol de agua es 285 kJ, ¿cuánta energía se libera al producirse 100 g de agua?  
Masas atómicas: H = 1 u; O = 16 u.
- Escribe, ajusta y clasifica las siguientes reacciones químicas:
  - Nitrógeno + hidrógeno  $\rightarrow$  amoníaco.
  - Metano + oxígeno  $\rightarrow$  dióxido de carbono + agua.
  - Cloruro de hidrógeno + hidróxido de potasio  $\rightarrow$  cloruro de potasio + agua.
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?
  - Si la energía de activación de una reacción química es elevada, su velocidad será baja.
  - Una reacción química es, a nivel atómico, una reorganización de átomos.
  - Una reacción es exotérmica porque desprende energía cuando se produce.
  - Para que se realice una reacción química es necesario suministrar previamente energía a los reactivos.
- Dadas las reacciones:
 
$$\text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{HI} (\text{g})$$

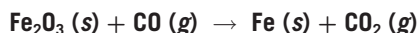
$$\text{Cu} (\text{s}) + 2 \text{HCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{CuCl}_2 (\text{s}) + \text{H}_2 (\text{g})$$
 Justifica, aplicando la teoría de colisiones, cuál de ellas tendrá mayor velocidad de reacción.
- ¿Cuál de las siguientes reacciones es una reacción ácido-base?
  - $\text{ZnO} + \text{CO} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}_2$ .
  - $\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ .
  - $\text{HCl} + \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2$ .
  - $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
- ¿Cuál de las siguientes reacciones es una reacción de combustión?
  - $\text{ZnO} + \text{CO} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}_2$ .
  - $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ .
  - $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ .
  - $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

- Se ha producido una reacción química debido a que hay un cambio en la naturaleza de las sustancias, que se manifiesta en la aparición de un gas.
- Los apartados b) y c) muestran reacción química.
- $2 \text{ZnS} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ZnO} + 2 \text{SO}_2$ .
  - $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ .
  - $2 \text{PbS} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{PbO} + 2 \text{SO}_2$ .
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{H}_2\text{O}$ .
  - $320 \text{ g} + 12 \text{ g} - 224 \text{ g} = 108 \text{ g}$ .
  - $400 \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \cdot \frac{12 \text{ g H}_2}{320 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} = 15 \text{ g}$ .
  - «En toda reacción química la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos».
- $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$ .
  - $50 \text{ g FeO} \cdot \frac{1 \text{ mol FeO}}{72 \text{ g FeO}} \cdot \frac{1 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol FeO}} \cdot \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 38,88 \text{ g de Fe}$ .
  - $12 \text{ g H}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \cdot \frac{22,4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 15,5 \text{ L de H}_2$ .
- $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ .
  - $100 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} \cdot \frac{285 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} \rightarrow Q = 1583,3 \text{ kJ}$ .
- $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$ : reacción de síntesis.
  - $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ : reacción de combustión.
  - $\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ : reacción de doble desplazamiento.
- La afirmación falsa es la d).
- La primera reacción tendrá mayor velocidad porque se produce entre sustancias gaseosas y los choques son más probables.
- La reacción d) es la reacción ácido-base.
- La reacción c) es la reacción de combustión.

## PROBLEMA RESUELTO 1

Ajusta e interpreta la ecuación química siguiente:



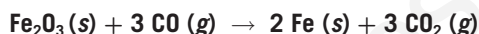
## Planteamiento y resolución

En primer lugar, y para ajustar la ecuación, debemos conseguir que haya el mismo número de átomos de cada especie en cada uno de los dos miembros de la ecuación.

Como hay dos átomos de Fe en el primer miembro, el coeficiente del Fe en el segundo miembro debe ser dos.

Para conseguir igualar el oxígeno, el coeficiente del monóxido de carbono (CO) y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) debe ser tres.

Así, la ecuación química ajustada sería:



Esta ecuación nos informa acerca de:

1. Las fórmulas de las sustancias que participan en la reacción y su estado físico.
2. El número de átomos que intervienen en la reacción.
3. La relación en moles entre las sustancias que intervienen en la reacción.

## ACTIVIDADES

1 Ajusta las siguientes reacciones químicas:

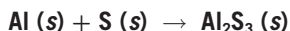
- a)  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
- b)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
- c)  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
- d)  $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

2 Escribe y ajusta las siguientes reacciones químicas:

- a) Plata + sulfuro de hidrógeno → sulfuro de plata + hidrógeno.
- b) Pentaóxido de dinitrógeno + agua → ácido nítrico.
- c) Cinc + ácido clorhídrico → cloruro de cinc + hidrógeno.

Sol.: a)  $2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2$ ;  
 b)  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3$ ;  
 c)  $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

3 Ajusta la ecuación química siguiente e indica toda la información contenida en ella:



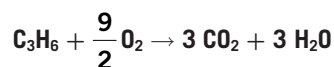
Sol.:  $2 \text{Al} (\text{s}) + 3 \text{S} (\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 (\text{s})$   
 Dos moles de aluminio reaccionan con tres moles de azufre, resultando un mol de sulfuro de aluminio

4 Escribe la ecuación química ajustada correspondiente a las siguientes transformaciones:

- a) Sulfuro de cobre (II) + oxígeno → óxido de cobre (II) + dióxido de azufre.
- b) Plomo + nitrato de plata → nitrato de plomo (II) + plata.

Sol.: a)  $2 \text{CuS} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CuO} + 2 \text{SO}_2$ ;  
 b)  $\text{Pb} + 2 \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{Ag}$

5 En la ecuación química:



Podemos interpretar que:

- a) 1 molécula de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona con 4,5 moléculas de O<sub>2</sub>.
- b) 1 gramo de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona con 4,5 g de O<sub>2</sub>.
- c) 1 mol de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona con 4,5 mol de O<sub>2</sub>.
- d) 1 mol de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona con 9 mol de O<sub>2</sub>.

Sol.: La c)

## PROBLEMA RESUELTO 2

Se tiene una muestra de 34 gramos de  $\text{NH}_3$ .

Calcula:

- La cantidad de sustancia.
- El número de moléculas.
- El número de átomos de N y H.

Datos: masas atómicas: N = 14 u; H = 1 u.

## Planteamiento y resolución

- a) En primer lugar calculamos la masa molecular:

$$M_m = 1 \cdot 14 + 3 \cdot 1 = 17 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

La cantidad de sustancia la calculamos dividiendo la masa en gramos entre la masa molecular:

$$n = \frac{34}{17} = 2 \text{ mol de } \text{NH}_3$$

- b) Como cada mol tiene un número de moléculas igual al número de Avogadro, en los dos moles tendremos:

$$\begin{aligned} \text{n.}^\circ \text{ moléculas} &= 2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = \\ &= 1,204 \cdot 10^{24} \text{ moléculas de } \text{NH}_3 \end{aligned}$$

- c) Para calcular el número de átomos de cada especie basta con ver la relación en una molécula.

Esto es, en cada molécula hay un átomo de N y tres átomos de H, por lo que el número de átomos sería:

n.º de átomos de nitrógeno:

$$\begin{aligned} \text{n.}^\circ \text{ átomos N} &= 1 \cdot 1,204 \cdot 10^{24} = \\ &= 1,204 \cdot 10^{24} \text{ átomos de N} \end{aligned}$$

n.º de átomos de hidrógeno:

$$\begin{aligned} \text{n.}^\circ \text{ átomos H} &= 3 \cdot 1,204 \cdot 10^{24} = \\ &= 3,612 \cdot 10^{24} \text{ átomos de H} \end{aligned}$$

## ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué cantidad de  $\text{SO}_2$  en gramos hay en 0,5 mol de esa sustancia?

Sol.: 32 g

- 2 Calcula el número de moles y moléculas que hay en 72 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .

Sol.: 4 moles y  $2,4 \cdot 10^{24}$  moléculas

- 3 ¿En cuál de las siguientes muestras hay mayor número de moléculas?

- 34 g de  $\text{H}_2\text{S}$ .
- 40 g de  $\text{SO}_3$ .
- 36 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .
- 66 g de  $\text{CO}_2$ .

Sol.: La c)

- 4 Se tienen 2 moles de  $\text{CO}_2$ .

- ¿Cuántos gramos son?
- ¿Cuántas moléculas son?

Sol.: a) 88 g; b)  $1,2 \cdot 10^{24}$  moléculas

- 5 Si tengo 1,5 mol de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , tengo una masa en gramos de:

- 98 g.
- 147 g.
- 196 g.
- 49 g.

Sol.: La b)

- 6 En 72 gramos de agua tengo un número de moléculas de:

- $6,02 \cdot 10^{23}$ .
- $3,01 \cdot 10^{23}$ .
- $9,03 \cdot 10^{23}$ .
- $2,41 \cdot 10^{24}$ .

Sol.: La d)

NOTA: Usa en cada problema los datos de masas atómicas que sean necesarios.

Masas atómicas: S = 32 u; O = 16 u; H = 1 u; C = 12 u.

## PROBLEMA RESUELTO 3

Calcula la molaridad de una disolución sabiendo que contiene 80 gramos de NaOH en 500 mL de disolución.

Dato: masa molecular de NaOH = 40 g/mol.

## Planteamiento y resolución

La molaridad es una forma de expresar la concentración de una disolución y se define como el número de moles que hay en cada litro de disolución.

Así:

$$M = \frac{\text{n.º moles}}{\text{litros de disolución}}$$

Calculamos previamente el número de moles que corresponden a 80 gramos de NaOH.

$$\text{n.º moles} = \frac{\text{gramos de NaOH}}{\text{M. molecular}} =$$

$$\text{n.º moles} = \frac{80 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = \mathbf{2 \text{ moles}}$$

Sustituimos en la ecuación de la molaridad teniendo la precaución de poner los 500 mL de disolución expresados en litros:

$$500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$$

Por tanto:

$$M = \frac{2}{0,5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$M = \mathbf{4 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}$$

## ACTIVIDADES

- 1 En 1 litro de disolución 0,5 M de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tengo una masa de ácido de:

- a) 196 g.  
b) 147 g.  
c) 49 g.  
d) 98 g.

Sol.: La c)

- 2 Calcula la molaridad de una disolución preparada disolviendo 28 g de CaO en medio litro de disolución.

Sol.: 1 M

- 3 ¿Cuántos gramos de una disolución al 8% de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  necesito si deseo una cantidad de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de 2 g?

Sol.: 25 g

- 4 ¿Cuál sería la concentración expresada en g/L de una disolución que contiene 25 g de soluto en 250 mL de disolución?

Sol.: 100 g/L

- 5 La concentración expresada en % en masa de una disolución que contiene 10 g de soluto y 90 g de disolvente es:

- a) 11%.  
b) 10%.  
c) 20%.  
d) 15%.

Sol.: La b)

- 6 La concentración en g/L de una disolución que contiene 5 g en 100 mL de disolución es:

- a) 500 g/L.  
b) 50 g/L.  
c) 5 g/L.  
d) 0,05 g/L.

Sol.: La b)

NOTA: Usa en cada problema los datos de masas atómicas que sean necesarios.

Masas atómicas: H = 1 u; S = 32 u; O = 16 u; Ca = 40 u; Na = 23 u.



## PROBLEMA RESUELTO 4

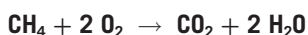
El metano se quema con oxígeno y da lugar a dióxido de carbono y agua. Si reaccionan 64 gramos de metano. Determina:

- La ecuación química ajustada.
- La cantidad de dióxido de carbono que se forma.
- El número de moléculas de agua que aparecen.
- El volumen de oxígeno necesario, medido en condiciones normales de presión y temperatura.

Datos: masas atómicas: C = 12 u; O = 16 u; H = 1 u; número de Avogadro:  $6,022 \cdot 10^{23}$ .

## Planteamiento y resolución

- a) Ajustamos la ecuación de combustión del metano, resultando:



- b) Para calcular la cantidad de dióxido de carbono observamos la relación que hay en número de moles entre este y el metano. Es 1:1.

Así, si partimos de 64 gramos de metano (4 moles) obtenemos 4 moles de  $\text{CO}_2$ , que traducido a gramos con la masa molecular sería: **176 gramos**.

- c) De la misma manera operamos con el agua. El metano y el agua, a la vista de la ecuación química ajustada, están en una relación 1:2. Así, por cada mol de metano que reacciona se forman 2 moles de agua.

A partir de los 4 moles de metano iniciales se obtienen 8 moles de agua, que traducidos a moléculas con el número de Avogadro serán:  **$4,8 \cdot 10^{24}$  moléculas**.

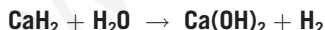
- d) Para calcular el volumen de oxígeno necesario, medido en condiciones normales de presión y temperatura, primero calculamos el número de moles necesarios.

La relación entre el metano y el oxígeno es 1:2, así que por los 4 moles iniciales de metano necesitamos 8 moles de oxígeno.

Recordando que 1 mol de cualquier gas en condiciones normales ocupa un volumen de 22,4 litros, tenemos que los 8 moles ocuparán: **179,2 litros**.

## ACTIVIDADES

- 1 Dada la ecuación química:



- Ajusta la ecuación.
- Calcula los moles de hidrógeno que se obtienen cuando reaccionan completamente 6,3 g de hidruro de calcio.
- Halla los gramos de hidróxido de calcio que se forman.
- Indica la cantidad de hidruro de calcio que sería necesaria para obtener 20 litros de hidrógeno medidos en condiciones normales de presión y temperatura.

Sol.: a)  $\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{H}_2$ ;  
b) 0,15 mol; c) 11,1 g; d) 37,5 g

- 2 Al reaccionar cloruro de hidrógeno con óxido de bario se produce cloruro de bario y agua.

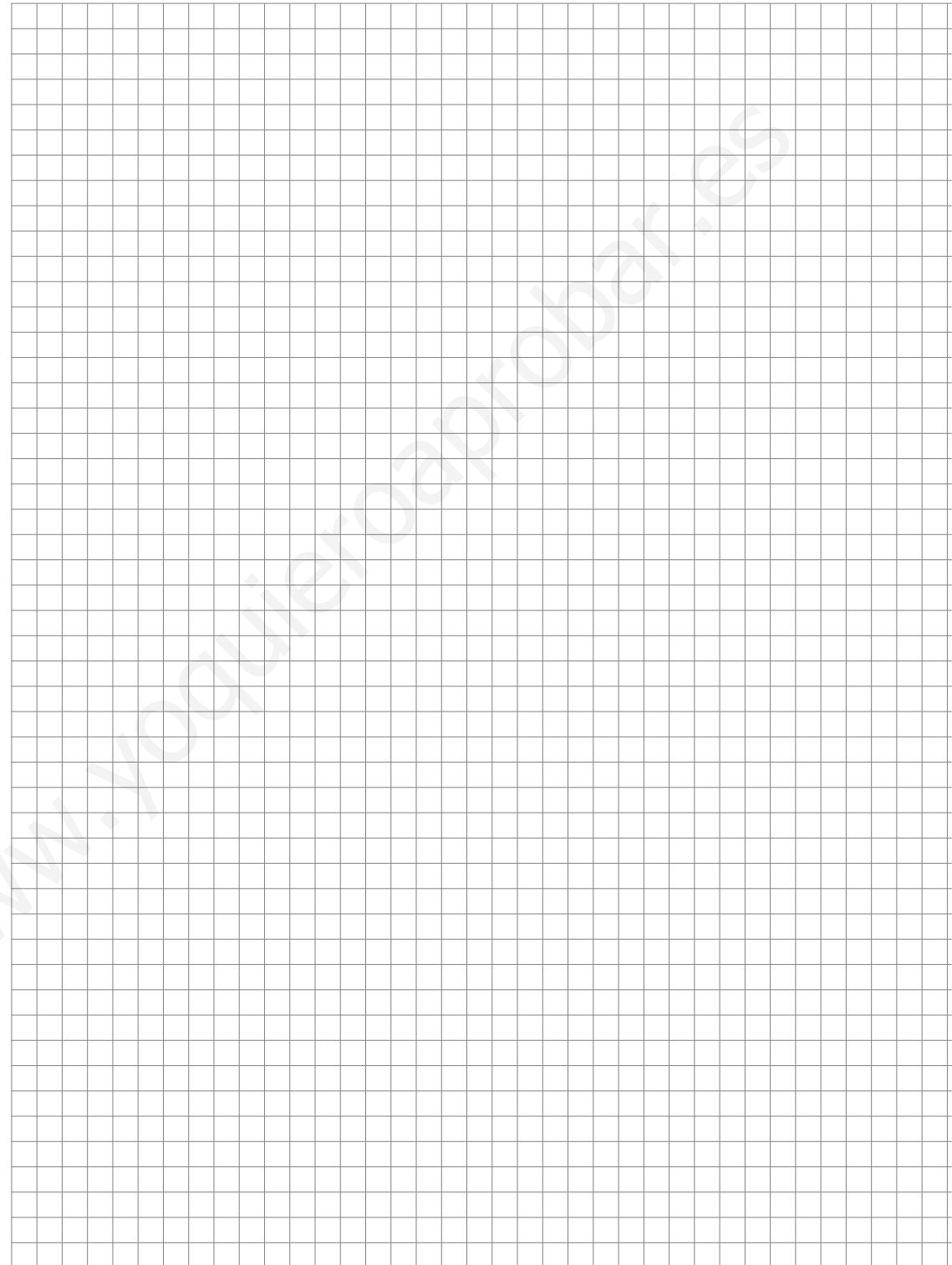
- Escribe la ecuación química ajustada.
- Calcula la cantidad de cloruro de bario que se produce cuando reaccionan 20,5 g de óxido de bario con la cantidad necesaria de ácido.
- Si ponemos 7 g de cloruro de hidrógeno ¿reaccionaría todo el óxido de bario?

Sol.: a)  $2 \text{HCl} + \text{BaO} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
b) 27,8 g;  
c) no, sobrarían 5,38 g de BaO

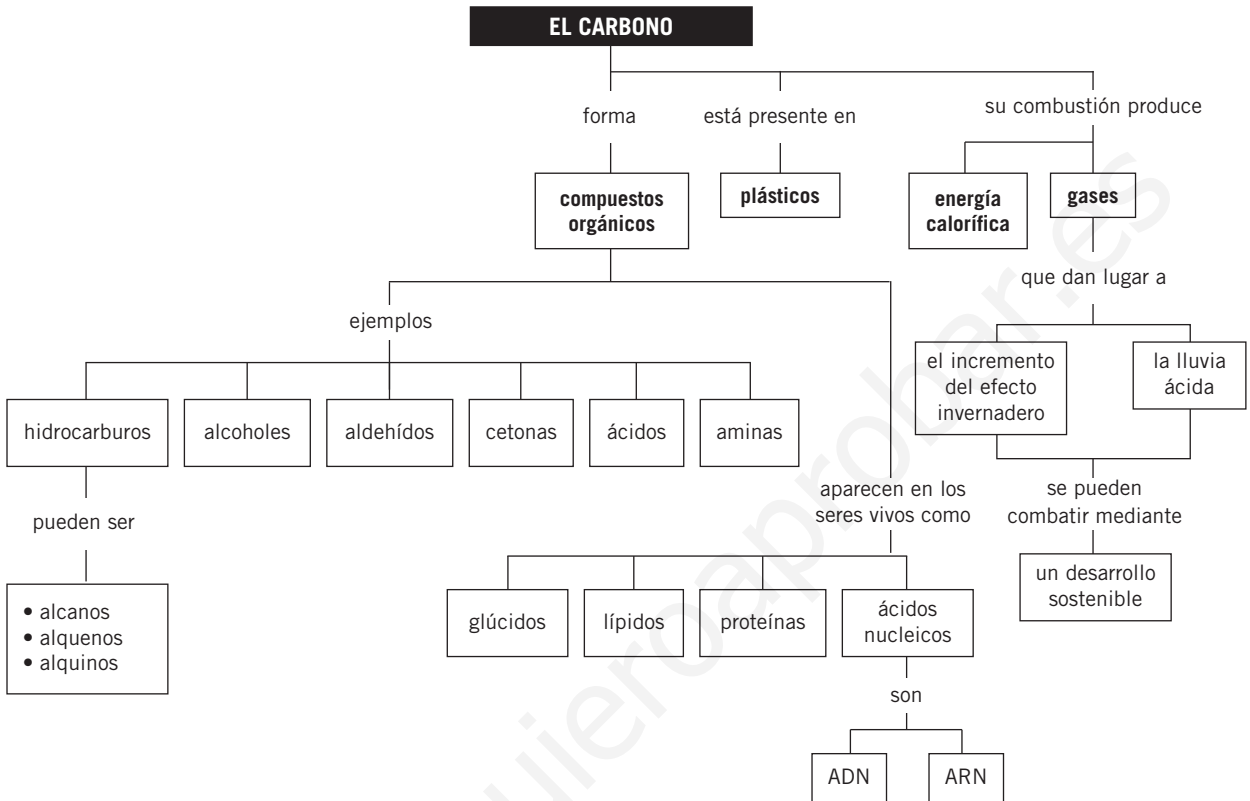
NOTA : Usa en cada problema los datos de masas atómicas que sean necesarios.

Masas atómicas: Ca = 40 u; O = 16 u; H = 1 u;  
Ba = 137,3 u; Cl = 35,5 u.

# Notas



## MAPA DE CONTENIDOS



## CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

1. La química orgánica se desarrolló como una rama de la química a comienzos del siglo XIX, cuando aumentó el interés de los químicos por sustancias tales como los azúcares o los alcoholes, producidos por las plantas y los animales. Se acuñó el término *orgánico* para dichos compuestos, diferenciándolos de los que provienen de fuentes minerales a los que se les denominó *inorgánicos*. Todos los compuestos orgánicos tenían algo en común: el elemento carbono. Durante un tiempo se pensó que los compuestos orgánicos eran especiales y solo podían sintetizarse en células vivas; sin embargo, los experimentos demostraron que no era así: en el laboratorio se obtuvieron compuestos orgánicos a partir de inorgánicos. Actualmente se llama química del carbono a la rama de la química que se ocupa del estudio de este elemento y sus compuestos.
2. Los compuestos que contienen carbono constituyen una impresionante colección de sustancias distintas. Esto es debido a la capacidad del carbono de formar enlaces con otros átomos de carbono formando cadenas lineales, ramificadas o cíclicas. Para entender la versatilidad de los compuestos del carbono conviene que los alumnos recuerden la configuración electrónica de dicho elemento y observen que tiene cuatro electrones en su último nivel. Le faltan, por tanto, otros cuatro para obtener la estructura de gas noble (ocho electrones). El átomo de carbono puede completar este último nivel compartiendo cada uno de sus cuatro electrones mediante la formación de enlaces covalentes con otros cuatro átomos de carbono.
3. La existencia de un gran número de compuestos orgánicos hace necesaria su clasificación en distintos grupos, teniendo en cuenta la clase de átomos con los que se une, fundamentalmente hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, con distintas agrupaciones y diferentes tipos de enlace, simple, doble o triple. Interesa que los alumnos y alumnas escriban tanto las fórmulas moleculares como las desarrolladas para que asimilen mejor las características estructurales de los distintos grupos de compuestos.

## PRESENTACIÓN

1. El carbono es un elemento que tiene capacidad para formar enlaces con otros átomos de carbono, formando diferentes tipos de cadenas que dan lugar a un elevado número de compuestos.
2. Es necesario establecer una clasificación atendiendo, por un lado, al tipo de enlace (simple, doble, triple) y, por otro, a los elementos con que se une (fundamentalmente H, O, N) con distintas agrupaciones.
3. El carbono está muy presente en la composición de los seres vivos; destacan los glúcidos, grasas, proteínas y ácidos nucleicos como compuestos de carbono con interés biológico.
4. En esta unidad se estudian los plásticos, compuestos de carbono que en la actualidad desempeñan un importante papel en nuestra vida cotidiana.
5. Muchos de los combustibles que utilizamos en la actualidad son derivados del carbono, por ejemplo el butano y la gasolina.
6. La unidad finaliza enumerando una serie de acciones para un desarrollo sostenible.

## OBJETIVOS

- Aprender las características básicas de los compuestos del carbono.
- Distinguir entre alcanos, alquenos y alquinos.
- Diferenciar los compuestos de carbono según sus grupos funcionales.
- Conocer los glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.
- Conocer el uso de los combustibles derivados del carbono y su incidencia en el medio ambiente.
- Revisar algunos de los problemas ambientales globales, por ejemplo, la lluvia ácida.
- Conocer las acciones que hay que realizar para lograr un desarrollo sostenible.

## CONTENIDOS

### CONCEPTOS

- Los compuestos de carbono. Características.
- Clasificación de los compuestos de carbono: hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos y aminas.
- Compuestos orgánicos de interés biológico: glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.
- Polímeros sintéticos y su relación con el medio ambiente.
- Combustibles derivados del carbono e incidencia en el medio ambiente.
- Acciones para un desarrollo sostenible.

### PROCEDIMIENTOS, DESTREZAS Y HABILIDADES

- Escribir las fórmulas moleculares semidesarrolladas y desarrolladas de los compuestos de carbono.
- Escribir los monómeros de algunos plásticos.
- Escribir y ajustar las ecuaciones químicas que representan las reacciones de combustión de hidrocarburos.

### ACTITUDES

- Valorar la importancia de los compuestos de carbono tanto en los seres vivos como en los materiales de uso cotidiano.
- Reconocer la necesidad del reciclado y descomposición de algunos plásticos.
- Favorecer las acciones necesarias para llevar a cabo un desarrollo sostenible.
- Reconocer la importancia de tener conocimientos científicos para afrontar los problemas ambientales de nuestro planeta.

## EDUCACIÓN EN VALORES

### 1. Educación para la salud

Conviene aprovechar el estudio de los compuestos de carbono de interés biológico (glúcidos, lípidos y proteínas) para concienciar a los alumnos de la importancia de una dieta equilibrada para nuestra salud. Se podría elaborar alguna actividad, en colaboración con el Departamento de Biología y Geología y/o el de Educación Física, para que reflexionaran sobre qué alimentos deben consumir, en función de sus características, edad, sexo y actividad habitual.

### 2. Educación medioambiental

Al quemar combustibles fósiles en la industria energética, se arroja a la atmósfera una gran cantidad de dióxido de carbono. Aunque una parte de este óxido lo utilizan las plantas en la fotosíntesis y otra fracción se disuelve en el agua de los océanos, la proporción de este gas en la atmósfera ha ido aumentando progresivamente en los últimos años. Este aumento entraña una elevación de la temperatura de la Tierra debido al *efecto invernadero*. Si la temperatura aumentara lo suficiente, podría llegar a fundirse el hielo de los polos, lo que supondría una elevación del nivel del mar y la consiguiente inundación de ciudades costeras.

## COMPETENCIAS QUE SE TRABAJAN

#### Competencia en comunicación lingüística

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

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

Esta unidad es fundamental para adquirir las destrezas necesarias para entender el mundo que nos rodea. A partir del conocimiento de los diferentes compuestos del carbono y sus características se llega a comprender la relación entre los polímeros sintéticos y el medio ambiente y la incidencia de los combustibles derivados del carbono en el medio ambiente.

#### Tratamiento de la información y competencia digital

En la sección **Rincón de la lectura** se proponen algunas direcciones de páginas web interesantes que refuerzan los contenidos trabajados en la unidad.

#### Competencia social y ciudadana

En esta unidad se favorece en los alumnos acciones necesarias para llevar a cabo un desarrollo sostenible.

También se les muestra la importancia de poseer conocimientos científicos para afrontar los diferentes problemas ambientales de nuestro planeta (el incremento del efecto invernadero y la lluvia ácida).

Además, a lo largo de toda la unidad se reconoce la necesidad del reciclado y la descomposición de algunos plásticos.

#### Competencia para aprender a aprender

En la sección **Resumen** se sintetizan los contenidos más importantes, de forma que los alumnos conozcan las ideas fundamentales de la unidad.

#### Autonomía e iniciativa personal

La base que la unidad proporciona a los alumnos sobre los compuestos del carbono puede promover que estos se planteen nuevas cuestiones respecto a hechos de su entorno e intenten indagar más al respecto.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Conocer las características básicas de los compuestos del carbono.
2. Clasificar los compuestos de carbono según la clase de átomos que los forman y el tipo de unión entre ellos.
3. Escribir fórmulas semidesarrolladas, desarrolladas y moleculares de los diferentes compuestos de carbono.
4. Reconocer los compuestos de carbono de interés biológico.
5. Explicar el uso de los diferentes combustibles derivados del carbono.
6. Conocer los principales problemas ambientales globales.
7. Conocer las acciones necesarias para llevar a cabo un desarrollo sostenible.

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

- ¿Cuáles de las siguientes sustancias son orgánicas?
  - Ácido sulfúrico.
  - Óxido de calcio.
  - Azúcar.
  - Dióxido de carbono.
- Nombra cuatro compuestos orgánicos que conozcas.
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?
  - El átomo de carbono tiene 6 protones y 6 electrones.
  - Los átomos de carbono se unen mediante enlace iónico.
  - El carbono pertenece al grupo 14 del sistema periódico.
- Escribe una cadena lineal y una cadena ramificada de un compuesto orgánico con seis átomos de carbono.
- ¿Qué diferencia hay entre una fórmula molecular, una fórmula semidesarrollada y una fórmula desarrollada?
- ¿Qué grupo funcional está presente en el etanol?
- Formula los siguientes hidrocarburos:
  - Butano.
  - Etino o acetileno.
- Nombra los siguientes hidrocarburos:
  - $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$ .
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ .
- Formula los siguientes alcoholes:
  - Metanol.
  - 2-propanol.
- Nombra los siguientes alcoholes:
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ .
  - $\text{CH}_2\text{OH-CH}_2\text{OH}$ .
- Formula los siguientes ácidos:
  - Ácido propanoico.
  - Ácido etanoico o ácido acético.
- Nombra los siguientes ácidos:
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ .
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-COOH}$ .
- Formula los siguientes aldehídos:
  - Propanal.
  - Pentanal.
- Nombra los siguientes aldehídos:
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$ .
  - $\text{H-CHO}$ .
- Formula las siguientes cetonas:
  - Butanona.
  - Propanona o acetona.
- Nombra las siguientes cetonas:
  - $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ .
  - $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$ .
- Formula las siguientes aminas:
  - Etilamina.
  - Butilamina.
- Nombra las siguientes aminas:
  - $\text{CH}_3\text{-NH}_2$ .
  - $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ .
- Nombra tres combustibles derivados del carbono.
- Explica cuáles son las consecuencias negativas de la lluvia ácida.
- ¿Cuáles son los principales gases de la atmósfera que producen el efecto invernadero?

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

- La respuesta correcta es la c).
- Respuesta libre.
- Es falsa la afirmación b).
- Cadena lineal:  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ .  
Cadena ramificada:  $\text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ .  

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
- En la fórmula molecular solo se indica la proporción en que entran los átomos en la molécula, en la semidesarrollada se explicitan los enlaces entre los carbonos y en la desarrollada se muestran todos los enlaces de la molécula.
- El grupo funcional alcohol ( $\text{—OH}$ ).
- a)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ .  
b)  $\text{CH}\equiv\text{CH}$ .
- a) Propeno.  
b) Propano.
- a)  $\text{CH}_3\text{—OH}$ .  
b)  $\text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_3$ .
- a) 1-butanol.  
b) 1,2-etanodiol o etilenglicol.
- a)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COOH}$ .  
b)  $\text{CH}_3\text{—COOH}$ .
- a) Ácido butanoico.  
b) Ácido 2-pentenoico.
- a)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CHO}$ .  
b)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CHO}$ .
- a) Butanal.  
b) Metanal o formaldehído.
- a)  $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{—CH}_3$ .  
b)  $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$ .
- a) 2-pentanona.  
b) 3-pentanona.
- a)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ .  
b)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ .
- a) Metilamina.  
b) Propilamina.
- Madera, gas natural y butano.
- Esta lluvia contiene  $\text{HNO}_3$  (ácido nítrico) y  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico) que al caer sobre la vegetación la daña e incluso puede hacerla desaparecer. Esta lluvia también puede dañar monumentos de piedra y edificios.
- Los más importantes son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el vapor de agua.

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- ¿Por qué el carbono es el elemento básico para la vida?
- Calcula las masas moleculares de los siguientes compuestos orgánicos:
  - Etilenglicol ( $C_2H_6O_2$ ).
  - Propanona o acetona ( $C_3H_6O$ ).
- Escribe las fórmulas semidesarrolladas de todos los alcoholes de fórmula molecular:
 
$$C_3H_8O$$
- Escribe la fórmula semidesarrollada del aldehído y de la cetona que tienen de fórmula:
 
$$C_3H_6O$$
- De los siguientes grupos funcionales, ¿cuál está presente en el butanal?
  - Alcohol ( $-OH$ ).
  - Cetona ( $-CO-$ ).
  - Ácido ( $-COOH$ ).
  - Aldehído ( $-CHO$ ).
- La sustancia vulgarmente conocida como glicerina responde al nombre de 1,2,3-propanotriol. ¿A qué clase de compuesto pertenece?
  - Ácido.
  - Amina.
  - Alcohol.
  - Cetona.
- Escribe las fórmulas semidesarrolladas de los alcoholes con fórmula molecular:
 
$$C_4H_{10}O$$
- Completa la siguiente tabla:
 

	Metanol	Etanol	Propanol	Butanol
Masa molecular (u)				

¿Qué observas?
- Escribe la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:
  - 1-Pentanol.
  - Ácido butanoico.
  - Propilamina.
  - Etanal.
- Indica cuáles de los siguientes hidrocarburos tienen la misma composición química:
  - $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
  - $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$
  - $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$
  - $CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
- ¿Qué cantidad de sustancia hay en 116 gramos de butano ( $C_4H_{10}$ )?
- Escribe las reacciones de combustión ajustadas de los siguientes hidrocarburos:
  - $C_3H_8$
  - $C_2H_4$
- ¿Existe alguna relación entre los ácidos grasos y los jabones?
- Nombra tres alimentos que sean ricos en hidratos de carbono.
- Nombra tres alimentos que sean ricos en lípidos o grasas.
- ¿Qué diferencia hay entre un polímero termoestable y uno termoplástico?
- Nombra inconvenientes que presente el uso de combustibles fósiles para producir energía.
- Escribe la reacción de combustión del pentano ( $C_5H_{12}$ ) y calcula.
  - El volumen de oxígeno, en condiciones normales, necesario para quemar 1 kg de pentano.
  - Los gramos de dióxido de carbono producidos en esta reacción.
- Busca en Internet el *Principio de precaución* sobre desarrollo sostenible establecido por el Consejo de la Unión Europea en el 2000 y léelo.



## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

1. Por su capacidad de combinación formando cadenas de un gran número de átomos.

2. a) 62 u.

b) 58 u.

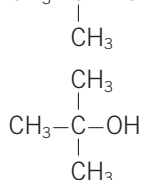
3.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$  y  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ .

4.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$  y  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ .

5. La respuesta correcta es la d).

6. La respuesta correcta es la c).

7.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ ;  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ ;  
 $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{OH}$ .



8.

	Metanol	Etanol	Propanol	Butanol
Masa molecular (u)	32	46	60	74

Se observa que al aumentar un carbono en la serie homóloga de los alcoholes, la masa molecular de estos aumenta en 14 unidades.

9. a)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ .

b)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ .

c)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ .

d)  $\text{CH}_3\text{-CHO}$ .

10. a) y b).

11. Hay 2 moles de butano.

12. a)  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ .

b)  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ .

13. Los jabones son las sales alcalinas de los ácidos grasos.

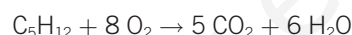
14. Cereales, legumbres, frutos secos, azúcar, fruta...

15. Huevos, manteca, embutidos, vísceras, nata...

16. El polímero termoplástico se puede volver a moldear por calentamiento; mientras que el termoestable, no.

17. Baja eficiencia energética y, sobre todo, gran producción de gases responsables del efecto invernadero.

18. La reacción de combustión ajustada es:



$$\text{a) } 1000 \text{ g C}_5\text{H}_{12} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}}{72 \text{ g C}_5\text{H}_{12}} \cdot \frac{8 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}} \cdot \frac{22,4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 2488,89 \text{ L O}_2$$

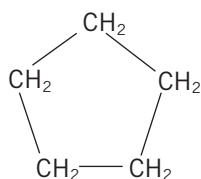
$$\text{b) } 1000 \text{ g C}_5\text{H}_{12} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}}{72 \text{ g C}_5\text{H}_{12}} \cdot \frac{5 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}} \cdot \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 3055,56 \text{ g CO}_2$$

19. Respuesta libre. Se puede leer en:

<http://europa.eu/scadplus/leg/es/1vb/l32042.htm>

## PROBLEMA RESUELTO 1

Formula (escribe la fórmula semidesarrollada) los siguientes compuestos:

- a) 2,2-dimetilpentano: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$$
- b) 3-hexanol: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$
- c) Ácido 3-metilbutanoico: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$$
- d) Etilmetilamina: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$$
- e) 2,3-dimetil-1-buteno: 
$$\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$$
- f) 2-pentino: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$$
- g) 2-hexanona: 
$$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$
- h) 3-metilbutanal: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CHO}$$
- i) Ácido 2-metilpropanoico: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH}$$
- j) Trimetilamina: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}-\text{CH}_3$$
- k) Ciclopentano: 

## ACTIVIDADES

1 Formula los siguientes compuestos:

- 2,3,4-trimetilpentanal.
- 2,3-hexanodiona.
- 1,3,5-hexatrieno.
- 2,4-dimetilpentano.
- Ácido 2-butenoico.
- 2,3-dimetil-2-pentanol.
- 2,3-dimetil-2-butino.
- Propilbutilamina.
- Ácido metanoico.
- 1,3-butadieno.

2 Nombra las siguientes fórmulas:

- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$ .
- $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{COOH}$ .
- $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ .

## PROBLEMA RESUELTO 2

¿Qué es la isomería? Escribe y nombra la fórmula semidesarrollada de los isómeros del pentano ( $C_5H_{12}$ ).

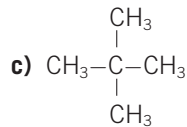
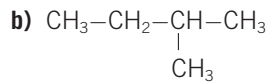
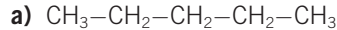
## Planteamiento y resolución

La isomería es un fenómeno que presentan muchos compuestos orgánicos.

Consiste en que compuestos con la misma fórmula molecular tienen estructuras diferentes y, lógicamente, propiedades distintas.

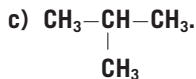
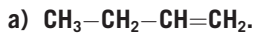
Con la fórmula molecular  $C_5H_{12}$  podemos escribir tres estructuras diferentes; eso significa que son tres los isómeros que tienen esa fórmula.

Las estructuras serían las siguientes:



## ACTIVIDADES

1 ¿Cuáles de los siguientes compuestos son isómeros?



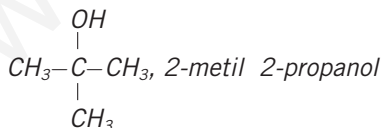
Sol.: a) y b)

2 ¿Son isómeros el hexanal y la 2-hexanona? Razona la respuesta.

Sol.: Sí, son isómeros, pues tienen la misma fórmula molecular y distinta estructura

3 Escribe dos isómeros del 2-butanol.

Sol.:  $CH_2OH-CH_2-CH_2-CH_3$ , 1-butanol



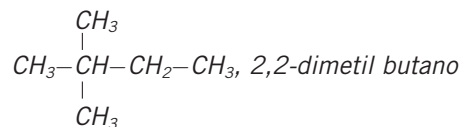
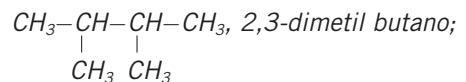
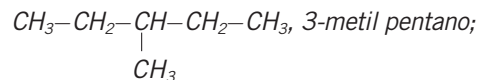
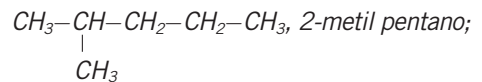
4 ¿Presentarán propiedades químicas y físicas diferentes dos isómeros como el 1-buteno y el 2-buteno?

Razona la respuesta.

5 Investiga cómo es la fórmula del benceno y sobre la historia que condujo al establecimiento de su estructura.

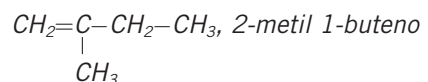
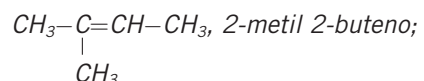
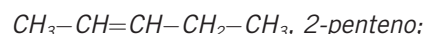
6 Escribe todos los isómeros posibles de los hidrocarburos con fórmula molecular  $C_6H_{14}$ .

Sol.:  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ , hexano;



7 Escribe todos los isómeros posibles de los compuestos con fórmula molecular  $C_5H_{10}$ .

Sol.:  $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ , 1-penteno;



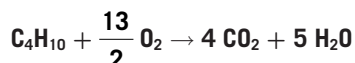
## PROBLEMA RESUELTO 3

Escribe la reacción de combustión del butano ( $C_4H_{10}$ ) ajustada y calcula los gramos de oxígeno necesarios para quemar 10 kg de butano.

## Planteamiento y resolución

En todas las reacciones de combustión se forman dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y agua ( $H_2O$ ).

La reacción ajustada sería:



Observamos que la relación en moles entre el butano y el oxígeno es:

$$1: \frac{13}{2}$$

Es decir, 1 mol de butano reacciona con  $\frac{13}{2}$  mol de oxígeno.

Entonces, para quemar 10 kg de butano se necesitan x gramos de oxígeno, que se calculan así:

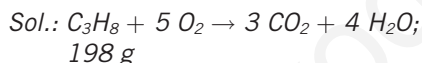
$$x = 10\,000 \text{ g } C_4H_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol } C_4H_{10}}{58 \text{ g } C_4H_{10}} \cdot \frac{\frac{13}{2} \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_4H_{10}} \cdot \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2}$$

Por tanto:

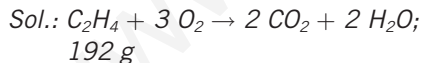
$$x = 35\,862 \text{ g } O_2$$

## ACTIVIDADES

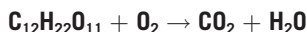
- 1 Escribe la reacción ajustada del propano ( $C_3H_8$ ) y calcula los gramos de dióxido de carbono que se formarán a partir de 66 gramos de propano.



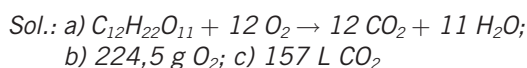
- 2 Escribe la reacción ajustada del eteno ( $C_2H_4$ ) y calcula los gramos de oxígeno que reaccionarán con 56 gramos de eteno.



- 3 La reacción de combustión del azúcar es:

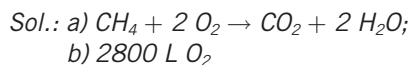


- a) Ajusta la reacción.  
b) ¿Cuántos gramos de oxígeno necesitaremos para quemar 200 gramos de azúcar?  
c) ¿Qué volumen de  $CO_2$ , medido en condiciones normales de presión y temperatura, se obtendrán a partir de la cantidad anterior de azúcar?



- 4 El gas natural es, en su mayor proporción, metano ( $CH_4$ ).

- a) Escribe la reacción de combustión del metano. A continuación ajústala.  
b) Calcula el volumen de oxígeno, medido en condiciones normales de presión y temperatura, que necesitaremos para quemar 1 kg de metano.



- 5 Ajusta las siguientes ecuaciones químicas:

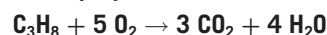
- a)  $C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ .  
b)  $C_6H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ .  
c)  $C_2H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ .

- 6 En la reacción de combustión del propano se desprenden 2200 kJ por mol de propano.

Contesta:

¿Cuánta energía se desprenderá si quemamos 10 kg de propano?

Combustión del propano:



## PROBLEMA RESUELTO 4

El petróleo contiene un 2 % en masa de butano. ¿Cuánto petróleo necesitaríamos si quisiéramos llenar 100 bombonas de 14 kg?

## Planteamiento y resolución

En 100 bombonas de 14 kg hay 1400 kg de butano.

Con una sencilla proporción y sabiendo que en el crudo petrolífero hay un 2 % de butano podemos calcular la cantidad de crudo necesaria. Así, con la siguiente proporción lo obtendríamos:

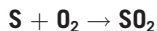
$$\frac{100 \text{ kg petróleo}}{2 \text{ kg butano}} = \frac{x \text{ kg petróleo}}{1400 \text{ kg butano}}$$

De donde la cantidad de petróleo que se necesita resulta ser:

$$x = 70\,000 \text{ kg}$$

## ACTIVIDADES

- 1 El petróleo que quemamos en las centrales térmicas contiene aproximadamente un 1,5 % de azufre. En la combustión del azufre se forma el tóxico dióxido de azufre según la reacción:



Calcula los kilogramos de dióxido de azufre formados cuando quemamos 1000 kg de petróleo.

Sol.: 30 kg

- 2 ¿Qué cantidad de dióxido de carbono se expulsa a la atmósfera por cada metro cúbico de propano quemado, medido en condiciones normales?

Sol.: 5,9 kg

- 3 El calor de combustión del metano es 889,5 kJ/mol, y el del propano, 2217,8 kJ/mol.

¿Cuál de esos hidrocarburos es mejor combustible?

Sol.: El metano, pues proporciona 55,6 kJ por gramo, mientras que el propano proporciona 50,4 kJ por gramo

- 4 Escribe los nombres de algunos polímeros naturales y artificiales.

Sol.: Polímeros naturales: almidón, celulosa, glucógeno, caucho...  
Polímeros artificiales: polietileno, baquelita, PVC, kevlar...

- 5 Hasta hace unos años las persianas de algunas casas eran de un polímero denominado PVC. ¿Sabes qué significan estas siglas? ¿Cuál es el monómero a partir del cual se forma el polímero? ¿Por qué no goza actualmente de mucho prestigio?

Sol.: Significan policloruro de vinilo. El monómero a partir del cual se fabrica es el cloruro de vinilo. Actualmente no goza de mucho prestigio por su toxicidad y problemática medioambiental

- 6 ¿Qué es el teflón? ¿Para qué se usa?

- 7 Actualmente, los chalecos antibalas se fabrican con un polímero denominado kevlar. ¿Sabes cuál es su composición química?

Sol.: El kevlar está constituido por largas cadenas de anillos de benceno interconectados con grupos amida. Se forma cuando un benceno con dos grupos amina reacciona con dos grupos de cloruro de ácido

- 8 ¿Sabes cuál es la composición química de una grasa? ¿Qué diferencia hay entre una grasa saturada y una insaturada? ¿Cuál de las dos es más perjudicial para el organismo? ¿Por qué?

Sol.: Son compuestos formados por la unión de la glicerina y de ácidos grasos. Si en los ácidos grasos existen dobles enlaces, se dice que la grasa es insaturada. Una grasa saturada es más perjudicial para el organismo, pues forma depósitos en los vasos sanguíneos

# Notas

