

Respuestas a las preguntas de autoevaluación de los capítulos 1 a 12

1 Medidas e incertidumbres

- 1 a 10^{-3} kg c 10 kg
b 10^{-3} kg d 10^{21} kg
- 2 a 10 m c 10^6
b 10^8 d 10^{-4} m
- 3 a 2×10^9 s
b 10^8 s
c 1×10^{-8} s
- 4 a Aproximadamente 10 a 1; 1 orden de magnitud
b Aproximadamente 10^{25} a 1; 25 órdenes de magnitud
c Aproximadamente 10^{-9} a 1; 9 órdenes de magnitud
- 5 a ± 3 g b 0,63%
- 6 a 4,2 (m) c 19%
b a: 4,7%; t: 7,1% d $\pm 0,8$ (m)
- 7 $\pm 0,03$

2 Mecánica

- 1 a Aceleración durante los primeros 100 s; después velocidad constante hasta los 200 s, seguida por una deceleración hasta el reposo a los 300 s.
b 3600 m
c 20 m s^{-1}
d 12 m s^{-1}
- 2 c Los nadadores pueden acelerar empujando contra las paredes de la piscina cada vez que se dan la vuelta.
- 4 El corredor comienza desde el reposo y acelera hacia un punto de referencia (desplazamiento cero); después, se aleja del punto de referencia a velocidad constante.
- 5 a, c El objeto se mueve (oscila) hacia atrás y hacia delante respecto a un punto de referencia; la máxima velocidad la alcanza cuando se encuentra a mitad del movimiento y decelera a medida que se aleja hasta que su velocidad es cero en el punto de desplazamiento máximo; a continuación, acelera en sentido contrario.
b Igual módulo; sentidos opuestos
d 8 cm s^{-1} y 0 cm s^{-1}
e Un péndulo o una masa colgada en el extremo de un muelle
- 6 a Comienza desde el reposo, aceleración constante durante 2 s; seguida de una velocidad

- constante durante 4 s; y finalmente una deceleración durante 1 s hasta el reposo.
b $1,5 \text{ m s}^{-2}$; 0 m s^{-2} ; $-3,0 \text{ m s}^{-2}$
c 16,5 m
d $2,4 \text{ m s}^{-1}$
- 7 $2,8 \text{ m s}^{-2}$ y 190 m
- 8 a El objeto experimenta una aceleración constante durante 8 s. Durante los 4 primeros segundos decelera el objeto hasta el reposo; y después lo acelera en sentido contrario. Entre los 8 s y los 12 s lleva velocidad constante.
b $-3,0 \text{ m s}^{-2}$
c 96 m
d 48 m
e 8 m s^{-1}
- 11 10 m s^{-1}
- 12 La gráfica debería mostrar una velocidad constante que cambia muy rápidamente hasta otra velocidad constante de signo opuesto. La aceleración debería ser cero excepto durante el impacto.
- 14 a $1,9 \text{ m s}^{-1}$
b 2,7 m
c $1,0 \text{ m s}^{-2}$
- 15 a 1540 m b 35,8 s
- 16 a 4100 m b 1600 s
- 17 a $3,0 \text{ m s}^{-2}$ b 24 m s^{-1}
- 18 a 5,3 s después de que el coche de policía haya empezado a moverse
b No; el coche infractor ha recorrido 210 m; el coche de policía ha recorrido 192 m
c Al cabo de 12 s
- 19 a -13 m s^{-2} b 32 m s^{-1}
- 20 a $8,72 \text{ km s}^{-1}$ b $3,01 \times 10^6 \text{ km}$
- 23 a 0,65 s
b $7,8 \text{ m s}^{-1}$
c $7,8 \text{ m s}^{-1}$
- 24 Al cabo de 1,2 s o 3,3 s
- 25 0,34 s más tarde
- 26 a 3,77 s más tarde
b $24,2 \text{ m s}^{-1}$
c 29,9 m
- 27 a 28,4 m
b 39,6 m
- 28 $5,5 \text{ ms}^{-1}$
- 29 La aceleración del conductor es el doble de la debida a la gravedad, por tanto, la fuerza que actúa sobre él es el doble de su peso.
- 30 a La distancia aumenta a medida que caen

- b Consideremos la ecuación $e = ut + \frac{1}{2}at^2$ para ambas piedras desde el momento en que se deja caer la segunda; la primera piedra siempre habrá recorrido una distancia adicional ut , que aumenta con el tiempo.
- 31 a 17 cm, ignorando la resistencia del aire
b Por ejemplo, a una velocidad de despegue de $3,4 \text{ m s}^{-1}$ le corresponde una altura de 60 cm.
c Por ejemplo, una reducción de altura de 30 cm sugiere una aceleración de unos 20 m s^{-2} .
d Aproximadamente 0,2 s
- 33 a 13,0 s b 127 m s^{-1}
- 34 b la aceleración será equivalente al doble del gradiente de una gráfica $s-t^2$.
- 36 $7,69 \text{ m s}^{-1}$ y $27,3 \text{ m s}^{-1}$
- 37 a 17 km h^{-1} b 2 min
- 38 a 15 m s^{-1}
b i Igual ii Menor
- 41 a 0,167 s
b 0,137 m por debajo del centro del blanco
- 42 a 46 m por encima del mar
b 30 m s^{-1} hacia abajo
c 4,7 s
d 96 m
e 36 m s^{-1} a 56° con respecto a la horizontal
- 43 528 m
- 44 a 23° ; $v_v = 1,5 \text{ m s}^{-1}$
 $v_H = 3,5 \text{ m s}^{-1}$
b 98 cm
- 45 b No hay resistencia del aire ni fricción (y la bola no tiene una energía cinética de rotación significativa).
c Las masas más grandes experimentarán fuerzas gravitatorias también mayores, pero la misma aceleración, $a = F/m$ (suponiendo que no hay fricción o resistencia del aire)
- 46 28 m s^{-1}
- 47 a $1,23 \times 10^4 \text{ N}$
b 31,8 N
c $2,43 \times 10^{-3} \text{ N}$
- 48 1,33 N
- 49 a $5,60 \times 10^6 \text{ N}$
b Aproximadamente 50000 kg; del orden del 9%
c El módulo de las fuerzas que detienen el movimiento del avión

- cuando aterriza no es tan grande como el de las fuerzas que lo aceleran cuando despegas.
- d La masa se ha reducido en 180 toneladas; la mayoría del combustible que transportaba se ha quemado.
- 50 Debajo del objeto hay una masa menor que la de la Tierra y por encima hay parte de la masa de la Tierra.
- 51 $8,9 \text{ N kg}^{-1}$; cerca del 10% menor que sobre la superficie terrestre.
- 52 La circunferencia de A tiene longitud doble que la de B, su superficie es el cuádruple y su volumen, masa y peso son ocho veces mayores que los correspondientes a B.
- 55 0 N, 2 N, 4 N, 6 N
- 56 10,7 N formando un ángulo de 44° con la fuerza de 12 N
- 57 9,1 N formando un ángulo de 32° con la fuerza de 7,7 N
- 58 76 N formando un ángulo de 14° con la fuerza de 74 N
- 59 b 37 N en la dirección y sentido de la fuerza aplicada
- 60 a 3,33 N
b 1,72 N
- 61 b 14 N paralela al plano inclinado; 30 N perpendicular al plano inclinado
- 62 a $6,68 \times 10^4 \text{ N}$
b $1,74 \times 10^4 \text{ N}$
c $0,045 \text{ m s}^{-2}$
d La componente del peso (que actúa hacia abajo de la pendiente) de un tren pesado es tan grande que puede ser mayor que la fuerza resultante hacia delante proporcionada por la locomotora.
- 64 Todas las flechas idénticas y orientadas hacia abajo
- 65 a Un vector de fuerza de 300 N actuando hacia abajo desde el centro de la maleta, etiquetado como peso; una flecha de la misma longitud y sentido opuesto empujando hacia arriba, etiquetada como fuerza de reacción normal.
b Añadimos una flecha hacia arriba desde el mango de la maleta con una longitud que sea la mitad de la de los vectores anteriores, etiquetada como tirón de la mano, 150 N; la fuerza de reacción normal se reduce a 150 N
- 66 La lectura aumenta cuando se necesita una fuerza para acelerar el libro hacia arriba; y disminuye cuando se acelera el libro hacia abajo.
- 67 a No si el ascensor se mueve con velocidad constante; esto es porque las fuerzas que actúan sobre ti serían las mismas en los tres casos.
b El vector peso es el mismo en todos los diagramas; si la persona acelera, la fuerza procedente del suelo será mayor o menor que el peso.
- 68 a i El peso y la resistencia del aire sobre el cuerpo del paracaidista serán iguales en módulo y de sentidos contrarios; en consecuencia habrá una fuerza hacia arriba sobre el paracaidista debida al paracaídas.
ii La suma de las fuerzas hacia arriba sobre el paracaidista (del paracaídas y la resistencia del aire) tendrá el mismo módulo y sentido contrario que el peso.
- 69 14 N
- 70 El peso actúa hacia abajo desde el centro de masas del escalador; la tensión actúa a lo largo de la cuerda, lejos del escalador; el empuje de la roca actúa desde los pies del escalador hasta el punto donde se cruzan las otras dos fuerzas. (Se puede expresar en forma de una fuerza normal y la fricción).
- 71 a El peso de B será ocho veces mayor que el de A; la resistencia del aire que actúa sobre B será cuatro veces mayor que la que actúa sobre A.
b La gota A se mueve a velocidad constante porque las fuerzas están compensadas; la gota B se acelera porque hay una fuerza resultante, ya que su peso es mayor que la resistencia del aire que actúa sobre ella.
- 72 a Significa que no hay fricción
b Sí. No hay ningún motivo que lo impida, pero significaría que sería más fácil levantar el objeto verticalmente que desplazarlo horizontalmente, lo cual es poco habitual y puede requerir más explicaciones.
- 73 a $\approx 90 \text{ N}$
b $\approx 20 \text{ N}$
- 74 a El ángulo de la pendiente se puede incrementar lentamente *justo* hasta que la masa empiece a deslizarse hacia abajo. En ese ángulo la componente del peso hacia abajo de la pendiente es igual a la fuerza de fricción hacia arriba de la pendiente.
b 0,71
- 75 a $9,2 \times 10^3 \text{ N}$
b $1,1 \times 10^4 \text{ N}$
c El peso adicional aumenta las fuerzas de fricción entre los neumáticos y la vía y mejora la seguridad, pero la masa adicional en el coche significa que hace falta una fuerza mayor para detenerlo (que con un solo conductor).
- 76 Se puede esparcir sal o gravilla sobre la vía. La sal también se puede emplear para favorecer la fusión del hielo.
- 79 $2,56 \times 10^5 \text{ N}$
- 80 2,4 N
- 81 a $2,39 \text{ m s}^{-2}$ b 1 120 m
- 82 a $-3,5 \text{ m s}^{-2}$ b 4 200 N
- 83 b $0,27 \text{ m s}^{-2}$
c Para una mayor aceleración se necesitaría una fuerza mucho mayor; es posible que el cordel no sea lo bastante resistente y se puede romper.
- 84 a 0,44 b $0,47 \text{ m s}^{-2}$
- 85 a 25 grados b $0,68 \text{ m s}^{-2}$
- 86 La pelota más dura no se puede deformar demasiado y por tanto se decelerará más rápido. (Tendrá una mayor aceleración negativa.)
- 87 $1,7 \times 10^{-17} \text{ N}$
- 88 a 124 N b 933 N
- 90 a $1,6 \text{ m s}^{-2}$
b 3,3 N
c (Tensión = 16,4 N)
- 91 a $4,58 \text{ m s}^{-1}$
b 1 570 N
c 2 310 N
d Empujar fuertemente sobre el suelo
e El impacto se prolongará durante más tiempo y se reducirá el módulo de la deceleración y la fuerza necesaria para pararlo.
- 92 a El impacto se prolongará durante más tiempo y se reducirá el módulo de la deceleración y la fuerza necesaria para detenerse.
b Igual que en a. La fuerza se reparte sobre un área mayor, reduciendo la presión.
- 93 a 230 m s^{-2}
b 0,14 s
- 94 El aire en movimiento procedente del ventilador colisionará con la vela y ejercerá una fuerza hacia delante. Pero a la fuerza hacia delante que hace el ventilador sobre el aire se opone una fuerza igual y de sentido contrario del aire sobre el ventilador. La fuerza resultante sobre el barco también dependerá de cómo atraviesa la vela el flujo de aire.
- 95 Las dos fuerzas actúan sobre el mismo objeto y son dos tipos distintos de fuerza.
- 97 El peso será el mismo.
- 98 a 59 J b 130 J
- 99 29 J
- 100 a 54 N b 140 J
- 101 0,11 J

- 102 a Tu propio peso (digamos unos 600 N); 20 cm
b 60 J
c i 0,55 J ii $\approx 2,2$ J
c Se invierte en calentar el plástico.
- 104 a 320 N m^{-1}
b 1,0 J
c 33 cm
d Una masa de 10 kg ejercería una fuerza de 100 N aproximadamente, que está muy por encima del intervalo que se representa en la gráfica; es posible que el muelle no continúe estirándose de forma proporcional a su carga para una fuerza de tal magnitud.
- 106 a Altavoz
b Batería
c Central nuclear
d Micrófono
e Llama
f Coche
g Arco y flecha
h Generador eléctrico
i Fogón de gas
j Célula fotovoltaica
(Existen otras respuestas posibles)
- 107 a $2,0 \times 10^6 \text{ J}$
b La intensidad del campo es ligeramente inferior en la cima de la montaña; la diferencia es demasiado pequeña para que afecte a la respuesta.
- 108 a $1,5 \times 10^7 \text{ J}$
b La energía se disipa en el motor eléctrico a causa de la fricción y de la resistencia del aire.
- 109 a $5,1 \times 10^6 \text{ J}$
b Cuando el ascensor baja, un gran porcentaje de la disminución de la energía potencial gravitatoria se transfiere al contrapeso que asciende, en lugar de ser disipada en forma de energía interna.
- 110 a i 130 J ii 2100 J
b 3000 J
- 111 15 m s^{-1}
- 112 $4,1 \times 10^{-18} \text{ J}$
- 113 900 kJ
- 115 a 7,5 cm
b 0,37 J
c 20,1 N, si no se estira en exceso (deformación inelástica)
- 116 Aproximadamente 100 J
- 117 1,27 m
- 118 10 m
- 119 a 22 m
b La medida del tiempo con exactitud; la determinación de cuándo ha alcanzado la pelota la altura adecuada; la pelota no se lanza desde el nivel del suelo.
- 120 a $2,8 \text{ m s}^{-1}$
b $2,8 \text{ m s}^{-1}$
c Recorre una distancia menor a una velocidad media mayor porque tiene una aceleración mayor (la componente media del peso hacia abajo de la pendiente es mayor).
- 121 a Energía de tensión elástica
b Energía potencial gravitatoria a energía cinética; a energía de tensión (y energía interna); a energía cinética; a energía potencial gravitatoria. Se supone que la resistencia del aire es despreciable.
c 4,4 m y 3,4 m
d 22 cm; suponiendo que pierde la misma fracción de su energía cinética cada vez que se balancea.
- 122 $1,1 \text{ m s}^{-1}$
- 123 0,116 m
- 124 3,4 m
- 125 $1,1 \times 10^4 \text{ N m}^{-1}$
- 126 $3,0 \times 10^5 \text{ N}$
- 127 La fuerza media ejercida en el accidente se puede calcular a partir de la energía cinética antes de la colisión dividida entre la distancia que los vehículos «se abollan»; cuanto mayor es la deformación, menor es la fuerza.
- 128 a 16000 J
b El trabajo realizado para estirar la cuerda
c Incrementos iguales en la fuerza producen elongaciones cada vez menores (excepto para los primeros 250 N); la cuerda se tensa.
d Aproximadamente 25 m
- 129 a 2790 J
b Probablemente no, porque se trata de una masa muy grande que cae una altura relativamente pequeña
c 3400 N
- 130 Para aumentar la longitud (y el tiempo) del impacto, de modo que se reduzca la fuerza y se eviten lesiones en las rodillas y en las piernas.
- 131 a 6700 N
b El martillo se acaba parando.
- 132 a 240 J
b 13 W
- 133 Aproximadamente 25 kW
- 134 1400 N
- 135 a $1,7 \times 10^8 \text{ W}$
b 170000 hogares
- 136 900 MW
- 137 a 338 N
b 54 N; la fricción contribuye a detener el deslizamiento de la caja hacia abajo de la rampa cuando se reduce la fuerza.
c 830 J
d 0,86 (86%)
- 138 $1,0 \times 10^7 \text{ kg m s}^{-1}$ hacia el oeste
- 139 $3,3 \times 10^3 \text{ N}$
- 140 a $8,5 \text{ kg ms}^{-1}$
b $8,5 \text{ kg ms}^{-1}$
c 26 m s^{-1}
- 141 a 6800 N s b 12 m s^{-1}
- 142 a 5 m s^{-1} hacia la izquierda
b $2,5 \text{ kg m s}^{-1}$ hacia la izquierda
c 7,4 N hacia la izquierda
d La fuerza varía (linealmente) desde 0 hasta 14,8 N en 0,17 s; después vuelve a cero en otros 0,17 s
e Tiempos más cortos; fuerzas mayores
f Idéntico, excepto que las fuerzas van en sentidos opuestos
- 143 a 2100 N
b 520 kg m s^{-1}
c 26 km h^{-1}
- 145 a $3,39 \times 10^4 \text{ kg m s}^{-1}$
b 100 J
c $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- 146 $0,45 \text{ m s}^{-1}$ hacia la izquierda
- 147 a $5,35 \text{ m s}^{-1}$
b En estas circunstancias la resistencia del aire es prácticamente insignificante; por tanto, la velocidad real estará cerca del valor predicho.
c Unos $5 \times 10^{-23} \text{ m s}^{-1}$; no se puede medir
- 148 260 m s^{-1}
- 149 La bala no es un sistema aislado; sobre ella actúa la fuerza externa de la gravedad; la Tierra pierde una cantidad equivalente de momento.
- 150 Se mueve en sentido opuesto con una velocidad de $2,0 \text{ cm s}^{-1}$; se necesita una fuerza externa para detener su movimiento.
- 151 $22,8 \text{ cm s}^{-1}$; en la dirección y sentido original de A
- 152 a $1,8 \text{ m s}^{-1}$
b La energía (cinética) total de las balas aumentaría.
- 153 En la marca de los 20 cm de la regla
- 154 a 340 N
b $0,034 \text{ m s}^{-2}$
c 10000 N s
d $1,0 \text{ m s}^{-1}$
- 156 a $11,9 \text{ m s}^{-1}$ b 95%
- 157 a $0,6 \text{ m s}^{-1}$ b 0,35 J
- 159 a $1,0 \text{ m s}^{-1}$ b 99%

3 Física térmica

- 1 a 331 K; 184 K b 38 K
- 2 a 127 °C b 32 cm³
- 3 a Probablemente no; puede que estén a la misma temperatura, pero son sustancias diferentes; probablemente tendrán distinto número de moléculas con distintas masas y velocidades.
 b Probablemente no; sustancias diferentes requieren cantidades de energía también diferentes para un mismo aumento de temperatura.
 a i Una fuerza de atracción relativamente intensa tiende a juntar de nuevo las moléculas
 ii Una fuerza de repulsión intensa separa las moléculas.
 b Las fuerzas entre las moléculas de gas son mucho menores, prácticamente cero.
 c Si la separación es diez veces mayor en cada dimensión, el volumen medio ocupado por una molécula de gas debe ser 10³ veces mayor que el ocupado por una molécula de sólido.
- 5 Cada «chispa» es tan pequeña que contiene muy poca energía interna, aunque esté a una temperatura muy elevada. Si una chispa entra en contacto con la piel le transfiere únicamente una cantidad muy pequeña de energía térmica porque se enfría rápidamente.
- 6 $9,5 \times 10^4$ J
- 7 $1370 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- 8 4,8 K
- 9 34 °C
- 10 $4,8 \times 10^4$ J
- 11 40 °C
- 12 128 s
- 13 23 °C
- 14 41 °C
- 15 980 W
- 16 a 3670 J
 b Para alcanzar el equilibrio térmico con el horno
 c Para reducir la energía térmica transferida al entorno
 d $313 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 e Para asegurar que todo estaba a la misma temperatura
 f Subestimación; la temperatura final hubiera sido mayor si no hubiera habido transferencia de energía al entorno.
- 17 $4,37 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$
- 18 a 38,3 °C
- b Toda la energía térmica que fluye desde el agua caliente se transmite al agua fría, no se disipa hacia el entorno
- 19 17,3 °C
- 20 320 s
- 21 $3,4 \times 10^5 \text{ J K}^{-1}$
- 22 840 s
- 23 a $1,80 \times 10^5$ J
 b 67 °C
 c Habría habido menos tiempo para que se transfiriera energía al entorno.
- 24 a 1,4 °C
 b Toda la energía cinética de la bala se transfiere en forma de energía interna del bloque y de la bala.
 c Si la velocidad se reduce a la mitad, la energía cinética se reduce a la cuarta parte, de modo que el aumento de temperatura sería de 0,36 °C.
- 25 a 4×10^4 J
 b 19,8 °C
 c Los aumentos de temperatura son demasiado pequeños para poderlos medir con exactitud.
- 26 a 1,1 °C
 b Suponemos que toda la energía potencial gravitatoria del plomo se transfiere en forma de energía interna del plomo y que no hay transferencia de energía al entorno.
 c Se tiene que repartir el doble de energía potencial entre el doble de masa.
- 27 0,12 °C
- 28 1600 J
- 29 $2,56 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$
- 30 Durante la vaporización se tienen que romper más enlaces entre las moléculas que durante la fusión.
- 31 a i $1,2 \times 10^3$ J ii 144 J
 b La energía transferida por el vapor cuando se condensa es mucho mayor que la transferida por el agua cuando se enfría
- 32 a Parte del hielo se fundirá gracias a la energía térmica absorbida del entorno; comparando las dos masas de hielo fundido podemos estimar la cantidad fundida por el calentador en el vaso A.
 b $4,0 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$
 c Parte de la energía del calentador se transfiere al entorno.
 d Llevar a cabo el experimento en un refrigerador; aislar el aparato.
- 33 $5,2 \times 10^4$ J
- 34 $8,0 \times 10^{10}$ J
- 35 10 °C
- 36 a 0,1 N
 b $1,5 \times 10^5$ N
 c Porque hay la misma presión en el interior del cuerpo.
- 37 A causa del peso adicional del agua que hay encima.
- 38 a La presión bajo nuestros pies se debe a la fuerza con la que empujamos hacia abajo (nuestro peso, si estamos de pie). La presión en un gas se explica mediante las colisiones moleculares aleatorias con la superficie, que se pueden producir en cualquier dirección.
 b La presión en un líquido también actúa en todas direcciones.
- 39 a $6,21 \times 10^{-21}$ J
 b 210 °C
 c $1,20 \times 10^{-19}$ J
- 40 a 461 m s^{-1} b 493 m s^{-1}
- 41 a 108 g
 b 5,7 g
 c 167 mol
 d $1,4 \times 10^{25}$ moléculas
- 42 a 0,062 moles
 b $1,9 \times 10^{11}$ átomos por segundo
- 43 a 200 kg
 b 6700 moles
 c $4,0 \times 10^{27}$ moléculas
- 44 a 10 cm³
 b $1,7 \times 10^{-23}$ cm³
 c $2,6 \times 10^{-8}$ cm
- 45 143 g
- 46 $1,71 \times 10^{-2}$ m³
- 47 39 °C
- 48 130 moles
- 49 a 32 g b 0,60 m³
- 50 $2,1 \times 10^6$ Pa
- 51 a $2,51 \times 10^5$ Pa
 b Las moléculas colisionan con las paredes con más frecuencia.
- 52 a $7,56 \times 10^6$ Pa
 b En promedio las moléculas viajan más rápido y colisionan con las paredes con más frecuencia y con mayor fuerza.
 c El helio puede que no se comporte como un gas ideal a baja temperatura y alta presión.
- 53 1,7 m³
- 54 8/3
- 55 307 °C
- 56 Cuando el gas se quema, los gases calientes entran en el globo y desplazan a los gases más fríos y densos fuera de este; así, el peso medio del globo se puede ajustar de manera que sea menor que el empuje hacia arriba.

- 57 a Las moléculas están más cerca.
b Las fuerzas eléctricas actúan a través del espacio, sin contacto, y en teoría nunca se anulan completamente, aunque se hacen muy pequeñas (despreciables) cuando la separación de las moléculas es mayor que unos pocos diámetros moleculares.
- 58 a Cuando las moléculas del gas, más caliente, chocan con las moléculas de la superficie, más fría en promedio, la energía cinética se transfiere a las moléculas de la pared.
b La energía interna y la temperatura de la pared aumentan; la energía interna y la temperatura del gas disminuyen.
- 59 a Las moléculas habrán dejado de moverse y de colisionar con las paredes.
b Un gas se condensa en forma de líquido cuando sus moléculas no tienen suficiente energía cinética para vencer las fuerzas eléctricas entre ellas cuando se acercan.
- 60 Las gráficas tienen la misma forma pero, para todos los volúmenes a mayor temperatura, las presiones serán mayores.
- ii 0,11 s
iii Entre 180 s y 1300 s
- 16 a $6,8 \times 10^{13}$ MHz
b (Los fotones con) mayores frecuencias transfieren más energía.
- 17 a $5,5 \times 10^{-7}$ m
b Verde
c Ultravioleta
- 18 3,6 s
- 20 a 0,29 s b Quizá un 50%
- 21 b La distancia necesaria para cronometrar manualmente es muy superior a las distancias habituales en el interior de un edificio. El sonido experimenta demasiadas reflexiones en el interior de un edificio.
- 22 A una misma temperatura, las moléculas de los diferentes gases (ideales) tienen las mismas energías cinéticas medias. Esto significa que las moléculas con menos masa deben tener velocidades mayores (de modo que $\frac{1}{2}mv^2$ permanezca constante).
- 24 a El agua del mar es más densa que el agua destilada.
b 65 s
c Hace siglos no había la contaminación acústica provocada por las actividades humanas en épocas recientes
d 31 m
- 25 3,2 MHz
- 26 a Aumenta en un factor 4
b La energía se disipa al entorno.
- 27 a $4,0 \times 10^4$ W m⁻²
b 370 W
c 6,3 minutos
- 28 a 18 W m⁻² b 5,2 cm
- 29 a $5,0 \times 10^{-7}$ W b 69 m
- 30 a 10 m
b No se absorben rayos gamma en el aire.
- 32 a 200 kW
b La potencia de la ola es proporcional al cuadrado de la amplitud; la eficiencia de la central eléctrica es independiente de la amplitud de la ola.
c 2,1 m
d 35 kW
- 37 a La amplitud de la onda resultante debería ser el doble de la amplitud de las ondas individuales.
b La resultante debería ser siempre nula.
- 38 Mirando con las gafas de sol puestas, la luz reflejada por el vidrio o el agua; si las gafas son Polaroid®, la intensidad de la imagen cambiará a medida que las gafas rotan.
- 39 6,7%
- 40 63°
- 41 El cielo se ve azul porque las moléculas de aire dispersan la luz; la dispersión simple, como la reflexión, puede dar lugar a polarización.
- 43 a 24 mW
b 21 mW
c 11 mW (o casi no afectado)
- 45 26°
- 46 Los frentes de onda del agua superficial estarán a 27° respecto a la frontera.
- 47 a 1,35 b 35°
- 48 51°
- 50 Porque eso significaría que las ondas habrían viajado por el medio a una velocidad superior a 3×10^8 m s⁻¹.
- 51 a 1,36 b 47,4°
- 55 La longitud de onda de las microondas es adecuada para la difracción en el caso de aberturas y obstáculos con un tamaño de unos pocos centímetros.
- 56 60 cm y 600 Hz
- 57 Interferencia destructiva
- 58 a Cuando se encuentra a la misma distancia de los dos altavoces, las ondas que recibe han recorrido la misma distancia e interfieren constructivamente. Si se desplaza en cualquier dirección habrá una diferencia de trayectoria entre las ondas y ya no se producirá una interferencia perfectamente constructiva.
b 71 cm
- 59 Las ondas de las dos fuentes de luz no son coherentes.
- 60 a Para maximizar la difracción de las ondas que emergen de las rendijas; de modo que se superpongan e interfieran.
b 12, 6, 4, 3 cm...
c Desplazando lentamente el receptor hasta que detecte un máximo adyacente; la diferencia entre las dos trayectorias será igual a la longitud de onda.
- 61 7,9 m
- 63 a 58,6 m s⁻¹
b 71,4 Hz
c 0,492 m
- 64 a i 0 ii π
d 21,6 cm; 127 Hz
e 27,5 m s⁻¹
- 65 a 2,0 Hz
b La cadena tiene un peso significativo, de manera que la tensión sobre ella no es constante (es mayor en la parte superior).
- 66 a La velocidad de la onda aumenta porque actúan fuerzas más intensas sobre el sistema.

4 Ondas

- 1 a 0,872 s b 1,15 Hz c 344
d La incertidumbre absoluta en las medidas se mantiene constante, pero el porcentaje de incertidumbre disminuye cuando las medidas son más grandes en módulo.
- 2 $3,1 \times 10^{-4}$ s
- 3 a $2,0 \times 10^8$ Hz
b 200 MHz
- 4 a i 0 ii 2,4 cm hacia la derecha
b 24 cm
c En contrafase
- 6 a Probablemente no
b Porque no es probable que la elongación de la goma sea proporcional a la fuerza
- 8 a 4,0 cm c -1,4 cm
b 0,5 s d +1,4 cm
- 12 Cada máximo sucesivo tendría menos energía. El periodo permanecería invariable.
- 14 a 0,155 m
b 4510 m s⁻¹
c En los sólidos las partículas están más cerca y, por tanto, las fuerzas entre ellas son mucho más intensas.
- 15 a $5,4 \times 10^5$ Hz
b i $4,7 \times 10^{-3}$ s

- b La frecuencia fundamental aumenta porque $f = v/l$ y v ha aumentado, pero l se ha mantenido constante.
- c La cuerda oscilante se acelerará más lentamente porque tiene más masa.
- d La frecuencia fundamental disminuye porque $f = v/\lambda$ y v es menor pero λ se ha mantenido constante.

68 360 Hz

69 338 m s^{-1}

70 0,94 m

71 a 1,49 m

b 342 Hz

c 0,745 m

d Con tubos cerrados por ambos extremos de la mitad de longitud se puede producir la misma frecuencia fundamental.

72 a 346 m s^{-1} b 256 Hz

5 Electricidad y magnetismo

2 a $1,4 \times 10^3 \text{ N C}^{-1}$

b $4,0 \times 10^{-4} \text{ N}$

3 a $2,4 \times 10^{-17} \text{ N}$ hacia fuera del centro de la Tierra

b La fuerza de la gravedad es $8,9 \times 10^{-30} \text{ N}$ (hay un factor diferencia de aproximadamente 10^{13}).

5 a $1,7 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$ hacia el sur

b $3,9 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$

6 a 1,5 cm

b Disminuiría. Porque el papel de las hojas del libro no transfiere tan bien el campo eléctrico como el aire.

c Aproximadamente 0,2 N

d El libro no llena el espacio entre las cargas, no las rodea; se desconocen las propiedades exactas del material del libro.

7 a Actúan tres fuerzas: el peso, la tensión y la fuerza de repulsión entre las cargas.

b $4,3 \times 10^{-4} \text{ N}$

c 54 nC

8 $3,7 \times 10^{-6} \text{ N}$ hacia la izquierda

9 $5,4 \times 10^{-3} \text{ N}$, en diagonal hacia fuera del cuadrado

10 $8,2 \times 10^{-8} \text{ N}$

12 $2,1 \times 10^{-11}$

13 Los conductores permiten el desplazamiento de las cargas y por tanto cambia la situación considerada.

14 a 0,25 C b $1,6 \times 10^{18}$

15 a 430 C b 830 s

20 $6,3 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$

21 a Para que pase el mismo número de electrones cada segundo por un

punto cualquiera de un conductor más fino (de menor diámetro), la velocidad debe aumentar.

b Considerando que los conductores tuvieran las mismas dimensiones y que el módulo de las cargas fuera el mismo, en el caso del semiconductor tendrían que viajar un millón de veces más rápido para una misma intensidad de corriente. En ese caso la velocidad de deriva típica sería de unos 100 ms^{-1} .

22 a $8,5 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$

23 a +44 V

b El módulo de la d.p. sería el mismo, pero su signo sería negativo, lo que significa que, en el segundo ejemplo, la energía se transferiría desde el campo eléctrico.

24 a 517 J

b 9100 C

c $5,7 \times 10^{22}$

25 a 220 V

b 40 C

26 La intensidad de corriente descendería hasta un valor muy bajo porque el voltímetro es un mal conductor. El valor que indicaría el voltímetro sería casi igual a la d.p. a través de la batería.

a i $7,7 \times 10^{-17} \text{ J}$ ii 480 eV

b No; su energía cinética no es lo suficientemente elevada para vencer la fuerza de repulsión.

28 a $3,5 \times 10^{-13} \text{ J}$ b $1,0 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$

29 $8,0 \times 10^{-16} \text{ J}$

30 a $3,2 \times 10^{-19} \text{ J}$

b 1×10^{19} fotones por segundo

35 9 A hacia la derecha

36 0,1 A, 1,1 A, 2,0 A

37 15 V y 14 V

39 375 V

40 27 Ω

41 $1,2 \times 10^{-4} \text{ A}$ (0,12 mA)

42 136 V

46 a $3,0 \Omega$ b 4,8 V

48 En el resistor de 2Ω ; los resistores de 4Ω y 6Ω en paralelo representan una resistencia total de $2,4 \Omega$, de modo que el voltaje a través de ellos es (solo) un poco mayor que el voltaje a través del resistor de 2Ω ; como $P = V^2/R$, la resistencia más baja, de 2Ω , es el factor dominante.

49 a Bajo: los dos en serie; medio: solo uno; alto: los dos en paralelo

b 605 W, 1210 W, 2420 W

50 a El amperímetro mostrará una lectura muy baja porque la elevada resistencia del voltímetro impide el paso de una mayor intensidad de corriente; el voltímetro indicará

(al menos) 12 V porque tiene una resistencia muy superior a 30Ω ; en un circuito en serie los voltajes están en la misma proporción que las resistencias.

b 4,0 V y 0,4 A

c A causa de la resistencia del voltímetro; la resistencia total entre los bornes del voltímetro no es exactamente 10Ω , sino que se calcula a partir de las dos resistencias en paralelo.

d 260Ω

e Que su resistencia es despreciable

51 a 4,3 V

b $5,2 \Omega$; 3,6 W

c La luz se hace más tenue; la intensidad de corriente se reduce cuando aumenta la resistencia total del circuito.

d 3,4 V (suponiendo R constante)

53 La intensidad de corriente a través de la resistencia de 2Ω es 0,39 A hacia la izquierda; la de la resistencia de 3Ω es 1,08 A hacia arriba; la de la resistencia de 4Ω es 0,69 A hacia la izquierda.

54 a 1,17 m b 120Ω

55 Son inversamente proporcionales

56 $5,5 \times 10^{-4} \text{ m}$

57 $2,1 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$

58 a i 0,05 A ii 0,60 W iii 72 J

b 120Ω

59 a 9,07 A b 220 V

60 a $2 \times 10^5 \text{ W}$

b Una «pérdida de potencia» de solo 10 W m^{-1} puede parecer muy poca, pero puede ser considerable en cables de mucha longitud.

61 a 150 W

b Calentador, amperímetro y fuente de alimentación conectados en serie; voltímetro conectado al calentador.

62 a 0,86 A

b Se disipa energía a causa de la fricción y del calentamiento resistivo.

63 a 9,68 Ω b 11,4 A

c La resistencia del calentador es menor cuando está más frío.

67 a 6,0 V b 2,4 Ω

c El estudiante no tiene en cuenta que el valor de 6,0 V cambiará cuando se conecte la bombilla porque la resistencia total entre A y B ya no es de 100Ω .

d 0,28 V; no

e Conectando la lámpara en serie con una resistencia igual (2,4 Ω).

68 a El circuito debería incluir una resistencia variable y un termistor conectados en serie a una fuente

- de alimentación; la salida hacia el circuito de control del frigorífico se toma a través de la resistencia variable, de modo que si la temperatura aumenta, el voltaje de salida hacia el circuito de control aumenta a su vez y enciende el frigorífico.
- b Frigoríficos, calentadores de agua, estufas, planchas, aires acondicionados, hornos
- 69 a La energía de la luz libera más electrones libres.
b Si se utilizara una escala lineal no sería posible dibujar o interpretar la gráfica con exactitud para valores bajos (debido a la gran diferencia entre las magnitudes de los diferentes valores)
c $\log R = 5,2 - (0,8 \times \log I)$
d 2300Ω
e 5200Ω
- 70 a $2,02\%$
b $0,942 \text{ V}$, suponiendo que la resistencia del voltímetro es muy grande
c $0,944 \text{ V}$
- 71 b 96Ω
c $0-10 \Omega$
d 4 V
e Si se usara solo el potenciómetro, el voltaje solo sería de 6 V ; la lámpara está en paralelo con la mitad del potenciómetro y su resistencia combinada es menor que la otra mitad del potenciómetro.
- 72 a $5,5 \Omega$
b $0,37 \text{ A}$
c La resistencia interna es constante.
- 73 a $3,9 \Omega$ b $3,0 \text{ V}$
c i $2,0 \text{ W}$ ii $0,12 \text{ W}$
- 74 a $12,5 \text{ V}$
b $0,28 \Omega$
c $4,7 \Omega$
- 75 a Para obtener una potencia mayor a partir de un voltaje menor ($P = VI$).
b El voltaje a través de la batería cae como resultado de los «voltios perdidos» (Ir) a causa de la resistencia interna de la batería.
- 76 a 48 A
b No hay resistencia en los cables que cause el cortocircuito; resistencia interna constante.
c 580 W
d Un aumento rápido de temperatura; la batería se puede estropear.
- 77 Normalmente se conectaría un voltímetro al resistor; pero un voltímetro conectado a la batería no mide la d.p. a través de su resistencia interna.
- 78 a $4,5 \text{ V}$ y $3,0 \Omega$
b $1,5 \text{ V}$ y $0,33 \Omega$
- 86 a Aproximadamente 107 min
b Aproximadamente 37000 J
c Aproximadamente 1000 J
- 91 a Q hacia abajo; R hacia la derecha
b La intensidad de campo en R es una tercera parte de la de Q (está tres veces más lejos).
- 92 a La aguja estará más alineada con el eje del solenoide.
b Hacia el noroeste
- 93 a $4,3 \times 10^{-3} \text{ N}$
b $7,5 \times 10^{-3} \text{ N}$
c $8,6 \times 10^{-3} \text{ N}$
d 0
- 94 a $2,4 \times 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$
b De oeste a este
- 95 b $3,1 \text{ A}$
- 96 a 37° b $9,5 \times 10^{-3} \text{ N}$
- 98 a Solo si se mueve paralelamente al campo magnético.
b No es posible porque, a diferencia de las fuerzas magnéticas, las fuerzas eléctricas y gravitatorias existen con independencia de la dirección del movimiento (de hecho, no hace falta que haya movimiento para que existan).
- 99 a $6,8 \times 10^{-13} \text{ N}$
b Helicoidal
- 100 a $1,3 \text{ T}$
b $1,1 \times 10^{-25} \text{ kg}$
c 70 cm
- 101 a i 7450 eV
ii $1,19 \times 10^{-15} \text{ J}$
b $5,12 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$
c $1,97 \times 10^{-3} \text{ T}$
d $10,5 \text{ cm}$
- 102 a $1,0 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$
b $2,0 \times 10^5 \text{ V m}^{-1}$
c Los campos tienen que ser perpendiculares entre sí; y perpendiculares también a la dirección del movimiento de la partícula.
- c $0,1\%$
- 4 a 26 rad s^{-1}
b $4,2 \text{ Hz}$
- 5 a $0,361 \text{ Hz}$
b $2,27 \text{ rad s}^{-1}$
c $2,99 \text{ m s}^{-1}$
- 9 No hay fuerza actuando en la dirección de su velocidad instantánea.
- 10 a $0,093 \text{ m s}^{-2}$
b $0,040 \text{ N}$ hacia el centro del círculo
c 17 s
- 11 a $215,6 \text{ m s}^{-2}$
b 862 N
- 12 a 10 rad s^{-1}
b $6,0 \text{ s}$
- 13 a 1010 m s^{-1}
b $2,7 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-2}$
- 14 a 4500 N
b La fricción entre los neumáticos y la vía
c Se necesitará una fuerza cuatro veces mayor y puede que no hubiera la suficiente fricción para proporcionar la fuerza adicional.
d Porque habrá menos fricción.
e La fuerza centrípeta necesaria aumentaría hasta 6400 N , pero el peso adicional también aumentaría la fricción.
- 15 a $3,0 \text{ m s}^{-1}$
b $0,53$ vueltas (revoluciones) por segundo
- 16 a $2,1 \text{ N}$
b $637,7 \text{ N}$
c La fuerza de reacción normal que actúa sobre el chico (verticalmente hacia arriba) es $635,6 \text{ N}$.
- 17 b $0,68 \text{ N}$
c $1,3 \text{ m s}^{-1}$; $1,4 \text{ s}$
- 18 19 m s^{-1}
- 19 Alrededor de $4 \times 10^{-11} \text{ N}$
- 20 $6 \times 10^{-4} \text{ N}$
- 21 $3,6 \times 10^{22} \text{ N}$
- 22 $3,7 \times 10^{-47} \text{ N}$
- 23 $3,7 \text{ N kg}^{-1}$
- 24 a $8,9 \text{ N kg}^{-1}$ b 91%
- 25 $10,3 \text{ N kg}^{-1}$
- 26 $9,81 \text{ N kg}^{-1}$
- 28 b $1,42 \text{ N kg}^{-1}$
- 31 6 N kg^{-1} hacia A
- 34 a $3,0 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$
b $5,9 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-2}$
c $2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$
- 35 a 5400 s ; $7,7 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$
b Como están cerca de la Tierra, la comunicación es fácil; se requiere menos energía para ponerlos en órbita; están mejor ubicados para monitorizar la superficie terrestre. Sin embargo, pueden verse afectados por una cantidad muy

6 Movimiento circular y gravitación

- 1 a $3,14 (\pi) \text{ rad}$
b $1,57 (\pi/2) \text{ rad}$
c $0,785 (\pi/4) \text{ rad}$
d $1,95 \text{ rad}$
- 2 240 cm
- 3 a $0,8727$
b $0,08716$

pequeña de resistencia del aire; no se mantienen en la misma ubicación sobre la superficie terrestre.

- 36 $1,5 \times 10^{11}$ m
38 44 días

7 Física atómica, física nuclear y física de partículas

- 1 a $2,4 \times 10^{19}$ Hz b Rayos gamma
2 12 cm
3 a $1,2 \times 10^{-19}$ J b Infrarrojo
4 $3,88 \times 10^{-19}$ J
5 aproximadamente 1×10^{19}
7 a $1,61 \times 10^{-7}$ m
b Ultravioleta
c Desde el estado fundamental hasta $-5,55$ eV
d $1,24 \times 10^{-4}$ m
8 a Los átomos gaseosos de distintos elementos absorben frecuencias específicas de luz del espectro de emisión solar.
b Cada elemento tiene su propio espectro de emisión, que es único.
10 Yodo-129: 53 protones, 53 electrones y 76 neutrones
Cesio-137: 55 protones, 55 electrones y 82 neutrones
Estroncio-90: 38 protones, 38 electrones y 52 neutrones
11 $+3,20 \times 10^{-19}$ C
12 $^{32}_{16}\text{S}$
13 13
14 a $^{35}_{17}\text{Cl}$ y $^{37}_{17}\text{Cl}$
b Una muestra típica de cloro contiene una mezcla de isótopos y 35,45 es el número de nucleones medio.
16 0,216 MeV
18 $1,34 \times 10^7$ m s⁻¹
19 Porque tras la desintegración hay tres partículas y cada una se puede mover en una dirección cualquiera. El momento de la partícula beta debe ser igual en módulo y de sentido opuesto a la suma vectorial de los momentos de las otras dos partículas, cuyas direcciones y sentidos pueden tomar diferentes posibilidades.
20 $^{23}_{12}\text{Mg} \rightarrow ^{23}_{11}\text{Na} + ^0_{+1}\text{e} + ^0_0\nu$
21 1 cm
22 Como consecuencia de su masa, relativamente grande, las partículas alfa transfieren más energía (que las partículas beta) en las colisiones con los átomos.
23 A una presión más baja se reduce el número de partículas por m³ en el aire y, por tanto, también disminuye el número de colisiones por centímetro.
24 Las partículas alfa no pueden penetrar las capas externas de la piel, pero cuando se liberan en el interior del organismo entran en contacto directo con órganos y tejidos.
25 a unos 1500 s⁻¹
b unos 35 s⁻¹
26 a Todas las medidas de radioactividad muestran variaciones aleatorias porque las desintegraciones individuales son impredecibles.
b 0,63 s⁻¹
c Las tasas de recuento bajas presentan un mayor porcentaje de variación que las tasas de recuento elevadas, y por tanto es más probable que no las podamos distinguir de la tasa de recuento variable de la radiación de fondo, que puede tener una magnitud similar.
30 La actividad de un radioisótopo con una semivida corta decrece rápidamente hasta un nivel que es indetectable. Esto significa que la muestra se debe preparar con muy poca antelación.
31 80 min⁻¹
32 a 1/32
b 15/16
c $6,25 \times 10^{13}$ Bq
d 160 min
e i 7/8 ii 1/16
33 a 3%
b 1,3 millones de años
34 $4,5 \times 10^{16}$ J
35 $2,0 \times 10^{-13}$ J
36 $4,67 \times 10^{-13}$ kg
37 4,8 MeV
38 7,3 MeV
39 101 MeV
40 8,5666 MeV
41 a 7,7 MeV
b 1800 MeV
42 b 6,1479 MeV
44 a $1,63 \times 10^7$ ms⁻¹
b $2,94 \times 10^5$ ms⁻¹
45 a 236,132 u; 235,918 u
b 0,214 u
c 199,3 MeV
d $8,14 \times 10^9$ J
46 $^2_1\text{H} + ^1_1\text{p} \rightarrow ^3_2\text{He}$; 4,96 MeV
 $^2_2\text{He} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_1\text{p} + ^1_1\text{p}$; 13,92 MeV
50 Los neutrones no hubieran sido desviados porque no están cargados. Pueden estar involucrados en reacciones que se producen en el interior del núcleo.
52 a Dos antiquarks up (arriba) y un antiquark down (abajo) ($\bar{u}\bar{u}\bar{d}$).
b Dos antiquarks down (abajo) y un antiquark up (arriba) ($\bar{d}\bar{d}\bar{u}$).
54 a $u\bar{u}$ (es un pion neutro)
b Un quark up (arriba) y un quark anti-up (anti-arriba) se pueden unir (un pion neutro es inestable y se desintegra rápidamente).
55 Neutrón
58 a nuclear fuerte, nuclear débil, electromagnética (+ gravedad)
b nuclear fuerte, nuclear débil (+ gravedad)
c nuclear débil, electromagnética (+ gravedad)
d nuclear fuerte, nuclear débil, electromagnética (+ gravedad)
e nuclear débil, electromagnética (solo leptones cargados) (+ gravedad)
59 fuerza eléctrica = 9×10^{-9} N y fuerza gravitatoria = 4×10^{-48} N; proporción $\approx 10^{39} : 1$
60 La fuerza nuclear fuerte tiene un alcance muy corto y solo actúa entre quarks (y gluones) en el interior del núcleo. La fuerza electromagnética puede actuar sobre todas las partículas cargadas.

8 Producción de energía

- 1 a $1,21 \times 10^4$ J cm⁻³
b Mayor; parte de la energía térmica transferida de la quema del combustible se esparce en el entorno en lugar de hacerlo en el agua.
2 a $1,1 \times 10^{11}$ J
b 3600 W
c 27%
d Fábricas, escuelas, oficinas, tiendas, transportes, etc.
3 a 20 g
b 2,7 g s⁻¹
c 710 J g⁻¹
4 a i 31 kg ii $1,9 \times 10^7$ kg
b 5,41 kg
6 En la primera lista el petróleo y las energías renovables tendrían un porcentaje mayor y las demás fuentes, menor.
9 Alrededor de un 35%
11 a 1 kg de agua a 35 °C
b La fuente de energía debe estar más caliente que su entorno.
c Porque todas las cosas que nos rodean están a temperaturas similares; las diferencias de temperatura no son lo suficientemente grandes como para que tengan lugar transferencias de energía eficientes.
12 57 kg

- 13 a $6,2 \text{ m}^3$
b $3,7 \times 10^5 \text{ N}$
c $1,3 \times 10^5 \text{ m}^3$
- 14 42 MJ kg^{-1}
- 15 a 34%
b $6,5 \times 10^4 \text{ kg s}^{-1}$
c 9300 kg
- 17 a $1,4 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$
b $1,4 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$
- 18 Sus propiedades físicas dependen de sus masas, pero hay apenas un 1% de diferencia entre las masas de los isótopos. En una mezcla cualquiera habrá un solapamiento considerable de los rangos de las energías cinéticas y de los momentos de los isótopos.
- 19 a $7,6 \times 10^{19}$
b $2,6 \text{ kg}$
- 20 a $7,8 \times 10^{13} \text{ J kg}^{-1}$
b $2,3 \times 10^{12} \text{ J kg}^{-1}$
c El uranio libera aproximadamente 10^5 veces más energía por kilogramo que el carbón.
- 22 a $3,2 \times 10^{10} \text{ J}$
b $0,4 \text{ g}$
- 23 Los tres isótopos naturales del uranio tienen semividas muy largas; la semivida del uranio-238 es comparable a la edad de la Tierra.
- 24 La respuesta, sin duda, depende de cuál es el nivel que se considera seguro; por ejemplo, al cabo de unos 60 años el nivel todavía sería el doble del nivel considerado aceptable desde el punto de vista de la seguridad.
- 25 a 100 000 años es un periodo de tiempo muy largo y la zona puede transformarse en una zona propensa a los terremotos, los volcanes u otros desastres naturales inesperados, así como sufrir cambios espectaculares en el clima.
b Podría existir un pequeño riesgo de que algo fuera mal durante el lanzamiento y se pudiera esparcir material radiactivo sobre una amplia zona del planeta.
- 26 a $9,2 \text{ N}$
b $2,8 \times 10^{27} \text{ m s}^{-2}$
- 31 Se necesita un aerogenerador de gran tamaño para producir una potencia relativamente pequeña.
- 32 $2,4 \times 10^5 \text{ W}$
- 33 a 10 m s^{-1}
b 320 kW
- 34 $4,4 \text{ m}$
- 35 a Diámetro = 140 m (suponiendo: eficiencia = 25%, velocidad del viento media efectiva = 8 m s^{-1} , densidad del aire = $1,3 \text{ kg m}^{-3}$)
b Cabría esperar que un aerogenerador más grande fuera más eficiente, pero los problemas de diseño y construcción (además del coste económico) de una estructura de un tamaño tan grande podrían ser demasiado importantes.
- 36 a 400
b 36 km^2
c Para que la presencia de un generador no afecte al flujo de aire sobre los demás.
- 37 En los cálculos aparece la velocidad del viento elevada al cubo, y el cubo de la velocidad media del viento es mucho menor que la media de las velocidades al cubo.
- 39 $2,2 \times 10^6 \text{ W}$
- 40 $1,7 \times 10^{14} \text{ J}$
- 41 a 98 cm
b Toda la lluvia que cae sobre el área circula hacia el interior del lago sin que haya evaporación en la superficie. No son supuestos razonables.
- 42 $6,1 \text{ kg}$
- 46 a $5,9 \times 10^{24} \text{ J}$
b La cantidad total recibida es del orden de 10^4 veces mayor que la energía utilizada.
- 49 Variación en la actividad solar; variación en la distancia entre la Tierra y el Sol
- 50 Los tubos metálicos son buenos conductores de la energía térmica; la cubierta de vidrio impide las corrientes de convección; las superficies de color negro absorben bien la radiación térmica.
- 52 a $0,023 \text{ W}$
b $0,031 \text{ A}$
c 2200
d $0,39 \text{ m}^2$
- 55 a $9,4 \times 10^7 \text{ J}$
b $33 \text{ }^\circ\text{C}$
c Toda la energía incidente se transfiere al agua del tanque, no hay transferencia al entorno o retención en el panel solar.
- 56 c Hay un mayor ángulo de incidencia y más atmósfera que atravesar
- 60 a $1,8 \times 10^{25} \text{ W}$
b Es un cuerpo negro perfecto.
c $0,25 \text{ W m}^{-2}$
- 61 a $1,5 \text{ m}^2$
b 700 W
c Conducción desde la piel hacia el aire; convección de corrientes de aire caliente hacia fuera del cuerpo
d El cuerpo también recibe energía térmica procedente del entorno.
- 62 a 44%
b $75 \text{ }^\circ\text{C}$
- 63 $2500 \text{ }^\circ\text{C}$
- 64 a $8,3 \times 10^{-7} \text{ m}$
b La luz de la lámpara incandescente es más amarilla/«cálida».
- 66 a 593 W m^{-2}
b 460 W m^{-2}
- 67 Aproximadamente 1400 millones de km
- 68 $0,49 \text{ W m}^{-2}$
- 69 a Diferencia en el crecimiento de árboles y otras plantas; nieve y hielo en invierno; variación en la cubierta de nubes; variación en el ángulo de incidencia
b Variación en la cubierta de nubes; variación en el ángulo de incidencia
- 70 600 W m^{-2}
- 71 293 K
- 72 a $3,6 \text{ W m}^{-2}$
b 65 K
- 73 a Si la emisividad y el albedo fueran los mismos que para la Tierra, la temperatura sería de unos 160 K .
- 74 La potencia recibida y la potencia irradiada serían ambas cuatro veces mayores.
- 75 Dióxido de carbono: aproximadamente el 15%; óxido nítrico: aproximadamente el 9%; metano: aproximadamente el 14%
- 77 a Se necesitan $2,26 \times 10^6 \text{ J}$ para convertir 1 kg de agua en vapor a $100 \text{ }^\circ\text{C}$.
b $1,1 \times 10^{12} \text{ J}$
c La energía gravitatoria es mucho menor.
d Alrededor de una hora

9 Fenómenos ondulatorios

- 1 a 59 cm
- 2 a 36 N m^{-1}
b $2,1 \text{ Hz}$
c Puede que la fuerza ya no sea proporcional al desplazamiento; las espiras del muelle pueden entrar en contacto.
- 3 a $T - \sqrt{m}$
b se puede determinar k a partir del gradiente de la gráfica ($= 2\pi/\sqrt{k}$).
- 4 $0,045 \text{ s}$; 140 rad s^{-1}
- 5 450 rad s^{-1}
- 6 a $7,3 \times 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$
b $7,2 \text{ rad}$
- 7 $0,131 \text{ s}$
- 8 14 cm
- 9 a $9,2 \text{ rad s}^{-1}$
b $0,68 \text{ s}$
- 10 a $3,9 \text{ m s}^{-2}$
b La masa experimenta un MVA
- 11 $-3,5 \text{ cm}$ y -11 cm s^{-1}
- 12 a $0,23 \text{ m s}^{-1}$ y $1,2 \times 10^{-3} \text{ J}$
b $-2,9 \text{ mm}$

- 13 5,63 Hz
- 14 a $0,39 \text{ m s}^{-1}$ b $6,0 \text{ cm}$
- 15 $1,61 \text{ m}$ por encima del nivel de marea baja
- 16 El área bajo la curva para un cuarto de oscilación (desde $v = 0$) equivale a la amplitud.
- 17 a $4,32 \text{ s}$
 b Las aceleraciones son iguales porque $a = F/m$; el péndulo más pesado tiene el doble de masa, pero también el doble de peso.
 c La amplitud no afecta al periodo; si la amplitud se duplica, la fuerza de recuperación también se duplica (para amplitudes pequeñas).
 d $1,45 \text{ rad s}^{-1}$
 e $3,97 \text{ J}$
 f $1,75 \text{ m s}^{-1}$
- 18 $0,83 \text{ m}$ y $4,44 \text{ m s}^{-1}$
- 19 a $0,58 \text{ s}$
 b $2,2 \text{ m s}^{-1}$
- 20 El mismo periodo; reducción de la amplitud
- 21 a Ultravioleta
 b Mediante fluorescencia
 c $5,04 \times 10^{-3} \text{ rad}$
- 22 $5,7 \times 10^{-7} \text{ m}$
- 23 $0,085 \text{ mm}$
- 24 a Como la Figura 9.12: los mínimos deberían tener lugar en ángulos de $\pm 7,8 \times 10^{-3} \text{ rad}$ y $\pm 15,6 \times 10^{-3} \text{ rad}$.
- 25 a $4,5 \times 10^{-3} \text{ rad}$
 c $1,4 \text{ cm}$
- 26 La luz que incidiría en las rendijas no sería coherente, monocromática o intensa.
- 27 $1,54 \text{ mm}$
- 28 a $4,8 \times 10^{-7} \text{ m}$
 b La longitud de onda sería menor que en aire, por tanto, la separación entre los flecos disminuiría.
- 29 a Para que los orificios tengan aproximadamente el mismo tamaño que la longitud de onda y así alcanzar la difracción máxima en cada rendija.
 b Aproximadamente 1 m
- 30 a El espaciado entre los flecos aumenta.
 b El espaciado entre los flecos aumenta.
 c El espaciado entre los flecos aumenta.
 d Los flecos tendrán bordes coloreados.
- 31 260 m s^{-1}
- 33 $16,0^\circ$
- 34 $80 \text{ ranuras mm}^{-1}$
- 35 $1,6 \text{ m}$
- 36 a Aproximadamente 1 m
 b La velocidad de la luz roja en el cristal es mayor que la de la luz azul, de manera que la primera se refracta menos en el prisma; no obstante, su mayor longitud de onda significa que se requiere un ángulo mayor para introducir la diferencia de trayectoria de una longitud de onda completa necesaria para que se produzca una interferencia constructiva.
- 37 Dos
- 38 Porque el triple de la longitud de onda de la luz violeta es menor que el doble de la longitud de onda de la luz roja.
- 39 a 310 nm
 b Ultravioleta
 c Mediante fluorescencia o con una célula fotovoltaica adecuada
- 40 Tendría un efecto similar a la reducción de la separación entre ranuras, de manera que el patrón se extendería.
- 41 El espaciado entre ranuras no es comparable a la longitud de onda de los rayos X, que son demasiado penetrantes, de manera que atravesarían la rejilla sin verse afectados.
- 42 Máximos en $\sin \theta = 0,272; 0,544$ y $0,816$
- 43 $0,267^\circ$
- 45 $1,10 \times 10^{-7} \text{ m}$
- 46 $4,61 \times 10^{-7} \text{ m}$ o $6,92 \times 10^{-7} \text{ m}$
- 47 $1,4$
- 50 a Hay menos difracción con lentes de mayor tamaño, ya que reciben más luz.
 b A las lentes más grandes les resultaría más difícil enfocar toda la luz en los lugares adecuados de la imagen.
- 51 El color azul está cerca del extremo del espectro visible con longitudes de onda más cortas y se difracta menos.
- 52 El aumento del tamaño de la pupila por la noche significa que la difracción se reduce, lo que indica que mejora la resolución; sin embargo, una intensidad de la luz mucho más baja reduce la calidad de la imagen.
- 53 12 km
- 54 $0,15 \text{ m}$
- 55 a $1,4 \times 10^{14} \text{ m}$
 b La recta que une las estrellas es perpendicular a la recta que las une a la Tierra.
- 56 Sí; el ángulo subtendido entre el telescopio y la leyenda del cartel es $1,6 \times 10^{-5} \text{ rad}$, mucho mayor que $1,22\lambda/b$ (aproximadamente 5×10^{-6}).
- 57 Unos 100 km
- 59 a 610
 b No
 c Aumentando la anchura del haz
- 60 413 Hz
- 61 338 m s^{-1}
- 62 31 m s^{-1}
- 63 a El sonido se hará más intenso a medida que el tren se acerque al punto P (debido a un retraso temporal del sonido para llegar al observador). Se escuchará un tono más alto que el emitido por el tren, que irá bajando a medida que el tren se aproxime (porque la componente de la velocidad hacia el observador disminuye). Cuando el tren atraviese P, estos procesos se invertirán.
 b El tono y la intensidad del sonido permanecerán constantes.
- 64 59 Hz
- 65 a 3000 Hz
 b Se absorben y se dispersan con más facilidad en aire; se difractan y se propagan más; menor velocidad
- 66 260 m s^{-1} ; $12,6 \text{ km}$
- 68 Se aleja con una velocidad de $8,45 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$

10 Campos

- 1 $9,6 \text{ V}$
- 2 $-4,1 \times 10^8 \text{ J}$
- 3 $2,3 \times 10^{10} \text{ J}$
- 4 a $9,8 \times 10^9 \text{ J}$
 b acercarse
- 5 24 J
- 6 240 J kg^{-1}
- 8 a $7,5 \text{ J}$
 b Por la carga
- 15 La separación entre las líneas de campo se tendría que duplicar y las líneas estarían orientadas en sentido opuesto.
- 16 Las líneas de campo serían líneas rectas orientadas radialmente hacia fuera del centro. Las líneas equipotenciales serían circulares y cada vez más separadas.
- 19 -77 pC
- 21 a $4,9 \times 10^{24} \text{ kg}$
 b $1,1 \times 10^4 \text{ N}$
- 23 a Cualquiera ubicación bajo la superficie terrestre tendría masa distribuida alrededor y no solo «por debajo».
 b La masa está distribuida uniformemente alrededor del punto central.
- 24 a $6,4 \times 10^{23} \text{ kg}$
 c -250 MJ
- 25 a $+2,5 \text{ nC}$
 b $-3,5 \times 10^{-8} \text{ J}$
- 26 a 2200 N
 b $-4 \times 10^8 \text{ J}$

- 27 $8,4 \times 10^{-10}$ C
 28 $5,3 \times 10^{33}$ J
 29 a Se tendrían que suministrar $6,3 \times 10^7$ J a 1 kg para desplazarlo hasta el infinito desde la superficie terrestre
 b P: $-1,6 \times 10^7$ J
 Q: $-6,25 \times 10^6$ J
 R: $-3,1 \times 10^6$ J
 c $7,6 \times 10^9$ J
 31 a $3,3 \times 10^6$ J kg⁻¹
 b $1,3 \times 10^7$ J kg⁻¹
 c $2,8 \times 10^7$ J
 d No se tienen en cuenta los campos gravitatorios de Júpiter y sus demás lunas (y el efecto de la delgada atmósfera de Io).
 32 $4,3 \times 10^6$ V
 33 14 V
 34 68 cm
 35 18 N kg⁻¹
 40 a 570 V
 b 26 nC
 41 Aproximadamente 6000 V
 42 a $5,0 \times 10^4$ V m⁻¹
 b 0,039 N
 c Hacia abajo
 d 3000 V
 e $2,3 \times 10^{-3}$ J
 f Gana energía cinética
 43 a $1,6 \times 10^{-19}$ C
 b $7,5 \times 10^{-16}$ J
 c $2,0 \times 10^5$ m s⁻¹
 45 $2,0 \times 10^{-9}$ C
 46 a $15,3$ N C⁻¹ a $17,9^\circ$ respecto a la dirección del campo debido a q_B
 b 8 V
 c Positivo
 47 a 6×10^7 m
 b 1×10^{27} kg
 c $7,6 \times 10^8$ m
 d $0,52$ N kg⁻¹
 49 a $2,4$ km s⁻¹
 b Un objeto que escapa de la Luna también tiene que escapar del campo gravitatorio terrestre.
 c La Tierra está más cerca que el infinito y atrae al vehículo espacial.
 50 $10,9$ km s⁻¹
 51 $6,3 \times 10^{10}$ m
 52 a $3,0 \times 10^3$ m
 b El radio del Sol es unas 200 000 veces mayor.
 53 a La velocidad de escape aumenta aproximadamente en un 1%.
 b Se puede considerar insignificante.
 54 $4,1 \times 10^3$ m s⁻¹
 55 a 2370 m s⁻¹
 b 2,56 h
 56 7,15 días
 57 $9,56 \times 10^6$ m
 58 a $3,17 \times 10^7$ s
 b La órbita no es un círculo perfecto.
 60 a Disminuye
 b $E_T = -\frac{1}{2}GMm/r$: si E_T disminuye debe variar hacia un número negativo mayor en valor absoluto, porque r se debe hacer cada vez menor.
 c El satélite ganará energía cinética a medida que pierde energía potencial gravitatoria; como va más rápido se encontrará con una mayor resistencia del aire.
 61 a El trabajo realizado en contra de la resistencia del aire se transfiere en forma de energía interna del satélite, que se destruye porque se calienta tanto que se vaporiza y/o reacciona químicamente con el aire.
 62 a $-4,9 \times 10^{10}$ J
 b $+2,4 \times 10^{10}$ J
 c $-2,4 \times 10^{10}$ J
 d $1,1 \times 10^4$ m s⁻¹
 63 35 800 km
 64 a El periodo de rotación de la Luna sobre su propio eje y el de rotación alrededor de la Tierra son iguales.
 b $8,8 \times 10^7$ m
 65 Se puede considerar que la duración del día (24 horas) es el tiempo que transcurre entre dos instantes sucesivos en los que el Sol se encuentra en su máxima elevación. La Tierra tarda algo más de 23 horas y 56 minutos en completar una revolución porque también orbita alrededor del Sol.
 66 a El tiempo que tarda una señal en recorrer la distancia de ida y vuelta desde la superficie terrestre hasta un satélite geoestacionario es de unos 0,24 s.
 b Por ejemplo, comparemos dos satélites situados a 358 km y 358 000 km de altura, respectivamente (una proporción de 1/1000): si un transmisor terrestre envía la misma señal a ambos, el satélite geoestacionario recibirá una intensidad de señal 1000^2 (10^6) veces menor, lo que sugiere que se necesitaría una antena de recepción mucho más grande para recibir la potencia suficiente.

11 Inducción electromagnética

- Porque no tiene electrones libres que se puedan mover para provocar una separación de cargas.
- a Hacia dentro (o hacia fuera) del plano del papel.
 b Perpendicularmente entre los polos del imán o a lo largo de la línea del alambre.
 c No está en un circuito.
- Se debería mover una bobina conectada a un galvanómetro rápidamente cerca del imán o en sus alrededores.
- a Utilizar un imán más intenso; moverlo más rápido.
 b Invertir el movimiento; invertir la polaridad.
- La corriente circula en sentido contrario.
- La fem inducida aumenta a medida que lo hace la velocidad del imán que cae y también a medida que el campo magnético que atraviesa la bobina se hace más intenso. La fem cambia de sentido cuando el imán abandona la bobina. El segundo pico es más alto (en valor absoluto) y más rápido que el primero porque la velocidad es mayor.
- $0,35$ m s⁻¹
- 0,028 T
- a $0,19$ V
 b La componente vertical del campo magnético terrestre es mayor cerca de los polos.
 c No; habría el mismo voltaje inducido a través de cualquier cable de conexión.
- b $3,9$ m s⁻¹
 c 99 V
 d 198 V y 0 V
- $1,3 \times 10^{-5}$ Wb
- $7,2 \times 10^{-4}$ Wb
- $4,5 \times 10^{-4}$ Wb
- a i La aguja indicadora del galvanómetro se desviará y después volverá a cero rápidamente. En el momento en que se cierra el interruptor y circula corriente por el solenoide, el campo magnético variable a través de las espiras induce una corriente. Cuando la corriente en el solenoide es constante no hay inducción.

- ii Igual que en i, pero la desviación de la aguja indicadora será en sentido contrario.
- b i La corriente inducida se duplicará.
ii La corriente inducida será mucho mayor.
- c La lectura es cero; no hay desviación
- 15 Aumentar el número de espiras; acercar las bobinas; colocar un núcleo de hierro en el interior de las bobinas; aumentar el módulo de la intensidad de corriente en P.
- 16 a $8,8 \times 10^{-3}$ Wb
b $3,0 \times 10^{-2}$ V
- 17 La amplitud y la frecuencia se duplicarían; la fem inducida máxima se duplica porque la intensidad de corriente en A (y el flujo magnético resultante) varía el doble de rápido.
- 18 a $4,6 \times 10^{-4}$ Wb
b La intensidad del campo magnético en A es despreciable en comparación con la de B.
c 0,12 Wb
d 0,083 V
- 19 a El plano de la bobina debería ser paralelo a la dirección del campo magnético terrestre.
b $9,0 \times 10^{-5}$ V
- 20 a 760
b La bobina y el solenoide deberían tener el mismo eje.
- 21 a La variación del producto del flujo magnético
b Las áreas son iguales; el producto del flujo magnético cuando el imán entra en la bobina es igual al producto del flujo magnético cuando la abandona.
- 23 a $2,6 \times 10^{-3}$ Wb
b 125 V
c La respuesta a la pregunta 10 corresponde a la fem inducida máxima cuando los lados de la bobina intersecan con el campo perpendicularmente, mientras que la respuesta a la pregunta 23 corresponde al promedio durante cada rotación de la bobina.
- 24 a Las oscilaciones serán aproximadamente armónicas simples.
b Voltaje alterno con la misma frecuencia que en a; los picos del voltaje se producen cuando el imán atraviesa el punto medio de una oscilación.
- c El movimiento se frenará porque la energía cinética del imán se transferirá a la corriente inducida.
- 25 En el tubo se inducen corrientes que generan un campo magnético que se opone al movimiento del imán que cae.
- 26 a El campo magnético variable que atraviesa el anillo induce una corriente, que genera a su vez un campo magnético que se opone al original; la fuerza resultante sobre el anillo provoca su deceleración.
b Polo norte
c Hacia dentro del plano del papel
d El flujo magnético a través del anillo no varía.
e Los sentidos de la corriente y del campo magnético inducido son opuestos a los correspondientes a la entrada del anillo en el campo magnético.
f Se transfiere en forma de energía interna en el anillo a causa de la corriente que circula por este.
- 27 a Su movimiento es paralelo al del campo magnético.
b Movimiento más rápido; campo más intenso; hacer un bobinado con más espiras; colocar la bobina sobre un núcleo de hierro.
- 30 a 7 W
b 89Ω
- 31 a 325 V
b 13,2 A
c 9,35 A d 492 W
- 32 240 V
- 33 a 469 W
b 1880 W
c El resistor es óhmico y no se sobrecalienta.
- 34 a Valor máximo de la potencia = 4,0 kW; $V_0 = 350$ V; $I_0 = 11$ A
b Similar a la Figura 12.27; periodo de la variación del voltaje y de la intensidad de corriente = 0,0167 s
- 36 a 30 espiras c 5,8 W
b 25Ω d 0,024 A
- 37 a Relación de transformación = 22/1
b 0,072 A
- 38 a 1640
b 0,012 A; 60 W
- 39 Resistencia de los hilos; coste; intensidad del campo magnético en el núcleo
- 40 a 69
b 0,15 A
c 89%
d 69 mW
e Porque se calentaría.
- 41 Las pérdidas de potencia representan un porcentaje más pequeño de la potencia total; el flujo magnético se transfiere de forma más eficiente a través de un núcleo de mayor tamaño; los hilos tienen menos resistencia.
- 42 Los hilos de cobre pueden ser más finos y más flexibles y las propiedades del cobre son más adecuadas a la hora de hacer conexiones eléctricas.
- 43 a $3,1 \times 10^5$ W
b 4,9 W
- 44 Se transfiere más potencia (para una intensidad de corriente determinada).
- 45 Para que la mayor parte de la línea de transporte esté a alto voltaje.
- 46 a Los cables pesarán menos, lo cual facilitará el soporte sobre las torres metálicas.
b No debe reaccionar ni con el aire ni con el agua.
- 47 a 2280
b 4500 V
c No hay caída de voltaje a lo largo de la línea de transporte; el transformador es 100% eficiente.
- 48 a El aumento de los efectos de histéresis
b Una menor tasa de variación del flujo magnético
- 49 a 14 400 V
b $1,92 \times 10^5$ W
c 13 A
d 7700 W
e 29 W
- 51 FBCDEA
- 54 $5,6 \times 10^{-3}$ C
- 55 58,4 V
- 56 54 pF
- 57 $1,1 \times 10^{-10}$ C² N⁻¹ m⁻²
- 59 11
- 61 El área efectiva entre las placas varía.
- 62 La capacidad es proporcional al área, pero la resistencia es inversamente proporcional al área.
- 63 Puede suministrar suficiente potencia para un fogonazo intenso de luz en un corto periodo de tiempo.
- 64 Las imperfecciones que pueda haber en la capa de aislante pueden dar lugar a un flujo de carga y a una descarga disruptiva.
- 65 $2,2 \times 10^{-8}$ J
- 66 a 36 V
b La fina capa de aislante entre las placas se puede degradar.
- 67 a 3,9 J
b 2300 W
- 69 $6,4 \times 10^{-3}$ J

- 71 a $6000 \mu\text{F}$
b $540 \mu\text{F}$
- 73 $450 \mu\text{F}$
- 74 a $137 \mu\text{F}$
b $0,054 \text{ J y } 0,042 \text{ J}$
c La energía interna y la energía térmica disipada cuando circula corriente a través de los condensadores.
- 75 $2,7 \times 10^{-2} \text{ F}$
- 77 $1,3 \times 10^5 \Omega$
- 80 Unos $10 \text{ V y } 1000 \Omega$
- 82 b 77 s
d Una gráfica es una buena manera de evaluar incertidumbres y de mejorar la exactitud.
e 77 mF
- 83 $3,3 \times 10^{-3} \text{ C}$
- 84 $5,1 \text{ V}$
- 85 $80 \text{ k}\Omega$
- 86 a $1,3 \text{ V}$
b $1,3 \times 10^{-4} \text{ C}$
c $2,1 \times 10^{-6} \text{ A}$
- longitud de onda de las ondas de De Broglie asociadas al electrón es mayor.
- b Electrón, neutrón, partícula alfa, núcleo de átomo de oro
- 23 Un aeroplano tiene una masa relativamente grande, por tanto la longitud de onda de las ondas de De Broglie asociadas es demasiado pequeña para ser observada y medida.
- 25 $6,7 \times 10^{-13} \text{ m}$
- 26 $0,719 \text{ MeV}$
- 27 $1,3 \times 10^{-15} \text{ m}$
- 28 Con un único fotón no se podría conservar el momento lineal.
- 32 $2,5h/\pi$; $5,3 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$
- 33 a $8,5 \times 10^{-10} \text{ m}$
b Infinito
- 34 a $2,17 \times 10^{-18} \text{ J}$
b $-4,34 \times 10^{-18} \text{ J}$
c $-2,17 \times 10^{-18} \text{ J}$
d $-13,6 \text{ eV}$
e Se tendría que suministrar energía al átomo para separar el protón y el electrón y cuando están separados decimos que tienen energía potencial cero.
- 35 a $4,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$
b Luz roja
c $0,66 \text{ eV}$
- 37 $1,1 \times 10^{-34} \text{ kg m s}^{-1}$
- 39 $5,8 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$
- 40 $1,46 \times 10^{-33} \text{ m}$
- 41 $3,7 \times 10^{-19} \text{ eV}$
- 42 $5 \times 10^{-25} \text{ kg m s}^{-1}$; 1 eV
- 43 a $1,3 \times 10^{-8} \text{ J}$
b $1,2 \times 10^{-18} \text{ m}$
c El principio de incertidumbre solo permite una corta vida para la partícula de intercambio como consecuencia de su gran masa-energía.
- 44 10^{-17} s
- 47 10^{-17} s
- 51 a $1,66 \times 10^{-13} \text{ m}$
b $6,09 \times 10^{-14} \text{ m}$
- 52 $2,0 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$
- 54 26°
- 55 65000 MeV
- 56 Es la separación a la que la fuerza nuclear fuerte atractiva tiene igual módulo y sentido opuesto a la fuerza eléctrica repulsiva.
- 57 a $7,0 \times 10^{-15} \text{ m}$
b $3,0 \times 10^{-15} \text{ m}$
c Concuerdan; se diferencian en menos del 2%.
- 58 $6 : 1$
- 59 Aproximadamente 10^{-13}
- 60 Aproximadamente 200 m
- 61 Las masas de cada uno de los A protones y neutrones son aproximadamente iguales a u, pero varían dependiendo de la energía de enlace de los núcleos en los que se encuentran.
- 63 a Las energías nucleares características son del orden de 10^5 veces mayores que las energías características de los electrones.
b $1,4 \times 10^{-11} \text{ m}$
c Radiación gamma
- 64 b $7,97 \times 10^{-12} \text{ m y } 4,78 \times 10^{-11} \text{ m}$
- 65 $0,27 \text{ MeV, } 0,19 \text{ MeV y } 0,08 \text{ MeV}$
- 66 $4,2 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$
- 67 $8,0 \times 10^4 \text{ Bq}$
- 69 $6,36 \times 10^{23} \text{ átomos}$
- 70 a 126 Bq
b 805 núcleos
- 71 a $2,49 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$
b La pequeña diferencia entre las dos tasas de recuento se verá afectada por fluctuaciones aleatorias en la actividad de la fuente y en el recuento de la radiación de fondo.
- 72 a $1,9 \text{ s}^{-1}$
b 130 s^{-1}
c La radiación se puede absorber en aire; puede que no se recuento toda la radiación que atraviesa el detector.
- 73 12 minutos
- 74 $4,8 \times 10^{-9} \text{ g}$
- 75 a $1,210 \times 10^{-4} \text{ años}^{-1}$
b 30%
- 76 $0,26 \text{ semanas}$
- 77 a $0,42 \text{ años}$
b 190 años
- 78 $5,3 \text{ años}$
- 79 23 s^{-1}
- 80 a $49,5\%$
- 81 1620 años
- 84 $2/3$

12 Física cuántica y nuclear