

## Actividades

**1. Una grúa levanta un paquete de ladrillos de 500 kg a una altura de 30 m y después desplaza la carga horizontalmente 10 m. ¿Qué trabajo mecánico realiza en cada movimiento?**

**Solución:**

$$a) P = m g = 500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 4900 \text{ N}$$

$$W = F h = 4900 \text{ N} \cdot 30 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$b) W = F \Delta x \cos \alpha = 500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 10 \text{ m} \cdot \cos 90^\circ = 0$$

**2. Sobre un cuerpo de 4,50 kg de masa se aplica una fuerza que lo desplaza horizontalmente con una velocidad constante de 5,0 m s<sup>-1</sup>. ¿Qué trabajo realiza la fuerza aplicada al cuerpo si recorre 15,0 m? ¿Cuánto vale el trabajo de rozamiento?**

**Dato:  $\mu_c = 0,30$ .**

**Solución:**

Como el cuerpo se desplaza con velocidad constante, la fuerza aplicada al cuerpo debe tener igual módulo y sentido contrario que la fuerza de rozamiento.

El módulo de la fuerza de rozamiento es:

$$F_r = \mu m g = 0,30 \cdot 4,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 13,2 \text{ N}$$

El trabajo realizado por la fuerza aplicada al cuerpo es:

$$W = F \Delta x \cos 180 = 13,2 \text{ N} \cdot 15 \text{ m} (-1) = -198 \text{ J}$$

La fuerza de rozamiento actúa en sentido contrario al desplazamiento, y por ello, el trabajo de rozamiento es negativo:

$$W_r = -198 \text{ J}$$

**3. Un coche de 1,12 t se mueve con una aceleración constante de 1,50 m s<sup>-2</sup> sobre una superficie horizontal en la que la fuerza de rozamiento tiene un valor constante de 220 N. ¿Qué trabajo realiza el motor del coche al recorrer 400 m?**

**Solución:**

$$F - F_r = ma ; F = ma + F_r = (1,12 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 1,50 \text{ m s}^{-2}) + 220 \text{ N} = 1,9 \cdot 10^3 \text{ N}$$

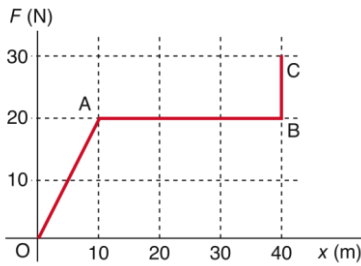
$$W = F \Delta x \cos 0 = 1,9 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 400 \text{ m} \cdot 1 = 7,60 \cdot 10^5 \text{ J}$$

**4. La fuerza aplicada a un cuerpo varía según el gráfico de la figura.**

**a) ¿Qué trabajo realiza la fuerza en cada tramo?**

**b) ¿Cuánto vale el trabajo total?**

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario



## Solución:

La superficie que hay entre la gráfica Fuerza-Desplazamiento y el eje x representa el trabajo realizado por dicha fuerza

$$a) W_{OA} = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m} \cdot 20 \text{ N} = 100 \text{ J}$$

$$W_{AB} = 20 \text{ N} \cdot 30 \text{ m} = 600 \text{ J}$$

$$W_{BC} = 0$$

$$b) W_{TOTAL} = 100 \text{ J} + 600 \text{ J} = 700 \text{ J}$$

**5. Para elevar un cuerpo con una velocidad constante de  $2,5 \text{ m s}^{-1}$  se necesita un motor de 3 CV de potencia. ¿Cuál es el peso del cuerpo?**

## Solución:

$$P = Fv; F = \frac{P}{v} = \frac{3 \text{ CV} \cdot 735,5 \text{ W/CV}}{2,5 \text{ m s}^{-1}} = 883 \text{ N} = 90 \text{ kp}$$

**6. Un cuerpo de 3,8 kg desciende por un plano inclinado  $30^\circ$  sobre la horizontal con velocidad constante. ¿Qué trabajo total y qué potencia media se realizan sobre el cuerpo?**

## Solución:

Como la velocidad es constante, el trabajo y la potencia son nulos.

**7. La cabina de un ascensor tiene una masa de 520 kg y transporta cuatro personas de 70 kg cada una. Si asciende con velocidad constante hasta una altura de 24 m en 40 s, calcula:**

**a) El trabajo realizado para subir la cabina y los pasajeros.**

**b) La potencia media desarrollada en kW y CV.**

## Solución:

a) La masa total es  $520 \text{ kg} + 4 \cdot 70 \text{ kg} = 800 \text{ kg}$ . Como el ascensor sube con velocidad constante, la fuerza ejercida contrarresta el peso del conjunto:  $F = P = m g = 800 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 7 840 \text{ N}$

El trabajo realizado es  $W = F h = 7 840 \text{ N} \cdot 24 \text{ m} = 1,9 \cdot 10^5 \text{ J}$

b) La potencia media en kW es la siguiente:

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1,9 \cdot 10^5}{40 \text{ s}} = 4,7 \cdot 10^3 \text{ W} = 4,7 \text{ kW}$$

Como 1 CV equivale a 735,5 W, la potencia media en CV es:

$$P = 4,7 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{735,5 \text{ W}} = 6,4 \text{ CV}$$

**8. En el mes de julio de 1994, el cometa Shoemaker-Levy chocó con el planeta Júpiter, entrando en su atmósfera a una velocidad de 60 km/s. La masa de los fragmentos del cometa era comparable a la de una esfera de 27 km de diámetro y una densidad semejante a la del agua, es decir, de 1 000 kg/m<sup>3</sup>. Calcula:**

**a) La energía del impacto.**

**b) El coste de esa energía, tomando como referencia el precio del kW h de origen eléctrico, que es de 0,27 euros.**

**Solución:**

a) Masa del cometa:  $m = Vd = \frac{4}{3}\pi R^3 d$

$$m = \frac{4}{3} \cdot 3,14 (13,5 \cdot 10^3 \text{ m})^3 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 1,03 \cdot 10^{16} \text{ kg}$$

La energía del impacto es la energía cinética del cometa:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,03 \cdot 10^{16} \cdot (60 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1})^2 = 1,8 \cdot 10^{25} \text{ J}$$

La energía en kW h es:  $E = \frac{1,8 \cdot 10^{25} \text{ J}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J kW h}^{-1}} = 5,0 \cdot 10^{18} \text{ kW h}$

Coste:  $5,0 \cdot 10^{18} \text{ kW h} \cdot 0,27 \frac{\text{euros}}{\text{kW h}} = 1,35 \cdot 10^{18} \text{ euros}$

**9. Responde a las siguientes cuestiones:**

**a) ¿Puede ser negativa la energía cinética?**

**b) Si la energía cinética de un cuerpo se mantiene constante, ¿cuánto vale el trabajo realizado sobre el cuerpo?**

**Solución:**

a) No, porque el módulo de la velocidad está elevado al cuadrado y la masa siempre es positiva.

b) El trabajo es nulo si no varía tampoco ninguna de las otras energías asociadas al cuerpo.

**10. Se lanza un cuerpo de 2,4 kg por una superficie horizontal y se detiene tras recorrer 4,0 m. Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la superficie es 0,35, ¿con qué velocidad se lanzó el cuerpo?**

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

## Solución:

$$F_r = \mu m g = 0,35 \cdot 2,4 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 8,2 \text{ N};$$

$$W_r = F_r \Delta x = -8,2 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = -32,8 \text{ J}$$

$$E_{ci} + W_r = E_{cf}; \quad \frac{1}{2} \cdot 2,4 \text{ kg} \cdot v^2 - 32,8 \text{ J} = 0; \quad v = 5,2 \text{ ms}^{-1}$$

**11. Al colgar un cuerpo de 10 kg de un muelle vertical se produce un alargamiento de 7,2 cm. Calcula:**

**a) La constante elástica del muelle.**

**b) La energía potencial elástica almacenada.**

## Solución:

a) La fuerza que alarga el muelle es el peso del cuerpo:  $F = P = m g = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 98 \text{ N}$

La constante elástica se obtiene a partir de la Ley de Hooke:  $F = k \Delta x$ ;

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{98 \text{ N}}{7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1} (1361 \text{ N})$$

b) La energía potencial elástica almacenada es:

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,4 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1} \cdot (7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 = 3,6 \text{ J}$$

**12. ¿Puede ser negativa la energía cinética de un cuerpo? ¿Y la potencial gravitatoria?**

## Solución:

La energía cinética no puede ser negativa porque el módulo de la velocidad está elevado al cuadrado. La energía potencial gravitatoria sí, depende del nivel de referencia elegido.

**13. Si, al alargar un muelle, su energía potencial elástica es positiva, ¿será negativa al comprimirlo?**

## Solución:

También es positiva, porque el acortamiento está elevado al cuadrado.

**14. Se deja caer un objeto de 2,0 kg desde 100 m de altura. Calcula:**

**a) Su energía potencial inicial.**

**b) Su energía potencial cuando se encuentre a 50 m del suelo.**

**c) Su velocidad y su energía cinética a 50 m de altura.**

## Solución:

$$a) E_p = mgh = 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 100 \text{ m} = 1,96 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$b) E_p = 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 50 \text{ m} = 9,8 \cdot 10^2 \text{ J}$$

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

$$c) E_c = 1,96 \cdot 10^3 \text{ J} - 9,8 \cdot 10^2 \text{ J} = 9,8 \cdot 10^2 \text{ J}; v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 980 \text{ J}}{2 \text{ kg}}} = 31,3 \text{ m s}^{-1}$$

La energía mecánica se mantiene constante:  $E_m = E_c + E_p$ ;  
 $E_c = 1,96 \cdot 10^3 - 9,8 \cdot 10^2 = 9,8 \cdot 10^2 \text{ J}$

**15. Un péndulo de 1,0 m de longitud se desplaza un ángulo de 12° de su posición vertical de equilibrio, por lo que oscila de un lado a otro. Si se desprecia el rozamiento con el aire, calcula su velocidad cuando pasa por el punto más bajo de su trayectoria.**

**Solución:**

$$h = 1 - 1 \cdot \cos 12^\circ = 1 - 0,98 = 0,02 \text{ m es la pérdida de altura}$$

Conservación de la energía mecánica  $m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ ;  $\rightarrow$   
 $v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 0,02 \text{ m}} = 0,63 \text{ m s}^{-1}$

**16. Una masa de 0,20 kg está sujeta a un resorte y realiza un m.a.s. con un periodo de 0,25 s. Si la energía mecánica del sistema es 2,0 J, calcula la constante del resorte y la amplitud del movimiento.**

**Solución:**

La constante elástica se puede calcular a partir del periodo:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 0,20 \text{ kg}}{(0,25 \text{ s})^2} = 1,3 \cdot 10^2 \text{ Nm}^{-1}$$

La energía mecánica es:  $E_m = \frac{1}{2} k A^2$ , de donde se obtiene:

$$A = \sqrt{\frac{2E_m}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,0 \text{ J}}{1,3 \cdot 10^2 \text{ Nm}^{-1}}} = 0,18 \text{ m}$$

**17. Supongamos que la frecuencia angular de un oscilador se duplica. ¿Cómo varía?**

- a) La frecuencia.
- b) El periodo.
- c) La amplitud.
- d) La energía cinética.
- e) La energía potencial.

**Solución:**

a), b) y c)

f) La frecuencia angular,  $\omega$ , por definición, depende de la frecuencia y del periodo, según las igualdades:

## 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Por tanto, si la frecuencia angular se duplica, la frecuencia también se hace doble; en cambio, el periodo se reduce a la mitad. La amplitud no varía, puesto que no depende de la frecuencia angular.

d) La energía cinética máxima se hace cuatro veces mayor, puesto que la velocidad máxima es proporcional a la frecuencia angular:  $E_{c \text{ máx}} = \frac{1}{2}mv_m^2$ ;  $v_m = \omega A$ .

e) La energía potencial elástica también se hace cuatro veces mayor:

$$E_p = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}\omega^2 mA^2$$

**18. ¿Cómo se modifica la energía mecánica de un oscilador en los siguientes casos?**

- a) Si se duplica la frecuencia.
- b) Si se duplica la masa.
- c) Si se duplica el periodo.
- d) Si se duplica la amplitud.

**Solución:**

La energía mecánica de un oscilador depende de la frecuencia, del periodo, de la masa y de la amplitud, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}\omega^2 mA^2 = 2\pi^2 f^2 mA^2 = 2\pi^2 \left(\frac{1}{T}\right)^2 mA^2$$

Por tanto:

- a) Se hace cuatro veces mayor si se duplica la frecuencia.
- b) Se duplica si la masa se hace el doble.
- c) Se reduce a la cuarta parte si el periodo se duplica.
- d) Se hace cuatro veces mayor si se duplica la amplitud.

**19. Una pelota de 65 g de masa golpea la pared de un frontón con una velocidad de 25 m s<sup>-1</sup> y rebota con velocidad de 22 m s<sup>-1</sup>. ¿Se conserva la energía mecánica de la pelota? Si no es así, ¿qué cantidad de energía cinética ha perdido?**

**Solución:**

$$E_{c1} = \frac{1}{2} \cdot 0,065 \text{ kg} \cdot (25 \text{ m s}^{-1})^2 = 20,3 \text{ J}$$

$$E_{c2} = \frac{1}{2} \cdot 0,065 \text{ kg} \cdot (-22 \text{ m s}^{-1})^2 = 15,7 \text{ J}$$

No se conserva la energía mecánica.

Energía cinética perdida: 20,3 J – 15,7 J = 4,6 J

## 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

20. Un bloque de 5,0 kg resbala a lo largo de un plano de 4,0 m de longitud y 30° de inclinación sobre la horizontal. Si el coeficiente de rozamiento es 0,25, calcula:

- El trabajo de rozamiento.
- La energía potencial gravitatoria del bloque cuando está situado en lo alto del plano.
- La energía cinética y la velocidad del bloque al final del plano.

**Solución:**

$$a) F_r = \mu m g \cos \alpha = 0,25 \cdot 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot \cos 30^\circ = 10,6 \text{ N}$$

$$W_r = F_r \Delta x = -10,6 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = -42 \text{ J}$$

$$b) E_p = m g h = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 2 \text{ m} = 98 \text{ J}$$

$$c) E_p + W_r = E_c; E_c = 98 \text{ J} - 42 \text{ J} = 56 \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 56 \text{ J}}{5 \text{ kg}}} = 4,7 \text{ m s}^{-1} \text{ cambiar } 56,6 \text{ por } 56$$

21. ¿Qué cantidad de energía se libera cuando se convierte en energía 1 g de materia?

**Solución:**

$$E = m c^2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 = 9 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

22. Un resorte de constante elástica  $k = 1,2 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1}$ , colocado horizontalmente, está unido a un cuerpo de 2,0 kg apoyado sobre una superficie horizontal. Cuando el resorte se comprime una longitud de 15 cm y se suelta, el objeto vuelve a pasar por su posición inicial con una velocidad de  $3,3 \text{ m s}^{-1}$ . Si toda la energía del muelle ha pasado al cuerpo, ¿cuánta energía se ha perdido en forma de calor por rozamiento?

**Solución:**

Como el desplazamiento se produce sobre una superficie horizontal, la energía potencial gravitatoria no varía.

Al comprimir, el resorte adquiere energía potencial elástica:

$$E_e = \frac{1}{2} k (\Delta x)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1} \cdot (0,15 \text{ m})^2 = 13,5 \text{ J}$$

La energía cinética del objeto al pasar por la posición inicial es:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ kg} \cdot (3,3 \text{ m s}^{-1})^2 = 10,9 \text{ J}$$

La energía perdida en forma de calor es la diferencia entre ambas energías:

$$W_r = E_c - E_e = 10,9 \text{ J} - 13,5 \text{ J} = -2,6 \text{ J}$$

## Actividades finales

### Lectura: Energía eólica

**1. ¿Qué ventajas e inconvenientes presenta la producción de energía eólica frente a las energías convencionales?**

#### Solución:

Es una energía limpia y renovable, con inconvenientes como: ruido, alteración del paisaje, obstáculo para las aves, etc.

**2. ¿Qué proyectos conoces para la instalación de aerogeneradores en zonas urbanas?**

#### Solución:

El texto cita algunos como el Bahrain World Center, en el golfo pérsico, el de proyectos de rascacielos giratorios y autosuficientes energéticamente, en los que se genera electricidad mediante energía eólica, gracias a decenas de turbinas dispuestas horizontalmente entre cada piso, o el edificio Aquarius Tower, que está diseñado para canalizar y concentrar el viento en turbinas eólicas.

**3. Si la potencia eólica instalada en un parque eólico coincide con la potencia de una central nuclear, ¿producirán necesariamente ambas instalaciones la misma energía eléctrica en un año?**

#### Solución:

No. Cuando no hay viento adecuado, los aerogeneradores están parados y no producen electricidad.

**4. Realiza en equipo una pequeña investigación sobre la importancia de la energía eólica en España y en el mundo. Para recabar información puedes utilizar revistas de divulgación científica, periódicos, libros, Internet, etc.**

#### Solución:

Al ser nuestro país un referente en la generación de energía eólica y disponer de una industria de fabricación de aerogeneradores bastante extendida, se pueden consultar páginas de fabricantes para obtener dicha información. Por ejemplo, Gamesa, <http://www.gamesacorp.com/es/>.



## Laboratorio

**1. ¿Es constante el cociente entre la fuerza y el alargamiento? ¿Se cumple la ley de Hooke?**

**Solución:**

Aproximadamente constante. Sí se cumple la ley de Hooke.

**2. ¿Coincide este cociente con la pendiente de la recta obtenida en la gráfica? ¿Qué representa el área del triángulo?**

**Solución:**

Debe coincidir aproximadamente. El área representa la energía potencial elástica del muelle.

**3. ¿Cuál sería el alargamiento del muelle y la energía potencial elástica si la masa total colgada es de 55 g?**

**Solución:**

Depende de la constante elástica del muelle.

**4. ¿Cómo será el alargamiento de un muelle cuya constante elástica sea mayor?**

**Solución:**

El alargamiento será menor.

## Problemas propuestos

**1. Una vagoneta se encuentra en una vía recta horizontal. Calcula el trabajo mecánico en los siguientes casos:**

- a) Se ejerce una fuerza constante de 50 N sobre la vagoneta en la dirección de la vía sin que la vagoneta se mueva.**
- b) Se ejerce una fuerza de 180 N en la dirección de la vía y se recorren 12 m.**
- c) Se empuja la vagoneta con una fuerza de 200 N que forma un ángulo de 30° con la vía, de modo que recorre 25 m.**

**Solución:**

- a)  $W = 0$**
- b)  $W = 180 \text{ N} \cdot 12 \text{ m} = 2,16 \cdot 10^3 \text{ J}$**
- c)  $W = 200 \text{ N} \cdot 25 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ = 4,33 \cdot 10^3 \text{ J}$**

**2. ¿Qué trabajo se realiza cuando se desplaza un cuerpo a velocidad constante sobre una superficie horizontal sin rozamiento?**

**Solución:**

Nulo, porque  $F = 0$ .

**3. ¿Qué trabajo mecánico realiza una persona de 60,0 kg cuando sube a una altura de 10,0 m? ¿Qué fuerza ejerce?**

**Solución:**

$$W = F h = 588 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 5,88 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$F = P = m g = 60 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 5,88 \cdot 10^2 \text{ N}$$

**4. Una grúa desplaza horizontalmente un contenedor de 400 kg de masa una distancia de 20 m sin que haya rozamientos. ¿Qué trabajo realiza?**

**Solución:**

$$W = 400 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 20 \text{ m} \cdot \cos 90^\circ = 0$$

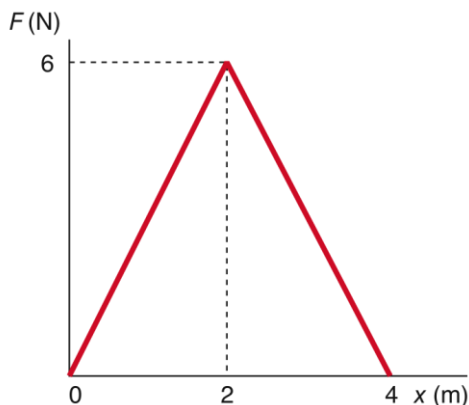
**5. ¿Qué trabajo hay que realizar para elevar un cuerpo de 20,0 kg desde una altura de 10,0 m sobre el suelo hasta una altura de 25,0 m? ¿Qué fuerza hay que realizar?**

**Solución:**

$$W = F (h_2 - h_1) = 196 \text{ N} \cdot (25 - 10) \text{ m} = 2,94 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$F = P = m g = 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 1,96 \cdot 10^2 \text{ N}$$

**6. Calcula gráficamente el trabajo realizado por una fuerza que varía de la forma que representa la figura al desplazar un móvil a lo largo de los 4,0 m iniciales.**



**Solución:**

$$W = \frac{1}{2} \cdot 4 \text{ m} \cdot 6 \text{ N} = 12 \text{ J}$$

## 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

7. Calcula el trabajo de rozamiento desprendido en forma de calor por un objeto de masa 150 kg que se desliza 12,0 m por el suelo de una nave industrial, con el que tiene un coeficiente de rozamiento 0,25. ¿Y si el suelo estuviera inclinado exactamente 5°?

**Solución:**

$$W_1 = \mu m g \Delta x = 0,25 \cdot 150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 12 \text{ m} = 4\,410 \text{ J} = 4,41 \text{ kJ}$$

$$W_2 = \mu m g \cos \alpha \Delta x = 0,25 \cdot 150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot \cos 5^\circ \cdot 12 \text{ m} = 4393 \text{ J} = 4,39 \text{ kJ}$$

8. ¿Qué potencia tiene que ejercer una máquina que levanta 1000 kg de mineral a una velocidad media de 5,0 m s<sup>-1</sup>?

**Solución:**

$$P = F v = 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 5 \text{ m s}^{-1} = 4,9 \cdot 10^4 \text{ W} = 49 \text{ kW}$$

9. Calcula la energía producida en un año por un parque eólico de 20,0 MW de potencia media. Expresa el resultado en kW h.

**Solución:**

$$E = P t = 20 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot (365 \cdot 24 \cdot 3\,600) \text{ s} = 6,3 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

$$\text{En kWh} \rightarrow 6,3 \cdot 10^{14} \text{ J} \cdot 1 \text{ kWh} / 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,75 \cdot 10^8 \text{ kW h}$$

10. Un camión de 30 t se mueve con una aceleración constante de 1,2 m s<sup>-2</sup> sobre una superficie horizontal en la que la fuerza de rozamiento tiene un valor constante de 9,0 · 10<sup>3</sup> N. ¿Qué trabajo realiza el motor del camión al recorrer 100 m?

**Solución:**

$$F = m a + F_r = 30 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 1,2 \text{ m s}^{-2} + 9 \cdot 10^3 \text{ N} = 4,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$W = F \Delta x = 4,5 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot 100 \text{ m} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ J}$$

11. Un bloque de 25 kg de masa se desplaza sobre una superficie horizontal con una velocidad constante de 8,0 m s<sup>-1</sup>. El coeficiente de rozamiento del cuerpo con el plano es 0,20. ¿Qué trabajo realiza la fuerza aplicada al cuerpo si recorre 4,0 m en su misma dirección?

**Solución:**

$$F_r = \mu m g = 0,2 \cdot 25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 49 \text{ N}$$

$$W = F \Delta x = 49 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = 196 \text{ J}$$

12. Un motor de 18 CV eleva un montacargas de 500 kg a 50 m de altura en 25 s. Calcula el trabajo realizado, la potencia útil y el rendimiento.

## Solución:

La fuerza motriz que realiza el trabajo es igual al peso del cuerpo.

El trabajo realizado es igual al trabajo útil:

$$W_u = F \Delta x = m g h = 500 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 50 \text{ m} = 2,45 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Potencia útil:

$$P_u = \frac{W_u}{t} = \frac{2,45 \cdot 10^5 \text{ J}}{25 \text{ s}} = 9,8 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Rendimiento:

$$\eta = \frac{P_u}{P_m} = \frac{9,8 \cdot 10^3 \text{ W}}{18 \text{ CV} \cdot 735,5 \text{ W CV}^{-1}} = 0,74 = 74\%$$

**13. El consumo de agua de una ciudad es de  $4,2 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  diarios, siendo necesario elevarla a unos depósitos situados a 85 m por encima del río donde tiene lugar la captación. Sin tener en cuenta otras consideraciones, calcula:**

- El trabajo diario que hay que realizar.
- La potencia total de las bombas que elevan el agua.

## Solución:

$$a) m = V d = 4,2 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \text{ kg m}^{-3} = 4,2 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

$$W = E_p = m g h = 4,2 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 85 \text{ m} = 3,5 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$b) P = \frac{W}{t} = \frac{3,5 \cdot 10^9 \text{ J}}{86\,400 \text{ s}} = 4,05 \cdot 10^4 \text{ W} = 55 \text{ CV}$$

**14. Cuando un cuerpo en movimiento choca contra un muelle va perdiendo velocidad hasta que se detiene. ¿Qué sucede con su energía cinética?**

## Solución:

Se transforma en energía potencial elástica.

**15. ¿Qué cantidad de energía se encuentra almacenada en un muelle de constante  $k = 625 \text{ N m}^{-1}$  que se encuentra comprimido 45 cm?**

## Solución:

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} \cdot 625 \text{ N m}^{-1} \cdot (0,45 \text{ m})^2 = 63 \text{ J}$$

**16. ¿Cuánto vale la energía cinética de un automóvil de masa 800 kg que se mueve a  $35 \text{ m s}^{-1}$ ? ¿Cuál es la energía potencial gravitatoria de un cuerpo de 24 kg situado a 15 m de altura sobre el suelo?**

## Solución:

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 800 \text{ kg} \cdot (35 \text{ ms}^{-1})^2 = 4,9 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$E_p = m g h = 24 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 15 \text{ m} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ J}$$

**17. Al colgar un cuerpo de 5,00 kg de un muelle vertical se produce un alargamiento de 12,5 cm. Calcula:**

**a) La constante elástica del muelle.**

**b) La energía potencial elástica almacenada.**

**Solución:**

$$a) P = m g = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 49 \text{ N};$$

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{49 \text{ N}}{0,125 \text{ m}} = 392 \text{ N m}^{-1}$$

$$b) E_e = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} \cdot 392 \text{ N m}^{-1} \cdot (0,125 \text{ m})^2 = 3,1 \text{ J}$$

**18. El cometa Halley se mueve en una órbita elíptica alrededor del Sol. En el perihelio (posición más próxima al Sol) el cometa está a  $8,75 \cdot 10^7$  km del Sol, y en el afelio (posición más alejada del Sol) está a  $5,26 \cdot 10^9$  km del Sol. ¿En cuál de los dos puntos tiene el cometa mayor energía potencial gravitatoria?**

**Solución:**

Si  $M$  es la masa del Sol,  $m$  la masa del cometa,  $G$  la constante de gravitación universal y  $r$  la distancia existente entre el centro del Sol y el cometa, el valor de la energía potencial gravitatoria del cometa es:

$$E_p = -G \frac{M m}{r}$$

Como la energía potencial gravitatoria es negativa, cuanto más grande sea  $r$  mayor será la energía potencial. En nuestro caso, como  $r$  en el afelio es mayor que en el perihelio, la energía potencial será mayor en el afelio que en el perihelio.

**19. ¿Qué altura máxima puede alcanzar una pelota de masa  $m$  lanzada verticalmente hacia arriba desde el suelo con una velocidad de  $12 \text{ m s}^{-1}$ ?**

**Solución:**

$$E_c = E_{pf};$$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = m g h_f$$

$$h_f = \frac{v_1^2}{2 g} = \frac{(12 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2}} = 7,3 \text{ m}$$

**20. Un saltador de pértiga de 72 kg de masa sobrepasa el listón cuando está colocado a 6,05 m de altura.**

**a) ¿Cuál es su energía potencial gravitatoria en ese instante?**

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

b) ¿Con qué velocidad llega a la colchoneta, cuya superficie superior está situada a 75,0 cm del suelo?

**Solución:**

$$a) E_p = m g h = 72 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 6,05 \text{ m} = 4 270 \text{ J} \rightarrow 4,30 \text{ kJ}$$

$$b) E_m = E_c + E_p; 4 270 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 72 \text{ kg} \cdot v^2 + 72 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ ms}^{-2} \cdot 0,75 \text{ m};$$
$$v = 10,2 \text{ ms}^{-1}$$

**21. Un automóvil de 1,4 t inicia el ascenso de una cuesta con una velocidad de 36 km h<sup>-1</sup>. Cuando se ha elevado a una altura vertical de 20 m sobre la base de la rampa alcanza una velocidad de 25 m s<sup>-1</sup>, invirtiendo para ello un tiempo de 40 s. Calcula:**

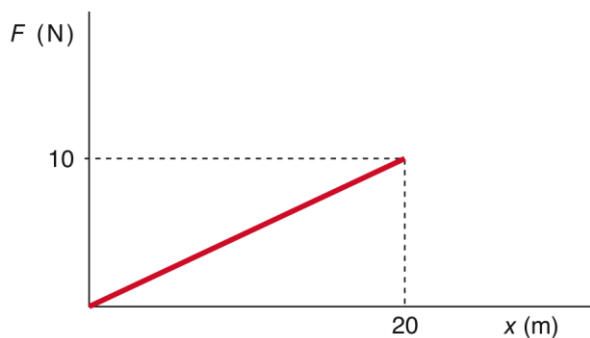
- El aumento experimentado por la energía mecánica del coche.
- La potencia media del motor necesaria para suministrar esa energía.

**Solución:**

$$a) \Delta E_m = E_{cf} + E_{pf} - (E_{ci} + E_{pi}) = \frac{1}{2} \cdot 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot (25 \text{ ms}^{-1})^2 + 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ ms}^{-2} \cdot 20 \text{ m} - \frac{1}{2} \cdot 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot (10 \text{ ms}^{-1})^2 = 6,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$b) P = \frac{\Delta E_m}{t} = \frac{6,4 \cdot 10^5 \text{ J}}{40 \text{ s}} = 1,6 \cdot 10^4 \text{ W} = 16 \text{ kW}$$

**22. Una masa de 3,0 kg se mueve inicialmente con una velocidad de 5,0 m s<sup>-1</sup>. Sobre ella empieza a actuar una fuerza en la dirección y sentido de su movimiento que varía a lo largo del recorrido de la forma que indica la figura. ¿Cuánto valdrá su velocidad cuando haya recorrido 20 m?**



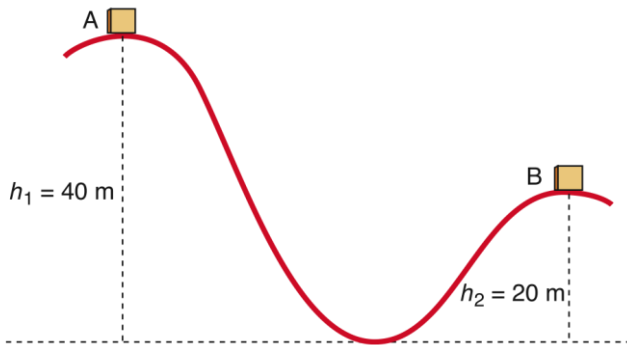
**Solución:**

$$W = \frac{1}{2}(\text{base}) \cdot (\text{altura}) = \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ m} \cdot 10 \text{ N} = 100 \text{ J}$$

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$100 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 3 \text{ kg} \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} \cdot 3 \text{ kg} \cdot (5 \text{ ms}^{-1})^2 \Rightarrow v_f = 9,6 \text{ ms}^{-1}$$

23. En la cima de la montaña rusa de la figura, el coche con sus ocupantes (masa total 1000 kg) está a una altura del suelo de 40 m y lleva una velocidad de 5,0 m s<sup>-1</sup>. Suponiendo que no hay rozamientos, calcula la velocidad del coche cuando está en la segunda cima, que tiene una altura de 20 m.



**Solución:**

$$E_{mA} = E_{mB}; \quad E_{cA} + E_{pA} = E_{cB} + E_{pB}$$

$$E_{cB} = \frac{1}{2} m v_A^2 + m g h_1 - m g h_2$$

$$E_{cB} = \frac{1}{2} m v_A^2 + m g (h_1 - h_2) = \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (5 \text{ ms}^{-1})^2 + 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ ms}^{-2} (40 - 20) \text{ m} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$v = 20 \text{ m s}^{-1}$$

24. Se dispone de un oscilador armónico formado por una masa  $m$  sujeta a un muelle de constante elástica  $k$ . Si en ausencia de rozamientos se duplica la energía mecánica del oscilador, explica qué ocurre con:

- La amplitud y la frecuencia de las oscilaciones.
- La velocidad máxima y el periodo de oscilación.

**Solución:**

La energía mecánica de un oscilador depende de la frecuencia, del periodo, de la masa y de la amplitud, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_m = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} \omega^2 m A^2 = 2\pi^2 f^2 m A^2 = 2\pi^2 \left(\frac{1}{T}\right)^2 m A^2$$

Por tanto:

- SI la energía mecánica se duplica y se mantienen constantes la masa y la amplitud, la frecuencia habrá aumentado en un factor  $\sqrt{2}$ . Manteniendo constantes la masa y la frecuencia, la amplitud aumentará en un factor  $\sqrt{2}$ .  
Si varían tanto la amplitud como la frecuencia, su producto deberá aumentar en un factor  $\sqrt{2}$ .
- La energía cinética máxima es igual a la energía mecánica; por tanto, como la velocidad máxima es  $v_m = A\omega$ , aumentará en un factor  $\sqrt{2}$ .

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

El periodo es la inversa de la frecuencia; por tanto, su valor disminuirá en un factor  $\sqrt{2}$

**25. Una masa de 0,20 kg que está unida a un resorte se mueve con m.a.s. con un periodo de 0,50 s. Si la energía potencial máxima del sistema es 5,0 J, calcula:**

- La constante del resorte.
- La amplitud del movimiento.

**Solución:**

- a) El valor de la constante del resorte es:

$$k = m\omega^2 = m \frac{4\pi^2}{T^2} = 0,20 \text{ kg} \cdot \frac{4 \cdot \pi^2}{(0,50 \text{ s})^2} = 32 \text{ Nm}^{-1}$$

- b) De la energía potencial despejamos la amplitud:

$$A = \sqrt{\frac{2E_p}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,0 \text{ J}}{32 \text{ Nm}^{-1}}} = 0,56 \text{ m}$$

**26. Un muelle de longitud en reposo 25 cm cuya constante elástica es  $k = 0,2 \text{ N cm}^{-1}$  tiene uno de sus extremos fijos a una pared. El extremo libre del muelle se encuentra unido a un cuerpo de masa 300 g, el cual oscila sin rozamiento sobre una superficie horizontal, siendo su energía mecánica igual a 0,3 J. Calcula:**

- La velocidad máxima del cuerpo. Indique en qué posición, medida con respecto al extremo fijo del muelle, se alcanza dicha velocidad.
- La máxima aceleración experimentada por el cuerpo.

**Solución:**

- a) La energía mecánica es igual a la energía cinética máxima:

$$E_m = E_{c \text{ máx}} = \frac{1}{2} m v_m^2 \qquad v_m = \sqrt{\frac{2E_m}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3 \text{ J}}{0,3 \text{ kg}}} = 1,4 \text{ m s}^{-1}$$

La velocidad máxima se alcanza en la posición de equilibrio, donde la energía potencial es nula. Cuando la masa está a 25 cm del extremo fijo del muelle.

- b) La máxima aceleración se produce en los extremos de la oscilación, es decir, cuando la elongación es igual a la amplitud.

La constante recuperadora es:  $k = 0,2 \text{ N cm}^{-1} \cdot 100 \text{ cm}/1 \text{ m} = 20 \text{ N m}^{-1}$

El valor de la frecuencia angular es:  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{20 \text{ Nm}^{-1}}{0,3 \text{ kg}}} = 8,2 \text{ rad/s}$

La elongación máxima la podemos calcular a partir de la energía potencial máxima:

$$E_m = E_{p \text{ máx}} = \frac{1}{2} k x_{\text{máx}}^2; \quad x_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{2E_m}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3 \text{ J}}{20 \text{ Nm}^{-1}}} = 0,17 \text{ m}$$

Con los resultados anteriores podemos calcular la aceleración máxima:



# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

$$a_{\text{máx}} = \omega^2 x_{\text{máx}} = (8,2 \text{ rad/s})^2 \cdot 0,17 \text{ m} = 11 \text{ m s}^{-2}$$

27. Una partícula de 250 g vibra con una amplitud de 15,0 cm y una energía mecánica de 12,0 J. Calcula:

- La constante recuperadora y la frecuencia de vibración.
- La energía cinética de la partícula cuando se encuentra a 5,00 cm de la posición de equilibrio.

**Solución:**

a) De la expresión de la energía mecánica despejamos la constante recuperadora:

$$k = \frac{2 E_m}{A^2} = \frac{2 \cdot 12,0 \text{ J}}{(15,0 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} = 1,07 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{La frecuencia es: } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1,07 \cdot 10^3 \text{ Nm}^{-1}}{0,250 \text{ kg}}} = 10,4 \text{ s}^{-1}$$

b) La energía cinética se puede expresar en función de la elongación:

$$E_c = \frac{1}{2} k(A^2 - x^2) = 0,5 \cdot 1,07 \cdot 10^3 \text{ Nm}^{-1} \cdot (2,25 - 0,25) \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 = 10,7 \text{ J}$$

28. Se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 225 g con una velocidad de 100 m s<sup>-1</sup> y vuelve al punto de partida con una velocidad de 95 m s<sup>-1</sup>. Calcula la fuerza media de rozamiento con el aire si alcanzó una altura de 495 m.

**Solución:**

$$\Delta E_m = W_r = F_r \cdot 2 h; F_r = \frac{\Delta E_m}{2 h} = \frac{E_{c_i} - E_{c_f}}{2 h} =$$

$$F_r = \frac{\Delta E_m}{2 h} = \frac{E_{c_i} - E_{c_f}}{2 h} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,225 \text{ kg} \cdot (95 \text{ m s}^{-1})^2 - \frac{1}{2} \cdot 0,225 \text{ kg} \cdot (100 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \cdot 495 \text{ m}} = -0,11 \text{ N}$$

29. Una bala de 20 g de masa atraviesa una pared de 12 cm de anchura. La bala incide en la pared con una velocidad de 250 m s<sup>-1</sup> y sale con una velocidad de 120 m s<sup>-1</sup>. ¿Qué resistencia media (fuerza de rozamiento) opone la pared?

**Solución:**

$$W = E_{c_f} - E_{c_i} = F \Delta x; F = \frac{\frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)}{\Delta x} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 0,02 \text{ kg} \cdot (120^2 - 250^2) \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}{0,12 \text{ m}} = -4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

## 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

**30. Se lanza un cuerpo a lo largo de un plano horizontal con una velocidad inicial de  $5,0 \text{ m s}^{-1}$ . El coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es  $0,30$ . ¿Qué distancia recorre hasta pararse?**

**Solución:**

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot m (5 \text{ ms}^{-1})^2 = 12,5 m \text{ J}$$

$$F_r = \mu m g = 0,3 \cdot m \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} = 2,94 \cdot m \text{ J}$$

$$E_c = W_r; 12,5 \cdot m = 2,94 \cdot m \cdot \Delta x; \Delta x = \frac{12,5 \cdot m}{2,94 \cdot m} = 4,25 \text{ m}$$

**31. Un cuerpo de  $10,0 \text{ kg}$  resbala a lo largo de un plano inclinado  $30^\circ$  sobre la horizontal. La longitud del plano es de  $7,0 \text{ m}$  y el coeficiente de rozamiento  $0,30$ . Calcula:**

**a) El trabajo de rozamiento.**

**b) La energía mecánica del cuerpo cuando está en reposo en lo alto del plano.**

**c) La energía cinética y la velocidad del cuerpo al final del plano.**

**Solución:**

$$a) F_r = \mu m g \cos \alpha = 0,3 \cdot 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot \cos 30^\circ = 25,5 \text{ N}$$

$$W_r = -F_r \Delta x = -25,5 \text{ N} \cdot 7 \text{ m} = -178 \text{ J}$$

$$b) h = 7 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ = 3,5 \text{ m};$$

$$E_m = E_p = m g h = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 3,5 \text{ m} = 343 \text{ J}$$

$$c) E_c = E_p + W_r = 343 \text{ J} - 178 \text{ J} = 165 \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 165 \text{ J}}{10 \text{ kg}}} = 5,7 \text{ m s}^{-1}$$

**32. Un bloque de  $5,0 \text{ kg}$  desciende desde el reposo por un plano inclinado  $30^\circ$  con la horizontal. La longitud del plano es  $10 \text{ m}$ , y el coeficiente de rozamiento  $0,10$ . Halla la pérdida de energía a causa del rozamiento y la velocidad del bloque en la base del plano inclinado.**

**Solución:**

$$F_r = \mu m g \cos \alpha = 0,1 \cdot 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot \cos 30^\circ = 4,2 \text{ N}$$

$$W_r = -F_r \Delta x = -4,2 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = -42 \text{ J}$$

$$E_i + W_r = E_f; E_{ci} = 0; h = l \sin \alpha = 10 \text{ m} \cdot 0,5 = 5 \text{ m}$$

$$E_{pi} = m g h = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 5 \text{ m} = 245 \text{ J}$$

$$E_f = E_i + W_r = 245 \text{ J} + (-42 \text{ J}) = 203 \text{ J}$$

$$E_f = E_{cf} = \frac{1}{2} m v^2;$$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_f}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 203 \text{ J}}{5 \text{ kg}}} = 9,0 \text{ m s}^{-1}$$

## 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

**33. Un cuerpo de 2 kg de masa lleva una velocidad inicial de 40 km/h. Si después de 30 s la velocidad es de 10 km/h, ¿cuánto vale, en unidades del SI, la potencia media perdida por el cuerpo?**

### Solución:

Puesto que la velocidad del cuerpo disminuye, existe una fuerza que lo frena y realiza un trabajo sobre él que es igual a la variación de su energía cinética:

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) =$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \text{ kg} \cdot (2,78^2 - 11,1^2) \text{ m}^2 \text{s}^{-2} = -115 \text{ J}$$

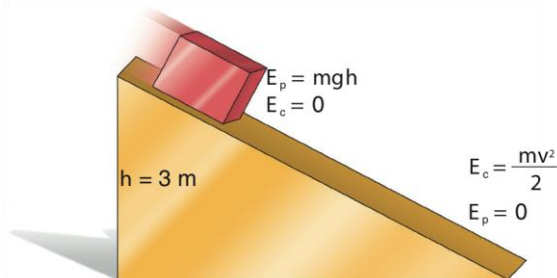
Como este trabajo se realiza en 30 s, la potencia media es:  $P = W / t = -115 \text{ J} / 30 \text{ s} = -3,8 \text{ W}$

La potencia media perdida por el cuerpo es 3,8 W.

**34. En el punto más elevado de un plano inclinado de 3,0 m de altura como el de la Figura 9.29, se sitúa un cuerpo de 10 kg que se desliza a lo largo del plano. Calcula:**

**a) La velocidad del cuerpo al pie del plano.**

**b) Si se mide esta velocidad siempre es menor que la teóricamente prevista, siendo en este caso de  $4,8 \text{ m s}^{-1}$ . ¿Cuánto vale el trabajo de rozamiento?**



### Solución:

a) De acuerdo con el Principio de conservación de la energía mecánica, si no existe rozamiento entre el cuerpo y el plano, la energía potencial gravitatoria del cuerpo en el punto más alto del plano es igual a su energía cinética en el punto más bajo. Esto se debe a que inicialmente el cuerpo está en reposo y al final su energía potencial gravitatoria es cero:

$$E_{p0} = E_{cf}; \quad m g h = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 3 \text{ m}} = 7,7 \text{ m s}^{-1}$$

b) La velocidad real es menor; en este caso,  $4,8 \text{ m s}^{-1}$ , porque la fuerza de rozamiento, que siempre se opone al movimiento, realiza un trabajo negativo. La energía potencial gravitatoria inicial es:

$$E_{p0} = m g h = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 3 \text{ m} = 294 \text{ J}$$

La energía cinética en el punto más bajo es:

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

$$E_{cf} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ kg} \cdot (4,8 \text{ ms}^{-1})^2 = 115 \text{ J}$$

Por tanto, el trabajo de rozamiento es:

$$E_{p0} + W_r = E_{cf}; \quad W_r = E_{cf} - E_{p0} = 115 \text{ J} - 294 \text{ J} = -179 \text{ J}$$

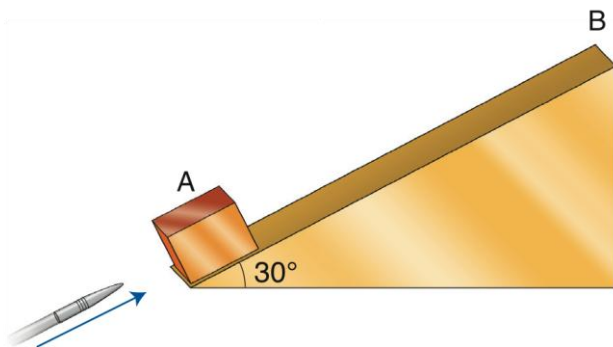
Este trabajo se convierte en calor que se dispersa en el aire y calienta las superficies en contacto.

**35. Un péndulo está formado por una pequeña esfera colgada de un hilo de masa despreciable de 1 m de longitud que se abandona desde una altura  $h_0$ . Cuando llega a la vertical, el hilo se encuentra con un punto, situado a 0,5 m del punto de suspensión, que hace que se doble el hilo. ¿A qué altura  $h$  ascenderá la esfera?**

**Solución:**

Conservación de la energía mecánica: altura =  $h_0$ .

**36. Sobre un bloque de madera de 2,0 kg que se encuentra al comienzo de un plano inclinado  $30^\circ$  se dispara un proyectil de 100 g con una velocidad de  $100 \text{ m s}^{-1}$ , que se incrusta en él. Si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es 0,10, calcula la distancia que recorre el bloque sobre el plano.**



**Solución:**

Conservación del momento lineal o cantidad de movimiento:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v; \quad \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m s}^{-1}}{2,1 \text{ kg}} = 4,76 \text{ m s}^{-1}$$

$$E_{mA} + W_r = E_{mB}; \quad h_B = x \cdot \text{sen } 30^\circ$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 - \mu m g \cos \alpha \cdot x = m g h_B = m g x \text{sen} \alpha$$

$$\frac{1}{2} v_A^2 - g x \text{sen} \alpha = \mu g x \cos \alpha$$

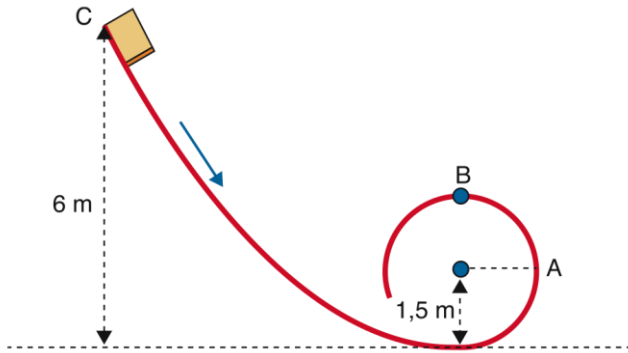
$$x = \frac{\frac{1}{2} v_A^2}{g \text{sen } \alpha + \mu g \cos \alpha} = \frac{0,5 \cdot (4,76 \text{ m s}^{-1})^2}{9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 0,5 + 0,1 \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 0,866} = 2 \text{ m}$$

**37. Un cuerpo se desliza desde el reposo sin rozamiento por una vía en forma de**

# 9 Física y Química 1º Bachillerato. Solucionario

rizo como indica la Figura 9.31. Calcula:

- La velocidad del cuerpo cuando pasa por el punto A.
- La velocidad del cuerpo cuando pasa por el punto B.
- ¿Desde qué altura se debe dejar caer el cuerpo para que al pasar por el punto B la fuerza centrípeta sea igual al peso del cuerpo?



**Solución:**

$$a) E_{mC} = E_{mA}; m g h_c = m g h_A + \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$v_A = \sqrt{2 g (h_c - h_A)}$$

$$v_A = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot (6 - 1,5) \text{ m}} = 9,4 \text{ m s}^{-1}$$

$$b) E_{mC} = E_{mB}; m g h_c = m g h_B + \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$v_B = \sqrt{2 g (h_c - h_B)}$$

$$v_B = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot (6 - 3) \text{ m}} = 7,7 \text{ m s}^{-1}$$

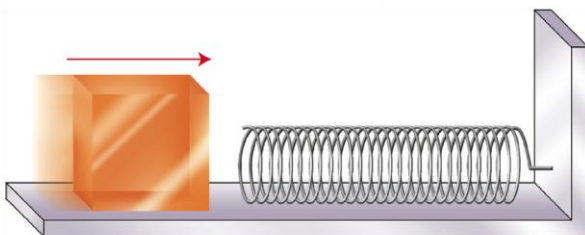
$$c) F_c = m g; \frac{m v_B^2}{R} = m g; v_B^2 = R g$$

$$E_{mh} = E_{mB}; m g h = m g h_B + \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$g h = g h_B + \frac{1}{2} R g$$

$$h = h_B + \frac{1}{2} R = 3 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 1,5 \text{ m} = 3,75 \text{ m}$$

**38. Un bloque de 5,0 kg choca con una velocidad de 10 m s<sup>-1</sup> contra un muelle de constante elástica k = 25 N m<sup>-1</sup>. El coeficiente de rozamiento entre el bloque y la superficie horizontal es 0,20. Calcula la longitud que se comprime el muelle.**



**Solución:**

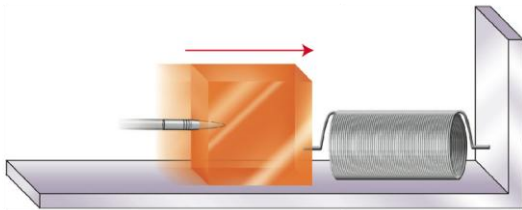
$$E_{\text{mo}} + W_r = E_{\text{mf}}; \frac{1}{2} m v_0^2 - \mu m g x = \frac{1}{2} k x^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot 25 \text{ N m}^{-1} \cdot x^2 - \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m s}^{-1})^2 + 0,2 \cdot 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot x = 0$$

$$12,5 x^2 + 9,8 x - 250 = 0; \quad x = 4,1 \text{ m}$$

**39. Un bloque de madera está unido al extremo de un resorte, como indica la Figura 9.33. Contra el bloque, de 1,00 kg, se dispara horizontalmente un proyectil de 200 g con una velocidad de 100 m s<sup>-1</sup>, que se incrusta en el bloque. Si la constante elástica del muelle vale  $k = 200 \text{ N m}^{-1}$ , calcula:**

- La velocidad con que inicia el movimiento del sistema bloque-proyectil después del impacto.
- La longitud que se comprime el muelle.



**Solución:**

$$a) m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v; \quad v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{0,2 \text{ kg} \cdot 100 \text{ m s}^{-1}}{1,2 \text{ kg}} = 16,7 \text{ m s}^{-1}$$

$$b) \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 = \frac{1}{2} k x_2;$$

$$x = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) v^2}{k}} = \sqrt{\frac{1,2 \text{ kg} \cdot (16,7 \text{ m s}^{-1})^2}{200 \text{ N m}^{-1}}} = 1,29 \text{ m}$$

**40. Se tiene un plano inclinado 60° respecto a la horizontal, cuya longitud es de 10,0 m. ¿Qué velocidad paralela al plano debe comunicarse a un cuerpo para que este llegue a la parte superior del plano inclinado con velocidad nula?**

**Dato:** el coeficiente de rozamiento vale 0,100.

**Solución:**

$$\frac{1}{2} m v_1^2 + W_r = m g h;$$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 - \mu m g \cos \alpha x = m g h$$

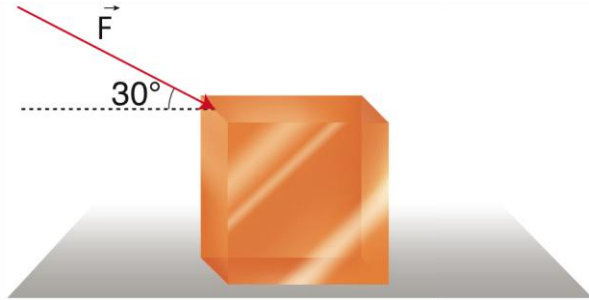
$$\frac{v_1^2}{2} = \mu g \cos \alpha x + g x \text{ sen } \alpha$$

$$v_1 = \sqrt{2 g x (\mu \cos \alpha + \text{sen } \alpha)}$$

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} \cdot 10 \text{ m} \cdot (0,1 \cdot \cos 60^\circ + \text{sen } 60^\circ)} = 13,4 \text{ m s}^{-1}$$

41. Un bloque de 50 kg es empujado por una fuerza que forma un ángulo de  $30^\circ$ , como se indica en la figura. El cuerpo se mueve con aceleración constante de  $0,50 \text{ m s}^{-2}$ . El coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y el suelo es 0,20. Calcula:

- El módulo de la fuerza aplicada.
- El trabajo realizado por esta fuerza cuando el bloque se desplaza 20 m.
- La energía cinética del bloque cuando se ha desplazado la distancia anterior, partiendo del reposo.



**Solución:**

$$a) F \cos 30^\circ - \mu (m g + F \sin 30^\circ) = m a$$

$$0,866 F - 0,2 (50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m s}^{-2} + 0,5 F) = 50 \text{ kg} \cdot 0,5 \text{ m s}^{-2}$$

$$F = 1,61 \cdot 10^2 \text{ N}$$

$$b) W = F \Delta x \cos \alpha = 161 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ = 2789 \text{ J} \rightarrow 2,8 \text{ kJ}$$

$$c) E_c = \frac{1}{2} m v^2 = m a \Delta x = 50 \text{ kg} \cdot 0,5 \text{ ms}^{-2} \cdot 20 \text{ m} = 500 \text{ J} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ J}$$