1. **Explica por qué no se puede conocer el valor absoluto de la energía de un cuerpo.**

   Porque la energía no puede medirse directamente; solo podemos conocer sus variaciones. Cuando un cuerpo realiza trabajo, pierde energía, y cuando recibe trabajo, la gana; pero el trabajo, que sí puede medirse, solo nos informa de la variación de energía.

2. **Clasifica las siguientes energías dentro de una o varias de las tres categorías fundamentales: a) Energía eólica. b) Energía de una pila. c) Energía nuclear. d) Energía hidráulica. e) Energía de la biomasa.**

   a) Energía cinética.

   b), c) y e) Energía interna.

   d) Energía potencial y cinética.

3. **Cuando se tensa una ballesta, ¿qué clase de energía adquiere la saeta? ¿Y cuando se dispara la ballesta hacia arriba?**

   En el primer caso, la ballesta adquiere energía potencial elástica. Cuando se dispara la ballesta hacia arriba, la saeta adquiere energías cinética y potencial gravitatoria.

4. **Enumera los diferentes tipos prácticos de energía que conoces, y pon tres ejemplos en los que un tipo de energía se transforma en otro.**

   Las formas de energía se clasifican, por razones de tipo práctico, según su naturaleza o la forma en la que se almacena: mecánica, electromagnética, luminosa, térmica, química y nuclear.

   Tres ejemplos de transformaciones de energía pueden ser:

   a) En una caldera, se transforma energía química en térmica.

   b) En un motor de explosión, se transforma energía térmica en mecánica.

   c) En una bombilla de incandescencia, la energía eléctrica se transforma en luminosa.

5. **Un cuerpo se mueve con m.r.u. ¿Qué trabajo recibe en total el cuerpo en su movimiento?**

   El trabajo total que recibe es nulo, ya que, si el cuerpo se mueve con m.r.u., la fuerza total que actúa sobre él es nula; por tanto, el trabajo también lo será.

6. **Indica, de forma razonada, la validez de las siguientes proposiciones:**

   a) Siempre que hacemos fuerza sobre un cuerpo, realizamos trabajo.

   b) El trabajo no depende de cuánto tiempo actúe una fuerza.

   c) Si el trabajo que en total recibe un cuerpo es nulo, este realiza obligatoriamente un m.r.u.

   d) Un trabajo negativo indica que la fuerza que lo realiza se opone al desplazamiento del cuerpo.

a) Falso. Si el desplazamiento es nulo o si $\vec{F}$ y $\Delta\vec{r}$ son perpendiculares, el trabajo es nulo.

b) Cierto. El tiempo no interviene en el cálculo del trabajo.

c) Falso. En un m.c.u., el trabajo es nulo, porque la fuerza (centrípeta) es perpendicular en todo momento al desplazamiento.

d) Cierto. Si el trabajo es negativo, $\vec{F}$ y $\Delta\vec{r}$ forman un ángulo comprendido entre 90° y 270°, cuyo coseno es negativo.

7. Calcula el trabajo que se realiza al empujar un saco por el suelo a lo largo de 2 m con una fuerza constante de 400 N, si:

a) La fuerza se aplica en la dirección del movimiento.

b) La fuerza forma un ángulo de 20° con la dirección del desplazamiento.

a) $W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta s \cdot \cos\phi = 400 \cdot 2 \cdot \cos 0° = 800$ J.

b) $W = F \cdot \Delta s \cdot \cos\phi = 400 \cdot 2 \cdot \cos 20° = 752$ J.

8. ¿Qué trabajo realizamos cuando levantamos verticalmente 80 cm un cuerpo de 25 kg?

La fuerza aplicada, vertical y hacia arriba, debe vencer al peso:

$$F = P = m \cdot g = 25 \cdot 9{,}8 = 245 \text{ N}$$

Por tanto, el trabajo que realizaremos será:

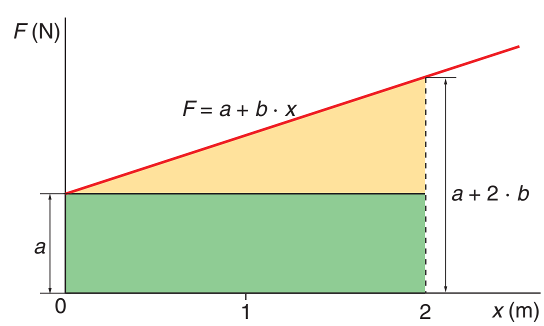
$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta s \cdot \cos\phi = 245 \cdot 0{,}80 \cdot \cos 0° = 196 \text{ J}$$

9. Sobre un cuerpo que se mueve en línea recta horizontal actúa una fuerza con igual dirección y sentido que el movimiento. Su valor varía según la expresión:

$$\boldsymbol{F = a + b \cdot x}$$

donde a y b son constantes y la fuerza se expresa en N. Calcula gráficamente el trabajo realizado por la fuerza entre $x_1 = 0$ m y $x_2 = 2$ m.

Gráficamente se aprecia que el trabajo, que es el área bajo la recta, es la suma de un rectángulo y un triángulo:



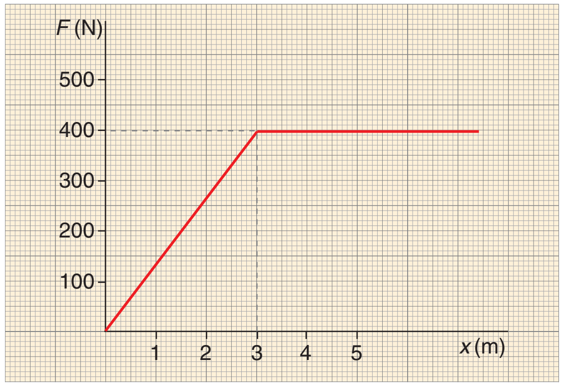
$$S = 2 \cdot a + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (a + 2 \cdot b - a)$$

$$S = 2 \cdot a + 2 \cdot b = 2 \cdot (a + b)$$

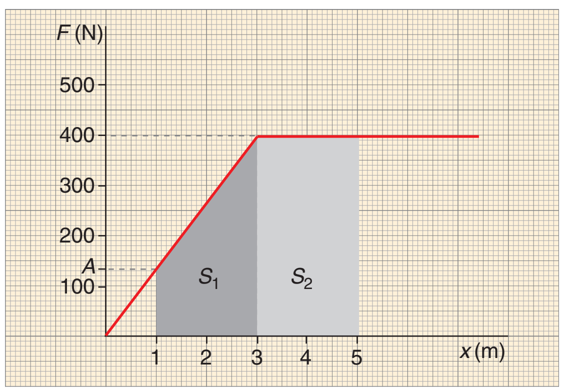
Como las distancias se dan en metros y la fuerza está en newton, será:

$$W = 2 \cdot (a + b) \text{ J}$$

10. Calcula el trabajo que, entre x_1 = 1 m y x_2 = 5 m, realiza una fuerza cuyo valor en la dirección del movimiento varía tal como muestra la figura:



El trabajo es el área bajo la gráfica *F-x*. En este caso, el cálculo del área requiere conocer el valor de la ordenada en el punto A, y_A:



Como la variación entre 0 y 3 es lineal, tendremos:

$$\frac{y_A}{1} = \frac{400}{3} \rightarrow y_A = \frac{400}{3} \text{ N}$$

Por tanto, el área puede calcularse como:

$$S = S_1 + S_2$$

donde S_1 es la suma de las áreas de un rectángulo y de un triángulo:

$$S_1 = 2 \cdot \frac{400}{3} + \frac{2 \cdot \left(400 - \frac{400}{3}\right)}{2} = 533$$

$$S_2 = 2 \cdot 400 = 800$$

El área total es:

$$S = 533 + 800 = 1\,333 \text{ J}$$

Como la fuerza está en newton y el desplazamiento en metros, será:

$$W = 1\,333 \text{ J}$$

11. Se lanza un cuerpo de 4 kg para que se deslice sobre el suelo. Si el coeficiente de rozamiento vale μ = 0,18, ¿qué trabajo realiza la fuerza de rozamiento cuando el cuerpo se desliza 2 m?

La fuerza de rozamiento vale:

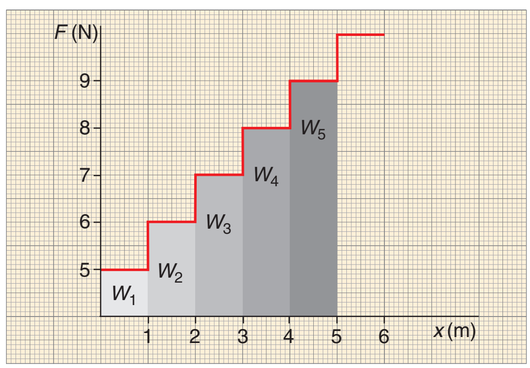
$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0{,}18 \cdot 4 \cdot 9{,}8 = 7{,}1 \text{ N}$$

Como $\vec{F}_R$ tiene sentido opuesto a $\Delta\vec{r}$, será:

$$W = -F_R \cdot \Delta s = -7{,}1 \cdot 2 = -14{,}2 \text{ J}$$

12. Sobre un cuerpo que se mueve en línea recta comienza a actuar, en un cierto punto, una fuerza que forma un ángulo de 45° con la dirección del desplazamiento. En el punto inicial, la fuerza vale 5 N, pero este valor se incrementa en escalones de 1 N por cada centímetro que avanza el cuerpo. ¿Cuánto vale el trabajo que dicha fuerza realiza en los primeros 5 cm de su actuación?

La fuerza varía de forma escalonada, tal como se muestra en la figura:



Si la fuerza se aplicase en la dirección del desplazamiento, el trabajo sería:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 =$$

$$= 5 \cdot 0{,}01 + 6 \cdot 0{,}01 + 7 \cdot 0{,}01 + 8 \cdot 0{,}01 + 9 \cdot 0{,}01 = 0{,}35 \text{ J}$$

donde el desplazamiento se ha expresado en metros.

Como la fuerza forma un ángulo de 45° con el desplazamiento, todos los términos de la expresión anterior del trabajo deben multiplicarse por *cos* 45°. En consecuencia:

$$W = 0{,}35 \cdot \cos 45° = 0{,}247 \text{ J}$$

13. Un bloque de 50 kg se desliza hacia abajo por un plano inclinado 20°. Si el coeficiente de rozamiento es μ = 0,15, calcula el trabajo que realiza cada una de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo cuando este se desliza 20 cm. Comprueba que la suma de todos los trabajos coincide con el trabajo de la fuerza resultante.

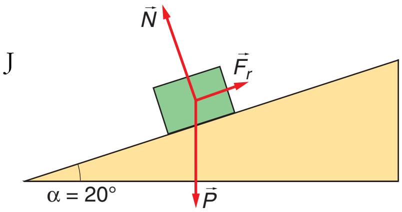
Sobre el cuerpo actúan tres fuerzas, que son el peso, la normal al peso y la fuerza de rozamiento:

$$P = m \cdot g$$

$$N = P_n = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

Los trabajos respectivos valen:



$$W_P = P \cdot \Delta s \cdot cos\ 70° = 50 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}342 = 33{,}5\ \text{J}$$

$$W_N = N \cdot \Delta s \cdot cos\ 90° = 0$$

$$W_R = F_R \cdot \Delta s \cdot cos\ 180° =$$

$$= 0{,}15 \cdot 50 \cdot 9{,}8 \cdot cos\ 20° \cdot 0{,}2 \cdot (-1) = -13{,}8\ \text{J}$$

El trabajo total ejercido por las tres fuerzas es la suma de los trabajos calculados:

$$W = W_P + W_N + W_R = 19{,}7\ \text{J}$$

Por otro lado, calculamos la fuerza resultante:

$$\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_R$$

Las fuerzas que actúan perpendiculares al plano se compensan; esto es, $P_y = N$. La fuerza resultante que se obtiene es:

$$F_{resultante} = P_x - F_r$$

$$F_{resultante} = m \cdot g \cdot (sen\ \alpha - \mu \cdot cos\ \alpha)$$

$$F_{resultante} = 50 \cdot 9{,}8 \cdot (sen\ 20° - 0{,}15 \cdot cos\ 20°) = 98{,}5\ \text{N}$$

El trabajo realizado por la fuerza resultante, que coincide con el anteriormente calculado, es:

$$W_{resultante} = 98{,}5 \cdot 0{,}2 = 19{,}7\ \text{J}$$

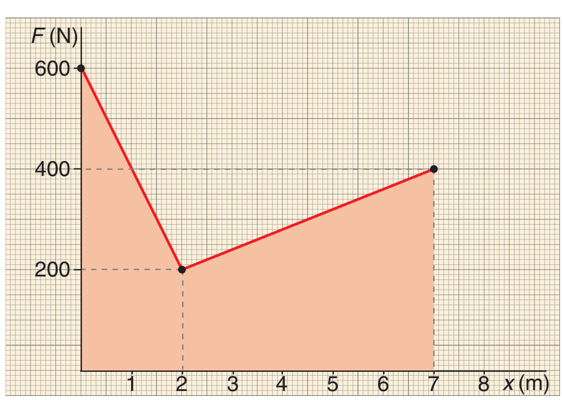
14. Cuando se ilumina un metal con radiación ultravioleta, resultan expulsados electrones en un proceso llamado efecto fotoeléctrico. ¿Qué velocidad llevarán los electrones expulsados si su energía cinética es de $2 \cdot 10^{-19}$ J?

Dato: masa del electrón = $9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg.

La velocidad de los electrones será:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-19}}{9{,}11 \cdot 10^{-31}}} = 6{,}6 \cdot 10^5\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

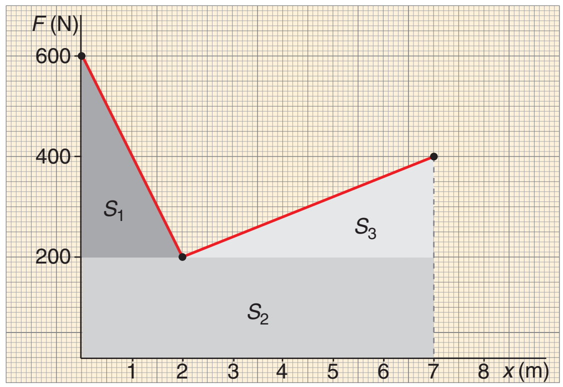
15. Un cuerpo de 50 kg de masa, inicialmente en reposo, recibe el trabajo que se muestra en la figura. ¿Cuál será la velocidad final del cuerpo?



El área bajo la curva se obtiene como sigue:

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

$$S = \frac{2 \cdot 400}{2} + 200 \cdot 7 + \frac{5 \cdot 200}{2} = 2\,300$$



Como la fuerza está expresada en newton y el desplazamiento en metros, el trabajo vale:

$$W = 2\,300 \text{ J}$$

Aplicando el teorema de la energía cinética, obtenemos la que adquiere el cuerpo:

$$W = \Delta E_c = E_c - E_{c_0} \quad \rightarrow \quad E_c = W + E_{c_0} = 2\,300 + 0 = 2\,300 \text{ J}$$

Por tanto:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2\,300}{50}} = 9{,}6 \text{ m/s}$$

16. Calcula la energía cinética de la Tierra en su movimiento de traslación orbital. ¿Es esa la única energía cinética de la Tierra?

Datos: masa de la Tierra = 5,98 · 10^{24} kg;
radio medio de la órbita = 1,5 · 10^{8} km.

Como la Tierra tarda un año en su órbita en torno al Sol, su velocidad orbital media es:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{t} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11}}{365 \cdot 24 \cdot 3\,600} = 3{,}0 \cdot 10^{4} \text{ m/s}$$

La energía cinética de traslación es:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot (3{,}0 \cdot 10^{4})^2 = 2{,}7 \cdot 10^{33} \text{ J}$$

La Tierra posee, además, energía cinética de rotación.

17. Una bala que se mueve a 400 m/s tiene una energía cinética de 9,6 kJ. ¿Cuál es su masa?

Calculamos su masa a partir de la expresión de su energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \rightarrow \quad m = \frac{2 \cdot E_c}{v^2} = \frac{2 \cdot 9{,}6 \cdot 10^{3}}{400^2} = 0{,}12 \text{ kg}$$

18. **Desde la superficie de la Luna se dispara verticalmente un proyectil de 500 g con una velocidad inicial de 80 m · s^{-1}. Calcula el trabajo realizado por el peso lunar del proyectil desde el punto de lanzamiento hasta el punto más alto de la trayectoria.**

El trabajo que realiza el peso lunar se corresponde con la variación de la energía cinética del proyectil:

$$W = \Delta E_c = 0 - E_{c_0} = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = -\frac{1}{2} \cdot 0{,}5 \cdot (80)^2 = -1\,600 \text{ J}$$

19. **Por medio del teorema de la energía cinética deduce, para el movimiento de caída libre de un cuerpo, la fórmula $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$, donde h es la altura descendida. Se desprecia el rozamiento con el aire.**

Si se desprecia el rozamiento, se puede aplicar el principio de conservación de la energía mecánica:

$$\Delta E_m = 0 \rightarrow E_c + E_p = E_{c_0} + E_{p_0}$$

Como el cuerpo parte del reposo, $v_0 = 0$; por tanto:

$$E_{c_0} = 0 \quad ; \quad E_c = E_{p_0} - E_p = m \cdot g \cdot h$$

donde h es la diferencia de altura entre el punto de partida y el punto de llegada.

Por tanto:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

20. **Sobre un cuerpo de 200 g que sigue un m.r.u. con v_0 = 36 km · h^{-1} comienza a actuar una fuerza constante de 6 N en la dirección y sentido del movimiento. Calcula, mediante el teorema de las fuerzas vivas y con las leyes de la dinámica, la velocidad final del cuerpo tras recorrer 8 m.**

De acuerdo con el teorema de las fuerzas vivas:

$$\Delta E_c = W = 6 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} = 48 \text{ J}$$

La energía cinética inicial, teniendo en cuenta que 36 km/h, en unidades S.I., son 10 m · s^{-1}, es:

$$E_{c_0} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}2 \cdot 10^2 = 10 \text{ J}$$

Teniendo en cuenta de nuevo el teorema de las fuerzas vivas y la expresión de la energía cinética:

$$E_c = E_{c_0} + W = 10 \text{ J} + 48 \text{ J} = 58 \text{ J} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 58}{0{,}2}} = 24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Si resolvemos la actividad aplicando las leyes de la dinámica, obtenemos el mismo resultado, como se muestra a continuación. La aceleración a que se ve sometido el cuerpo es:

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{6 \text{ N}}{0{,}2 \text{ kg}} = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Y su velocidad, después de recorrer 8 m:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s} = \sqrt{10^2 + 2 \cdot 30 \cdot 8} = 24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

21. **Un coche de 1200 kg se mueve a 90 km · h^{-1} por una carretera recta y llana. Calcula el trabajo extra que debe realizar el motor del coche para que la velocidad aumente hasta 105 km · h^{-1}, suponiendo que las fuerzas de rozamiento conservan su valor.**

Los valores de la velocidad, expresados en unidades S.I., son:

$$v_0 = 90 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1\,000\ \text{m}}{1\ \text{km}} \cdot \frac{1\ \text{h}}{3\,600\ \text{s}} = 25\ \text{m/s}$$

$$v = 105\ \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1\,000\ \text{m}}{1\ \text{km}} \cdot \frac{1\ \text{h}}{3\,600\ \text{s}} = 29{,}2\ \text{m/s}$$

El trabajo extra que debe realizar es:

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v^2 - v_0^2) = \frac{1}{2} \cdot 1\,200 \cdot [(29{,}2)^2 - (25)^2] = 1{,}37 \cdot 10^5\ \text{J}$$

22. **Calcula la energía cinética de un cuerpo de 50 kg que posee una cantidad de movimiento de 100 kg · m · s^{-1}.**

La energía cinética se puede expresar en función de la cantidad del movimiento:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m^2 \cdot v^2}{m} = \frac{(m \cdot v)^2}{2 \cdot m} = \frac{p^2}{2 \cdot m}$$

La energía cinética del cuerpo es, por tanto:

$$E_c = \frac{100^2}{2 \cdot 50} = 100\ \text{J}$$

23. **Reflexiona sobre la validez de las proposiciones:**

a) Solo la Tierra tiene la capacidad de suministrar energía potencial gravitatoria.

b) Cuando nos alejamos mucho de la superficie terrestre, la energía potencial gravitatoria disminuye, porque la gravedad se debilita.

c) Todas las fuerzas dan origen a algún tipo de energía potencial.

a) Falso. Es una propiedad general de la materia.

b) Falso. Si se considera que el nivel de referencia está situado en la superficie de la Tierra, cuanto mayor es la altura, mayor es la energía potencial gravitatoria. En cambio, la proposición será verdadera cuando la expresión $E_p = m \cdot g \cdot h$ deje de tener validez; la energía potencial disminuye a medida que la distancia aumenta.

c) Falso. Solo las fuerzas conservativas van acompañadas de energía potencial.

24. **Un muelle se alarga 2 cm cuando colgamos de él un cuerpo de 5 kg. ¿Qué trabajo se realiza cuando se comprime dicho muelle 1 cm?**

La constante elástica del muelle vale:

$$K = \frac{F}{x} = \frac{m \cdot g}{x} = \frac{5 \cdot 9{,}8}{0{,}02} = 2\,450\ \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Teniendo en cuenta que inicialmente no estaba deformado, $x_0 = 0$, el trabajo necesario es:

$$W = \Delta E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 - \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 2450\ \text{N} \cdot \text{m}^{-1} \cdot (0{,}01\ \text{m})^2 - 0 = 0{,}1225\ \text{J}$$

25. Un cuerpo de 10 kg reposa en el suelo. Si recibe una fuerza vertical que realiza un trabajo de 4 kJ, ¿hasta qué altura sube?

Como el campo gravitatorio es conservativo:

$$\Delta E_p = W_{ext}$$

Por tanto:

$$m \cdot g \cdot \Delta h = W_{ext} \quad \rightarrow \quad \Delta h = \frac{W_{ext}}{m \cdot g} \quad \rightarrow \quad \Delta h = \frac{4 \cdot 10^3}{10 \cdot 9{,}8} = 40{,}8 \text{ m}$$

Si consideramos el suelo como nivel de referencia:

$$h_0 = 0 \quad \rightarrow \quad h = 40{,}8 \text{ m.}$$

26. Calcula el trabajo necesario para estirar un muelle de constante k = 2,5 N · m^{-1}, desde x_1 = 1 cm hasta x_2 = 2 cm.

El trabajo necesario se calcula teniendo en cuenta que:

$$W_{ext} = \Delta E_p$$

Por tanto:

$$W_{ext} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 - \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 2{,}5 \cdot (0{,}02^2 - 0{,}01^2) = 3{,}75 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

27. Un cuerpo de 10 kg está situado a 5 m de altura. Calcula su energía potencial gravitatoria y el trabajo que puede realizar cuando desciende hasta una altura de 2 m.

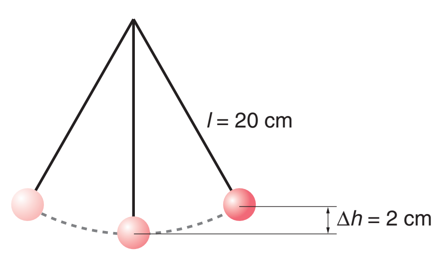
Tomando el suelo como nivel de referencia, el cuerpo situado a 5 m de altura tiene una energía potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 10 \cdot 9{,}8 \cdot 5 = 490 \text{ J}$$

La única fuerza que actúa sobre el cuerpo, el peso, es conservativa. De este modo:

$$W = -\Delta E_p = -(m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h_0) = m \cdot g \cdot (h_0 - h) = 10 \cdot 9{,}8 \cdot (5 - 2) = 294 \text{ J}$$

28. Un péndulo oscila tal como muestra la figura. ¿Qué velocidad lleva la bola en el punto más bajo del movimiento?



Si no se tienen en cuenta fuerzas no conservativas, la energía mecánica se conserva; por tanto, si consideramos el punto más alto y el más bajo de la trayectoria de la bola:

$$\Delta E_m = 0 \rightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p = -(m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h_0) = m \cdot g \cdot (h_0 - h)$$

$$0 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot (h_0 - h) \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h - h_0)}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}02} = 0{,}63 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

29. **Se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 5 kg con una velocidad inicial de 15 m · s^{-1}. ¿Podrá subir hasta una altura de 12 m? Si solo es capaz de subir 11 m, ¿cuánta energía mecánica se pierde por rozamiento?**

Si no hay rozamiento, $\Delta E_m = 0$, y, por tanto, $\Delta E_p = -E_c$.

Luego:

$$m \cdot g \cdot \Delta h = -(0 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2)$$

$$\Delta h = \frac{v_0^2}{2 \cdot g} = \frac{15}{2 \cdot 9{,}8} = 11{,}5$$

En consecuencia, no es capaz de subir hasta una altura de 12 m.

Si solo es capaz de subir 11 m, la pérdida de energía mecánica por rozamiento es:

$$\Delta E_m = 5 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}5 = 24{,}5 \text{ J}$$

30. **Un cuerpo de 100 kg baja deslizándose sin rozamiento por un plano inclinado 45°. Si inicialmente estaba en reposo, ¿qué velocidad llevará tras resbalar 1 m por el plano?**

Si resbala 1 m por el plano, habrá descendido una altura:

$$h_0 - h = 1 \cdot sen\ 45° = 0{,}707 \text{ m}$$

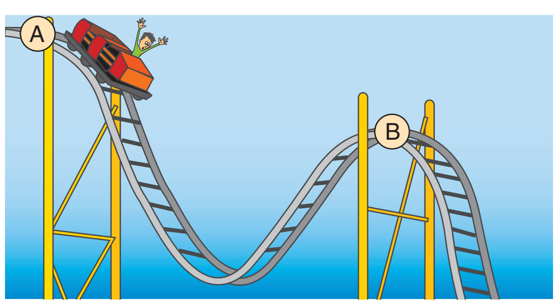
Como no hay rozamiento, toda la energía potencial se transforma en energía cinética:

$$\Delta E_c = -\Delta E_p \;\rightarrow\; \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - 0 = -m \cdot g \cdot (h - h_0)$$

Es decir:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_0 - h)} \quad ; \quad v = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}707} = 3{,}72 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

31. **El vagón de la montaña rusa de la figura tiene, junto con su ocupante, una masa de 850 kg. Si en el punto *A*, a 50 m de altura, tiene una velocidad de 1 m · s^{-1} y despreciamos el rozamiento, ¿qué velocidad llevará en el punto *B*, a 35 m de altura?**



Aplicando el principio de conservación de la energía mecánica, obtenemos la velocidad pedida:

$$\Delta E_m = 0 \;\rightarrow\; m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h_0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_0 - h) + v_0^2} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 15 + 1^2} = 17{,}2 \text{ m/s}$$

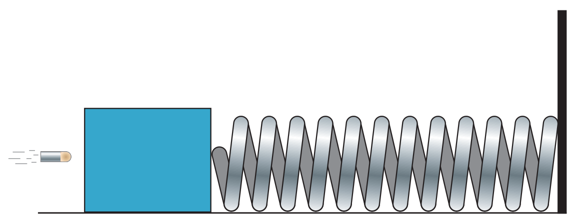
32. **Se deja caer una pelota de 200 g de papel mojado desde 2 m de altura. Cuando golpea el suelo, se queda pegada. ¿Cuánta energía mecánica se pierde en el choque? ¿Qué sucede con dicha energía?**

Puesto que en los instantes inicial y final la velocidad y, por tanto, la energía cinética son nulas, la pérdida de energía mecánica coincide con la pérdida de energía potencial gravitatoria:

$$\Delta E_m = \Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 0{,}2 \cdot 9{,}8\ (-2) = -3{,}92\ \text{J}$$

La energía se disipa en forma de calor.

33. **Un bloque de madera está unido a un muelle horizontal, tal como se ve en la figura. Se dispara horizontalmente una bala de 80 g a 350 m · s^{-1} contra el bloque, de forma que la bala queda clavada en este. Si la constante del muelle es *k* = 70 N · mm^{-1}, ¿cuánto se comprimirá el muelle como máximo?**



Suponiendo que no haya pérdida de energía mecánica, toda la energía cinética inicial de la bala se transforma en energía potencial elástica:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2 \ \rightarrow\ \Delta x = v \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = 350 \cdot \sqrt{\frac{0{,}08}{7 \cdot 10^4}} = 0{,}37\ \text{m}$$

34. **Una grúa, capaz de generar una potencia motriz de 100 CV, levanta verticalmente un peso de 6 000 kg a una altura de 15 m. ¿Qué tiempo necesita para llevar a cabo la tarea?**

La fuerza motriz que ejerce la grúa debe vencer el peso del cuerpo:

$$F = P = m \cdot g = 6\,000 \cdot 9{,}8 = 58\,800\ \text{N}$$

Sustituyendo datos en la expresión de la potencia, donde 1 CV = 735,5 W:

$$P = \frac{W}{t} \ \rightarrow\ t = \frac{W}{P} = \frac{F \cdot \Delta s}{P} = \frac{58\,800 \cdot 15}{100 \cdot 735{,}5} = 12\ \text{s}$$

35. **Calcula la energía eléctrica que consume una estufa de 2 000 W enchufada 4 horas. Expresa el resultado en J y en kWh.**

La energía eléctrica que consume, expresada en julios, es:

$$P = \frac{W}{t} \ \rightarrow\ W = P \cdot t = 2\,000 \cdot 4 \cdot 3\,600 = 2{,}88 \cdot 10^7\ \text{J}$$

Y, como la potencia es 2 000 W = 2 kW, la energía, expresada en kWh, es:

$$W = 2 \cdot 4 = 8\ \text{kWh}$$

Este último valor también se puede calcular realizando la conversión de J a kWh:

$$W = 2{,}88 \cdot 10^7\ \text{J} \cdot \frac{1\ \text{kWh}}{3{,}6 \cdot 10^6\ \text{J}} = 8\ \text{kWh}$$

36. **Un automóvil, que con sus ocupantes tiene una masa de 1,6 toneladas, se mueve horizontalmente a 90 km · h^{-1}. Si de pronto comienza a subir una rampa del 4%, manteniendo la misma velocidad, ¿qué potencia motriz extra debe desarrollar el motor?**

La potencia motriz extra debe vencer la componente tangencial del peso:

$$P_t = P \cdot sen\ \alpha$$

La rampa tiene una inclinación del 4%, es decir, se eleva 4 metros en una distancia horizontal de 100 metros. De este modo, el ángulo que la rampa forma con la horizontal, α, es:

$$tg\ \alpha = \frac{4}{100} = 0{,}04 \rightarrow \alpha = arctg\ 0{,}04$$

De este modo:

$$sen\ \alpha = sen\ (arctg\ 0{,}04) = 0{,}04$$

Es interesante darse cuenta de que, si α es muy pequeño:

$$\alpha \approx sen\ \alpha \approx tg\ \alpha$$

Por tanto:

$$P_t = m \cdot g \cdot sen\ \alpha = 1600 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}04 = 627\ \text{N}$$

Como el automóvil sigue un m.r.u., con velocidad constante de 90 km/h = 25 m/s, la potencia motriz extra será:

$$P_m = F_m \cdot v = 627{,}2 \cdot 25 = 15\,675\ \text{W}$$

37. **¿Se puede arrastrar 10 m por el suelo en 1 min un bloque de 500 kg de masa aplicando una potencia motriz de 0,1 kW? Dato: μ = 0,2.**

La fuerza a superar es la fuerza de rozamiento:

$$F_m = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0{,}2 \cdot 500 \cdot 9{,}8 = 980\ \text{N}$$

La potencia necesaria será:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot \Delta s}{t} = \frac{980 \cdot 10}{60} = 163{,}3\ \text{W}$$

Por tanto, la potencia motriz de 0,1 kW (100 W) es insuficiente.

38. **Con una bomba flotante que desarrolla una potencia impulsora de 20 CV, se saca agua de un pozo cuyo nivel está a 8 m de profundidad. ¿Cuánta agua se puede extraer en media hora?**

A partir de la expresión de la potencia, obtenemos el trabajo que puede realizar la bomba en media hora:

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow W = P \cdot t = 20 \cdot 735{,}5 \cdot 1\,800 = 2{,}65 \cdot 10^7\ \text{J}$$

Este trabajo se invierte en aumentar la energía potencial gravitatoria del agua del pozo:

$$W = \Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h \rightarrow m = \frac{W}{g \cdot \Delta h} = \frac{2{,}65 \cdot 10^7}{9{,}8 \cdot 8} = 3{,}4 \cdot 10^5\ \text{kg}$$

Como la densidad del agua es d = 1kg/L, se pueden extraer $V = 3{,}4 \cdot 10^5$ L de agua.