

Ejercicios: energía mecánica, calor y consumo eléctrico

Nueve ejercicios graduados: transformaciones de energía, energía cinética y potencial, conservación de la energía mecánica con rozamiento, calor y primer principio, consumo y coste de aparatos domésticos, análisis crítico de un rendimiento del 300 % y almacenamiento por bombeo.

DURACIÓN

2 sesiones de 55 min

AGRUPACIÓN

individual, con corrección en parejas

UNIDAD 5

Energía: conservación de la energía mecánica, termodinámica y consumo energético

MATERIALES

- Calculadora científica

ENCAJE CURRICULAR · Saberes B.6 · Comp. específicas CE2, CE3, CE4 · Comp. clave STEM, CCL, CPSAA

Criterios: 2.3, 3.1, 4.1, 4.2

Datos: $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$; $c(\text{agua líquida}) = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (NIST); densidad del agua $\approx 1,00 \text{ kg/L}$; $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$. Precio supuesto de la electricidad: $0,150 \text{ €/kWh}$. Factor de emisión medio del sistema eléctrico español en 2024: unos $0,10 \text{ kg CO}_2 \text{ eq/kWh}$ (estimación del libro a partir de los datos de Red Eléctrica). Convenio de signos: $\Delta U = Q + W$, positivos cuando la energía entra en el sistema.

Ejercicios

- 1. Transformaciones.** Indica qué transformaciones de energía tienen lugar en: a) un panel fotovoltaico; b) la dinamo de una bicicleta; c) un ciclista que sube un puerto; d) un coche que frena hasta pararse; e) una batidora; f) una central eléctrica de gas.
- 2. Energía cinética y velocidad.** Un coche de 1200 kg circula a 90 km/h . a) Calcula su energía cinética. b) Calcúlala a 45 km/h y compara. c) ¿Desde qué altura tendría que caer el coche para llegar al suelo con la misma energía que lleva a 90 km/h ? ¿Qué relación tiene esto con la seguridad vial?
- 3. Caída con y sin aire.** Se deja caer una pelota de $0,200 \text{ kg}$ desde $15,0 \text{ m}$. a) ¿Con qué rapidez llegaría al suelo sin rozamiento con el aire? b) En realidad llega a $14,0 \text{ m/s}$. ¿Cuánta energía mecánica se ha transformado y qué porcentaje supone? c) ¿Adónde ha ido esa energía?
- 4. Un descenso en esquí.** Una esquiadora de $70,0 \text{ kg}$, con su equipo, parte del reposo y desciende una pista con un desnivel de 120 m y una longitud de 400 m . Llega abajo a $20,0 \text{ m/s}$. Calcula la energía transformada por el rozamiento y la fuerza media de rozamiento. ¿A qué velocidad llegaría sin rozamiento? Comenta el resultado.
- 5. Un termo eléctrico.** Un termo de 200 L calienta el agua desde $15,0 \text{ °C}$ hasta $60,0 \text{ °C}$. a) ¿Qué energía recibe el agua, en J y en kWh? b) Si el rendimiento del termo es del 90% , ¿cuánta energía eléctrica consume? c) Si su resistencia tiene una potencia de $1,50 \text{ kW}$, ¿cuánto tarda en calentarla?

- 6. Calor, temperatura y energía interna.** a) ¿Qué tiene más energía interna: una bañera de agua a 35 °C o una taza de café a 80 °C? b) Si se vierte el café en la bañera, ¿en qué sentido pasa el calor? ¿Por qué? c) Un gas recibe 500 J de calor y, a la vez, se le comprime haciendo sobre él un trabajo de 200 J. ¿Cuánto varía su energía interna? d) ¿Y si recibe 500 J de calor y es el gas el que hace 200 J de trabajo al expandirse?
- 7. El consumo de casa.** En una vivienda hay una bombilla LED de 9 W encendida 5 h al día, un televisor de 100 W encendido 4 h al día y varios aparatos en modo de espera que suman 5 W durante las 24 h. a) Calcula el consumo anual de cada uno en kWh, su coste y las emisiones totales asociadas. b) ¿Qué consume más al año, la bombilla o los aparatos en espera? ¿Por qué, si la potencia de la bombilla es mayor? c) Un compañero dice: «un aparato de 2 kW consume 2 kWh en una hora». ¿Es correcto? ¿Y la frase «consume 2 kW por hora»?
- 8. ¿Un rendimiento del 300 %?** El folleto de una bomba de calor para calefacción afirma que «por cada kWh de electricidad entrega 3 kWh de calor: un rendimiento del 300 %». a) ¿Incumple la conservación de la energía? b) ¿Por qué no se aplica aquí el límite del 100 % que se estudia en la unidad? c) ¿Incumple el segundo principio, si lleva calor del exterior frío al interior caliente? d) ¿Qué conclusión general sacas sobre cómo analizar un resultado que parece imposible?
- 9. Almacenar energía con agua.** Una central de bombeo sube $1,00 \times 10^6 \text{ m}^3$ de agua a un embalse situado 400 m por encima del inferior. a) ¿Cuánta energía potencial almacena, en J y en GWh? b) Si el rendimiento del ciclo completo (bombear y volver a turbinar) fuera del 75 %, ¿cuánta energía eléctrica se recuperaría? c) ¿Adónde va el resto, y por qué, aun así, compensa construir estas centrales?

Solución orientativa

Para el profesorado: pasos de la resolución del ejercicio.

1. 1. a) Panel fotovoltaico: radiante $\rightarrow$ eléctrica. b) Dinamo de bicicleta: cinética $\rightarrow$ eléctrica. c) Ciclista que sube un puerto: química (de los alimentos) $\rightarrow$ potencial gravitatoria, y parte a energía interna (calor corporal). d) Frenado de un coche: cinética $\rightarrow$ energía interna de frenos y ruedas. e) Batidora: eléctrica $\rightarrow$ cinética, y una parte a energía interna. f) Central de gas: química $\rightarrow$ interna del vapor o de los gases $\rightarrow$ cinética de la turbina $\rightarrow$ eléctrica. En todos los casos una parte acaba como energía interna del entorno.
2. 2. a) $v = 90 \text{ km/h} = 25,0 \text{ m/s}$; $E_c = \frac{1}{2} \times 1200 \text{ kg} \times (25,0 \text{ m/s})^2 = 3,75 \times 10^5 \text{ J}$. b) A $45 \text{ km/h} = 12,5 \text{ m/s}$: $E_c = 9,38 \times 10^4 \text{ J}$, la cuarta parte. Al reducir la velocidad a la mitad, la energía cinética se divide entre cuatro, porque depende de v^2 . c) $E_p = m g h \Rightarrow h = E_c / (m g) = 3,75 \times 10^5 \text{ J} / (1200 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m s}^{-2}) = 31,9 \text{ m}$: chocar a 90 km/h equivale, en energía, a caer desde unos 32 m (un edificio de unas diez plantas).
3. 3. a) Sin rozamiento: $v = \sqrt{(2 g h)} = \sqrt{(2 \times 9,81 \text{ m s}^{-2} \times 15,0 \text{ m})} = 17,2 \text{ m/s}$, independiente de la masa. b) E_p inicial $= 0,200 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m s}^{-2} \times 15,0 \text{ m} = 29,4 \text{ J}$; E_c final $= \frac{1}{2} \times 0,200 \text{ kg} \times (14,0 \text{ m/s})^2 = 19,6 \text{ J}$; energía transformada por el rozamiento con el aire $= 9,8 \text{ J}$, un 33 % de la inicial. c) No desaparece: calienta (muy poco) el aire y la pelota, y pone en movimiento el aire.
4. 4. $E_p = 70,0 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m s}^{-2} \times 120 \text{ m} = 8,24 \times 10^4 \text{ J}$. E_c final $= \frac{1}{2} \times 70,0 \text{ kg} \times (20,0 \text{ m/s})^2 = 1,40 \times 10^4 \text{ J}$. $|W_{\text{roz}}| = 8,24 \times 10^4 - 1,40 \times 10^4 = 6,84 \times 10^4 \text{ J}$. Fuerza media de rozamiento (nieve y aire) $= 6,84 \times 10^4 \text{ J} / 400 \text{ m} = 171 \text{ N}$. Sin rozamiento llegaría a $\sqrt{(2 \times 9,81 \times 120)} = 48,5 \text{ m/s}$ (175 km/h): el rozamiento es lo que hace posible esquiar con seguridad.
5. 5. a) $m = 200 \text{ kg}$ (densidad $\approx 1,00 \text{ kg/L}$); $\Delta T = 45,0 \text{ K}$; $Q = 200 \text{ kg} \times 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 45,0 \text{ K} = 3,76 \times 10^7 \text{ J} = 10,5 \text{ kWh}$ ($3,762 \times 10^7 / 3,6 \times 10^6 = 10,45$). b) Energía consumida $= 10,45 \text{ kWh} / 0,90 = 11,6 \text{ kWh}$. c) $t = E / P = 11,6 \text{ kWh} / 1,50 \text{ kW} = 7,7 \text{ h}$. Por eso los termos eléctricos se calientan durante la noche y están aislados.
6. 6. a) La bañera: tiene muchísimas más partículas, y por tanto más energía interna, aunque su temperatura sea menor. b) Del café a la bañera: el calor fluye del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura, no del que tiene más energía interna. c) $\Delta U = Q + W = 500 \text{ J} + 200 \text{ J} = 700 \text{ J}$ (convenio IUPAC: la energía que entra es positiva). d) Si el gas hace 200 J de trabajo sobre el exterior, $W = -200 \text{ J}$ y $\Delta U = 500 \text{ J} - 200 \text{ J} = 300 \text{ J}$.
7. 7. a) LED: $9 \text{ W} \times 5 \text{ h} \times 365 = 16,4 \text{ kWh/año} \rightarrow 2,46 \text{ €}$. Televisor: $100 \text{ W} \times 4 \text{ h} \times 365 = 146 \text{ kWh/año} \rightarrow 21,90 \text{ €}$. Aparatos en espera: $5 \text{ W} \times 24 \text{ h} \times 365 = 43,8 \text{ kWh/año} \rightarrow 6,57 \text{ €}$. Total: $206 \text{ kWh/año} \rightarrow 30,93 \text{ €}$; emisiones $\approx 206 \text{ kWh} \times 0,10 \text{ kg/kWh} \approx 21 \text{ kg de CO}_2 \text{ eq}$. b) Los aparatos en espera consumen casi el triple que la bombilla, aunque su potencia sea menor, porque están conectados las 24 h. c) Correcta: un aparato de 2 kW funcionando 1 h consume 2 kWh. La frase errónea es «consume 2 kW por hora»: el kW ya es energía por unidad de tiempo.
8. 8. a) No incumple la conservación de la energía: la bomba de calor no transforma la electricidad en calor, sino que la usa para trasladar calor del aire exterior, más frío, al interior. Por cada 1,0 kWh eléctrico entrega 3,0 kWh de calor; los 2,0 kWh restantes proceden del aire exterior. b) El límite del 100 % se aplica cuando toda la energía que entra es la que se paga; aquí hay otra entrada de energía (el calor tomado del exterior) que no aparece en la factura. Por eso, en lugar de «rendimiento», las fichas técnicas usan un coeficiente de rendimiento (COP). c) El segundo principio no se incumple porque el paso de calor de lo frío a lo caliente no es espontáneo: se consigue consumiendo trabajo eléctrico. d) Conclusión crítica: ante un rendimiento mayor del 100 %, antes de rechazar el dato hay que buscar si existe una entrada de energía no contabilizada; si no la hay, el dato es un error.
9. 9. a) $m = 1,00 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 1,00 \times 10^9 \text{ kg}$; $E_p = 1,00 \times 10^9 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m s}^{-2} \times 400 \text{ m} = 3,92 \times 10^{12} \text{ J} = 1,09 \times 10^6 \text{ kWh} = 1,09 \text{ GWh}$. b) Con un rendimiento del ciclo completo del 75 % (dato supuesto), se recuperan $0,75 \times 1,09 \text{ GWh} = 0,82 \text{ GWh}$. c) El 25 % restante se transforma en energía interna del agua y de las máquinas (rozamiento, pérdidas eléctricas). Aun así compensa, porque permite usar energía renovable que de otro modo se desaprovecharía cuando sobra.

