

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

Un hervidor de 2000 W calienta el agua de una tetera en menos de cinco minutos; una bombilla LED de 9 W necesita unas dieciocho horas encendida para gastar la misma energía. El hervidor no es «el que más gasta»: es el que gasta más deprisa. Distinguir potencia y energía, y la energía que se paga de la que se aprovecha, es el primer paso para entender una factura, un motor o una red eléctrica.

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria

Material en revisión por el autor. Si ves un error, [avísanos](#).



Duración: 8 sesiones · Saberes: B.6 · Criterios: 2.3, 3.1, 4.1 · Requisitos previos: unidad 2 (modelo de partículas, temperatura y cambios de estado) y unidad 4 (reacciones exotérmicas y endotérmicas); no se presupone Física y Química de 1.º.



§ 1

La energía y sus formas

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Una magnitud que se conserva

La unidad de energía del SI es el julio (J): $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$. Es la energía que se transfiere al empujar con una fuerza de 1 N a lo largo de 1 m, una cantidad pequeña: levantar una manzana de 100 g a un metro de altura requiere aproximadamente 1 J.



§ 2

La conservación de la energía mecánica

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Cuando solo actúa el peso

La energía mecánica de un cuerpo es la suma de su energía cinética y su energía potencial: $E_m = E_c + E_p$. Si sobre un cuerpo solo hacen trabajo el peso y otras fuerzas del mismo tipo, llamadas conservativas (la fuerza elástica de un muelle, por ejemplo), su energía mecánica se mantiene constante: $E_{c,1} + E_{p,1} = E_{c,2} + E_{p,2}$ Lo que pie...



5.1 · La bajada de una montaña rusa

Enunciado Un vagón de montaña rusa de 500 kg, con sus ocupantes, parte prácticamente del reposo desde lo alto de una rampa de 32,0 m de altura y baja hasta el punto más bajo del recorrido. a) ¿Con qué rapidez llegaría abajo si no hubiera rozamiento? b) En la realidad llega con 23,0 m/s.

1. Referencia: $h = 0$ en el punto más bajo. Estado inicial: $v_1 = 0$, $h_1 = 32,0$ m. Estado final: $h_2 = 0$.
2. Sin rozamiento: $m g h_1 = \frac{1}{2} m v_2^2$, así que $v_2 = \sqrt{2 g h_1} = \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m s}^{-2} \times 32,0 \text{ m}} = 25,1 \text{ m/s}$ (unos 90 km/h). La masa se simplifica.
3. Energía inicial: $E_p = m g h_1 = 500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m s}^{-2} \times 32,0 \text{ m} = 1,570 \times 10^5 \text{ J}$.
4. Energía final real: $E_c = \frac{1}{2} \times 500 \text{ kg} \times (23,0 \text{ m/s})^2 = 1,323 \times 10^5 \text{ J}$.
5. Energía transformada por el rozamiento: $1,570 \times 10^5 \text{ J} - 1,323 \times 10^5 \text{ J} = 2,47 \times 10^4 \text{ J}$, que es el 15,7 % de la energía inicial ($2,471 \times 10^4 / 1,570 \times 10^5 = 0,157$).
6. Fuerza media de rozamiento: $|W_{\text{roz}}| = F \cdot d$, así que $F = 2,47 \times 10^4 \text{ J} / 80,0 \text{ m} = 309 \text{ N}$.



Errores frecuentes: la energía no se gasta, se transforma

«Con el rozamiento se pierde energía». Se pierde energía mecánica, que pasa a energía interna (los frenos y las ruedas se calientan). La energía total se conserva. «Un cuerpo más pesado cae más deprisa». Sin rozamiento con el aire, la rapidez al llegar abajo es $\sqrt{2gh}$ para cualquier masa.



Émilie du Châtelet y la «fuerza viva»

A comienzos del siglo XVIII se discutía qué magnitud medía la «fuerza» de un cuerpo en movimiento: los seguidores de Descartes defendían el producto de la masa por la velocidad; los de Leibniz, la llamada vis viva o fuerza viva, proporcional a la masa por el cuadrado de la velocidad, el antecedente de la energía cinética actual.



§ 3

Calor, trabajo y energía interna: la termodinámica

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Cuatro conceptos que no conviene mezclar

La termodinámica estudia las transferencias de energía en las que interviene la temperatura. Su vocabulario se confunde con el de la vida diaria, así que conviene fijarlo con cuidado: | Concepto | Qué es | ¿Lo «tiene» un sistema? | Unidad SI | |---|---|---|---| | Energía interna, U | Energía total de las partículas del sistema: agitación...



1845-1850: Joule y el equivalente mecánico del calor

James Prescott Joule hizo girar unas palas dentro de un recipiente aislado con agua, accionadas por unas pesas que descendían una altura conocida. La energía potencial que perdían las pesas era el trabajo hecho sobre el agua, y el termómetro registraba la subida de temperatura.



Calentar una sustancia: $Q = m c \Delta T$

Cuando una sustancia recibe calor sin cambiar de estado ni reaccionar, su temperatura sube en proporción a la energía recibida e inversamente a su masa: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ donde c es la capacidad calorífica específica (o calor específico) de la sustancia, la energía necesaria para elevar 1 K la temperatura de 1 kg.



Para el agua líquida a 25 °C, $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (NIST-JANAF, a partir de $C_p = 75,4 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$), uno de los valores más altos entre las sustancias comunes: por eso el mar suaviza el clima de las zonas costeras y el agua se usa para refrigerar motores y centrales.



El calor no es algo que los cuerpos tengan

«Este cuerpo tiene mucho calor». Tiene mucha energía interna o una temperatura alta. El calor es solo la energía que pasa de un cuerpo a otro. «El frío entra por la ventana». Lo que ocurre es que sale calor de la casa hacia el exterior, más frío. «Una manta da calor». Una manta no aporta energía: reduce la que el cuerpo cede al aire.



§ 4

Potencia, consumo y rendimiento

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Potencia: lo deprisa que se transfiere la energía

La potencia es la energía transferida (o el trabajo realizado) por unidad de tiempo: $P = E / t$ Su unidad SI es el vatio: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$. La potencia de un aparato indica lo deprisa que consume energía, no cuánta consume en total. El kW mide potencia (rapidez); el kWh mide energía (cantidad).



5.2 · Consumo, coste y rendimiento de un hervidor eléctrico

Enunciado Un hervidor eléctrico de 2000 W calienta 1,50 L de agua desde 15,0 °C hasta 100,0 °C en 4 min 50 s. a) ¿Cuánta energía eléctrica consume, en J y en kWh? b) ¿Qué energía recibe el agua y cuál es el rendimiento del hervidor? c) Si el kWh cuesta 0,150 € (precio supuesto para el ejercicio), ¿cuánto cuesta calentarla? d) ¿Cuánta ener...

1. Tiempo en el SI: $t = 4 \times 60 \text{ s} + 50 \text{ s} = 290 \text{ s}$.
2. Energía consumida: $E = P t = 2000 \text{ W} \times 290 \text{ s} = 5,80 \times 10^5 \text{ J}$. En kWh: $5,80 \times 10^5 \text{ J} / 3,6 \times 10^6 \text{ J/kWh} = 0,161 \text{ kWh}$.
(También: $2,000 \text{ kW} \times 290/3600 \text{ h} = 0,161 \text{ kWh}$.)
3. Energía útil: $m = 1,50 \text{ kg}$; $\Delta T = 100,0 \text{ °C} - 15,0 \text{ °C} = 85,0 \text{ K}$; $Q = m c \Delta T = 1,50 \text{ kg} \times 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 85,0 \text{ K} = 5,33 \times 10^5 \text{ J}$.
4. Rendimiento: $\eta = 5,33 \times 10^5 \text{ J} / 5,80 \times 10^5 \text{ J} = 0,919$, es decir, 91,9 %.
5. Coste: $0,161 \text{ kWh} \times 0,150 \text{ €/kWh} = 0,024 \text{ €}$, unos dos céntimos y medio.
6. Consumo anual: $0,161 \text{ kWh} \times 2 \times 365 = 118 \text{ kWh}$ al año, unos 17,6 € con el precio supuesto.



Puente con la biología: el cuerpo humano como máquina

Los seres vivos obedecen las mismas leyes. La energía de los alimentos es energía química que la respiración celular libera (unidad 4), y las etiquetas nutricionales la expresan en kJ y en kcal. El Reglamento (UE) n.º 1169/2011 fija como ingesta de referencia para un adulto medio 8400 kJ (2000 kcal) al día.



Repartidos a lo largo de 24 h, son $8,4 \times 10^6 \text{ J} / 86\,400 \text{ s} = 97 \text{ W}$: en promedio a lo largo del día, contando reposo y actividad, una persona disipa como calor una potencia parecida a la de una bombilla incandescente antigua. Como cualquier máquina, el cuerpo convierte solo una parte de esa energía en trabajo muscular;



§ 5

Energía y sostenibilidad: el caso de España

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



De dónde sale la electricidad

La electricidad no es una fuente de energía, sino una forma cómoda de transportarla. Se obtiene transformando otras formas: la energía cinética del viento y del agua, la radiante del Sol, la química de los combustibles o la nuclear. Las fuentes renovables (eólica, solar, hidráulica, biomasa) se reponen al ritmo al que se usan;



2024: más de la mitad de la electricidad española, de origen renovable

Según Red Eléctrica, el operador del sistema eléctrico español, en 2024 la generación renovable alcanzó 148 999 GWh, el 56,8 % de toda la electricidad generada en el país. La eólica fue la primera tecnología (23,2 % de la generación), seguida de la nuclear (20 %), la solar fotovoltaica (17 %), el ciclo combinado de gas (13,6 %) y la hidr...



Con estos datos se puede estimar un indicador que la unidad 10 usará para calcular emisiones. Si 148 999 GWh son el 56,8 % del total, la generación total fue de unos $148\,999 / 0,568 \approx 2,62 \times 10^5$ GWh (262 TWh). Las emisiones medias por kWh generado fueron entonces $27 \times 10^9 \text{ kg} / 2,62 \times 10^{11} \text{ kWh} \approx 0,10 \text{ kg de CO}_2 \text{ equivalente por kWh}$.

Hasta aquí la teoría

Continúa en el libro de la unidad.