

Ficha — Conservação e variação da energia mecânica

10.º Ano

Física e Química A

4 páginas

12 exercícios

Objetivo: Definir a energia mecânica ($E_m = E_c + E_p$), verificar a sua conservação quando só atuam forças conservativas, quantificar a sua variação quando há forças dissipativas e analisar situações do quotidiano ao longo desse balanço.

Revisão rápida

Energia mecânica — soma da energia cinética e da energia potencial num mesmo referencial:

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + m g h$$

Conservação — se só atuam **forças conservativas** (peso, elásticas), E_m mantém-se **constante**: a energia apenas se troca entre as duas formas (a bola que sobe troca E_c por E_p ; a que desce faz o inverso). Se atuam **forças dissipativas**, E_m **diminui** — a diferença não desaparece, transforma-se em **energia interna** (calor) das superfícies e do ar:

$$\Delta E_m = W_{dissipativas} \text{ (valor negativo)}$$

Situação	Forças presentes	E_m
Queda livre (sem ar)	só peso	constante ($E_p \rightarrow E_c$)
Pêndulo com pouca fricção	peso + tensão (sem trabalho)	constante (quase)
Carrinho com atrito	peso + atrito	diminui $\rightarrow$ calor
Bicicleta a pastar (sem pedalar)	peso + atrito + ar	diminui $\rightarrow$ calor e som

Estratégia: escolher dois pontos (inicial e final) $\rightarrow$ somar $E_c + E_p$ em cada um $\rightarrow$ comparar: iguais = conservativas; menor no fim = quantifique a perda e associe-a ao atrito $\rightarrow$ converter a perda em calor e conferir unidades.

Exercícios

1. Completar: a energia mecânica é a soma de _____ e _____. É constante quando só atuam forças _____. Quando há forças dissipativas, ela _____ e a energia perdida transforma-se em _____.

2. Uma bola de 2,0 kg está a 5,0 m de altura com velocidade 6,0 m/s. Calcula E_c , E_p e a energia mecânica total ($g = 9,8 \text{ N/kg}$).

3. Com a mesma bola e a mesma E_m do exercício 2 (sem atrito), que velocidade tem ela ao passar pela altura de 2,0 m?

4. Um objeto tem 50 J de energia mecânica no alto de uma rampa e 35 J no fundo. Que perda sofreu, em percentagem, e que força a causou?

5. Num gráfico, a energia mecânica de um carrinho diminui linearmente ao longo da distância. Que força atua e o que acontece à «energia que falta»?

6. Um pêndulo perde 3,0 J por oscilação e começa com 50,0 J. Que energia mecânica resta após 10 oscilações, e que forma de energia tomou o lugar da perdida?

7. Um esquiador de 60 kg parte do repouso no topo de uma encosta de 40,0 m (atrito desprezível). Calcula a energia mecânica no topo e a velocidade no pé da encosta.

8. Nos mesmos 40,0 m, mas com atrito, o esquiador chega com 15,0 m/s. Calcula a energia mecânica final, a perda e o trabalho do atrito.

9. Verifica por dois caminhos diferentes que a energia mecânica se conserva na queda livre de uma esfera de 1,0 kg largada de 10,0 m: (a) no topo e ao pé; (b) a meio caminho ($h = 5,0$ m).

10. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) A energia mecânica é constante mesmo com atrito, desde que se inclua o calor. (V/F)
- b) Subindo, a energia potencial aumenta exatamente à custa da energia cinética. (V/F)
- c) A força normal realiza trabalho e por isso altera E_m . (V/F)
- d) Numa montanha-russa sem atrito, a soma $E_c + E_p$ é o mesmo em todos os pontos. (V/F)
- e) A energia dissipada deixa de existir. (V/F)

11. Descreve o balanço energético (formas envolvidas) de: (a) uma bicicleta que deixa de pedalar e desce uma rampa; (b) o travão de um automóvel a travar até parar.

12. Um objeto de 5,0 kg tem 1000 J de energia mecânica toda potencial. A que altura está (referencial no chão)?

Soluções — Conservação da energia mecânica

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. Soma de **energia cinética** e **energia potencial**. É constante com forças **conservativas**; com dissipativas ela **diminui** e a energia perdida transforma-se em **energia interna (calor)**.

2. $E_c = \frac{1}{2} \times 2,0 \times 6,0^2 = 36 \text{ J}$; $E_p = 2,0 \times 9,8 \times 5,0 = 98 \text{ J}$; $E_m = 36 + 98 = 134 \text{ J}$.

3. Em $h = 2,0 \text{ m}$: $E_p = 2,0 \times 9,8 \times 2,0 = 39,2 \text{ J}$. Como E_m conserva: $E_c = 134 - 39,2 = 94,8 \text{ J} \rightarrow v = \sqrt{2 \times 94,8 \div 2,0} = 9,74 \text{ m/s}$. Verificação cinematográfica: $v^2 = 6,0^2 + 2 \times 9,8 \times (5 - 2) \rightarrow v = 9,74 \checkmark$ (os dois métodos concordam — é este o significado da conservação).

4. Perda: $50 - 35 = 15 \text{ J}$; percentagem: $15 \div 50 \times 100 = 30 \%$. A causa é o **atrito** (força dissipativa) — esses 15 J viraram calor nas superfícies.

5. Atua uma **força dissipativa constante** (atrito médio), porque a perda é linear com a distância ($\Delta E_m = -F_{\text{atrito}} \times d$). A «energia que falta» transformou-se em **energia interna** do carrinho e da bancada — que aquecem ligeiramente (e, em parte, som).

6. Restam $50,0 - 10 \times 3,0 = 20,0 \text{ J}$. A energia perdida ficou como **calor** no ponto de suspensão e no ar — é por isso que o pêndulo, naturalmente, pára.

7. No topo (repouso): $E_m = E_p = 60 \times 9,8 \times 40,0 = 23\,520 \text{ J} \approx 23,5 \text{ kJ}$. No pé: $23\,520 = \frac{1}{2} \times 60 \times v^2 \rightarrow v^2 = 784 \rightarrow v = 28,0 \text{ m/s}$.

8. $E_{m \text{ final}} = \frac{1}{2} \times 60 \times 15,0^2 = 6750 \text{ J}$. Perda: $23\,520 - 6750 = 16\,770 \text{ J} \approx 16,8 \text{ kJ} = \text{trabalho do atrito (negativo)}$. Cerca de 71 % da energia inicial foi dissipada — com neve bem encerada seria muito menos: é a comparação que mostra o que é o atrito.

9. (a) Topo: $E_c = 0$, $E_p = 1,0 \times 9,8 \times 10,0 = 98 \text{ J} \rightarrow E_m = 98 \text{ J}$. Pé: $E_p = 0$, $E_c = \frac{1}{2} \times 1,0 \times (\sqrt{196})^2 = 98 \text{ J} \rightarrow E_m = 98 \text{ J} \checkmark$ (b) $h = 5$: $E_p = 49 \text{ J}$; resta $E_c = 49 \text{ J} \rightarrow E_m = 98 \text{ J}$ — o mesmo em todos os pontos.

10. a) F — E_m (só mecânica) diminui; ela só se conserva se incluirmos a energia interna — aí a conservação passa a ser da energia total. b) V — é a troca interna da E_m . c) F — a normal é perpendicular ao movimento em superfícies horizontais/rotacionais: trabalho nulo. d) V — é exatamente a definição de conservação. e) F — não desaparece: converte-se em energia interna (calor) das superfícies e do meio.

11. (a) Sem pedalar descendo: $E_p \rightarrow E_c$ continuamente (acelera) enquanto o atrito e o ar consomem uma parte que vira calor — se ninguém travar, chega ao fundo com menos E_m do que tinha no topo. (b) Travando: toda a E_c restante é convertida em calor (pastilhas e discos aquecem — é por isso que os travões podem brilhar em descidas longas) — E_m mecânica cai a zero, mas a energia total mantém-se na forma de energia interna.

12. Tudo potencial: $1000 = 5,0 \times 9,8 \times h \rightarrow h = 1000 \div 49 = 20,4 \text{ m}$.

Nota: energia não desaparece — muda de forma. E_m mecânica cai sempre que há dissipação; a perda é sempre calor, e calcular ΔE_m entre dois pontos é o modo mais rápido de quantificar o atrito numa situação real.