

Ficha — Forças conservativas e energia potencial gravítica

10.º Ano Física e Química A 4 páginas 12 exercícios

Objetivo: Distinguir forças conservativas e dissipativas, calcular a energia potencial gravítica ($E_p = m \cdot g \cdot h$), relacionar o trabalho do peso com a variação de E_p e aplicar a independência do caminho às situações do quotidiano.

Revisão rápida

Forças conservativas — o trabalho que realizam **não depende do caminho**, apenas do ponto de partida e de chegada (peso, força elástica de uma mola). Guardam a energia em forma de **energia potencial**: a energia «armazenada» pela posição. **Forças dissipativas** (atrito, resistência do ar) transformam energia em calor e **dependem do caminho** — quanto mais longo o caminho, mais energia se perde.

Energia potencial gravítica — numa aproximação próxima da superfície terrestre:

$$E_p = m \times g \times h \text{ (J)} \quad \cdot \quad g = 9,8 \text{ N/kg}$$

h é medido a partir de um **nível de referência** escolhido livremente — só as **diferenças** de E_p são físicas. O trabalho do peso é o oposto da variação de E_p :

$$W_{\text{peso}} = -\Delta E_p \text{ (subir: } W < 0 \cdot \text{descer: } W > 0)$$

Força	Tipo	Trabalho	Energia associada
Peso	conservativa	independente do caminho	E_p gravítica (mgh)
Elástica (mola)	conservativa	independente do caminho	E_p elástica ($\frac{1}{2} k x^2$)
Atrito / resistência	dissipativa	quanto maior o caminho, maior (negativo)	— (fica em calor)

Estratégia: identificar as forças → separar conservativas (armazenam E_p) de dissipativas (queimam energia) → calcular $\Delta E_p = mg\Delta h$ com o nível de referência → usar $W_{\text{peso}} = -\Delta E_p$ → conferir sinais: subir custa, descer paga.

Exercícios

1. Completar: numa força conservativa o trabalho depende apenas do _____ e do _____, não do _____. A energia guardada pela posição chama-se energia _____.

2. Calcula a energia potencial gravítica de um objeto de 2,0 kg elevado a 5,0 m (nível de referência no solo, $g = 9,8 \text{ N/kg}$).

3. Um livro de 0,50 kg está numa prateleira a 2,0 m do chão. Calcula a sua E_p em relação ao chão e em relação a uma mesa a 1,5 m.

4. Um aluno de 70 kg sobe 3,0 m de escadaria. Que trabalho realiza o peso contra o aluno, e quanto varia a sua E_p ?

5. Um objeto desce 4,0 m. Calcula o trabalho do peso para uma massa de 3,0 kg e explica o sinal obtido.

6. Uma bola é largada de uma altura de 20,0 m (atrito desprezível). Calcula a velocidade ao tocar o solo, usando a conservação $E_p \rightarrow E_c$.

7. Uma bola lançada verticalmente para cima parte com 10,0 m/s. A que altura máxima chega ($g = 9,8 \text{ N/kg}$, sem atrito)?

8. Uma escada de 3,0 m de altura e uma rampa de 3,46 m levam ao mesmo piso. Para um objeto de 1,0 kg, que E_p se ganha em cada caso? E o trabalho do atrito numa superfície rugosa — depende do caminho?

9. Classificar cada força como conservativa (C) ou dissipativa (D): peso (___) · atrito (___) · força elástica de uma mola (___) · resistência do ar (___) · tensão de um cabo (___).

10. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) A energia potencial depende do nível de referência escolhido. (V/F)
- b) O trabalho do peso ao subir um objeto é positivo. (V/F)
- c) O atrito é uma força conservativa porque o seu trabalho é sempre negativo. (V/F)
- d) Descendo da mesma altura, um objeto ganha a mesma velocidade com e sem atrito. (V/F)
- e) Na mola, a energia armazenada é potencial elástica. (V/F)

11. Uma mola de constante elástica $k = 200 \text{ N/m}$ está comprimida $0,10 \text{ m}$. Calcula a energia potencial elástica armazenada ($E_p \text{ elástica} = \frac{1}{2} k x^2$) e a que velocidade sairia um objeto de $0,50 \text{ kg}$ se toda ela se convertesse em E_c .

12. Um carrinho desce de uma colina sem atrito e, no fundo, sobe outra. Explica porque não retorna à mesma altura quando há atrito, indicando onde fica a energia «faltante».

Soluções — Forças conservativas e energia potencial

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. Do **ponto inicial**, do **ponto final** e do **caminho** — o trabalho não depende do caminho. A energia guardada chama-se energia **potencial**.

2. $E_p = m \times g \times h = 2,0 \times 9,8 \times 5,0 = \mathbf{98\ J}$.

3. Relativamente ao chão: $0,50 \times 9,8 \times 2,0 = \mathbf{9,8\ J}$. Relativamente à mesa ($h = 0,5\ \text{m}$): $0,50 \times 9,8 \times 0,5 = \mathbf{2,45\ J}$. O valor muda com o referencial — mas a **diferença** (7,35 J) é a mesma nos dois casos: é ela que é física.

4. $W_{\text{peso}} = -mgh = -70 \times 9,8 \times 3,0 = \mathbf{-2058\ J \approx -2,06\ kJ}$ (o peso trava o aluno). A E_p do aluno aumenta **+2058 J** — valores iguais em módulo, sinais opostos: $W_{\text{peso}} = -\Delta E_p$ ✓

5. Descer faz o peso trabalhar a favor: $W_{\text{peso}} = +3,0 \times 9,8 \times 4,0 = \mathbf{+117,6\ J}$. O sinal é positivo porque a força (para baixo) e o deslocamento (para baixo) têm a mesma direção — e, em coerência, a E_p diminuiu 117,6 J.

6. Sem atrito: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 20,0} = \sqrt{392} = \mathbf{19,8\ m/s}$. A massa não aparece — todos os objetos caem com a mesma velocidade (mesmo sem ar, é o princípio de Galileu).

7. $E_c \rightarrow E_p$: $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh \rightarrow h = v_0^2/(2g) = 10,0^2/(2 \times 9,8) = \mathbf{5,10\ m}$. Nota: no ponto mais alto a velocidade é nula — mas só momentaneamente.

8. Em ambos os casos: $\Delta E_p = 1,0 \times 9,8 \times 3,0 = \mathbf{29,4\ J}$ — a mesma, porque E_p só olha à altura (é conservativa). O atrito, já é diferente: na rampa mais comprida o caminho é maior e o trabalho de atrito (negativo) **é maior** — é a prova de que é dissipativa.

9. Peso — C · atrito — D · elástica da mola — C · resistência do ar — D · tensão do cabo — C (o trabalho da tensão não depende do caminho).

10. a) **V** — só as diferenças são independentes do referencial. b) **F** — subir contra o peso dá trabalho **negativo** (o peso opõe-se). c) **F** — ser sempre negativo não faz uma força ser conservativa: o critério é a **dependência do caminho**, e o atrito depende dele. d) **F** — com atrito parte da E_p vai para calor, logo a velocidade final é menor. e) **V** — é a energia armazenada na deformação da mola.

11. $E_{p\ \text{elástica}} = \frac{1}{2} \times 200 \times 0,10^2 = 1,0\ \text{J}$. Convertida em E_c : $1,0 = \frac{1}{2} \times 0,50 \times v^2 \rightarrow v^2 = 4,0 \rightarrow v = \mathbf{2,0\ m/s}$.

12. Sem atrito a conversão $E_p \leftrightarrow E_c$ é completa e o carrinho voltaria à mesma altura (energia mecânica constante). Com atrito, parte da E_c é **transformada em calor** ao longo do caminho — fica armazenada como energia interna das superfícies (que aquecem ligeiramente). Como há menos energia disponível para subir, o ponto mais alto atingido é inferior: a energia «faltante» não desapareceu, **virou calor**.

Nota: conservativas guardam energia em E_p (caminho indiferente) · dissipativas libertam-na em calor (caminho importa). E o referencial é livre — mas só as **diferenças** de energia potencial são comparáveis.