

Ficha — Forças dissipativas e rendimento

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

Objetivo: Calcular o trabalho das forças dissipativas, definir e calcular o rendimento de um processo ($\eta = W_{\text{útil}} / W_{\text{total}}$), interpretar as perdas em máquinas do quotidiano e relacionar rendimento com potência.

Revisão rápida

Forças dissipativas — atrito, resistência do ar, viscosidade. Realizam **trabalho negativo** (opõem-se ao movimento) e transformam energia mecânica em **energia interna (calor)**. Quanto maior o caminho, maior a perda.

Rendimento — num processo real, nem toda a energia investida serve para o objetivo. Compara-se o que **serve** (útil) com o que se **gastou** (total):

$$\eta = W_{\text{útil}} / W_{\text{total}} \times 100 \% \quad (\eta < 100 \% \text{ sempre})$$

Balço energético obrigatório: $W_{\text{total}} = W_{\text{útil}} + |W_{\text{dissipativas}}|$ — a diferença é sempre a energia que virou calor (ou som, ou deformação). Uma máquina «perde» energia: **transforma-a**, nunca cria nem destrói.

Processo	$W_{\text{útil}}$	Perdas típicas
Elevador	aumentar E_p dos passageiros	atrito dos cabos, motor a aquecer
Motor de um carro	movimento (E_c)	calor do motor, atrito, som
Lâmpada incandescente	luz	sobretudo calor ($\eta \approx 5 \%$)
Bomba de uma piscina	mover a água	calor do motor, vibrações

Estratégia: identificar **o que se gasta** (W_{total} , o que se paga/fornece) e **o que se quer** ($W_{\text{útil}}$) $\rightarrow$ calcular $\eta \rightarrow$ a perda = diferença $\rightarrow$ conferir $\eta \leq 100 \%$ e comentar de onde vem a perda.

Exercícios

1. Completar: as forças dissipativas realizam trabalho _____ e transformam energia mecânica em _____. O rendimento compara _____ com _____ e é sempre inferior a _____ %.

2. Um motor recebe 500 J e aproveita 350 J para o efeito pretendido. Calcula o rendimento e a energia perdida.

3. Um elevador de 200 kg sobe 10,0 m gastando 25 000 J de energia. Calcula a energia útil (aumento de E_p) e o rendimento ($g = 9,8 \text{ N/kg}$).

4. Uma bomba consome 4000 J de eletricidade e entrega 1200 J de energia à água. Que rendimento tem e para onde foi o restante?

5. Um objeto é arrastado 100,0 m contra um atrito médio de 60,0 N, demorando 50,0 s. Calcula o trabalho dissipado pelo atrito e a potência que a força motriz tem de entregar para manter a velocidade constante.

6. Uma lâmpada converte 100 J de energia elétrica em 5,0 J de luz (o resto é calor). Calcula o rendimento e comenta porque é que as lâmpadas LED têm rendimento muito superior.

7. Um aluno de 15,0 kg (com mochila) sobe 20,0 m de escadaria. Que energia útil recebe o sistema (aumento de E_p)? Se gastou 4000 J de energia dos alimentos, qual o rendimento do seu corpo neste esforço?

8. Verdadeiro ou falso. Corrige as falsas.

- a) O rendimento de uma máquina real pode atingir 100 %. (V/F)
- b) O trabalho das forças dissipativas é negativo porque elas se opõem ao movimento. (V/F)
- c) A energia «perdida» num processo destrói-se. (V/F)
- d) Quanto maior o rendimento, maior a fração da energia que vira calor. (V/F)
- e) Numa descida de bicicleta sem pedalar, o atrito transforma E_m em calor. (V/F)

9. Duas máquinas consomem ambas 10 000 J: A rende 8000 J, B rende 6500 J. Calcula os rendimentos e indica qual desperdiça mais calor.

10. Um motor de rendimento 25 % tem de fornecer 600 J de trabalho útil. Quanta energia total precisa e quanta dissipará?

11. Uma tarefa exige 2400 J úteis. Com uma ferramenta de rendimento 60 % e outra de 80 %, que energia total consome cada uma? Que diferença representa em termos de calor dissipado?

12. Explica, com o vocabulário de energia, por que razão um travão que aquece está a fazer exatamente o seu trabalho — e por que razão isso é, ao mesmo tempo, uma ineficiência do sistema de travagem.

Soluções — Forças dissipativas e rendimento

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. Trabalho **negativo** · transformam em **energia interna (calor)** · compara **energia útil** com **energia total** · sempre inferior a **100 %**.
2. $\eta = 350 \div 500 \times 100 = 70 \%$; perdida: $500 - 350 = 150 \text{ J}$ (calor do motor).
3. Útil: $\Delta E_p = 200 \times 9,8 \times 10,0 = 19\,600 \text{ J}$. $\eta = 19\,600 \div 25\,000 \times 100 = 78,4 \%$. Os restantes 5400 J foram atrito dos cabos e calor do motor.
4. $\eta = 1200 \div 4000 \times 100 = 30 \%$. Os 2800 J restantes viraram **calor** (bobinas, ar) e **ruído/vibrações** — a bomba é pouco eficiente, daí o aquecimento em uso prolongado.
5. $W_{\text{atrito}} = -60,0 \times 100,0 = -6000 \text{ J}$ (6000 J dissipados). Velocidade constante $\Rightarrow$ a força motriz iguala o atrito: $P = W/t = 6000 \div 50,0 = 120 \text{ W}$.
6. $\eta = 5,0 \div 100 \times 100 = 5 \%$ — 95 J em calor. LED: convertem muito mais diretamente em luz (η tipicamente $> 50 \%$), porque não dependem de aquecer um filamento até incandescer.
7. Útil: $15,0 \times 9,8 \times 20,0 = 2940 \text{ J}$ ($= 2,94 \text{ kJ}$). $\eta = 2940 \div 4000 \times 100 = 73,5 \%$. O restante (1060 J) aqueceu o corpo — daí a transpiração: o corpo também é uma máquina com perdas.
8. a) **F** — $\eta = 100 \%$ exigiria zero perdas, impossível (Segunda Lei). b) **V** — a força opõe-se ao deslocamento ($\theta = 180^\circ$). c) **F** — não se destrói: converte-se em energia interna. d) **F** — quanto *maior* η , *menor* a fração dissipada. e) **V** — é a conversão clássica $E_m \rightarrow$ calor.
9. $\eta_A = 8000 \div 10\,000 = 80 \%$; $\eta_B = 6500 \div 10\,000 = 65 \%$. A B desperdiça mais: perde **3500 J** contra os 2000 J da A.
10. $W_{\text{total}} = 600 \div 0,25 = 2400 \text{ J}$; dissipará $2400 - 600 = 1800 \text{ J}$ — três quartos da energia em calor, típico de motores térmicos.
11. Ferramenta 60 %: $2400 \div 0,60 = 4000 \text{ J}$ (perda 1600 J). Ferramenta 80 %: $2400 \div 0,80 = 3000 \text{ J}$ (perda 600 J). Diferença de consumo: **1000 J** — e a mais eficiente gera 1000 J a menos em calor.
12. Ao travar, a E_c do veículo converte-se em **calor** nas pastilhas — é exatamente isso que «travar» significa e é para isso que o travão serve ($W_{\text{útil}}$ = retirar energia de movimento). Mas do ponto de vista energético global é uma **ineficiência**: toda essa energia fica em calor e nada mais aproveitável se obtém — num sistema ideal, parte seria regenerada (travagem regenerativa nos elétricos).

Nota: o rendimento é a honestidade da engenharia — nunca chega a 100 %, e a diferença é sempre calor. Identificar *o que se gasta* e *o que se quer* resolve qualquer questão de η .