

Ficha — Forças, Leis de Newton e o movimento que elas explicam

11.º Ano

Física e Química A

4 páginas

12 exercícios

Objetivo: Associar cada **força** a uma **interação** (as quatro fundamentais), calcular **resultantes**, aplicar as **Três Leis de Newton** e a **Lei da Gravitação Universal** a situações do dia a dia — queda livre, plano inclinado e resistência do ar — enquadrando as descobertas no seu contexto histórico.

Revisão rápida

Força = **interação** entre dois corpos (surje sempre em pares); unidade SI: **newton (N)**, $1\text{ N} = 1\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$. A força tem direção e sentido → é **vetorial**; descreve-se com um **diagrama de corpo livre**.

Interação	Alcance	Intensidade relativa (força nuclear forte = 1)
Nuclear forte (protões/neutrões no núcleo)	muito curto ($\sim 10^{-15}\text{ m}$)	1
Eletromagnética (cargas, ímãs, ligações)	teoricamente infinito	$\approx 10^{-2}$
Nuclear fraca (decaimentos β)	muito curto ($\sim 10^{-18}\text{ m}$)	$\approx 10^{-6}$
Gravítica (peso, órbitas)	infinito	$\approx 10^{-39}$

Resultante = soma vetorial das forças: **nula** → repouso ou movimento uniforme (1.ª lei) · **não nula** → aceleração na *direção da resultante* (2.ª lei).

As Três Leis de Newton: 1.ª (inércia) — sem resultante, v não muda · 2.ª — $F_{\text{resultante}} = m \cdot a$ · 3.ª — ação-reação: iguais e opostos, mas em *corpos diferentes* (por isso não se anulam).

Gravidade e queda: $P = m \cdot g$ com $g \approx 9,8\text{ m/s}^2$; na queda livre $a = P/m = g$ — **independente da massa** (sem resistência do ar). **Plano inclinado** sem atrito: $a = g \cdot \sin \theta$. **Com resistência:** a força de resistência cresce com v até $F_{\text{res}} = P \rightarrow$ **velocidade terminal** ($a = 0$).

Estratégia: desenhar o diagrama de corpo livre → escolher eixos → somar forças por eixo → $F = m \cdot a \rightarrow$ conferir sentidos e unidades.

Exercícios

1. Completar: uma força é sempre uma _____ entre dois corpos e mede-se em _____. Nomeia as quatro interações fundamentais e indica quais têm alcance infinito. Escreve a 2.ª Lei de Newton.

2. Identifica a interação em cada caso: a Terra mantém a Lua em órbita (____) · dois ímãs atraem-se (____) · os protões se mantêm juntos no núcleo (____) · um átomo de carbono-14 se degrada (____).

3. Calcula a resultante (sentido do movimento positivo): (a) 5 N e 3 N no mesmo sentido · (b) 5 N e 3 N em sentidos opostos · (c) 4 N para a direita e 4 N para a esquerda. Em cada caso, o corpo é ou não acelerado?

4. 1.ª Lei (inércia): explica (a) porque é que o passageiro se projeta à frente quando o autocarro freia de repente; (b) porque é que um livro pousado na mesa não cai apesar de não existir força a «empurrá-lo para baixo».

5. 2.ª Lei: um carrinho de 2 kg é puxado com resultante de 10 N. (a) Que aceleração tem? (b) Se a resultante dobrar e a massa ficar metade, o que acontece à aceleração? Justifica com a equação.

6. 3.ª Lei: um remo empurra a água para trás e a água empurra o remo para a frente. Porque é que estas duas forças, embora iguais e opostas, não se anulam? Indica o par de forças e os corpos envolvidos.

7. Queda livre: mostra que $a = g$ não depende da massa — parte de $P = m \cdot g$ e da 2.ª Lei. Porque é que, na realidade (com ar), uma pluma e um martelo caem de forma diferente?

8. Queda livre a partir do repouso, com $g = 9,8 \text{ m/s}^2$: (a) velocidade ao fim de 2 s; (b) altura percorrida em 2 s; (c) que grandeza não depende da massa e porque?

9. Plano inclinado: (a) porquê é mais fácil empurrar uma caixa por uma rampa a 15° do que empurrá-la na vertical? (b) Sem atrito, qual é a aceleração de um corpo num plano a 30° ? ($\sin 30^\circ = 0,5$)

10. Resistência do ar: um paraquedista em queda livre alcança a velocidade terminal. (a) Descreve o que acontece às forças até lá. (b) Depois de abrir o pára-quedas, o que muda na resultante e porque é que ele desacelera mesmo ainda a cair?

11. Um automóvel de 1 000 kg desenvolve 4 000 N de força motriz, com 1 500 N de resistências (ar + atrito). (a) Calcula a resultante e a aceleração. (b) Se as resistências dobrassem, o que acontecia à aceleração? (c) Que lei justifica o carro manter 90 km/h constantes quando as forças se equilibram?

12. Contexto histórico e representação: (a) em que obra e ano Galileu/Newton enquadram estes resultados (Leis de Newton, *Principia*)? (b) Porque é que o diagrama de corpo livre é a representação obrigatória antes de escrever $F = m \cdot a$ — e que erro se evita com ele?

Soluções — Forças e Leis de Newton

11.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. **interação · newton (N)**. Quatro: **nuclear forte · eletromagnética · nuclear fraca · gravítica** — com alcance (teoricamente) infinito: **eletromagnética e gravítica** (as nucleares são de alcance muito curto). 2.ª Lei: $F_{\text{resultante}} = m \cdot a$ — a resultante das forças é proporcional à massa e à aceleração, nesta direção e sentido.
2. Terra–Lua → **gravítica** · Ímãs → **eletromagnética** · prótons no núcleo → **nuclear forte** · decaimento do C-14 → **nuclear fraca**.
3. (a) $5 + 3 = 8 \text{ N}$ — resultante $\neq 0$ → **acelerado**. (b) $5 - 3 = 2 \text{ N}$ (no sentido dos 5 N) — $\neq 0$ → **acelerado**. (c) $4 - 4 = 0 \text{ N}$ — resultante nula → **não acelerado** (repouso ou uniforme).
4. (a) Ao frear, o corpo do passageiro «tenta» manter a velocidade que tinha (**inércia**, 1.ª lei); a força que o desacelera (atrito/assento) age depois, pelo que ele segue em frente. (b) O livro está em **equilíbrio**: o peso (para baixo) e a normal da mesa (para cima) têm resultante nula → v mantém-se (aqui, zero). Inércia não é força — é a **resistência a mudar de estado**.
5. (a) $a = F/m = 10/2 = 5 \text{ m/s}^2$. (b) Nova: $a' = 2F \div (m/2) = 4a$ — quadruplica: a aceleração é proporcional à força e inversamente proporcional à massa.
6. Par: (**remo → água**) e (**água → remo**). A 3.ª lei aplica-se a forças em **corpos diferentes** — a primeira age na água, a segunda no remo; só se anulariam se fossem aplicadas *ao mesmo corpo*. Resultado: a água empurra o barco (é essa, e não a do remo na água, que move o barco).
7. $P = m \cdot g$ e 2.ª lei: $a = P/m = m \cdot g/m = g$ — a massa cancela-se: todos os corpos caem com $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ (depende só de G e do raio da Terra). Com ar, a **resistência** depende da forma/área (não da massa): a pluma tem área grande e massa pequena — a resistência domina e limita a queda; o martelo, denso, quase não é afetado.
8. (a) $v = g \cdot t = 9,8 \cdot 2 = 19,6 \text{ m/s}$ ($\approx 70,6 \text{ km/h}$). (b) $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 4 = 19,6 \text{ m}$. (c) Nenhuma: **a velocidade e a altura não dependem da massa** (sem resistência) — porque a força que acelera (o peso) é proporcional à massa.
9. (a) A rampa **parte o peso** em duas componentes: uma ao longo do plano (que empurra para baixo) e uma perpendicular (que a normal compensa); quanto menor o ângulo, menor a componente ao longo do plano → menos força necessária (mais fácil, mas com mais percurso — a energia não se ganha de graça). (b) $a = g \cdot \sin 30^\circ = 9,8 \cdot 0,5 = 4,9 \text{ m/s}^2$.
10. (a) Inicialmente $P > F_{\text{res}}$ → resultante para baixo → acelera; à medida que v sobe, F_{res} cresce ($\approx v^2$) → resultante diminui → a diminui. Quando $F_{\text{res}} = P$ → resultante nula → **velocidade terminal** ($a = 0$, v constante). (b) Com o pára-quedas aberto, F_{res} dispara e passa a ser **maior que P** → resultante para *cima*, oposta ao movimento → **desacelera** até nova equilíbrio (pouco mais lento). Cair $\neq$ acelerar: o que manda é a resultante.
11. (a) $F_{\text{res}} = 4000 - 1500 = 2500 \text{ N}$; $a = 2500/1000 = 2,5 \text{ m/s}^2$. (b) $4000 - 3000 = 1000 \text{ N} \rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$ — cai para menos de metade. (c) **1.ª Lei**: com forças equilibradas (motriz = resistências) a resultante é nula → v constante, sem aceleração.
12. (a) Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* — **1687** (com a Lenda da maçã e a tradição de Galileu na queda e na inércia). (b) O diagrama obriga a **identificar todas as forças e o sistema** antes de somar — evita o erro mais comum: inventar uma «força do movimento» (a inércia não é força) ou esquecer a normal/atrito; cada força do diagrama vira um termo de $\Sigma F = m \cdot a$.

Nota: quatro blocos — **interações e resultantes · as três leis · queda livre/plano/resistência · problema integrado + contexto histórico**. Próxima ficha: gravitação e satélites (LGT + MCU).