# Momento Linear e Colisões a Uma Dimensão

12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

**Competências que desenvolve:** Aplicar a Lei da Conservação do Momento Linear à análise de colisões a uma dimensão, relacionar a intensidade da resultante com o tempo de duração do impacto e interpretar criticamente as soluções na perspetiva energética.

## Revisão rápida

- **Momento linear:** $p = mv$ — é um *vetor*, soma-se componente a componente e unidade $kg \cdot m/s$.
- **Impulso:** $I = F_{res}\Delta t = \Delta p$ — o *produto força × tempo* é igual à variação de momento. Dobrar o tempo de impacto para a mesma variação de momento **divide a força por dois** (é a razão de existirem airbags e colchões).
- **Conservação:** num sistema isolado na horizontal, $\Sigma m_i v_i (antes) = \Sigma m_i v_i (depois)$. As forças **internas** da colisão não alteram o momento total.
- **Perspetiva energética:** na colisão **elástica** também se conserva a energia cinética; na **inelástica** perde-se energia para calor, som e deformação. O momento conserva-se nos dois casos — a energia nem sempre.

## Exercícios

**1.** V/F — corrige as falsas: a) «O momento linear é uma grandeza escalar.» ( ) b) «Numa colisão entre dois corpos, a energia cinética total é sempre conservada.» ( ) c) «O impulso recebido por um corpo é igual à variação do seu momento linear.» ( ) d) «Num sistema isolado, o momento total antes da colisão é igual ao momento total depois dela.» ( )

**2.** Compara o momento linear e a energia cinética de: uma bala de 0,145 kg a 800 m/s e um futebolista de 70 kg a 10 m/s. a) calcula $p$ de cada um b) calcula $E_c$ de cada um c) qual tem maior momento e qual tem maior energia? Comenta.

**3.** Airbags e cintos: um passageiro de 60 kg que viaja a 20 m/s sofre uma desaceleração brusca. a) que variação de momento sofre? b) se o impacto demora 0,30 s com airbag, que força média sente? c) se demora apenas 0,06 s sem airbag? d) em que proporção o airbag reduz a força e porque é que assim se ganha tempo?

**4.** Colisão perfeitamente inelástica: um bloco de 2,0 kg a 6,0 m/s colide frontalmente com outro de 3,0 kg em repouso e os dois seguem juntos. a) calcula a velocidade comum b) a que corresponde a energia cinética antes e depois c) que percentagem se perdeu e porquê?

© 2026 Estudantices

**5. Colisão elástica: os mesmos dois corpos (2,0 kg a 6,0 m/s e 3,0 kg em repouso) colidem *elasticamente*. a) calcula as velocidades depois da colisão b) confirma que o momento se conservou c) confirma que a energia cinética se conservou d) porque é que o primeiro bloco recua?**

**6. Encontro de comboios: um comboio de 4,0 × $10^4$ kg a 5,0 m/s engata num vagão parado de 6,0 × $10^4$ kg. a) calcula a velocidade final b) calcula a energia cinética antes e depois e comenta a diferença c) que papel tiveram as forças internas do encontro?**

**7. Perspetiva energética: preenche a tabela com os dados dos exercícios 4 e 5 — energia antes, energia depois e diferença — e indica, para cada colisão, que tipo de energia apareceu no lugar da energia cinética que «desapareceu».**

| Colisão | $E_c$ antes | $E_c$ depois | Diferença |
|---|---|---|---|
| 4 · perfeitamente inelástica | | | |
| 5 · elástica | | | |

**8. Duas bolas de bilhar de massas iguais colidem elasticamente: a primeira está em repouso, a segunda chega a 4,0 m/s. Que velocidades têm depois da colisão? Porque é que este caso é usado como referência nas demonstrações?**

© 2026 Estudantices

9. Força e tempo: uma bola de 0,15 kg, lançada horizontalmente a 10 m/s, é detida por uma força cuja variação com o tempo tem forma triangular com valor máximo de 60 N. a) calcula a variação de momento b) deduz a duração do impacto a partir da área do gráfico (área = ½ × base × altura).

10. Retrocesso de um canhão: um canhão de 1000 kg dispara horizontalmente uma projétil de 5,0 kg com velocidade 200 m/s em relação ao solo. a) que velocidade ganha o canhão? b) porque é que o mesmo raciocínio explica o recuo de um bote de salva-vidas ao ser arremessado?

11. Colisão com uma parede: uma bola de 0,15 kg, num ténis, chega a 20 m/s, quica na parede e sai a 20 m/s no sentido oposto. a) qual é a variação de momento (módulo e sentido)? b) porque é que aqui o módulo é o dobro do momento inicial? c) se a bola encostasse e ficasse presa, que valor teria $\Delta p$?

12. Desdevolvimento. Explica porque é que o momento linear se conserva numa colisão mesmo quando a energia cinética não se conserva, e porque é que prolongar o tempo de impacto reduz a força sentida pelos ocupantes de um veículo.

© 2026 Estudantices

# Soluções — Momento Linear e Colisões a Uma Dimensão

**1.** a) **F** — é um vetor, pois tem direção e sentido b) **F** — só é conservada numa colisão elástica; nas inelásticas converte-se noutras formas c) **V** — é a expressão do impulso–momento, $F\Delta t = \Delta p$ d) **V** — as forças da colisão são internas e cancelam-se.

**2.** a) bala: $p = 0{,}145 \times 800 =$ **116 kg·m/s** · futebolista: $p = 70 \times 10 =$ **700 kg·m/s** b) bala: $E_c = \tfrac{1}{2} \times 0{,}145 \times 800^2 =$ **46 400 J** · futebolista: $\tfrac{1}{2} \times 70 \times 10^2 =$ **3500 J** c) o **futebolista** tem mais momento (mais massa), mas a **bala** tem cerca de 13 vezes mais energia — porque $E_c = p^2/2m$, e ao mesmo $p$ o corpo de menor massa tem muito mais energia.

**3.** a) $\Delta p = m\Delta v = 60 \times 20 =$ **1200 kg·m/s** b) $F = \Delta p/\Delta t = 1200 / 0{,}30 =$ **4000 N** c) $1200 / 0{,}06 =$ **20 000 N** d) **5 vezes menor** (0,30 s é 5 vezes 0,06 s) — como $F = \Delta p/\Delta t$ e $\Delta p$ é o mesmo, ganhar tempo é diretamente ganhar segurança.

**4.** a) $2{,}0 \times 6{,}0 = (2{,}0 + 3{,}0)v \rightarrow v = 12/5 =$ **2,4 m/s** b) antes $\tfrac{1}{2} \times 2{,}0 \times 6{,}0^2 =$ **36,0 J** · depois $\tfrac{1}{2} \times 5{,}0 \times 2{,}4^2 =$ **14,4 J** c) $36{,}0 - 14{,}4 =$ **21,6 J**, ou seja **60%** — passou a calor, som e deformação das peças.

**5.** a) $v_1' = (m_1 - m_2)v_1/(m_1 + m_2) = (-1{,}0/5{,}0) \times 6{,}0 =$ **−1,2 m/s** (recua) · $v_2' = 2m_1v_1/(m_1 + m_2) = (4{,}0/5{,}0) \times 6{,}0 =$ **4,8 m/s** b) $2{,}0 \times (-1{,}2) + 3{,}0 \times 4{,}8 = -2{,}4 + 14{,}4 =$ **12,0 kg·m/s** ✓ igual ao antes c) $\tfrac{1}{2}\times2{,}0\times1{,}2^2 + \tfrac{1}{2}\times3{,}0\times4{,}8^2 = 1{,}44 + 34{,}56 =$ **36,0 J** ✓ d) porque $m_1 < m_2$: um corpo mais leve que bate num mais pesado não consegue empurrá-lo para frente e é projetado para trás, tal como uma bola de borracha a rebater numa parede.

**6.** a) $4{,}0\times10^4 \times 5{,}0 = 1{,}0\times10^5 \times v \rightarrow v =$ **2,0 m/s** b) antes $\tfrac{1}{2} \times 4{,}0\times10^4 \times 5{,}0^2 =$ **500 000 J** · depois $\tfrac{1}{2} \times 1{,}0\times10^5 \times 2{,}0^2 =$ **200 000 J** — perdem-se **300 000 J** em calor e som c) as forças internas do encontro anulam-se aos pares e não alteram o momento total; elas é que gastam a energia.

**7.** Colisão 4: antes **36,0 J** · depois **14,4 J** · diferença **21,6 J** → **calor, som e deformação permanente**. Colisão 5: antes **36,0 J** · depois **36,0 J** · diferença **0 J** → nenhuma; a energia manteve-se toda cinética.

**8.** $v_1' = (m - m)4{,}0/2m =$ **0** · $v_2' = 2m \times 4{,}0/2m =$ **4,0 m/s** — as velocidades são *trocadas*: a que vinha passa a estar em repouso e a que estava parada segue com toda a velocidade. É o caso mais simples de colisão elástica, porque as duas equações (momento e energia) se reduzem a uma troca imediata e serve para validar o método.

**9.** a) $\Delta p = m\Delta v = 0{,}15 \times 10 =$ **1,50 kg·m/s** b) área $= \tfrac{1}{2} \times \Delta t \times F_{máx} \rightarrow 1{,}50 = \tfrac{1}{2} \times \Delta t \times 60 \rightarrow \Delta t =$ **0,050 s**.

**10.** a) momento total nulo: $5{,}0 \times 200 + 1000 \times V = 0 \rightarrow V = -$ **1,0 m/s** b) porque não há força externa na horizontal — o sistema bote + salva-vidas tem centro de massa em repouso, e ao empurrar a água para trás a pessoa faz o bote avançar.

**11.** a) $\Delta p = m(v_f - v_i) = 0{,}15 \times (-20 - 20) =$ **−6,0 kg·m/s**, ou seja **6,0 kg·m/s** no sentido da parede b) porque o vetor velocidade *inverte-se*: a diferença é $-20 - 20$, não $20 - 20$ c) $0{,}15 \times (0 - 20) =$ **3,0 kg·m/s** — metade, porque só perdeu o momento de ida.

**12.** (modelo) O momento conserva-se porque as forças da colisão são **internas**: cada corpo exerce sobre o outro força e sentido iguais e opostos, e na soma elas anulam-se — o sistema não recebe impulso externo. A energia, ao contrário, não é uma quantidade de vetor que se cancela: parte dela dissipa-se em calor, som e deformação, e nada impede essa conversão. Prolongar o impacto não muda $\Delta p$, mas como $F = \Delta p/\Delta t$, um $\Delta t$ maior dá uma força média menor — é por isso que os airbags, os colchões e as zonas de deformação do carro existem.