



FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE FÍSICA |

Projecto Faraday

Soluções –11º ano

Departamento de Física
Faculdade de Ciências, Universidade do Porto
Fundação Calouste Gulbenkian

Parte I

Movimento e Leis de
Newton

Capítulo 2

Descrição do Movimento

2.1 Soluções

2.1.1 Actividades

—

2.1.2 Questões

2.1.

- (a) Falso.
- (b) Falso.
- (c) Verdadeiro.
- (d) Falso.
- (e) Verdadeiro.

2.2. Velocidade média

2.3. —

2.4.

- (a) A direcção não, o sentido sim.
- (b) Não.

2.5. Não.

2.6.

(a) (d).

(b) —

(c) —

2.7.

(b) $20/7 \text{ m s}^{-1}$;

2.8.

(a) A ; $v_x = 0$, $v_y > 0$.

B ; $v_x < 0$, $v_y = 0$.

C ; $v_x = 0$, $v_y < 0$.

D ; $v_x > 0$, $v_y = 0$.

(b)

i. Entre A e B : $(a_m)_x < 0$, $(a_m)_y < 0$.

ii. Entre A e C : $(a_m)_x = 0$, $(a_m)_y < 0$.

(c) Nula.

2.9.

(a)

i. (b).

ii. (c).

iii. (d).

iv. (a).

(b) —

2.1.3 Problemas

2.1.

(a) $500\sqrt{3} \text{ m}$.

(b) $-500 \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \hat{\mathbf{i}} - 500 \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \hat{\mathbf{j}}$.

2.2.

(a) $x = 0,725 \text{ m}$.

(b) $v_m = 0,07 \text{ m s}^{-1}$.

2.3.

- (a) Celeridade: módulo do vector velocidade instantânea.
 (b) $2,14\text{ h} = 129\text{ min.}$

2.4.

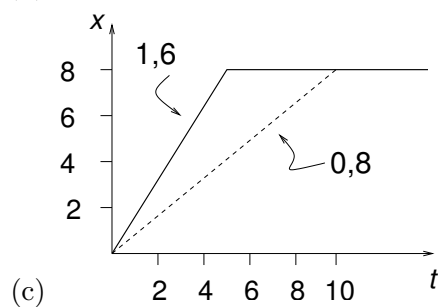
- (a) 80 km h^{-1} .
 (b) O primeiro. O segundo automóvel demorou $2,08\text{ h}$, ou seja 2 horas e 5 minutos, mais 5 minutos que o primeiro.

2.5.

- (a) $x(t) = -0,373t + 1,15\text{ (m)}$;
 (b) $x(2) = 0,40\text{ m.}$

2.6.

- (a) $1,6\text{ m s}^{-1}$.
 (b) $0,8\text{ m s}^{-1}$.



2.7. Um automóvel acelera de 0 a 100 km h^{-1} em 6 s em linha recta.

- (a) $4,63\text{ m s}^{-2}$
 (b) $\Delta x = 83,3\text{ m}$; $v_m = 13,9\text{ m s}^{-1}$.
 (c) $v_x(3) = 13,9\text{ m s}^{-1}$.
 (d) Nos últimos três.

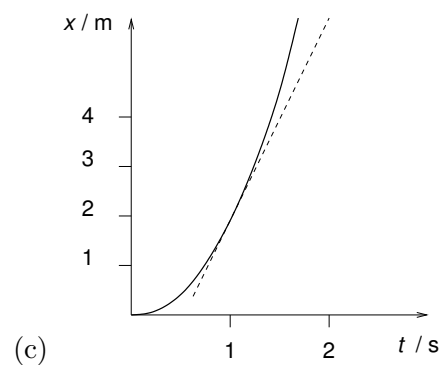
2.8.

(a)

$\Delta t/\text{s}$	$v_m/\text{m s}^{-1}$
1	6
0,1	4,2
0,01	4,02
0,001	4,0002

$v_m \rightarrow 4\text{ m s}^{-1}$

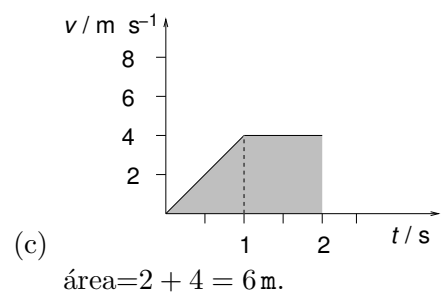
(b) $a = 4 \text{ m s}^{-2}$, $v_0 = 0 \text{ m s}^{-1}$, $x_0 = 0 \text{ m}$; $v(1) = 4 \text{ m s}^{-1}$.



2.9.

(a) $v_x = 4 \text{ m s}^{-1}$.

(b) veículo 1: $v_x(t) = \begin{cases} 4t & \text{se } 0 \leq t \leq 1; \\ 4 & \text{se } t > 1; \end{cases}$;
veículo 2: $v_x(t) = 4t$ se $t \geq 0$.



(d) 2 m .

2.10.

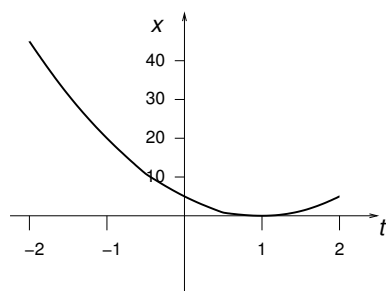
(a)

i. $v_m = -5 \text{ m s}^{-1}$; $\vec{v}_m = -5\hat{\mathbf{i}} \text{ m s}^{-1}$.

ii. $v_m = 5 \text{ m s}^{-1}$; $\vec{v}_m = 5\hat{\mathbf{i}} \text{ m s}^{-1}$.

iii. $\Delta x = 20 \text{ m}$. ; $\vec{\Delta x} = 20\hat{\mathbf{i}} \text{ m}$.

(b) $x(t) = 5(t-1)^2 = 5(t^2 - 2t + 1) = 5t^2 - 10t + 5$;
 $a_x = 10 \text{ m s}^{-2}$; $v_0 = -10 \text{ m s}^{-1}$; $x_0 = 5 \text{ m}$.



- (c) $-2 < t < 1, v_x(t) < 0$;
 $t > 1, v_x(t) > 0$;
 $v_x(1) = 0$.

2.11.

(a)

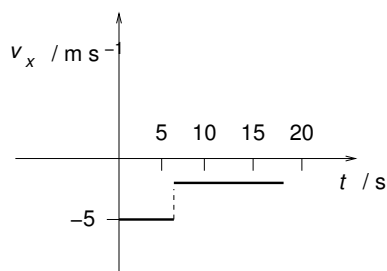
$$v_x(t) = 4t + 5$$

$$v_y(t) = -4t$$

(b) Direcção e sentido de $\hat{\mathbf{i}}$.(c) Direcção e sentido de $\hat{\mathbf{i}} - \hat{\mathbf{j}}$; norma = $4\sqrt{2} \text{ m s}^{-2}$.2.12. (a) $t = 3 \text{ s}$.(b) $t = 6 \text{ s}$. Nulo.(c) $a_x = \frac{1}{6} \text{ m s}^{-2}$.(d) A massa sobe até $t = 3 \text{ s}$ e depois desce.

2.13.

(a) Não. A velocidade varia.



(b)

(c) $a_x = 0,19 \text{ m s}^{-2}$.(d) $x = -40 \text{ m}$; $t = 10 \text{ s}$.

2.14.

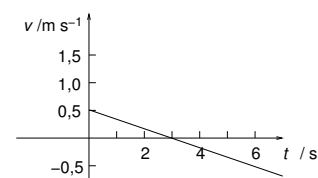
(a) $5,76 \text{ s}$.

Figura 2.1: Que movimento é este?

(b) $v_x = 18,2 \text{ m s}^{-1} = 65,6 \text{ km h}^{-1}$ 1 s após iniciar a travagem efectiva; $v_x = 19,0 \text{ m s}^{-1} = 68,5 \text{ km h}^{-1}$ após avistar obstáculo.

(c) $\Delta x = 66 \text{ m}$.

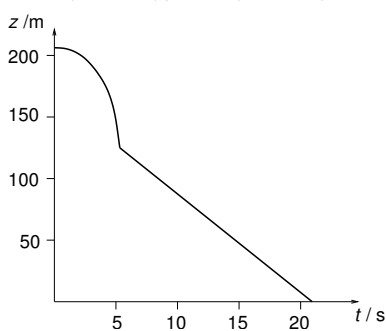
2.15.

(a) -10 m s^{-2} .

(b) $v = -10t$ (v em m s^{-1} e t em s).

(c) $a = -5/21 = -0,24 \text{ m s}^{-2}$.

(d) $h = (5 \times 50)/2 + (21 - 5) \times 5 = 205 \text{ m}$



(e)



Figura 2.2: Trajectória de uma bola de futebol

2.16. (a) $\|\vec{v}_0\| = 109 \text{ km h}^{-1}$.

(b) $\vec{v}_f = 30\hat{i} - 5\hat{j} \text{ m s}^{-1}$. $\|\vec{v}_f\| = 109 \text{ km h}^{-1}$.

(c) Negativo. A força de resistência do ar deve ser oposta em sentido à velocidade. Logo, tem uma componente horizontal com sentido e direcção de $-\hat{i}$.

2.1.4 Desafios

Capítulo 4

Leis de Newton

4.1 Soluções

4.1.1 Actividades

—

4.1.2 Questões

4.1. Le Galle orientou o telescópio segundo as indicações de Le Verrier.

4.2. Adimensional. É uma razão entre duas forças.

4.3. —

(c).

Em B .

4.4. Sim.

4.5. A . As forças exercidas em cada carro são iguais (terceira lei); a aceleração de A foi menor em módulo, pois a variação de velocidade foi menor: logo, a sua massa é maior.

4.6.

(a) Supondo a mesma força e massas $2m$ e $3m$.

(b) Não. A variação da força de atrito da mesa.

- 4.7. Porque a bola teve aceleração não nula de sentido oposto ao do peso.
- 4.8. O tempo que a velocidade demora a reduzir a zero é tanto menor quanto mais dura for a superfície. As forças têm intensidades tanto maiores quanto menor for o tempo de paragem, pois $F\Delta t$ tem sempre o mesmo valor, $F\Delta t = m(0 - v_i)$ em que v_i é a velocidade quando se inicia o contacto.

4.1.3 Problemas

- 4.1. Carro com mola, $N = 7,45 \text{ N}$; carro pousado, $N = 2,45 \text{ N}$; carro com massa, $N = 1,47 \text{ N}$; ($g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$).
- 4.2. $3,9 \times 10^{-3} \text{ m} = 3,9 \text{ mm}$.
- 4.3. 490 N . São iguais.
- 4.4.
- (a) $8,54 \times 10^4 \text{ N}$.
- (b) $6,83 \times 10^4 \text{ N}$; $5,12 \times 10^4 \text{ N}$; $3,42 \times 10^4 \text{ N}$; $1,70 \times 10^4 \text{ N}$; ($g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$).
- 4.5.
- (a) $0,32 \text{ g} = 2 \text{ m s}^{-2}$.
- (b) É directamente proporcional à massa do passageiro. 219 N .
- (c) $95 \text{ m s}^{-1} = 340 \text{ km h}^{-1}$.
- 4.6.
- (a) $3,57 \text{ m s}^{-1}$.
- (b) $0,73 \text{ s}$.
- 4.7. $2,2 \times 10^3 \text{ N}$.
- 4.8.
- (a) $40,6 \text{ km h}^{-1}$.
- (b) $17,8 \text{ N}$.
- 4.9.

- (a) —
- (b) $v_0 = L\sqrt{g/2h}$.
- (c) $90,4 \text{ m s}^{-1} = 325 \text{ km h}^{-1}$.

4.10.

- (a) $0,45 \text{ s}$.
- (b) $6,78 \text{ m}$.

4.11.

- (a) Esfera: $F = 2 \times 10^{-3} \text{ N}$. Bola: $2 \times 10^{-2} \text{ N}$.
- (b) Esfera: $F/P = 6 \times 10^{-3}$. Bola: $F/P = 3,6 \times 10^{-2} \text{ N}$.

4.12.

- (a) $6,6 \times 10^{-4} \text{ s}$.
- (b) $3,4 \times 10^3 \text{ N}$.
- (c) Uma força de módulo $3,4 \times 10^3 \text{ N}$.

4.13.

- (a) $60,5 \text{ m s}^{-1}$.
- (b) $I = 1,2 \text{ N s}$.
- (c) $\Delta t = 14,2 \times 10^{-3} \text{ s} = 14,3 \text{ ms}$.

4.1.4 Desafios

—

Capítulo 5

Por que é que a Lua não cai?

5.1 Soluções

5.1.1 Actividades

—

5.1.2 Questões

5.1.

- (a) O movimento rectilíneo e uniforme.
- (b) Não. Em órbitas circulares o movimento é acelerado.
- (c) Sim. Para haver aceleração tem que existir uma força externa. As órbitas observadas exigiam que existissem forças exercidas sobre os planetas.

5.2. Negativa. Para transferir um satélite para uma distância infinita da Terra com velocidade nula (energia total nula) é necessário realizar trabalho externo sobre ele. Logo a energia numa órbita geoestacionária é negativa.

5.3. **B.** Ao perder a aderência, o automóvel deixa de estar sujeito à força de atrito com o solo e passa a deslocar-se em trajetória rectilínea na direcção tangente à trajectória anterior, no ponto onde a força passou a ser nula.

5.4. $\sqrt{8} \approx 2,83$ anos.

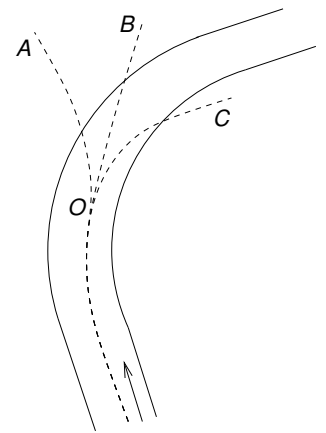


Figura 5.1: Qual das trajetórias segue o automóvel ao despistar-se?

5.1.3 Problemas

5.1. A Lei da Gravitação Universal permite-nos calcular o peso de um corpo à superfície da Terra, em termos da massa e do raio da Terra.

(a) —

(b)

$$\begin{aligned} g_{\text{Lua}} &= 1,62 \text{ m s}^{-2} \\ g_{\text{Marte}} &= 3,80 \text{ m s}^{-2} \\ g_{\text{jupiter}} &= 24,9 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

5.2.

(a) Força exercida pelo Sol. $F_s = 5,9 \times 10^{-3} \text{ N}$; Força exercida pela Terra: $P = 9,8 \text{ N}$; $F_s/P = 0,6 \times 10^{-3}$.

5.3.

(a) $1,68 \times 10^3 \text{ m s}^{-1} = 1,68 \text{ Km s}^{-1}$.

(b) $7,91 \times 10^3 \text{ m s}^{-1} = 7,91 \text{ Km s}^{-1}$.

(c) Lua: $E_p = -2,82 \times 10^6 \text{ J}$; $E_{\text{total}} = -1,41 \times 10^6 \text{ J}$;
Terra: $E_p = -6,25 \times 10^7 \text{ J}$; $E_{\text{total}} = -3,12 \times 10^7 \text{ J}$.

5.4. $6,25 \times 10^7 \text{ J}$.

5.5. $R_f = 4R_T/3$, ou $h = R_T/3 \approx 19\,110 \text{ km}$.

5.6.

(a) $20,2 \times 10^3 \text{ Km}$.

(b) $3,87 \text{ Km s}^{-1}$.

5.7. $2,38 \text{ Km s}^{-1}$.

5.8. $-2,65 \times 10^{33} \text{ J}$.

5.9.

(a) $3,11 \times 10^{41} \text{ kg}$.

(b) $1,6 \times 10^{11} M_{\odot}$.

5.10.

- (a) Horizontal dirigida para o centro de trajectória, de módulo 807 N.

5.11.

- (a) 42,3 rpm (rotações por minuto).