ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA C/PE DA CALHETA

Física e Química A – 11.º Ano

Ficha de trabalho de iniciação F1.3 – n.º 2

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____

Unidade 1: Mecânica - Subunidade 1.3: Forças e movimentos
1.3.1. A resultante das forças e as condições iniciais
- Lançamentos e quedas na vertical.
- Quedas com resistência do ar apreciável.
- Movimentos retilíneos em planos horizontais e inclinados

Formulário e constante:

$$y = y_0 + v_0\, t + \frac{1}{2} a\, t^2$$

$$v = v_0 + a\, t$$

$$|g| = 9{,}80\ m\ s^{-2}$$

1.3.1. A resultante das forças e as condições iniciais

- Lançamentos e quedas na vertical.

1. Uma criança lança uma bola de basquete verticalmente para cima a partir de uma altura de 80 cm, comunicando-lhe uma velocidade inicial de módulo 4,0 m s^{-1}.
Considere o referencial com origem no solo e sentido positivo ascendente, g = 9,80 m s^{-2} e despreze eventuais efeitos de forças resistivas.

1.1. Indique que forças atuam na bola no momento em que é lançada, quando sobe, quando atinge a altura máxima, quando desce e no momento antes de tocar no solo.

1.2. Escreva as leis y (t) e v (t) do movimento da bola.

1.3. Calcule o tempo que a bola demora a atingir a altura máxima.

1.4. Determine a componente escalar da velocidade da bola de basquete ao tocar no solo e conclua sobre a influência da massa na velocidade referida.

1.1. Quando a bola é lançada: existe a força aplicada pela criança e a força gravítica (peso da bola).
Na subida, quando atinge a altura máxima e na descida: Apenas atua a força gravítica.

1.2. Dados: y_0 = 0,80 m; v_0 = 4,0 m s^{-1} e g = - 9,8 m s^{-2} (porque o sentido positivo é o ascendente e a aceleração gravítica aponta para baixo – sentido negativo).

$$v = v_0 + a\, t$$
$$v = 4{,}0 - 9{,}8\, t \text{ (SI)}$$

$$y = y_0 + v_0\, t + \frac{1}{2} a\, t^2$$
$$y = 0{,}80 + 4{,}0\, t + \frac{1}{2}(-9{,}8)\, t^2$$
$$y = 0{,}80 + 4{,}0\, t - 4{,}9\, t^2 \text{ (SI)}$$

1.3. A altura máxima é atingida quando a velocidade é zero então temos de usar a equação das velocidades

$$v = 4{,}0 - 9{,}8\, t$$
$$0 = 4{,}0 - 9{,}8\, t$$
$$9{,}8\, t = 4{,}0$$
$$t = \frac{4{,}0}{9{,}8} = 0{,}41\ s$$

1.4. Para determinar a velocidade temos de usar a equação das velocidades, mas precisamos de saber o tempo em que a bola toca no solo. Usamos a equação das posições para descobrir o tempo em que y = 0 e esse tempo substituímos na equação das velocidades.

$$y = 0{,}8 + 4{,}0\, t - 4{,}9\, t^2$$
$$0 = 0{,}8 + 4{,}0\, t - 4{,}9\, t^2$$

$$a = -4{,}9;\ b = 4{,}0;\ c = 0{,}80$$
$$t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} <=> t = 0{,}98\ s$$

$$v = 4{,}0 - 9{,}8\, t$$
$$v = 4{,}0 - 9{,}8\ (0{,}98)$$
$$v = -5{,}6\ m\ s^{-1}$$

A massa não tem qualquer influencia no valor da velocidade pois a bola cai sujeita à aceleração gravítica e os efeitos da resistência do ar são desprezáveis.

2. Num movimento vertical de um corpo perto da superfície da Terra, as posições são dadas pela equação:

$$y = -2{,}0 + 6{,}0\,t - 4{,}9\,t^2$$

O corpo está no ar 1,5 s.

2.1. Qual das seguintes afirmações relativas a este movimento **não está correta**?

(A) Trata-se do movimento de um grave, pois o módulo da aceleração é 9,8 m s^{-2}.

(B) O corpo parte de uma posição 2,0 m abaixo da origem do referencial.

(C) O módulo da velocidade inicial do corpo é 6,0 m s^{-1}.

(D) O corpo foi atirado verticalmente para baixo.

2.2. Comparando os vetores velocidade inicial e aceleração do corpo, indique, justificando que tipo de movimento tem o corpo inicialmente.

2.3. A que distância da origem do referencial se encontrava o corpo no instante t = 1,0 s?

2.4. Com a ajuda da calculadora gráfica, trace o gráfico posição-tempo correspondente a este movimento. Identifique as posições do corpo no instante inicial, no instante em que ocorreu inversão de sentido e no instante final.

2.5. Escreva a equação das velocidades correspondente a este movimento.

2.6. Trace o gráfico velocidade-tempo associado a este movimento.

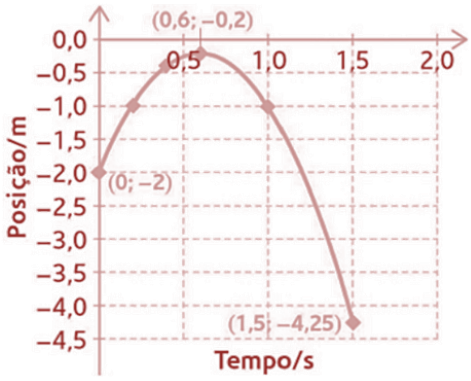
2.1. Opção D. A componente escalar da aceleração aponta sempre para baixo e neste caso é negativa, então para cima é sentido positivo. Como a velocidade é positiva então foi lançado verticalmente para cima.

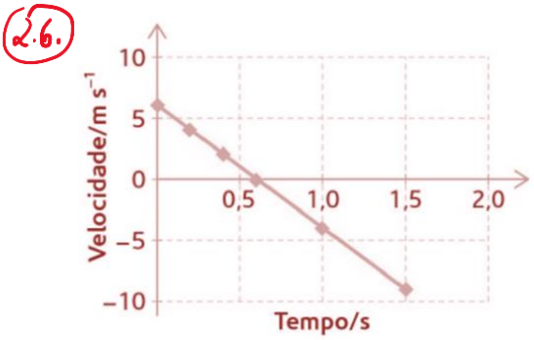
2.2. Como os vetores têm sentido opostos, o movimento é uniformemente retardado nos primeiros instantes, até atingir a altura máxima.

2.3. $y = -2{,}0 + 6{,}0\,t - 4{,}9\,t^2 \Rightarrow y = -2{,}0 + 6{,}0\,(1{,}0) - 4{,}9\,(1{,}0)^2 \Leftrightarrow y = -1{,}0\ m$

Encontra-se 1,0 m acima da posição inicial, que é – 2,0 m.

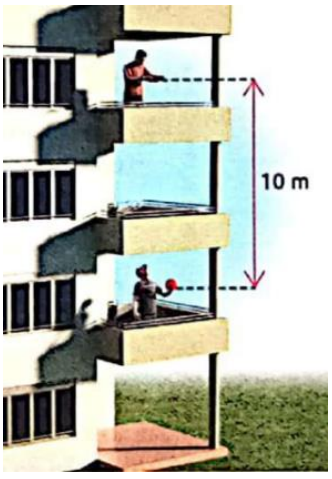
2.4.





2.5. $v = v_0 + a\,t \Rightarrow v = 6{,}0 - 9{,}8\,t\ (SI)$

3. Um jovem que vive no 1.º andar pretende atirar uma bola ao seu amigo do 3.º andar, 10 m acima. Determine o módulo da velocidade de lançamento da bola para que chegue às mãos do amigo com velocidade nula. Considere desprezável a resistência do ar.



Considerando o referencial com origem na varanda do 1.º andar e sentido para cima:

$$v = v_0 - 9{,}8\,t\ (SI)$$

Como a bola chega às mãos do amigo, no 3.º andar, com velocidade nula:

$$v = v_0 - 9{,}8\,t\ (SI) \Rightarrow 0 = v_0 - 9{,}8\,t \Leftrightarrow t = \frac{v_0}{9{,}8}$$

Substituindo esta igualdade nas equações das posições:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 10 = 0 + v_0\left(\frac{v_0}{9{,}8}\right) - 4{,}9\left(\frac{v_0}{9{,}8}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow 10 = \frac{v_0^2}{9{,}8} - \frac{4{,}9\,v_0^2}{9{,}8^2} \Leftrightarrow 10 = 0{,}10\,v_0^2 - 0{,}051 v_0^2 \Leftrightarrow 10 = 0{,}049\,v_0^2$$

$$\Leftrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{10}{0.049}} = 14{,}3\ m\,s^{-1}$$

4. No mesmo instante em que um corpo A foi largado de uma altura de 10 m relativamente ao solo, um outro corpo B foi atirado verticalmente para cima com velocidade de módulo 5,0 m s^{-1}, de um ponto 4,0 m abaixo da posição de lançamento do primeiro. Suponha que os corpos se moveram sujeitos apenas à força gravítica. Considere um referencial coincidente com o eixo Oy, origem no solo e sentido ascendente.

4.1. Escreva as equações das posições destes corpos.

4.2. Determine o instante e a posição em que os dois corpos se cruzaram no ar. Confirme recorrendo à calculadora gráfica.

4.1. $corpo\ A: y_A = y_0 + v_0 - \frac{1}{2} g\ t^2 => y_A = 10 - 4{,}9\ t^2\ (SI)$

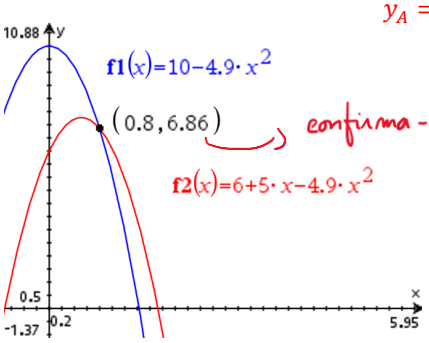
$corpo\ B: y_0 = 6{,}0\ m, pois\ (10 - 4{,}0 = 6{,}0\ m\ e\ v_0 = 5{,}0\ m\ s^{-1} => y_B = 6{,}0 + 5{,}0t - 4{,}9\ t^2\ (SI)$

4.2. Para os corpos se cruzarem tem de se verificar a condição $y_A = y_B$

$$10 - 4{,}9\ t^2 = 6{,}0 + 5{,}0t - 4{,}9\ t^2 \Leftrightarrow 4{,}0 = 5{,}0\ t \Leftrightarrow t = \frac{4{,}0}{5{,}0} = 0{,}8\ s$$

Substituindo numa das equações das posições:

$$y_A = 10 - 4{,}9\ t^2 = 10 - 4{,}9\ (0{,}8)^2 = 6{,}9\ m$$



5. Um grave iniciou um movimento vertical com velocidade de módulo 3,0 m s^{-1}, a uma certa altura do solo. Enquanto esteve no ar percorreu uma distância superior ao valor da sua altura inicial, acabando por colidir com o solo com velocidade de módulo 15 m s^{-1}.

5.1. Recorrendo a considerações energéticas, calcule a altura inicial do corpo.

5.2. Calcule o instante em que o grave inverteu o sentido do seu movimento.

5.3. Determine a altura máxima, relativamente ao solo, atingida pelo grave.

5.1. Como apenas está sujeito à força gravítica ΔEm = 0 J

$$E_{m_i} = E_{m_f} \Leftrightarrow E_{pi} + E_{ci} = E_{pf} + E_{cf}$$

$$mgh_i + \frac{1}{2} m\ v_0^2 = 0 + \frac{1}{2} m\ v_f^2 \Leftrightarrow 9{,}8\ h_i + \frac{1}{2} \times 3{,}0^2 = \frac{1}{2} \times 15^2$$

$$9{,}8\ h_i = 108 \Leftrightarrow h_i = \frac{108}{9{,}8} = 11{,}0\ m$$

5.2. Escrevendo as equações do movimento: $y = 11 + 3{,}0\ t - 4{,}9\ t^2\ (SI)\ \ e\ \ \ v = 3{,}0 - 9{,}8\ t\ \ (SI)$

No ponto de altura máxima a velocidade do corpo é nula, então:

$$v = 3{,}0 - 9{,}8\ t \Leftrightarrow 0 = 3{,}0 - 9{,}8\ t \Leftrightarrow t = \frac{3{,}0}{9{,}8} = 0{,}31\ s$$

5.3. A altura máxima será:

$$y = 11 + 3{,}0\ t - 4{,}9\ t^2 => y = 11 + 3{,}0\ (0{,}31) - 4{,}9\ (0{,}31)^2 = 11{,}5\ m$$

6. Dois irmãos discutem acerca de um pequeno brinquedo que caiu da varanda de casa a 4,0 m do jardim. Um acusa o outro de o ter atirado de propósito e este defende-se dizendo que o largou sem querer.

6.1. Haverá alguma forma de a Física verificar qual dos irmãos está a falar verdade?

6.2. Considerando que o brinquedo demorou 0,50 s a atingir o jardim, identifique qual dos irmãos tem razão.

6.1. Sim, se soubermos o tempo que o brinquedo demorou a atingir o solo pode-se determinar a velocidade inicial. Se a velocidade inicial é nula então o brinquedo foi largado.

6.2. $y = 4{,}0 + v_0\ t - 4{,}9\ t^2$ Para descobrir a velocidade inicial substitui-se por y = 0 m e t = 0,50 s)

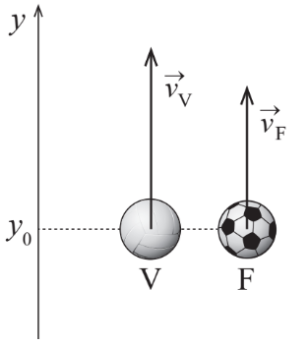
$$0 = 4{,}0 + v_0(0{,}50) - 4{,}9\ (0{,}50)^2$$

$$0 = 4{,}0 + v_0(0{,}50) - 1{,}23$$

$$v_0(0{,}50) = -2{,}77 \Leftrightarrow v_0 = \frac{-2{,}77}{0{,}50} = -5{,}5\ m\ s^{-1}$$

Exame FQA 2023 EE

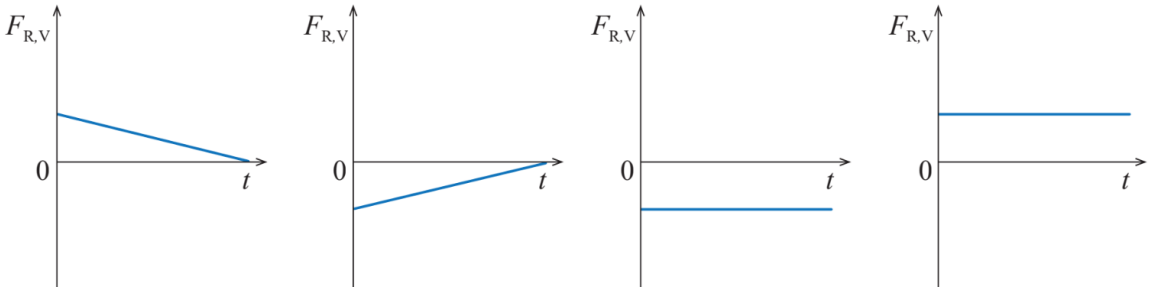
7. Uma bola de voleibol, V, e uma bola de futebol, F, foram lançadas verticalmente, de baixo para cima, a partir da mesma posição, y_0, com velocidades iniciais de módulos 5,0 m s^{-1} e 4,0 m s^{-1}, respetivamente, de acordo com a figura.
Admita que:
– y_0 é o nível de referência da energia potencial gravítica;
– a resistência do ar é desprezável;
– as bolas podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).



Considere que a bola de voleibol foi lançada no instante t = 0 s e que a bola de futebol foi lançada 3 s depois.

7.1. Qual dos esboços seguintes pode representar a componente escalar da força resultante que atua na bola de voleibol, $F_{R,V}$, em função do tempo, t , desde o instante em que a bola é lançada até ao instante em que atinge a altura máxima?

(A) **(B)** **(C)** **(D)**



R: **Opção C**. A força resultante que atua nas bolas é constante, é a sua força gravítica, pois a resistência do ar é desprezável. Como o sentido positivo do referencial é para cima então a força resultante tem sentido negativo.

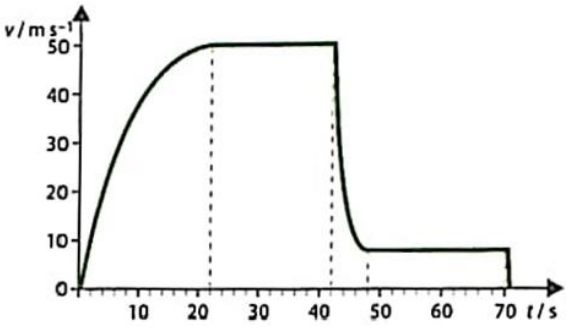
7.2. Qual das opções seguintes pode representar a equação que permite obter a componente escalar da velocidade da bola de futebol, v_F, em função do tempo, t, expressa nas unidades base do SI?

(A) $v_F = 4{,}0 + 9{,}80\,(t-3) \quad se\ t \geq 3$
(B) $v_F = 4{,}0 - 9{,}80\,(t-3) \quad se\ t \geq 3$
(C) $v_F = 4{,}0 + 9{,}80\,(t+3) \quad se\ t \geq 3$
(D) $v_F = 4{,}0 - 9{,}80\,(t+3) \quad se\ t \geq 3$

R: **Opção B.** De acordo com o referencial a aceleração gravítica tem a componente escalar negativa, por isso apenas pode ser B ou D. Quando t = 3 s, a velocidade inicial da bola F deve dar 4,0 m s^{-1}. Assim, substituindo na equação das velocidades o t por 3, que é o tempo inicial da bola F, apenas a B dá a velocidade inicial 4,0 m s^{-1}.

<u>- Quedas com resistência do ar apreciável.</u>

8. O gráfico da figura mostra os valores da velocidade de um paraquedista ao longo do tempo, desde que salta de um avião até que atinge o solo.



8.1. Qual o sentido adotado como positivo para o referencial?
8.2. Qual o módulo da 1.ª velocidade terminal?
8.3. Como classifica o movimento do paraquedista nos intervalos de:
8.3.1. t = 0 s a t = 22 s;
8.3.2. t = 22 s a t = 42 s;
8.3.3. t = 42 s a 48 s?
8.4. Explique a diminuição brusca de velocidade entre os instantes t = 42 s e t = 48 s.
8.5. Sabendo que a massa do conjunto paraquedista + paraquedas é 85 kg, qual o módulo da resistência do ar a atuar no conjunto, no instante t = 60 s?

8.1. O sentido positivo é o sentido descendente. Porque a velocidade é positiva e como o paraquedista está a ir para baixo o sentido positivo é para baixo.
8.2. O módulo da primeira velocidade terminal é 50 m s^{-1}
8.3.
8.3.1. é um movimento acelerado, não uniformemente porque a aceleração não foi constante mudou de 10 m s^{-2} (aceleração da gravidade) até zero (quando a resultante das forças foi zero e a velocidade passou a ser constante).

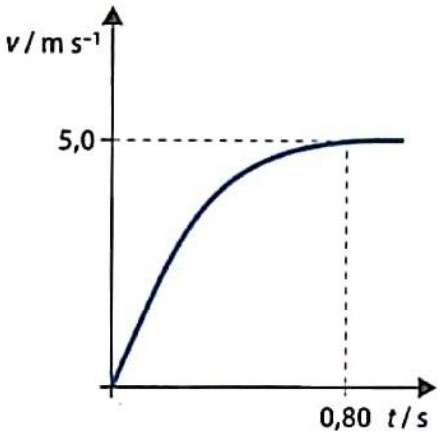
8.3.2. é movimento uniforme
8.3.3. é movimento retardado, não uniformemente.

8.4. Nesse momento o paraquedista passa a ter uma força de resistência do ar muito maior do que o seu peso. A resultante das forças (e aceleração) passa a ter sentido oposto à velocidade. Essa força resultante no início é elevada e diminui muito rapidamente a velocidade. Como a velocidade diminui, a resistência do ar também diminui até igualar o peso que sempre se manteve constante. Quando a resistência do ar iguala o peso do paraquedista a resultante das forças é zero e a velocidade mantêm-se constante. Atinge a segunda velocidade terminal.

8.5. Nesse momento a somas das forças ou resultante das forças é zero.

$\vec{P} + \vec{R}_{ar} = \vec{0}$ (representação em vetores)
$P - R_{ar} = 0$ (representação das componentes escalares
$R_{ar} = P$
$R_{ar} = m \times g = 85 \times 9{,}8 = 833\ N$

9. O gráfico da figura mostra os valores da velocidade do movimento da tampa de uma caixa (150 g) em queda vertical, em função do tempo.



9.1. Identifique qual das seguintes afirmações está correta. Justifique.

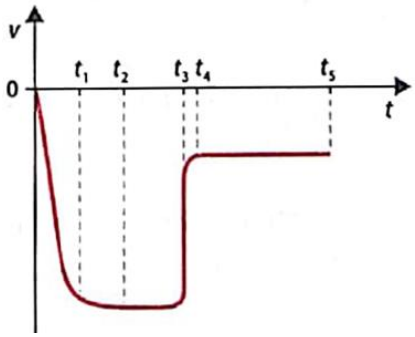
A. A tampa atingiu a velocidade terminal aos 0,80 s.
B. Até aos 0,80 s, a resistência do ar não atuou sobre a tampa.
C. Até aos 0,80 s, a tampa teve movimento uniformemente acelerado.
D. O módulo da velocidade da tampa foi diminuindo, anulando aos 0,80 s.

9.2. Determine a intensidade máxima da resistência do ar a que a tampa esteve sujeita durante a queda.

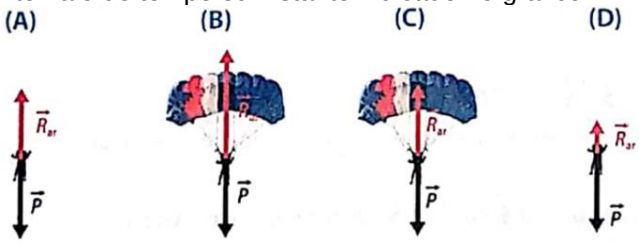
9.3. Escreva a equação que traduz a velocidade da tampa durante o intervalo de tempo em que teve movimento retilíneo uniforme.

9.1. A partir dos 0,80 s a velocidade manteve-se constante.
9.2. A Resistência do ar é máxima quando iguala o peso da tampa. Assim a R_{ar} = P = m x g = 0,150 x 9,8 = 1,5 N
9.3. Como se trata de movimento com velocidade constante a equação das velocidades fica:
$v = v_0 + a\,t \Leftrightarrow v = 5{,}0 + 0\,t \Leftrightarrow v = 5{,}0\ m\ s^{-1}$.

10. O gráfico da figura refere-se ao movimento de queda vertical de um paraquedista.



10.1. A cada um dos seguintes esquemas faça corresponder um intervalo de tempo ou instante indicado no gráfico.



10.2. A partir dos dados do gráfico, explique como varia a resultante das forças e a aceleração do paraquedista ao longo do tempo.

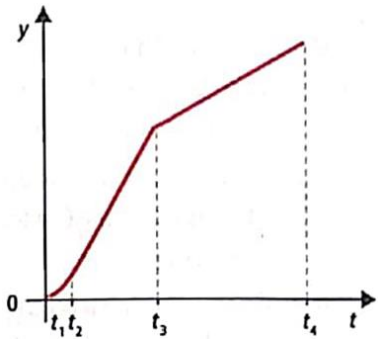
10.1. (A) Soma das forças é zero. A velocidade é constante, mas sem paraquedas então é de $[t_2; t_3]$ s
(B) t_3 – A Resistência do ar é maior do que o peso por isso foi quando o paraquedas foi aberto.
(C) Soma das forças é zero. A velocidade é constante com paraquedas então é de $[t_4, t_5]$ s
(D) t_1. A resistência do ar vai aumentando desde o início do movimento até t_2 onde já tem o módulo igual ao módulo do peso do paraquedista. Por isso no t_1 já terá uma resistência do ar considerável.

10.2.
1.º momento => $F_r = F_g$ e a = |g| (no sentido do movimento)
2.º momento ao cair aumenta a R_{ar} => Fr diminui porque $F_r = P - R_{ar}$ e aceleração diminui; (sentido do movimento)
3.º momento => 1.ª velocidade terminal => Fr = 0 e a = 0
4.º momento => Abrir o paraquedas R_{ar} aumenta => F_r aumenta (no sentido contrário ao movimento) – movimento retilíneo retardado (velocidade diminui);
5.º momento => 2.º velocidade terminal => F_r = 0 e a = 0

Explicação do resumo anterior:

- No início da queda do paraquedista a aceleração do paraquedista coincide com aceleração gravítica.
- A medida que a velocidade aumenta, aumenta também o módulo da resistência do ar e diminui a resultante das forças
- Quando o módulo da resistência do ar iguala o módulo do peso, a resultante das forças anula-se, e assim também a aceleração passando a ter velocidade constante. Atinge a primeira velocidade terminal.
- Após a abertura do paraquedas o módulo da resistência aumenta muito, fazendo com que a resultante das forças e a aceleração tenham sentido contrário à velocidade, o que provoca uma diminuição da velocidade.
- A velocidade ao diminuir também diminui o módulo da resistência do ar e, o módulo das forças também diminui até se anular de novo. Atinge a segunda velocidade terminal.

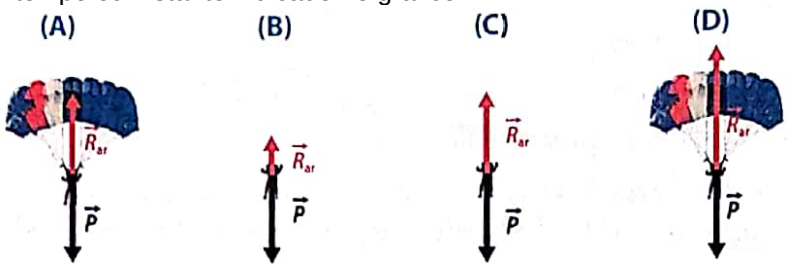
11. O gráfico da figura refere-se ao movimento de queda vertical de um paraquedista.



11.1. Em que instante o paraquedista abriu o paraquedas?

11.2. Segundo os dados do gráfico, estime se o paraquedista percorreu uma maior distancia com o paraquedas aberto ou fechado?

11.3. A cada um dos seguintes esquemas faça corresponder um intervalo de tempo ou instante indicado no gráfico



11.1. O Paraquedista abre o paraquedas no instante t_3.

11.2. O paraquedista percorre uma maior distância com o paraquedas fechado.

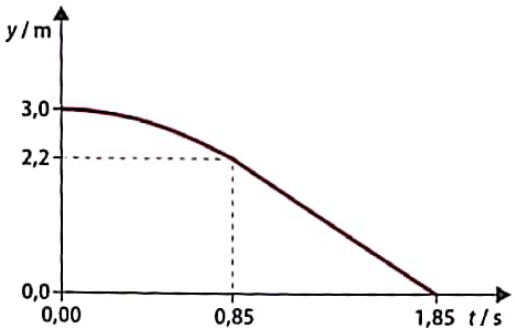
11.3. A $[t_3, t_4]$

B t_1

C $[t_2, t_3]$

D t_3

12. O gráfico indica as posições de uma pequena esfera oca durante a sua queda.



12.1. Classifique o movimento da esfera entre os 0,00 s e os 0,85 s e entre os 0,85 s e os 1,85 s.

12.2. Determine a componente escalar da velocidade terminal da esfera.

12.3. Qual das seguintes afirmações relativas ao último segundo da queda está correta?

A. A esfera esteve sujeita apenas à aceleração gravítica.

B. A velocidade da esfera aumentou uniformemente ao longo do tempo.

C. A distância percorrida pela esfera variou linearmente com o tempo de queda.

D. A esfera esteve sujeita a uma resultante de forças no mesmo sentido do movimento.

12.1. [0,00; 0,85]s – movimento acelerado
[0,85; 1,85]s – movimento uniforme.

12.2. $v = \frac{y_f - y_i}{t_f - t_i} = \frac{0,0-2,2}{1,85-0,85} = -2,2\ m\ s^{-1}$

12.3. C

- Movimento retilíneos em planos horizontais e inclinados

13. A equação das posições de um corpo que se move numa trajetória retilínea e horizontal é $x = 10 - 12\ t + 3\ t^2$ (SI).

13.1. Caracterize o movimento nos primeiros 2 s indicando o valor da aceleração, velocidade inicial e posição inicial.

13.2. A partir do instante t = 2 s, em que sentido passa a mover-se o corpo e como classifica esse movimento?

13.3. Qual o módulo da velocidade do corpo no instante t = 4 s?

13.4. Qual a posição do corpo 2 s após a velocidade passar a ter o mesmo sentido que a aceleração?

13.1. Posição inicial = 10 m
Velocidade inicial = - 12 m s^{-1}
Aceleração = 6 m s^{-2}
No início dos tempos o movimento é uniformemente retardado (velocidade negativa e aceleração positiva) até que a velocidade seja zero e corpo muda de sentido.

$$v = -12 + 6\,t$$
$$0 = -12 + 6\,t$$
$$6\,t = 12$$
$$t = \frac{12}{6} = 2\,s$$

O movimento é uniformemente retardado até aos 2 s.

13.2. A partir dos 2 s o corpo passa a mover-se em sentido contrário ao inicial. No início seguia no sentido negativo e depois dos 2 s segue no sentido positivo. Passa a ter um movimento uniformemente acelerado.
13.3. $v = -12 + 6\,t \Leftrightarrow v = -12 + 6\,(4) = 12\,m\,s^{-1}$
13.4. O corpo passa ter o mesmo sentido da aceleração aos 2 s, assim 2 s depois será t = 4 s.
x = 10 – 12 t + 3 t^2 = 10 – 12 (4) + 3 $(4)^2$ = 10 m. Passa novamente na posição inicial.

14. A velocidade de um carrinho com movimento retilíneo é dada pela equação v = 6,0 – 3,0 t.
14.1. Escreva a equação que traduz as posições do carrinho ao longo do tempo. Considere que no início da contagem do tempo o carrinho se encontra na origem do referencial.
14.2. Determine o espaço percorrido pelo carrinho ao fim de 4,0 s de movimento. Verifique se houve inversão de movimento nesse intervalo de tempo.

14.1. x = 6,0 t – 1,5 t^2
14.2. Para saber se houve inversão de movimento saber o instante de tempo em que a v = 0 m s^{-1}

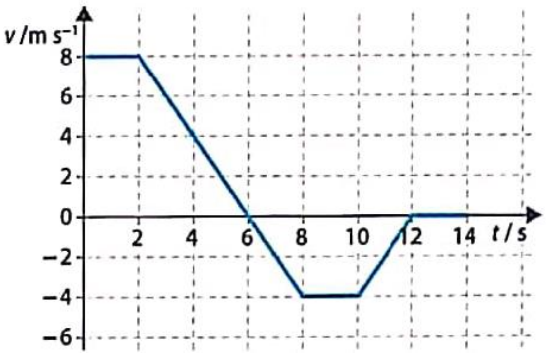
$$v = 6{,}0 - 3{,}0\,t$$
$$0 = 6{,}0 - 3{,}0\,t$$
$$3{,}0\,t = 6{,}0$$
$$t = \frac{6{,}0}{3{,}0} = 2{,}0\,s$$

Deslocamento no sentido positivo:
x_i = 0 m
$x_{(t = 2s)}$ = 6,0 (2,0) – 1,5 $(2,0)^2$ = 6,0 m
$\Delta x = x_f - x_i$ = 6,0 – 0 = 6,0 m

Deslocamento no sentido negativo:
$x_{(t = 4s)}$ = 6,0 (4,0) – 1,5 $(4,0)^2$ = 0 m
$\Delta x = x_f - x_i$ = 0 – 6,0 = - 6,0 m

O espaço percorrido é s = 6,0 + |-6,0| = 12 m

15. O gráfico velocidade-tempo da figura corresponde ao movimento retilíneo de uma partícula que, no instante inicial (t = 0 s), passa na posição x = - 5 m.
15.1. Qual o intervalo de tempo em que a partícula está parada?
15.2. Escreva a equação das velocidades para o primeiro intervalo de tempo em que a velocidade e a aceleração têm sentidos opostos.
15.3. Qual a posição da partícula no instante em que inverte o sentido do movimento?



15.1. Para no intervalo de 12 a 14 s.
15.2 Quando a velocidade e aceleração têm sentidos opostos o movimento é retardado. Acontece na primeira vez de 2 s a 6 s.
Aceleração é: $a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{0-8}{6-2} = -2\,m\,s^{-2}$
Equação das velocidades é $v_{[2,6]s} = 8 - 2\,(t - 2) \quad ou \quad v_{[2,6]s} = 12 - 2\,t$
15.3. Para saber a posição precisamos de calcular o deslocamento através da área da figura do gráfico velocidade versus tempo.

$$\Delta x = A_{figura} = c \times l + \frac{b \times h}{2} = 2 \times 8 + \frac{4 \times 8}{2} = 32\,m$$

Como a posição inicial é – 5 m e deslocou no sentido positivo 32 m então a posição final é – 5 + 32 = 27 m.

16. bloco de 2,0 kg subiu um plano inclinado até parar, depois de ser lançado desde a sua base com velocidade de módulo 2,0 m s^{-1}. Despreze os efeitos do atrito e da resistência do ar.



16.1. Represente as forças que atuam no bloco durante a subida.

16.2. Determine a aceleração a que o bloco fica sujeito durante a subida.

16.3. Escreva as leis que caracterizam o movimento do bloco.

16.4. Quanto tempo demorou a subida do bloco?

- **A.** 1,1 s
- **B.** 2,1 s
- **C.** 3,9 s
- **D.** 0,95 s

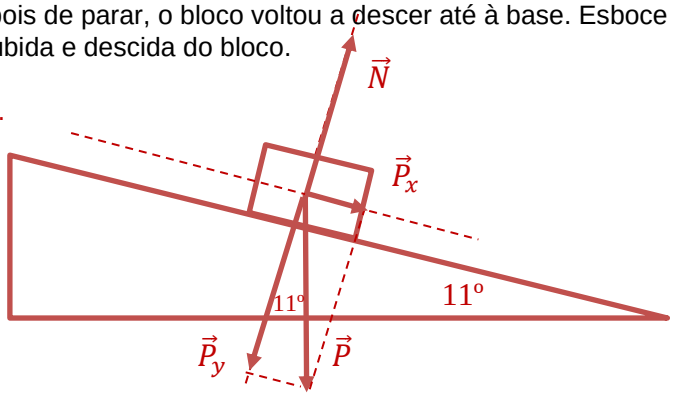
16.5. Determine a que altura subiu o bloco, usando:

16.5.1. A equação das posições.

16.5.2. Considerações energéticas.

16.6. Depois de parar, o bloco voltou a descer até à base. Esboce os gráficos x = f(t) e v = f(t) correspondentes à subida e descida do bloco.

16.1.



16.2. Fr = m x a

$-P_x = m \times a$

$-m\ g \sin\theta = m\ a$

$a = -g \sin\theta$

$a = -1{,}9\ m\ s^{-2}$

16.3. considerando um referencial com origem no ponto de lançamento e sentido ascendente:

$x = 2{,}0\ t - 0{,}95\ t^2$ (SI)

$v = 2{,}0 - 1{,}9\ t$ (SI)

16.4. A. O bloco sobe até parar:

$v = 0 = 2{,}0 - 1{,}9\ t \Leftrightarrow t = 1{,}1$ s

16.5.1. Ao fim de 1,1 s, o bloco está na posição $x = 2{,}0 \times 1{,}1 - 0{,}95 \times 1{,}1^2 = 1{,}05$ m

$h = 1{,}05 \times \sin 11^\circ = 0{,}20$ m

16.5.2. Aplicando Lei da conservação da energia mecânica.

$Em_A = Em_B$

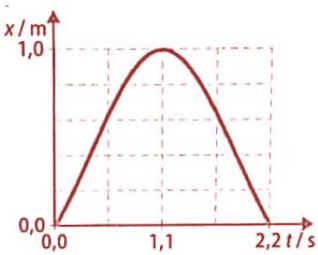
$Ec_A + Ep_A = Ec_B + Ep_B$

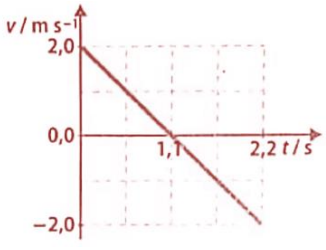
$\frac{1}{2}\ m\ v_A^2 + \cancel{m\ g\ h_A} = \cancel{\frac{1}{2}\ m\ v_B^2} + m\ g\ h_B$

$\frac{1}{2} \times 2{,}0^2 = 10 \times h_B$

$h_B = 0{,}20$ m

16.6.





17. Uma caixa de 5,0 kg é largada no topo de uma rampa com 30º de inclinação. Durante a descida fica sujeita a uma força de atrito com módulo equivalente a 10% do módulo do seu peso.
17.1. Escreva as leis deste movimento.
17.2. Calcule o comprimento da rampa, sabendo que a caixa chegou à base com velocidade de módulo 3,0 m s^{-1}.

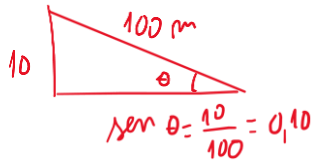
17.1. As forças que existem na direção do movimento são: P_x e Fa
$Fr = P_x - F_a$
$m\ a = m\ g\ \text{sen}\ 30º - 10\%\ m\ g$
(cortar as massas)
$a = g\ \text{sen}\ 30º - 0{,}1 \times g$
$a = 9{,}8 \times 0{,}5 - 0{,}1 \times 9{,}8 = 3{,}9\ m\ s^{-2}$

Considerando sentido positivo para baixo
$x = 2{,}0\ t^2$
$v = 4{,}0\ t$

17.2.
Tempo que a caixa demorou a descer (na equação das velocidades)
$3{,}0 = 4{,}0\ t$
$t = 0{,}75\ s$
Ao fim desse tempo a caixa andou (na equação das posições)
$x = 2{,}0\ (0{,}75)^2 = 1{,}1\ m$ logo este é o comprimento da rampa

18. Um bloco desliza sobre uma rampa com inclinação de 10%, desde um ponto a uma altura de 5,0 m. Determine a velocidade com que o bloco atinge a base da rampa, caso:
18.1. Os efeitos do atrito sejam desprezáveis;
18.2. O módulo da força de atrito entre o bloco e a rampa corresponda a 5,0 % do peso do bloco.

18.1. $\Delta x = 50\ m$
10% de inclinação = 10 m de altura/100 m comprimento = sen θ = 0,10



$Fr_y = N - P_y = 0$
$Fr_x = P_x - F_a$

A equação das posições para este movimento é $x = x_0 + v_0\ t + ½\ a\ t^2 \Leftrightarrow x = ½\ a\ t^2$
Se $F_r = P_x \Leftrightarrow m\ a = m\ g\ \text{sen}\ \theta \Leftrightarrow a = 9{,}8 \times \text{sen}\ \theta = 9{,}8 \times 0{,}10 = 0{,}98\ m\ s^{-2}$

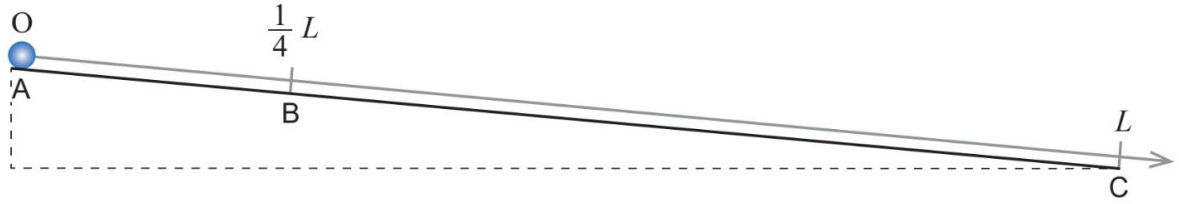
Usando a equação das posições: $x = ½\ a\ t^2 \Leftrightarrow 50 = ½\ (0{,}98)\ t^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{50 \times 2}{0{,}98}} = 10\ s$
Pela equação das velocidades: $v = v_0 + a\ t \Leftrightarrow v = 0 + 0{,}98(10) = 9{,}8\ m\ s^{-1}$

18.2. Se $Fr_x = P_x - F_a \Leftrightarrow$
$m\ a = m\ g\ \text{sen}\ \theta - 5\%\ m\ g \Leftrightarrow a = 9{,}8 \times 0{,}10 - 0{,}05 \times 9{,}8 = 0{,}49\ m\ s^{-2}$

Usando a equação das posições: $x = ½\ a\ t^2 \Leftrightarrow 50 = ½\ (0{,}49)\ t^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{50 \times 2}{0{,}49}} = 14\ s$
Pela equação das velocidades: $v = v_0 + a\ t \Leftrightarrow v = 0 + 0{,}49\ (14) = 6{,}9\ m\ s^{-1}$

Exame FQA 2020 F1

19. Na recriação da experiência de Galileu, foi utilizado um plano inclinado, de comprimento L, que está esquematizado na seguinte figura.
Em dois ensaios realizados, a esfera foi largada de duas posições diferentes, A e B, tendo-se medido o tempo que a esfera demorou a atingir a posição C.



Considere que t_A e t_B são os tempos que a esfera demora a atingir a posição C quando é largada das posições A e B, respetivamente.

Mostre que o quociente destes tempos dá: $\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{4}{3}}$

A equação do movimento para a esfera A: $x_A = x_{A,0} + v_0 t + \frac{1}{2} a\, t_A^2 => L = 0 + 0 + \frac{1}{2} a\, t_A^2$

A equação do movimento para a esfera B: $x_B = x_{B,0} + v_0 t + \frac{1}{2} a\, t_B^2 => L = \frac{1}{4} L + 0 + \frac{1}{2} a\, t_B^2$

Resolvendo as equações em ordem ao tempo fica:

$$t_A^2 = \frac{2L}{a}$$

E para t_B:

$$L - \frac{1}{4} L = \frac{1}{2} a\, t_B^2 \Leftrightarrow \frac{3}{4} L = \frac{1}{2} a\, t_B^2 \Leftrightarrow t_B^2 = \frac{6\, L}{4\, a}$$

Fazendo o quociente e sabendo que a aceleração para os dois ensaios é igual (mesmo com forças de atrito será a mesma força resultante a atuar), ficamos com:

$$\frac{t_A^2}{t_B^2} = \frac{\frac{2L}{a}}{\frac{6\, L}{4\, a}} = \frac{2L\ 4\ a}{6L\ a} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} \Leftrightarrow \frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{4}{3}}$$