

1. A Figura 5 ilustra um prédio que tem três lanços de escadas, cada um com 2,80 m de altura, e um elevador cuja cabina tem 300 kg de massa. Para se deslocar do rés do chão (r/c) até ao 3.º andar, uma pessoa de massa 75 kg pode utilizar o elevador ou as escadas.

Admita que:

- A pessoa e o conjunto *pessoa + cabina* são sistemas redutíveis ao seu centro de massa (modelo da partícula material).
- O solo é o nível de referência da energia potencial gravítica.

Considere o referencial O_y representado na figura.

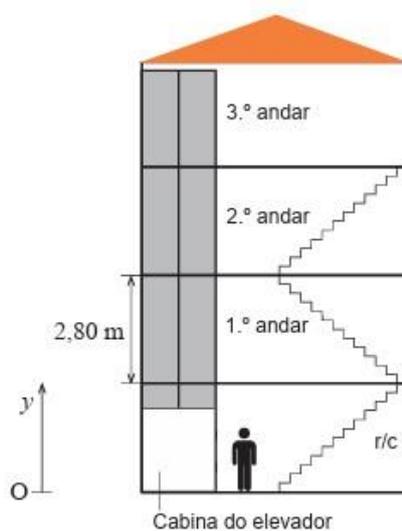


Figura 5

1.1 De elevador, o percurso do rés do chão até ao 3.º andar demora 10,0 s.

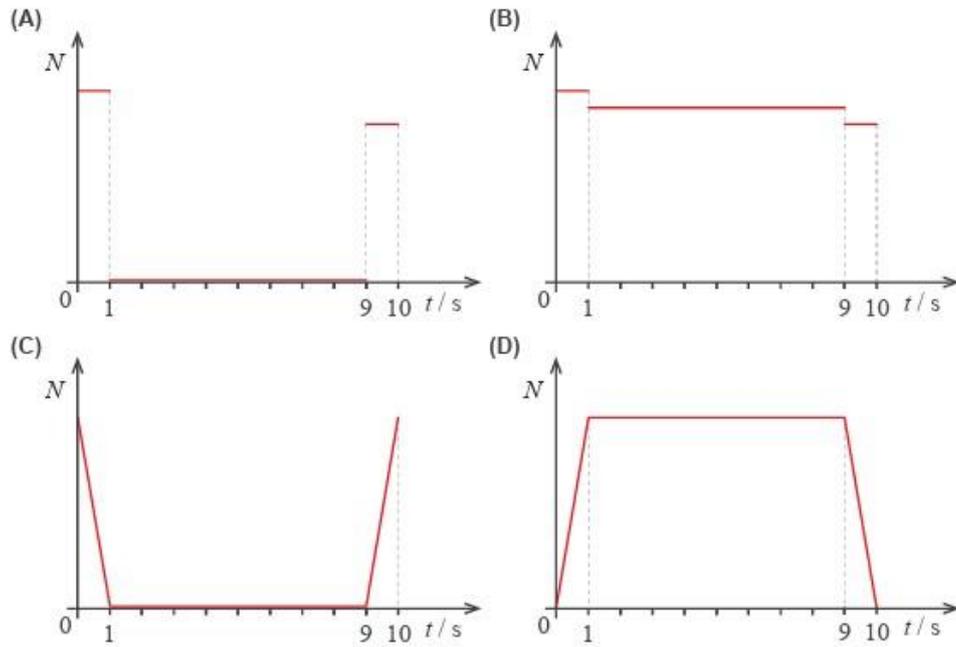
Admita que o elevador se desloca, durante o primeiro segundo de movimento, com uma aceleração cuja componente escalar é positiva. No instante 1,0 s, atinge a velocidade máxima, que mantém durante 8,0 s. Dos 9,0 s até aos 10,0 s, o elevador desloca-se com uma aceleração cuja componente escalar é negativa, até parar.

Considere que o módulo da aceleração é constante durante o primeiro e o último segundo de movimento.

1.1.1 Determine o módulo da velocidade máxima que o elevador atinge.

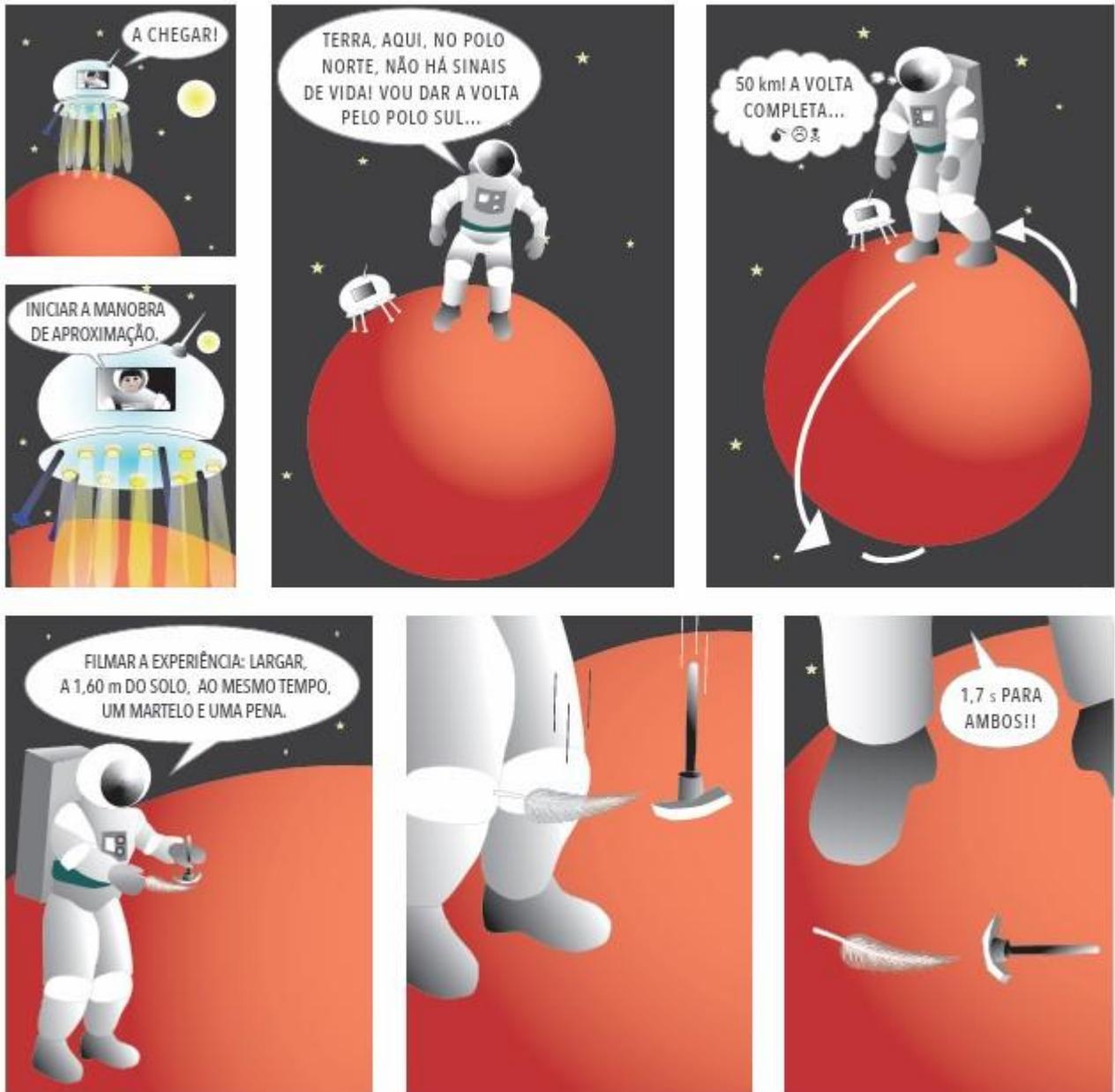
Apresente todos os cálculos efetuados.

1.1.2 Qual das opções seguintes corresponde ao esboço do gráfico da intensidade da força, N , que o elevador exerce sobre a pessoa, em função do tempo, t ?



Exercício de Exame Nacional 2023 1ª fase

2. Considere a informação dada nas seguintes tiras de uma banda desenhada de ficção científica.



Admita que o planeta é esférico e de densidade uniforme.

Determine, a partir dos dados fornecidos na banda desenhada, a massa do planeta.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exercício de Exame Nacional 2023 1ª fase

3. O tempo de reação é o intervalo de tempo entre a geração de um estímulo (visual, auditivo ou outro) e a resposta motora.

3.1 Na condução, sob o efeito de álcool, há um aumento do tempo de reação e, conseqüentemente, do risco de acidentes rodoviários.

Um condutor, ao observar um obstáculo na estrada, reage e coloca o pé no travão até imobilizar o veículo.

Considere $t = 0$ s o instante em que o condutor observa o obstáculo.

Na Figura 4, apresentam-se os gráficos do módulo da velocidade, v , de um condutor (sistema *veículo + condutor*), em função do tempo, t , quando estava sóbrio e quando se encontrava sob o efeito de álcool.

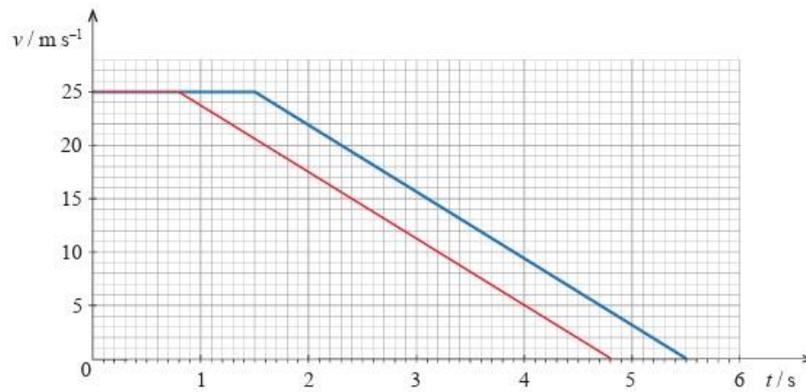


Figura 4

Sob o efeito de álcool, o condutor percorreu mais _____ do que quando estava sóbrio.

- (A) 70,0 m
- (B) 37,5 m
- (C) 17,5 m
- (D) 87,5 m

3.2 Considere a experiência seguinte, que permite estimar o tempo de reação de uma pessoa recorrendo unicamente a uma régua.

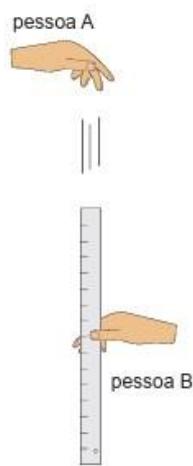


Figura 5

Uma pessoa, A, segura a extremidade superior de uma régua posicionada verticalmente, enquanto outra pessoa, B, coloca a sua mão na parte inferior da régua, na marcação 0 cm, sem a segurar.

A pessoa A larga a régua, e a pessoa B, sem alterara posição da mão, segura-a, tal como é ilustrado na Figura A.

Considere desprezável a resistência do ar.

Deduza a expressão matemática que permite estimar o tempo de reação da pessoa B, com base na medição a efetuar nesta experiência.

Na sua resposta, explicita o significado da grandeza que consta na expressão e que é medida nesta experiência.

Utilize uma linguagem científica adequada.

Exercício de Exame Nacional 2023 EE

4. 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 e 4,0 m/s, respetivamente, de acordo com a Figura 11.

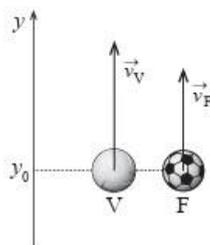


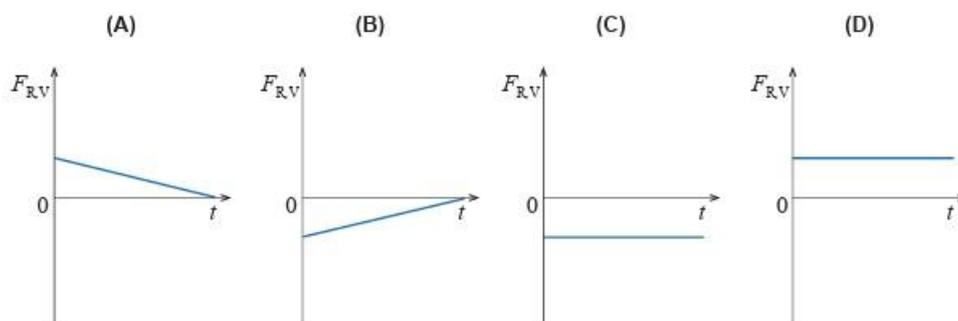
Figura 11

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).

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

4.1.1 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?



4.1.2 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 no SI?

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

Exercícios de Exame Nacional 2023 EE

5. Em 2020, foi enviada mais uma sonda espacial ao planeta Marte, integrada na missão *Mars 2020*. Essa sonda transportou, pela primeira vez na história da exploração espacial, um pequeno helicóptero.

Fazer voar um helicóptero em Marte foi um desafio. Os engenheiros sabiam que a aceleração gravítica de Marte, aproximadamente $\frac{1}{3}$ da terrestre, ajudaria na descolagem, mas a sua atmosfera rarefeita iria tornar mais difícil a sustentação. Assim, o pequeno helicóptero, de 1,8 kg de massa, foi construído com duas hélices de 1,2 m de diâmetro, que rodam, em direções opostas, a 2400 rotações por minuto.

5.1 Com os dados do altímetro, os engenheiros confirmaram o sucesso do primeiro voo de teste, em que o helicóptero apenas efetuou uma trajetória vertical.

Na Figura 1, encontra-se representado o gráfico da altitude do helicóptero, y , em função do tempo, t .

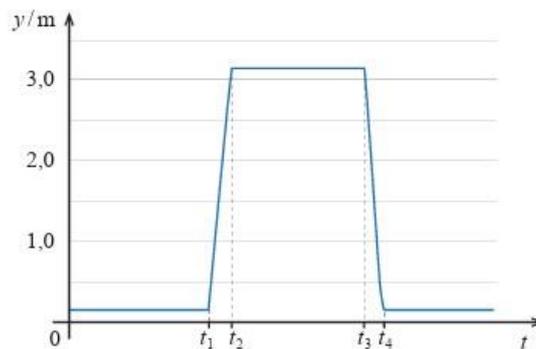


Figura 1

Considere que o helicóptero pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

5.1.1 O gráfico da Figura 1 permite concluir que,

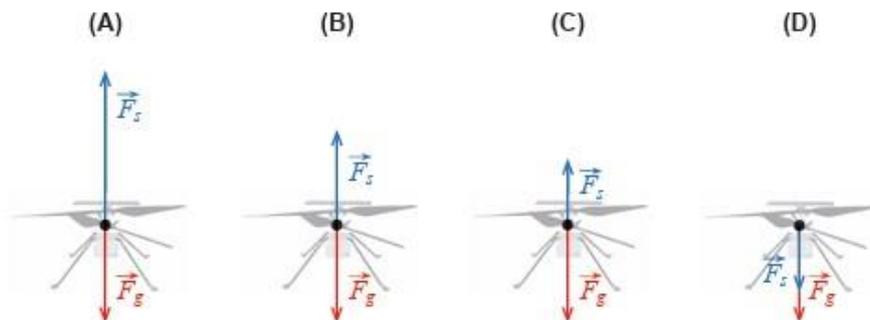
- (A) Entre 0 e t_1 , o helicóptero se afastou do ponto de partida.
- (B) Entre t_1 e t_2 , o movimento do helicóptero foi uniformemente acelerado.
- (C) Entre t_2 e t_3 , o helicóptero descreveu uma trajetória retilínea.
- (D) Entre 0 e t_4 , ocorreu uma inversão no sentido do movimento do helicóptero.

5.1.2 Em Marte, o trabalho realizado pela força gravítica que atua no helicóptero, no deslocamento entre a posição inicial e altitude máxima, é:

- (A) 54 J
- (B) 18 J
- (C) -18 J
- (D) -54 J

5.1.3 Considere uma parte do percurso em que o helicóptero se move com velocidade constante.

Qual das opções pode representar, na mesma escala, as forças que atuam no helicóptero: a força de sustentação gerada pela rotação das hélices, \vec{F}_s , e a força gravítica, \vec{F}_g .



Exercício de Exame Nacional 2022 1ª fase

6. Um avião a jato, de massa m (em kg), aterra com pouco combustível na pista retilínea de um porta-aviões, de acordo com a Figura 7, que não está à escala.

No momento em que atinge a pista, o módulo da velocidade do avião é 65 m/s. Durante a aterragem, um cabo de retenção, CR, provoca uma desaceleração progressiva do avião, na secção horizontal da pista.

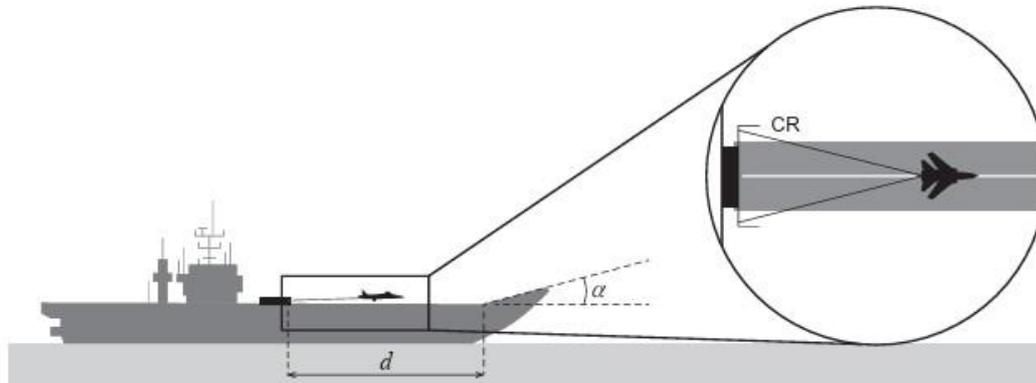


Figura 7

Admita que o cabo de retenção é responsável por uma diminuição de 91,5% da velocidade inicial do avião, mas sofre rotura ao fim de 3,5 s.

Aos 7,8 s, o avião acaba por se imobilizar na secção inclinada da pista.

Na Figura 8, apresenta-se o gráfico do módulo da resultante das forças que atuam no avião durante a aterragem, em função do tempo.

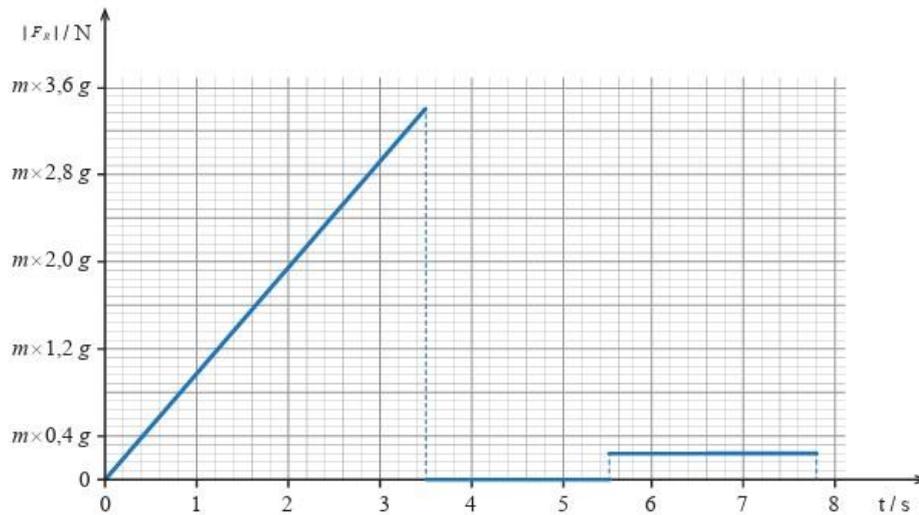


Figura 8

Considere que o avião pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que as forças de atrito e de resistência do ar são desprezáveis.

6.1 O gráfico da Figura 8 permite concluir que o avião apresenta, entre

- (A) 0 s e 3,5 s, movimento uniformemente retardado e, entre 3,5 s e 5,5 s, movimento uniforme.
- (B) 0 s e 3,5 s, movimento uniformemente retardado e, entre 5,5 s e 7,8 s, movimento uniforme.
- (C) 3,5 s e 5,5 s, velocidade constante e, entre 5,5 s e 7,8 s, aceleração de módulo constante.
- (D) 3,5 s e 5,5 s, aceleração de módulo constante e, entre 5,5 s e 7,8 s, velocidade constante.

6.2 Na aterragem, o avião percorre, na secção horizontal da pista retilínea, uma distância, d , de 169 m. no intervalo de tempo $]0,0;3,5[$ s, o avião percorre _____ do percurso horizontal retilíneo.

- (A) 73%
- (B) 82%
- (C) 89%
- (D) 93%

Exercício de Exame Nacional 2022 2ª fase

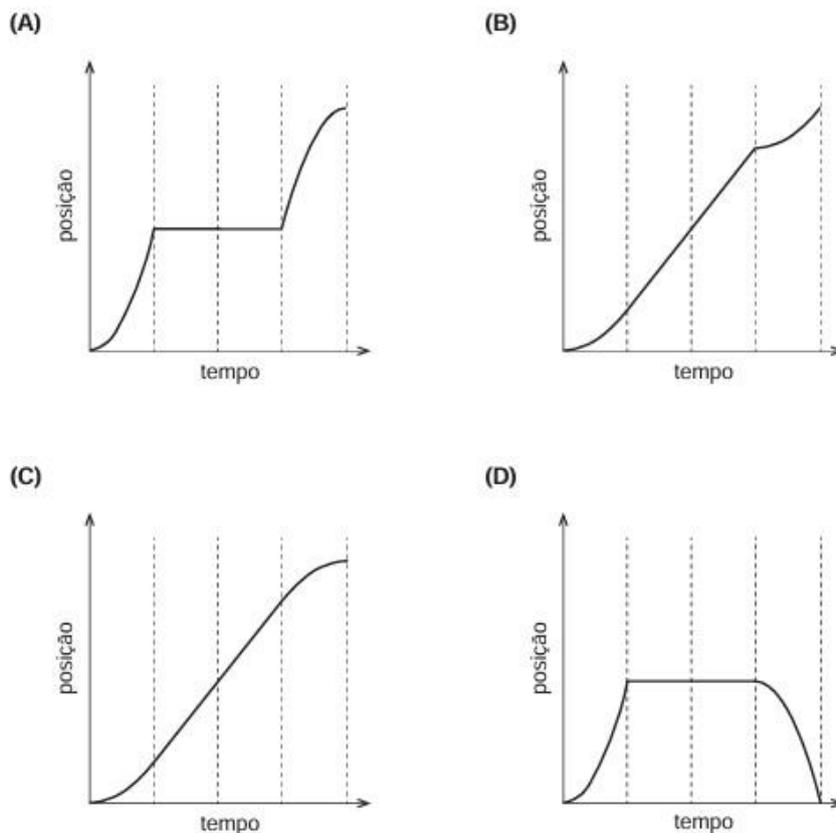
7. Com vista a uma gestão energética económica e ambientalmente mais sustentável, a administração de uma rede de metropolitano adotou o procedimento seguinte no percurso entre cada duas estações:

- No primeiro quarto do tempo total do percurso, o comboio move-se com aceleração constante;
- De seguida, durante metade do tempo total, mantém uma velocidade constante;
- No último quarto do tempo total, reduz a sua velocidade uniformemente, até parar.

Considere uma trajetória retilínea e horizontal entre duas estações.

7.1 Qual é o esboço do gráfico da posição em função do tempo que melhor corresponde ao movimento desse comboio entre duas estações?

Admita que o comboio pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).



7.2 Enquanto trabalha no interior de um túnel, um funcionário avista um comboio parado na estação, a 150 m de distância. Por motivos de segurança, o funcionário imobiliza-se junto à parede do túnel, à espera que o comboio passe.

A Figura 1 represente o movimento do comboio desde que parte da estação até que inicia a sua passagem pelo funcionário com uma velocidade de 10 m/s.

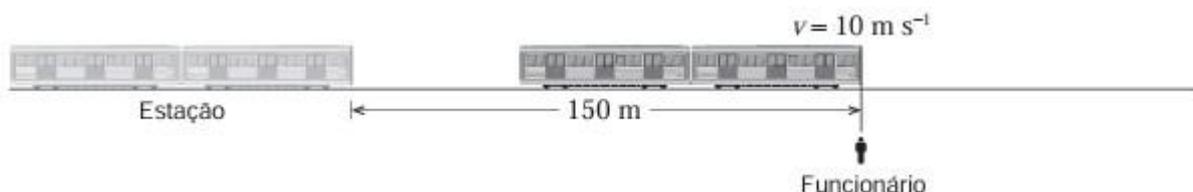


Figura 1

A Figura 2 representa o instante em que a última carruagem passa, na totalidade, pelo funcionário. Considere que o comboio tem 80 m de comprimento e que se movimenta com aceleração constante.



Figura 2

Calcule o intervalo de tempo, Δt , desde a partida do comboio da estação até que a última carruagem passa pelo funcionário, como se representa na Figura 2.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exercício de Exame Nacional 2022 EE

8. Uma das opções de mobilidade sustentável nas cidades passa pelo uso da bicicleta como meio de transporte. Na Figura 3, que não está à escala, está representada uma ciclista que se desloca numa trajetória retilínea, numa ciclovia. A ciclovia tem um troço horizontal, entre A e B, e um troço de inclinação constante, entre B e C.



Figura 3

O conjunto, de massa m , constituído pela ciclista e pela sua bicicleta não motorizada pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

8.1 No planeamento das ciclovias, recomenda-se que sejam evitadas rampas com uma inclinação longitudinal superior a 5%. Admita que uma inclinação de 5% significa que, por cada 100 m de pista inclinada percorrida, há um desnível de 5 m na vertical.

Com o objetivo de determinar a inclinação aproximada do troço entre B e C da ciclovia, foi realizada a seguinte experiência:

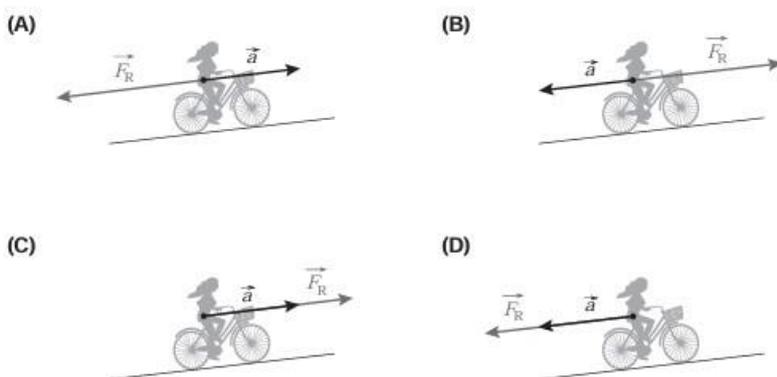
- Quando a ciclista passou na posição B, observou que o velocímetro da bicicleta marcava 30 km/h;
- Quando iniciou a subida, na posição B, deixou de pedalar, percorrendo 40 m até parar na posição C.

Admita que, no trajeto de B a C, foi dissipada 30% da energia mecânica do conjunto *ciclista + bicicleta* e que as forças dissipativas se mantiveram constantes ao longo de todo o percurso.

Considere o troço horizontal da ciclovia como nível de referência da energia potencial gravítica.

8.1.1 Nos esquemas seguintes, está representado o conjunto *ciclista + bicicleta* durante a realização da experiência, numa posição entre B e C.

Em qual dos esquemas se encontram representados, embora não à escala, o vetor resultante das forças que atuam no conjunto, \vec{F}_R , e o vetor aceleração, \vec{a} , durante a subida?



Exercício de Exame Nacional 2022 EE

SOLUÇÕES:

1.1.1 Obter, a partir das equações do movimento, o deslocamento na 1º segundo de movimento em função de $v_{máxima}$ ($\Delta y_1 = 0,5 v_{máxima}$)

Obter, a partir das equações do movimento, o deslocamento durante os 8 s de movimento uniforme em função de $v_{máxima}$ ($\Delta y_2 = 8,0 v_{máxima}$)

Obter, a partir das equações do movimento, o deslocamento no último segundo de movimento em função de $v_{máxima}$ ($\Delta y_3 = 0,5 v_{máxima}$)

Obter uma relação entre o deslocamento total e a velocidade máxima que o elevador atinge ($3 \times 2,80 = 0,5 v_{máxima} + 8,0 v_{máxima} + 0,5 v_{máxima}$)

Calcular o módulo da velocidade máxima que o elevador atinge = 0,93 m/s

1.1.2 (B)

2. Calcular o módulo da aceleração gravítica de um corpo à superfície do planeta = 1,11 m/s

Calcular a massa do planeta = $1,1 \times 10^{18}$ kg

3.1 (C)

3.2 Deduz a expressão que permite estimar o tempo de reação,

$$t_{reação}, \text{ da pessoa B} = (t_{reação} = \sqrt{\frac{2\Delta y}{9,80}})$$

Explicita o significado de Δy (distância percorrida pela régua, dada pela diferença das leituras das posições final e inicial da mão da pessoa B na régua).

4.1.1 (C)

4.1.2 (B)

5.1.1 (D)

5.1.2 (C)

5.1.3 (B)

6.1 (C)

6.2 (D)

7.1 (C)

7.2 Calcular o módulo da aceleração do comboio = 0,333 m/s²

Calcular o intervalo de tempo, $\Delta t = 37$ s

8.1.1 (D)