

Proposta de resolução do Exame Final Nacional de Física e Química A - 2.ª Fase, versão 1

Prova de Exame Final Nacional do Ensino Secundário, Prova de Física e Química A, 11.º ano de escolaridade, 2.ª Fase, Instituto de Avaliação Educativa, IAVE, 20/julho/2023: https://iave.pt/wp-content/uploads/2023/07/EX-FQA715-F2-2023-V1_net.pdf

3.

3.1. (*)

- Determinação do ângulo β :

Segundo a Lei de Snell-Descartes,

$$n_{\text{ar}} \times \sin \alpha = n_{\text{vidro}} \times \sin \beta$$

Substituindo, fica:

$$1,00 \times \sin 32^\circ = 1,52 \times \sin \beta \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \beta = 20,4^\circ$$

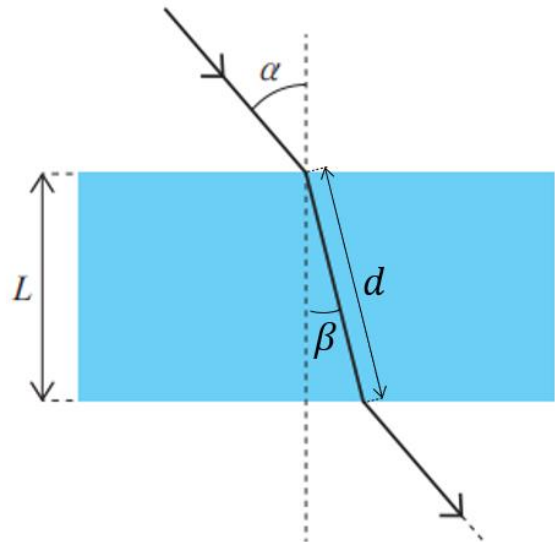
- Determinação da distância que a luz percorre ao atravessar a lâmina de faces paralelas de vidro, d :

Observando a figura, conclui-se que

$$\cos \beta = \frac{L}{d}$$

Substituindo, vem:

$$\cos 20,4^\circ = \frac{2,81 \text{ cm}}{d} \Leftrightarrow d = 3,0 \text{ cm}$$

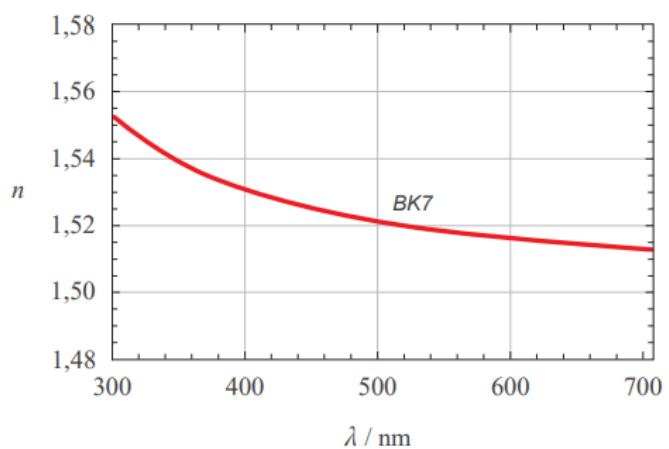


3.2. (*)

- Considerando o gráfico do índice de refração, n , em função do comprimento, λ , (gráfico ao lado), conclui-se que a um menor comprimento de onda da radiação eletromagnética visível (no vácuo) corresponde um maior índice de refração de um vidro BK7.
- A equação de definição de índice de refração é

$$n = \frac{c}{v}$$

o que significa que o índice de refração (absoluto) de um meio é inversamente é inversamente proporcional à velocidade de propagação da radiação eletromagnética nesse meio (maior índice de refração menor velocidade de propagação).



- Assim, para um menor comprimento de onda da radiação eletromagnética visível (no vácuo), a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vidro BK7 é menor.

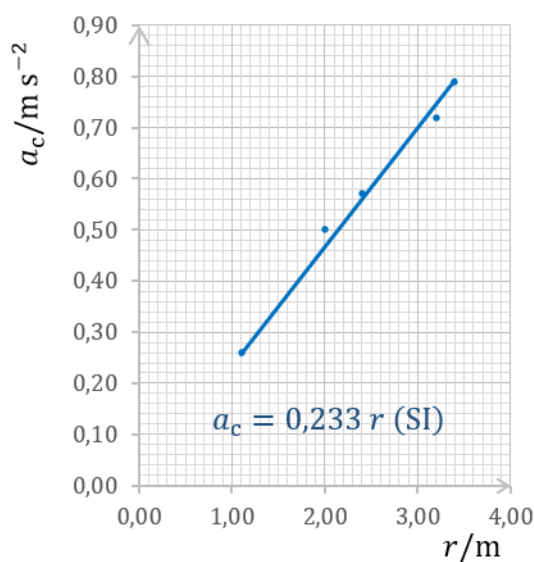
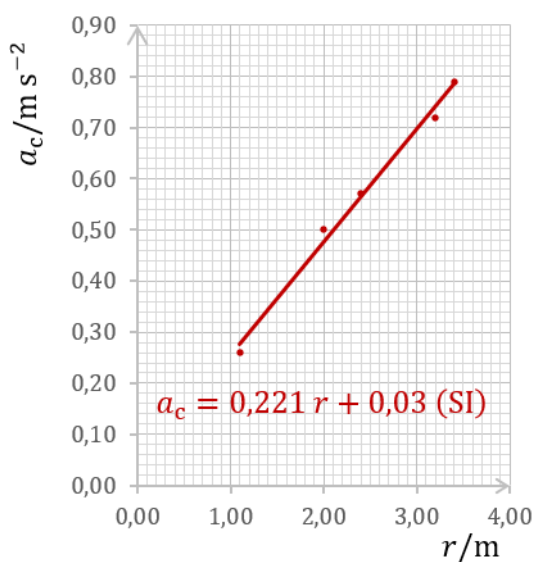
4. (*)

- Dedução de uma expressão que relaciona a aceleração (centrípeta) de um telemóvel no carrossel e o raio da trajetória por ele descrita:

Considerando a expressão que relaciona a magnitude da aceleração centrípeta e do quadrado da velocidade e a expressão que relaciona as magnitudes da velocidade e da velocidade angular, vem:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \xrightarrow{v=\omega r} a_c = \frac{(\omega r)^2}{r} \Leftrightarrow a_c = \omega^2 r$$

- Traçado do gráfico $a_c = f(r)$ e possíveis equações da linha de ajuste:



De acordo com os gráficos $a_c = f(r)$ traçados, considera-se como variável independente o raio da trajetória, r , descrita por telemóveis e como variável dependente a magnitude da aceleração centrípeta, a_c .

- Considerando a expressão atrás deduzida, conclui-se que a magnitude da velocidade angular é numericamente igual à raiz quadrada do declive. Assim,

$$\omega = \sqrt{0,221} \text{ rad s}^{-1} \Leftrightarrow \omega = 0,47 \text{ rad s}^{-1} \quad \left| \quad \omega = \sqrt{0,233} \text{ rad s}^{-1} \Leftrightarrow \omega = 0,48 \text{ rad s}^{-1}$$

5.

5.1.

(D)

Considerando o modelo atómico de Bohr, num átomo de hidrogénio no estado fundamental, o eletrão move-se numa órbita circular, com movimento uniforme, com uma velocidade cujo módulo é $2,19 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$.

Notas:

- A expressão que relaciona as magnitudes da velocidade e da velocidade angular é

$$v = \omega \times r, \text{ com } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

- Assim,

$$v = \frac{2\pi}{T} \times r, \text{ com } T = \frac{1,52 \times 10^{-13} \text{ s}}{1000}$$

- Substituindo, fica:

$$v = \frac{2\pi}{1,52 \times 10^{-16} \text{ s}} \times 5,29 \times 10^{-11} \text{ m} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v = 2,19 \times 10^{-11} \text{ m s}^{-1}$$

5.2.

5.2.1. (*)

(A)

A diferença de potencial elétrico entre os elétrodos nas extremidades do tubo de descarga corresponde à energia transferida para o gás rarefeito por unidade de carga que o atravessa.

Notas:

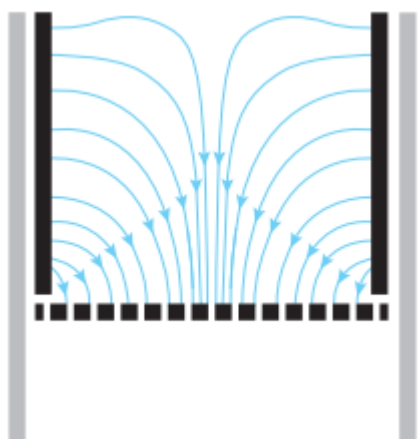
- Considerando uma possível definição de diferença potencial elétrico, pode afirmar-se que a diferença de potencial elétrico, U , entre os elétrodos nas extremidades do tubo de descarga mede a energia transferida para o gás (por trabalho da força elétrica) por unidade de carga elétrica que o atravessa.

8.

8.1.

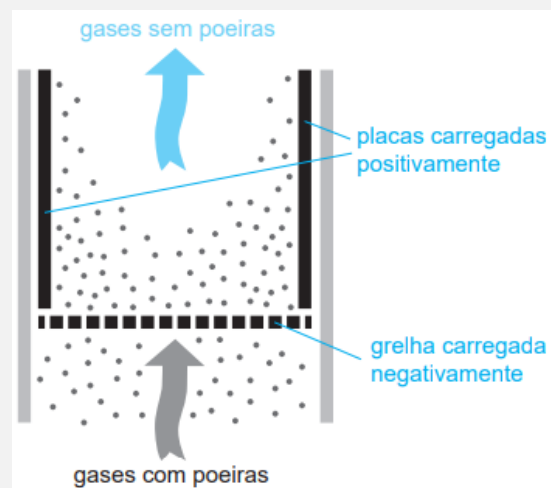
(A)

As linhas de campo elétrico que se geram no dispositivo que remove poeiras podem ser representadas por



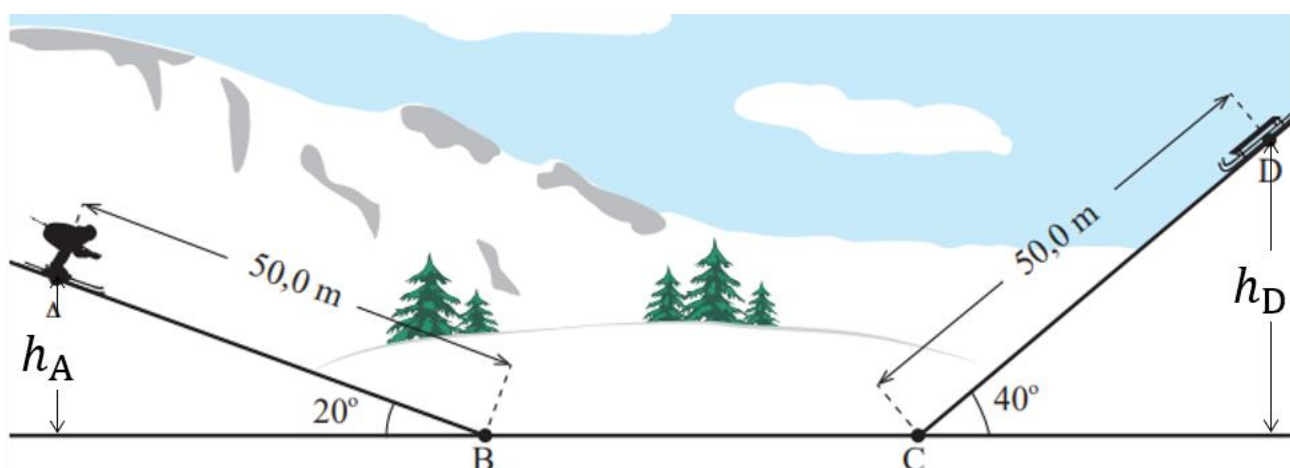
Notas:

- Considerar o esquema do precipitador eletrostático



- e recordar que
 - as linhas de campo elétrico divergem de uma carga elétrica positiva; convergem para uma carga elétrica negativa;
 - as linhas de campo nunca se cruzam — o que exclui as opções (C) e (D).

9.



9.1.

(C)

A opção que representar a relação entre o módulo da aceleração da esquiadora, a_e , e o do trenó, a_t , e a relação entre o módulo da variação da energia potencial gravítica do sistema esquiadora + Terra, ΔE_{pge} , e o do sistema trenó + Terra, ΔE_{pgt} , nos troços AB e DC, respetivamente, são $a_e < a_t$ e $|\Delta E_{pge}| > |\Delta E_{pgt}|$

Notas:

- Considerando a Lei Fundamental da Dinâmica e a resultante das forças que atuam na esquiadora e no trenó, tem-se:

$$\begin{aligned}
 - m_e a_e &= m_e g \sin 20^\circ \Leftrightarrow a_e = g \sin 20^\circ \\
 - m_t a_t &= m_t g \sin 40^\circ \Leftrightarrow a_t = g \sin 40^\circ \\
 - \text{Pelo que } a_e &< a_t
 \end{aligned}$$

- Na vizinhança da superfície da Terra, tem-se: $\Delta E_{pg} = m g \Delta h$. Assim, a variação de energia potencial gravítica de cada um dos sistemas obtém-se a partir de

$$- \Delta E_{pge} = m_e g \Delta h_e, \text{ com } \Delta h_e = -h_A$$

$$- \Delta E_{pgt} = m_t g \Delta h_t, \text{ com } \Delta h_t = -h_D$$

- Como $m_e = 3 m_t$, $h_A = 50,0 \text{ m} \times \sin 20^\circ$ e $h_D = 50,0 \text{ m} \times \sin 40^\circ$, tem-se:

$$\Delta E_{pge} = -3 m_t g \times 50,0 \text{ m} \times \sin 20^\circ$$

$$\Delta E_{pgt} = - m_t g \times 50,0 \text{ m} \times \sin 40^\circ$$

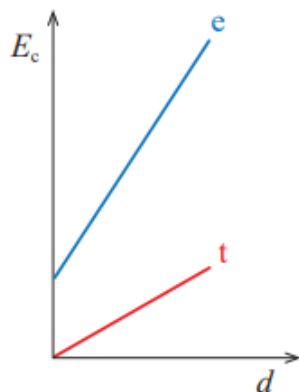
- Logo,

$$\frac{\Delta E_{pge}}{\Delta E_{pgt}} = \frac{3 \times \sin 20^\circ}{\sin 40^\circ} \Leftrightarrow \frac{\Delta E_{pge}}{\Delta E_{pgt}} = 1,6$$

9.2.

(D)

A opção que corresponde aos esboços dos gráficos da energia cinética, E_c , da esquiadora e do trenó, em função da distância percorrida, d , ao longo das encostas, AB e DC, respetivamente, é



Notas:

- Considerando a informação contida em “No instante em que a esquiadora passa na posição A, um trenó (t), inicialmente em repouso, desprende-se de uma encosta do lado oposto”, conclui-se que, nesse instante (o instante para o qual $d = 0 \text{ m}$), $E_{c_e} > 0 \text{ J}$ e $E_{c_t} = 0 \text{ J}$.

- Considerando o Teorema da Energia Cinética, para deslocamentos com o mesmo módulo, tem-se:

$$- \Delta E_{c_e} = 3 m_t g \times \sin 20^\circ \times d$$

$$- \Delta E_{c_t} = m_t g \times \sin 40^\circ \times d$$

- Logo, para deslocamentos com o mesmo módulo, $\Delta E_{c_e} > \Delta E_{c_t}$.

9.3. (*)

- Considerando que se admitiu que o atrito e a resistência do ar são desprezáveis, enquanto a esquiadora e o trenó descem as respetivas encostas, as únicas forças que realizam trabalho são as forças gravíticas, que são forças conservativas.
- Assim, pode considerar-se que há conservação de energia mecânica, pelo que

– para o trenó, temos:

$$\frac{1}{2} m_t v_{Ct}^2 = m_t g h_D \Leftrightarrow v_{Ct}^2 = 2 g h_D$$

– para a esquiadora, temos:

$$\frac{1}{2} m_e v_{Ae}^2 + m_e g h_A = \frac{1}{2} m_e v_{Be}^2 \Leftrightarrow v_{Be}^2 = v_{Ae}^2 + 2 g h_A$$

- Considerando que no instante em que, no plano horizontal, a esquiadora se cruza com o trenó, $v_e = v_t$, pelo que $v_{Be} = v_{Ct}$, tem-se:

$$v_{Ae}^2 + 2 g h_A = 2 g h_D \Leftrightarrow v_{Ae}^2 = 2 g \times (h_D - h_A)$$

- Como $h_A = 50,0 \text{ m} \times \sin 20^\circ$ e $h_D = 50,0 \text{ m} \times \sin 40^\circ$, vem:

$$v_{Ae}^2 = 2 g \times 50,0 \text{ m} \times (\sin 40^\circ - \sin 20^\circ)$$

- Substituindo, vem:

$$v_{Ae}^2 = 2 \times 9,80 \text{ m s}^{-2} \times 50,0 \text{ m} \times (\sin 40^\circ - \sin 20^\circ) \Leftrightarrow v_{Ae} = 17 \text{ m s}^{-1}$$

10.

10.1. (*)

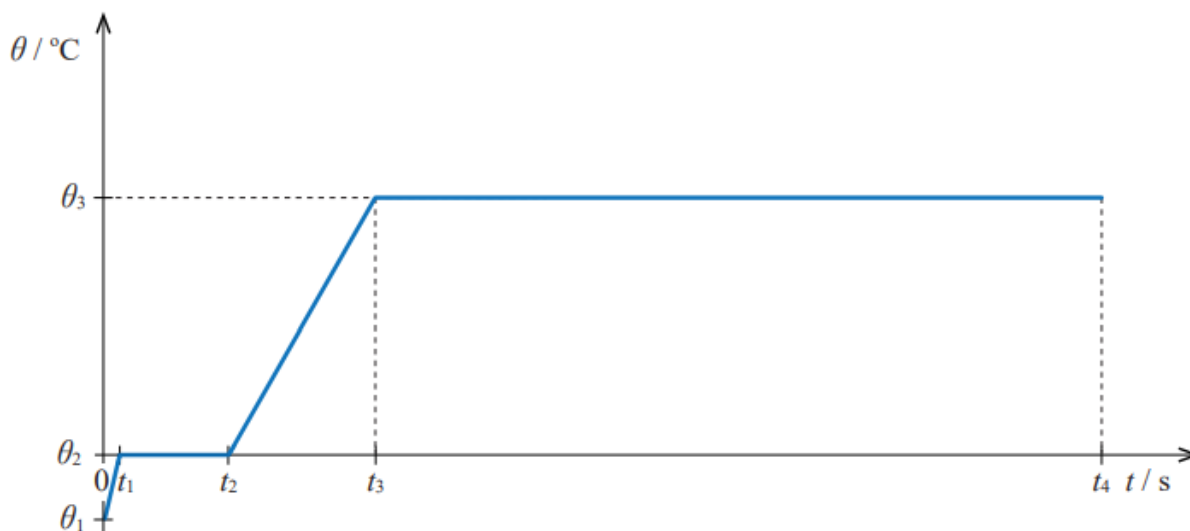
(B)

Minimizam-se as perdas de massa e de energia para o exterior se o copo de precipitação estiver tapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.

Notas:

- Tapando o copo, a porção de água que vaporiza condensa na tampa, evitando-se as perdas de massa.
- Se o diâmetro da placa for igual ao diâmetro do copo, a transferência de energia por radiação para as vizinhanças é minimizada.

10.2.



10.2.1.

(B)

Desprezando as perdas de massa durante o aquecimento do gelo, a expressão que permite calcular a capacidade térmica mássica do gelo é

$$\frac{P \times t_1}{m \times (\theta_2 - \theta_1)}$$

Notas:

- A energia elétrica fornecida a uma placa elétrica é dada por $E = P \times \Delta t$, em que $\Delta t = t_1$ e P é a potência (considerada constante) da placa elétrica.
- Uma vez que só há variação de temperatura da amostra de gelo, de massa m , a variação de energia interna é dada por
$$\Delta U_{\text{amostra}} = m \times c_{\text{gelo}} \times (\theta_2 - \theta_1)$$
- Uma vez que o rendimento no processo de aquecimento é de 100 %, tem-se:
$$P \times t_1 = m \times c_{\text{gelo}} \times (\theta_2 - \theta_1) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow c_{\text{gelo}} = \frac{P \times t_1}{m \times (\theta_2 - \theta_1)}$$

10.2.2. (*)

(a) – (2);

(b) – (1);

(c) – (1).

De acordo com a informação apresentada no gráfico da figura, pode concluir-se que, durante as mudanças de fase da amostra de água, a temperatura da água se manteve constante e a sua energia interna aumentou. A energia necessária para a vaporização completa da amostra de água foi superior à energia necessária para a sua fusão completa.

Notas:

- De acordo com o gráfico, no intervalo de tempo $[t_1, t_2]$ — enquanto ocorre a fusão — a temperatura mantém-se contante; no intervalo de tempo $[t_3, t_4]$ — enquanto ocorre a vaporização — a temperatura mantém-se contante.
- Como nesses intervalos de tempo é fornecida energia à amostra de água, a sua energia interna aumenta.
- Sendo a potência da placa elétrica constante, a energia transferida pela placa elétrica, é diretamente proporcional ao intervalo de tempo em que a energia é transferida ($E = P \times \Delta t$). Assim, a energia necessária para vaporizar completamente a amostra de água — a vaporização ocorre no intervalo de tempo $[t_3, t_4]$ — é superior à energia necessária para fundir completamente a amostra de gelo — o que ocorre no intervalo de tempo $[t_1, t_2]$.