

Proposta de resolução da componente de Física do Exame Final Nacional de Física e Química A – 2026_2.ª Fase, versão 1

Exame Final Nacional de Física e Química A, 11.º ano de escolaridade, 2.ª Fase, Instituto de Educação, Qualidade e Avaliação, EduQA, 24/julho/2026, https://eduqa.pt/wp-content/uploads/2026/07/EX-FQA715-F2-2026-V1_net.pdf

1.2.2.

(A)

A risca que corresponde à radiação de maior energia é a risca I, de frequência $7,44 \times 10^{14}$ Hz.

Notas:

- A energia transportada por um fóton de uma determinada radiação é diretamente proporcional à sua frequência. Como (no vazio) a frequência da radiação e o seu comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais, a energia transportada por um fóton de uma determinada radiação é inversamente proporcional ao seu comprimento de onda.
- Assim, sendo $\lambda_{\text{risca I}} = 403,1$ nm é menor do que $\lambda_{\text{risca II}} = 417,0$ nm, a risca I é a que transporta maior energia.
- No vazio, a expressão que relaciona a frequência da radiação e o respetivo comprimento de onda é

$$f_I = \frac{c}{\lambda_I} \rightarrow f_I = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{403,1 \times 10^{-9} \text{ m}} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow f_I = 7,44 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

1.2.4. (*)

- Quando uma amostra da substância elementar gálio entra em contacto com uma mão a temperatura superior, há transferência de energia sob a forma de calor, essencialmente por condução, da mão para a amostra de gálio. Essa transferência leva ao aumento gradual da temperatura da amostra.
- Quando a zona de contacto da amostra de gálio com a mão se encontrar à temperatura de 30 °C, a energia que é transferida da mão para a amostra leva à quebra de ligações entre os átomos na rede cristalina (no sólido) nessa zona de contacto, sem que haja aí aumento da temperatura. O fluxo de calor para o restante gálio, através da zona de contacto, leva, inicialmente, ao aumento da temperatura e depois à quebra de ligações entre átomos da rede cristalina em regiões mais distantes da mão, de novo sem que a temperatura continue a aumentar para além do ponto de fusão.
- Assim que toda a amostra tiver fundido, se o gálio (agora líquido) se mantiver em contacto com a mão a uma temperatura superior, a sua temperatura começará de novo a aumentar.

2.

2.3. (*)

- Cálculo da energia necessária para elevar a temperatura de uma lata de alumínio de 20,0 °C até 660,3 °C, $E_{\text{aquecimento}}$:

$$E_{\text{aquecimento}} = m_{\text{lata}} \times c_{\text{alumínio}} \times \Delta\theta$$

Substituindo fica:

$$E_{\text{aquecimento}} = 20,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 1050 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1} \times (660,3 \text{ °C} - 20,0 \text{ °C}) \Leftrightarrow$$

$$E_{\text{aquecimento}} = 1,345 \times 10^4 \text{ J}$$

- Cálculo da energia necessária para fundir uma lata de alumínio inicialmente a 660,3 °C, $E_{\text{fusão}}$:

$$E_{\text{fusão}} = m_{\text{lata}} \times \Delta h_{\text{fusão}}$$

Substituindo fica:

$$E_{\text{fusão}} = 20,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 3,965 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \Leftrightarrow E_{\text{fusão}} = 7,930 \times 10^3 \text{ J}$$

- Cálculo da energia total consumida na reciclagem de uma lata:

$$E_{\text{total reciclagem}} = E_{\text{aquecimento}} + E_{\text{fusão}}$$

Substituindo fica:

$$E_{\text{total reciclagem}} = 1,345 \times 10^4 \text{ J} + 0,7930 \times 10^4 \text{ J} \Leftrightarrow E_{\text{total reciclagem}} = 2,138 \times 10^4 \text{ J}$$

- Conclusão:

$$\frac{E_{\text{poupada reciclagem}}}{E_{\text{bauxite}}} \times 100\% = \frac{E_{\text{bauxite}} - E_{\text{total reciclagem}}}{E_{\text{bauxite}}} \times 100\%$$

Substituindo, fica:

$$\frac{E_{\text{poupada reciclagem}}}{E_{\text{bauxite}}} \times 100\% = \frac{2,202 \times 10^5 \text{ J} - 0,2138 \times 10^5 \text{ J}}{2,202 \times 10^5 \text{ J}} \times 100\% \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{E_{\text{poupada reciclagem}}}{E_{\text{bauxite}}} \times 100\% = 90,3\%$$

90,3% ∈ [85%; 95%], pelo que a informação referida no estudo é verdadeira.

4.

4.1. (*)

(C)

Verifica-se que a energia mecânica do sistema satélite + Terra não se conserva, pois atuam forças dissipativas.

Notas:

- Quando um satélite reentra na atmosfera terrestre com uma velocidade elevada, atuam sobre ele a força que a Terra exerce, $\vec{F}_g$, e a força de resistência da atmosfera, $\vec{R}_{ar}$, que é apreciável. (Consideram-se desprezáveis, por exemplo, as forças conservativas que o Sol e a Lua exercem sobre o satélite.)

- Considerando o Teorema da Energia Cinética, vem:

$$W_{\vec{F}_g} + W_{\vec{R}_{ar}} = \Delta E_c$$

- Sendo $\vec{F}_g$ uma força conservativa, temos:

$$W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{pg}$$

- Assim,

$$-\Delta E_{pg} + W_{\vec{R}_{ar}} = \Delta E_c \Leftrightarrow W_{\vec{R}_{ar}} = \Delta E_c + \Delta E_{pg}$$

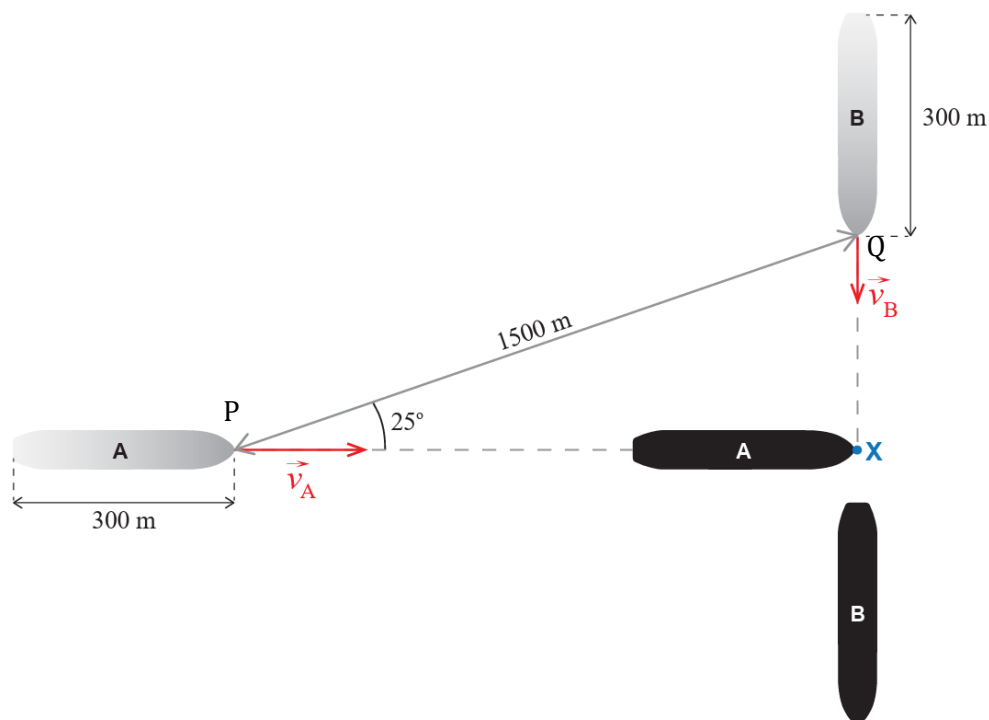
- A energia mecânica do sistema satélite + Terra é dada por $E_m = E_c + E_{pg}$, o que significa que a variação de energia mecânica é não nula, sendo dada por

$$\Delta E_m = W_{\vec{R}_{ar}}$$

- $\vec{R}_{ar}$ atua no sentido contrário ao da velocidade (é uma força dissipativa), pelo que $W_{\vec{R}_{ar}} < 0$, o que implica que haja uma diminuição da energia mecânica.
- Considerou-se que a $\vec{R}_{ar}$ é a única força não conservativa (neste caso, dissipativa) que atua sobre o satélite. Logo, a variação de energia mecânica é só devida à atuação dessa força dissipativa.

6.

6.1. (*)



- Cálculo do tempo necessário para que o navio B passe, completamente, pela posição X: O movimento do navio B é retilíneo e uniforme. Assim,

$$v_B = \frac{\overline{QX} + 300 \text{ m}}{\Delta t_B}, \text{ em que } \overline{QX} = 1500 \text{ m} \times \sin 25^\circ$$

Substituindo, fica:

$$5,0 \text{ m s}^{-1} = \frac{1500 \text{ m} \times \sin 25^\circ + 300 \text{ m}}{\Delta t_B} \Leftrightarrow \Delta t_B = 187 \text{ s}$$

- Cálculo da componente escalar da aceleração do navio A:

$$\overline{PX} = v_{0xA} t_A + \frac{1}{2} a_{xA} t_A^2, \text{ em que } \overline{PX} = 1500 \text{ m} \times \cos 25^\circ \text{ e } \Delta t_A = t_A = 187 \text{ s} + 10 \text{ s}$$

Substituindo, fica:

$$1500 \text{ m} \times \cos 25^\circ = 10,0 \text{ m s}^{-1} \times 197 \text{ s} + \frac{1}{2} a_{xA} \times (197 \text{ s})^2 \Leftrightarrow a_{xA} = -0,0314 \text{ m s}^{-2}$$

- Cálculo do módulo da velocidade do navio A no instante em que atinge a posição X:

$$v_{xA} = v_{0xA} + a_{xA} t_A$$

Substituindo, fica:

$$v_{xA} = 10,0 \text{ m s}^{-1} + (-0,0314 \text{ m s}^{-2}) \times 197 \text{ s} \Leftrightarrow v_{xA} = 3,8 \text{ m s}^{-1} = v_A$$

6.2. (*)

(B)

O módulo da resultante das forças que atuam sobre o navio B durante o percurso representado é constante e igual a zero.

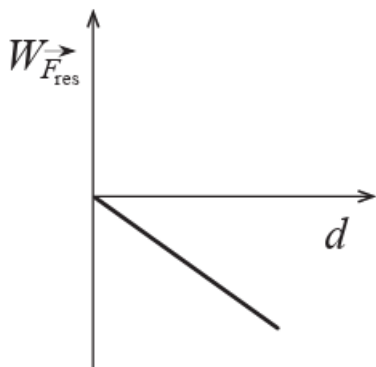
Notas:

- Com base na figura atrás apresentada, podemos afirmar que a trajetória descrita pelo navio B é retilínea. Além disso, no enunciado lê-se que “o navio B manteve, durante todo o percurso, velocidade constante”, o que significa que o seu movimento foi retilíneo uniforme.
- Assim e de acordo com a Lei da Inércia, a resultante das forças exteriores que atuam no navio B em todo o percurso é nula, ou seja, constante e igual a zero.
- Ou, por outras palavras, se a velocidade do navio B é constante durante todo o percurso, a aceleração é nula e, pela Lei Fundamental da Dinâmica, a resultante das forças exteriores é nula, ou seja, é constante e igual a zero, durante todo o percurso.

6.3.

(A)

O esboço de gráfico que representa o trabalho realizado pela resultante das forças resistivas, $W_{\vec{F}_{\text{res}}}$, que atuam no navio A, em função do deslocamento, d , durante o seu movimento até ao ponto X é

**Notas:**

- A expressão que permite calcular o trabalho realizado por uma força constante, a resultante das forças resistivas (que atuam no sentido contrário ao da velocidade), é

$$W_{\vec{F}_{\text{res}}} = F_{\text{res}} d \cos \alpha, \text{ em que } \alpha = 180^\circ$$

Como $\cos 180^\circ = -1$, a expressão toma a forma de uma função linear:

$$W_{\vec{F}_{\text{res}}} = -F_{\text{res}} d$$

- Assim, conclui-se que $W_{\vec{F}_{\text{res}}}$ é negativo e diretamente proporcional ao deslocamento.

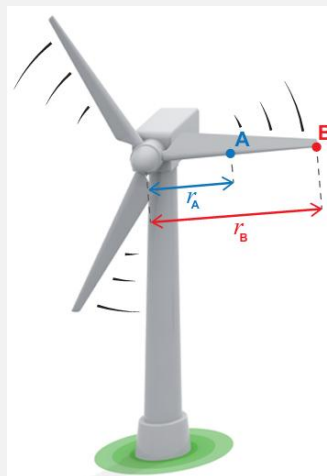
7.

7.1.

(D)

A relação entre v e r , para os pontos **A** e **B**, pode ser expressa pela igualdade

$$\frac{v_A}{r_A} = \frac{v_B}{r_B}$$

Notas:

- Os pontos A e B pertencem à mesma pá do aerogerador, pelo que se movem, num dado instante, com a mesma velocidade angular, e encontram-se a diferentes distâncias do eixo de rotação.
- O módulo da velocidade, v , de um ponto da pá, à distância r do eixo de rotação, relaciona-se com a velocidade angular através da expressão: $v = \omega r$, o que significa que a velocidade é diretamente proporcional à distância ao eixo de rotação, pelo que o módulo da velocidade do ponto B é maior do que o módulo da velocidade do ponto A.
- Assim, substituindo em $\omega_A = \omega_B$, vem:

$$\frac{v_A}{r_A} = \frac{v_B}{r_B}$$

7.2. (*)

- Cálculo do volume de ar que passa pelo aerogerador durante 1 s:

$$V_m = \frac{V}{n} \rightarrow 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = \frac{V}{9,0 \times 10^4 \text{ mol}} \Leftrightarrow V = 2,02 \times 10^6 \text{ dm}^3$$

- Cálculo da massa de ar que passa pelo aerogerador durante 1 s:

$$\rho_{\text{ar}} = \frac{m}{V} \rightarrow 1,2 \text{ kg m}^{-3} = \frac{m}{2,02 \times 10^3 \text{ m}^3} \Leftrightarrow m = 2,42 \times 10^3 \text{ kg}$$

- Cálculo da energia cinética da massa de ar que atravessa as pás do aerogerador durante 1 s:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow E_c = \frac{1}{2} \times 2,42 \times 10^3 \text{ kg} \times (10 \text{ m s}^{-1})^2 \Leftrightarrow E_c = 1,21 \times 10^5 \text{ J}$$

- Cálculo da potência elétrica fornecida pelo aerogerador:

$$P_{\text{elétrica}} = \frac{E}{\Delta t}, \text{ em que } E = 0,40 E_c \text{ e } \Delta t = 1,0 \text{ s}$$

Substituindo, fica:

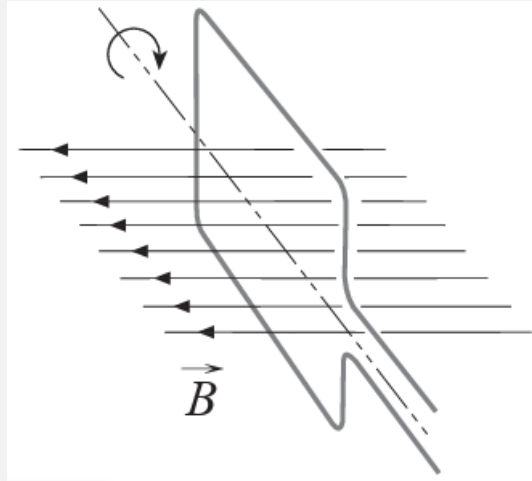
$$P_{\text{elétrica}} = \frac{0,40 \times 1,21 \times 10^5 \text{ J}}{1,0 \text{ s}} \Leftrightarrow P_{\text{elétrica}} = 4,8 \times 10^4 \text{ W}$$

7.3.

(B)

Quando a espira roda 180° , partindo da posição indicada na figura, em que $\vec{B}$ tem uma direção perpendicular ao plano da espira, o módulo do fluxo magnético que a atravessa diminui e depois aumenta.

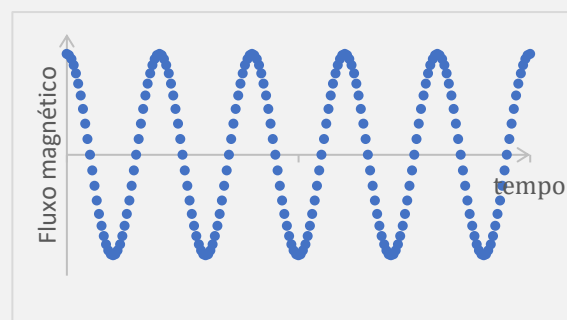
Notas:



- O fluxo magnético que atravessa a espira de área A numa região do espaço em que existe um campo magnético uniforme, $\vec{B}$, é dado por

$$\Phi_m = B A \cos \alpha, \text{ em que } \alpha \text{ é o ângulo que } \vec{B} \text{ faz com a normal à espira}$$

- Como a espira roda com velocidade angular constante, α varia linearmente com o tempo de acordo com $\alpha = \omega t$
- Quando a espira se encontra na posição da figura, $\alpha = 0^\circ$, pelo que $\Phi_m = B A$; se $\alpha = 90^\circ$, $\Phi_m = 0$; se $\alpha = 180^\circ$, $|\Phi_m| = B A$
- Assim, quando a espira roda 180° , partindo da posição indicada na figura, em que $\vec{B}$ tem uma direção perpendicular ao plano da espira, o módulo do fluxo magnético que a atravessa diminui e depois aumenta.
- O gráfico seguinte refere-se ao fluxo magnético em função do tempo

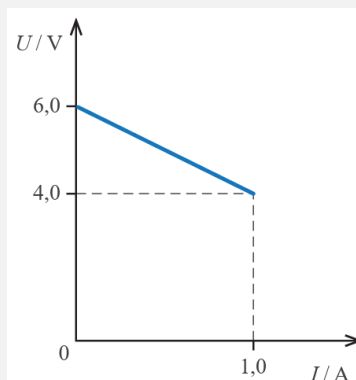


8.

8.1. (*)

(D)

Antes da montagem do circuito, ligou-se um voltímetro aos terminais da pilha, tendo sido lido o valor 6,0 V.

Notas:

- O gráfico da diferença de potencial elétrico em função da corrente elétrica corresponde à curva característica da pilha, cuja equação genérica é $U = \varepsilon - rI$.
- Fazendo a leitura do gráfico, conclui-se que, em circuito aberto (quando a corrente elétrica, I , no circuito elétrico é nula), a diferença de potencial elétrico nos terminais da pilha (a força eletromotriz da pilha), que corresponde à ordenada na origem, sendo $\varepsilon = 6,0$ V.
- Antes da montagem do circuito, ao ligar o voltímetro aos terminais da pilha, a corrente elétrica no circuito é desprezável ($I \approx 0$), uma vez que a resistência interna do voltímetro é muito elevada. Assim, é medida diretamente a força eletromotriz da pilha, pois, substituindo na equação atrás apresentada, fica:

$$U = \varepsilon - r \times 0 \Leftrightarrow U = \varepsilon$$

8.2. (*)

- Cálculo da resistência interna da pilha, r :

Considerando a equação $U = \varepsilon - r I$, conclui-se que a resistência interna da pilha é numericamente igual ao simétrico do declive.

$$\text{declive} = \frac{4,0 - 6,0}{1,0 - 0,0} \Leftrightarrow \text{declive} = -2,0 \Rightarrow r = 2,0 \, \Omega$$

- Cálculo da corrente elétrica no circuito principal, I :

Estando R_1 e R_2 associadas em paralelo, a diferença de potencial elétrico nos terminais de R_1 é igual à diferença de potencial elétrico nos terminais de R_2 .

Além disso, $R_1 = R_2$, pelo que as correntes elétricas I_1 e I_2 também são iguais.

Sendo $I_1 = 0,40 \, \text{A}$ e a corrente elétrica no circuito principal dada por $I = I_1 + I_2$, temos:

$$I = 0,40 \, \text{A} + 0,40 \, \text{A} \Leftrightarrow I = 0,80 \, \text{A}$$

- Cálculo da diferença de potencial elétrico nos terminais da pilha:

Usando a expressão $U = \varepsilon - r I$, vem:

$$U = 6,0 \, \text{V} - 2,0 \times 0,80 \, \text{A} \Leftrightarrow U = 4,4 \, \text{V}$$

- Cálculo da diferença de potencial elétrico nos terminais de R_3 :

Considerando o esquema do circuito elétrico, conclui-se que $U = U_1 + U_3$.

Sabendo que $U_1 = R_1 \times I_1$, temos: $U = R_1 \times I_1 + U_3$

Substituindo, fica:

$$4,4 \, \text{V} = 8,0 \, \Omega \times 0,40 \, \text{A} + U_3 \Leftrightarrow U_3 = 1,2 \, \text{V}$$

- Cálculo da resistência elétrica de R_3 :

Como R_3 está instalada em série no circuito principal, a corrente elétrica que a atravessa, $I_3 = I = 0,80 \, \text{A}$.

Considerando a Lei de Ohm, $U_3 = R_3 \times I_3$, e substituindo, fica:

$$1,2 \, \text{V} = R_3 \times 0,80 \, \text{A} \Leftrightarrow R_3 = 1,5 \, \Omega$$

