**Proposta de resolução da componente de Física 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, 18/julho/2024, https://iave.pt/wp-content/uploads/2024/07/EX-FQA715-F2-2024-V1-1.pdf

**1.**

**1.1. (*)**

(D)

Comparativamente às radiações detetadas pelo Hubble, o JWST pode detetar radiações de maior comprimento de onda e menor energia por fotão.

**Notas:**

- O JWST opera, essencialmente, na região do infravermelho, ao contrário do Telescópio Espacial Hubble, que opera na região do visível. Como $\lambda_{\text{infravermelho}} > \lambda_{\text{visível}}$,

  $\lambda_{\text{detetado por JWST}} > \lambda_{\text{detetado por Hubble}}$
- O comprimento de onda da radiação é inversamente proporcional à sua frequência,

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

  em que $c$ é a velocidade de propagação da luz no vácuo.
- Sabendo-se que a energia transportada pela radiação é diretamente proporcional à sua frequência ($E = h \times f$), conclui-se que

$$E = h \times \frac{c}{\lambda}$$

  ou seja, a energia transportada pela radiação é inversamente proporcional ao seu comprimento de onda.

**1.2. (*)**

a) – 2;

b) – 1;

c) – 3;

d) – 1

A função do escudo solar do JWST é refletir a energia que é transferida do Sol, da Terra e da Lua por radiação. Este telescópio já conseguiu identificar várias substâncias no Universo, entre as quais hidrocarbonetos saturados, como, por exemplo, $C_2H_6$, e substâncias constituídas por moléculas apolares, como, por exemplo, $CH_4$.

**Notas:**

- A radiação que incide na superfície do escudo solar do JWST, que é opaco para essa radiação, é refletida (podendo considerar-se desprezável a radiação que é absorvida).
- Não havendo contacto entre o escudo solar do JWST e os corpos celestes (pode considerar-se que o espaço entre o JWST e esses corpos é vazio), não são possíveis os mecanismos de transferência de energia por condução ou convecção.
- Num hidrocarboneto saturado, os átomos de carbono interligam-se apenas por ligações simples, sendo a sua fórmula geral dada por $C_nH_{2n+2}$.
- As moléculas metano são apolares; as moléculas de água ($H_2O$) e as moléculas de amoníaco ($NH_3$) são polares.

**1.3.**

(B)

Os painéis fotovoltaicos do JWST produzem energia elétrica. A potência gerada por estes painéis aumenta com a diminuição do ângulo entre os raios solares incidentes e a normal ao plano do painel fotovoltaico e é calculada pela expressão $U \times I$, em que $U$ representa a diferença de potencial elétrico aos terminais do painel e $I$ representa a corrente elétrica que o atravessa.

**Notas:**

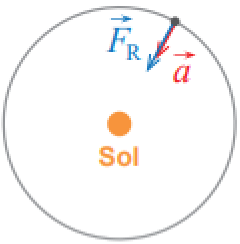
- A potência útil de um painel fotovoltaico (potência elétrica) é dada por $P = U \times I$, dependendo da irradiância.
- A irradiância é máxima quando a radiação incide perpendicularmente à superfície do painel (ângulo de incidência de 0°). Assim, diminuindo o ângulo de incidência, mantendo-se as restantes condições, a potência útil também aumenta.

**2.**

**2.1. (*)**

(A)

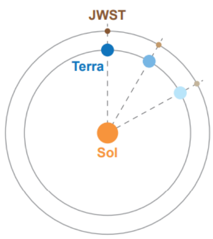
O diagrama, que não se encontra à escala, que pode representar a resultante das forças, $\vec{F}_R$, que atuam na Terra e a aceleração, $\vec{a}$, da Terra durante o seu movimento em torno do Sol é




**Notas:**

- Considerando que a Terra descreve uma trajetória circular em torno do Sol, o movimento da Terra é circular uniforme, sendo $\vec{F}_{g_{Sol-Terra}}$, a resultante das forças, uma força radial e centrípeta.
- Recordando a expressão que traduz a Lei Fundamental da Dinâmica, $\vec{F}_R = m \times \vec{a}$, conclui-se que a aceleração também é radial e centrípeta.

**2.2. (*)**




- Cálculo da magnitude da força gravítica que a Terra exerce sobre o JWST:

  Usando a Lei de Newton da Gravitação Universal, tem-se:

  $$F_{g_{Terra-JWST}} = G \times \frac{m_{Terra} \times m_{JWST}}{d^2_{Terra-JWST}}$$

  Substituindo, fica:

  $$F_{g_{Terra-JWST}} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\ m^2\ kg^{-2}} \times 5{,}97 \times 10^{24}\ \mathrm{kg} \times 6200\ \mathrm{kg}}{(1{,}50 \times 10^{9}\ \mathrm{m})^2} \Leftrightarrow$$

  $$\Leftrightarrow F_{g_{Terra-JWST}} = 1{,}097\ \mathrm{N}$$

- Cálculo da magnitude da resultante das forças que atuam no JWST

  As forças que o Sol e a Terra exercem sobre o JWST têm a mesma direção e o mesmo sentido, pelo que a resultante dessas forças tem uma magnitude que é dada por:

  $F_{\mathrm{R_{JWST}}} = F_{\mathrm{g_{Sol-JWST}}} + F_{\mathrm{g_{Terra-JWST}}}$

  Substituindo, fica:

  $F_{\mathrm{R_{JWST}}} = 36{,}03\ \mathrm{N} + 1{,}097\ \mathrm{N} \Leftrightarrow F_{\mathrm{R_{JWST}}} = 37{,}127\ \mathrm{N}$

- Cálculo do período de translação do JWST

  Admitindo que o movimento do JWST é circular uniforme, tem-se:

  $F_{\mathrm{R_{JWST}}} = m\,\dfrac{v^2}{d_{\mathrm{JWST-Sol}}}$, em que $v = \dfrac{2\,\pi}{T} \times d_{\mathrm{JWST-Sol}}$

  Logo, $F_{\mathrm{R_{JWST}}} = m \times \dfrac{4\,\pi^2}{T^2} \times d_{\mathrm{JWST-Sol}}$

  Substituindo, fica:

  $37{,}127\ \mathrm{N} = 6200\ \mathrm{kg} \times \dfrac{4\,\pi^2}{T^2} \times (1{,}496 \times 10^{11}\ \mathrm{m} + 0{,}0150 \times 10^{11}\ \mathrm{m}) \Leftrightarrow T = 3{,}156 \times 10^7\ \mathrm{s}$

  $T = \dfrac{3{,}156 \times 10^7\ \mathrm{s}}{86\,400\ \mathrm{s\ d^{-1}}} \Leftrightarrow T = 365{,}3\ \mathrm{d}$

**3.**

**3.1.**

(B)

O módulo da força eletromotriz induzida nos terminais da bobina, quando o sistema de ignição é acionado, é $2{,}5 \times 10^4$ V e aumentaria se o número de espiras aumentasse.

**Notas:**

- O fluxo do campo magnético no interior da bobina, diretamente proporcional ao n.º de espiras da bobina, é dado por:

  $\Phi_{\mathrm{m,\,bobina}} = N \times B \times A \times \cos\alpha$, com $\alpha = 0°$

- Uma vez que a direção do campo magnético se mantém perpendicular ao plano das espiras, o n.º de espiras se mantém constante assim como a área das espiras, a variação de fluxo do campo magnético no interior da bobina é dada por:

  $$\Delta\Phi_{\mathrm{m,\,bobina}} = N \times \Delta B \times A \times \cos\alpha$$

- Considerando a equação de definição do módulo da força eletromotriz induzida (média) nos terminais da bobina, temos:

  $$|\varepsilon_{\mathrm{i}}| = \frac{|\Delta\Phi_{\mathrm{m,\,b}}|}{\Delta t}$$

  $$|\varepsilon_{\mathrm{i}}| = \frac{|N \times \Delta B \times A \times \cos\alpha|}{\Delta t}$$

- Substituindo, vem:

  $|\varepsilon_{\mathrm{i}}| = \dfrac{20\,000 \times 1{,}0\ \mathrm{T} \times 1{,}25 \times 10^{-3}\ \mathrm{m^2} \times \cos 0°}{1{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{s}} \Leftrightarrow$

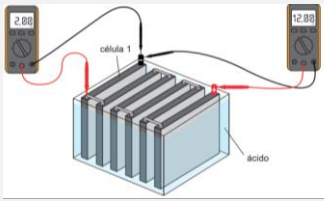
  $\Leftrightarrow |\varepsilon_{\mathrm{i}}| = 2{,}5 \times 10^4\ \mathrm{V}$

**3.2. (*)**

(D)

A resistência interna da célula 1 de uma bateria constituída por seis células iguais é $1{,}25 \times 10^{-2}\ \Omega$.

**Notas:**




- Considerando a equação da curva característica de um gerador, $U_{\text{bateria}} = \varepsilon_{\text{bateria}} - r_{\text{bateria}} \times I$, tem-se:

$$9{,}00\ \text{V} = 12{,}00\ \text{V} - r_{\text{bateria}} \times 40{,}0\ \text{A} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow r_{\text{bateria}} = 0{,}0750\ \Omega$$

- Uma vez que a bateria do automóvel inclui uma associação de seis células idênticas ligadas em série, conclui-se que

$$r_{\text{célula}} = \frac{r_{\text{bateria}}}{6}$$

$$r_{\text{célula}} = \frac{0{,}0750\ \Omega}{6} \Leftrightarrow r_{\text{célula}} = 1{,}25 \times 10^{-2}\ \Omega$$

**3.3. (*)**

- Dedução da relação matemática que suporta a atividade experimental:

  Considerando que:

  – a variação de energia interna do líquido usado no sistema de refrigeração dos motores de combustão se relaciona com a sua elevação de temperatura (não há mudança de estado físico) pela expressão:

  $$\Delta U_{\text{líquido}} = m_{\text{líquido}} \times c_{\text{líquido}} \times \Delta\theta_{\text{líquido}}$$

  – a energia elétrica fornecida à resistência de imersão, de potência $P$ desconhecida e constante, é dada por:

  $$E = P \times \Delta t$$

  – a energia elétrica fornecida à resistência de imersão é igual à variação de energia interna do líquido usado no sistema de refrigeração dos motores de combustão, tem-se:

  $$P \times \Delta t = m_{\text{líquido}} \times c_{\text{líquido}} \times \Delta\theta_{\text{líquido}} \Leftrightarrow c_{\text{líquido}} = \frac{P \times \Delta t}{m_{\text{líquido}} \times \Delta\theta_{\text{líquido}}},$$

  o que permite concluir que $c_{\text{líquido}}$ é inversamente proporcional a $\Delta\theta_{\text{líquido}}$.

- Identificação das grandezas a medir

  Sabendo que é usada a mesma resistência de imersão e uma vez que foram disponibilizadas amostras de cada um dos líquidos com massas iguais, comparando as capacidades térmicas mássicas dos líquidos A e B e simplificando, obtém-se:

  $$\frac{c_{\text{A}}}{c_{\text{B}}} = \frac{\frac{\Delta t_{\text{A}}}{\Delta\theta_{\text{A}}}}{\frac{\Delta t_{\text{B}}}{\Delta\theta_{\text{B}}}} \qquad \text{Equação (1)}$$

  A partir da Equação (1), conclui-se que as grandezas a medir durante o procedimento experimental, para cada um dos líquidos, são: o intervalo de tempo de aquecimento e a variação de temperatura. (Considerando que os líquidos se encontram inicialmente à mesma temperatura, pode ser medida diretamente a temperatura final de cada líquido.)

- Procedimento experimental

  Depois de os líquidos serem introduzidos em recipientes com as mesmas características, serão aquecidos usando a resistência de imersão, de potência $P$ desconhecida e constante. Para cada um dos líquidos, no instante em que se liga a resistência de imersão, é acionado o cronómetro (e medida a temperatura inicial da mistura usando o termómetro). Ao fim de um intervalo de tempo previamente estabelecido, desliga-se a resistência de imersão e mede-se a temperatura máxima atingida pelo líquido usando o termómetro.

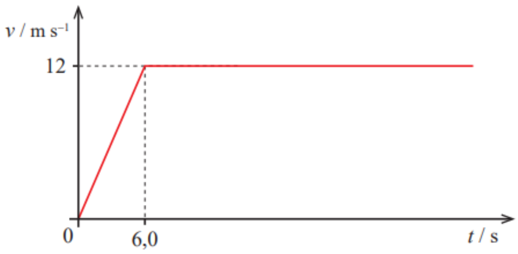
- Conclusão a retirar a partir da análise dos resultados

  Como se escolhem intervalos de tempo de aquecimento iguais para os dois líquidos, simplificando a Equação (1), obtém-se:

  $$\frac{c_\mathrm{A}}{c_\mathrm{B}} = \frac{\Delta\theta_\mathrm{B}}{\Delta\theta_\mathrm{A}} \qquad \text{Equação (2)}$$

  Assim, o líquido em que se verificar menor temperatura final (menor variação de temperatura) é o que apresenta maior capacidade térmica mássica, sendo o mais adequado para ser usado no sistema de refrigeração do motor.

**4.**




**4.1. (*)**

- Cálculo da variação de energia cinética durante os primeiros 6,0 s de movimento:

  $\Delta E_\mathrm{c} = E_\mathrm{c} - E_\mathrm{c0}$, com $E_\mathrm{c0} = 0\ \mathrm{J}$

  $$\Delta E_\mathrm{c} = \frac{1}{2} m\, v_{t=6{,}0\ \mathrm{s}}^2$$

  $$\Delta E_\mathrm{c} = \frac{1}{2} \times 1000\ \mathrm{kg} \times (12\ \mathrm{m\ s^{-1}})^2 \Leftrightarrow \Delta E_\mathrm{c} = 7{,}20 \times 10^4\ \mathrm{J}$$

- Cálculo da energia que foi fornecida ao automóvel nesse intervalo de tempo:

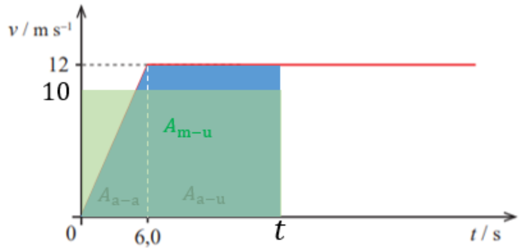
  $$\eta = \frac{E_\text{útil}}{E_\text{fornecida}} \times 100\%, \text{em que } E_\text{útil} = \Delta E_\mathrm{c}$$

  Substituindo, fica:

  $$90\% = \frac{7{,}20 \times 10^4\ \mathrm{J}}{E_\text{fornecida}} \times 100\% \Leftrightarrow E_\text{fornecida} = 8{,}0 \times 10^4\ \mathrm{J}$$

**4.2. (*)**

- Cálculo do instante, $t$, em que o automóvel ultrapassa a moto:




  - Nota: Considera-se que os dois veículos se movem no sentido positivo do eixo dos $xx$.

  No instante $t$, a posição da mota e a posição do automóvel são iguais. Como as posições no instante 0 s também são iguais, significa que, até ao instante, $t$, em que o automóvel ultrapassa a moto, os deslocamentos efetuados pelos dois veículos também são iguais, $\Delta x_{\text{moto}} = \Delta x_{\text{automóvel}}$.

  Sabendo que o deslocamento é dado pela área do gráfico $(t,\ v_x)$, tem-se:

  – para a mota (ver retângulo verde),

  $$\Delta x_{\text{moto}} = 10 \times t \text{ (SI)};$$

  – para o automóvel (ver trapézio azul),

  $$\Delta x_{\text{automóvel}} = \frac{12}{2} \times 6{,}0 + 12 \times (t - 6{,}0) \text{ (SI)}$$

  Assim,

  $$10 \times t = \frac{12}{2} \times 6{,}0 + 12 \times (t - 6{,}0) \text{ (SI)} \Leftrightarrow t = 18{,}0 \text{ s}$$

- Cálculo da distância percorrida pelos dois veículos (igual ao deslocamento efetuado pelos dois veículos, visto que o movimento de ambos se dá sempre no sentido positivo do eixo dos $xx$) até se encontrarem novamente:

  $$\Delta x_{\text{moto}} = 10 \times t \text{ (SI)}$$

  $$\Delta x_{\text{moto}} = 10 \text{ m s}^{-1} \times 18{,}0 \text{ s} \Leftrightarrow \Delta x_{\text{moto}} = 1{,}8 \times 10^2 \text{ m} \Rightarrow s_{\text{moto}} = 1{,}8 \times 10^2 \text{ m}$$

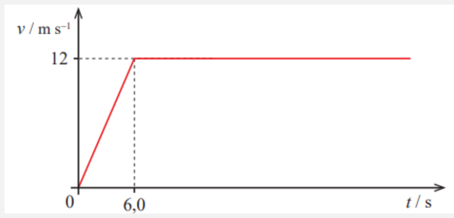
  $$\Delta x_{\text{automóvel}} = 1{,}8 \times 10^2 \text{ m} \Rightarrow s_{\text{automóvel}} = 1{,}8 \times 10^2 \text{ m}$$

**4.3.**

(C)

O instante em que o automóvel e a mota apresentam igual velocidade ocorre antes dos 6,0 s, tendo os dois veículos diferente energia cinética.

**Notas:**




- No instante 6,0 s, a magnitude da velocidade do automóvel, que se move a partir do repouso com movimento retilíneo uniformemente acelerado, é 12 m s$^{-1}$, sendo superior a 10 m s$^{-1}$, a magnitude da velocidade da mota, que se move com movimento retilíneo uniforme.
- A equação de definição de energia cinética (de uma partícula) é

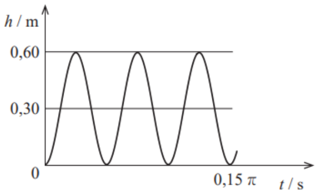
  $$E_c = \frac{1}{2} m\, v^2$$

  Sendo, no instante considerado, as velocidades do automóvel e da mota iguais, o veículo que apresenta maior massa (o automóvel), apresenta maior energia cinética.

**4.4.**

(C)

O gráfico que pode representar a altura, $h$, do ponto X [localizado na periferia de uma roda do automóvel com o raio de 0,30 m] em relação ao solo, em função do tempo, $t$, é




**Notas:**

- Não havendo deslizamento, o movimento de uma roda do automóvel (que se move com movimento retilíneo uniforme) pode considerar-se a combinação de um movimento de rotação uniforme e de um movimento de translação também uniforme.

- Não havendo deslizamento, a magnitude da velocidade de rotação em torno do eixo da roda de um ponto X, localizado na periferia de uma roda do automóvel com o raio de 0,30 m e que contacta com o pavimento, é $12\ \text{m s}^{-1}$ (igual à magnitude da velocidade do centro de massa do automóvel). Assim, o período de rotação da roda obtém-se a partir de

$$v_\text{X} = \frac{2\,\pi}{T} \times r$$

$$12\ \text{m s}^{-1} = \frac{2\,\pi}{T} \times 0{,}30\ \text{m} \Leftrightarrow T = 0{,}05\,\pi\ \text{(SI)},$$

sendo o intervalo de tempo correspondente a 3 períodos dado por

$$\Delta t = 3 \times T$$

$$\Delta t = 3 \times 0{,}05\,\pi\ \text{(SI)} \Leftrightarrow \Delta t = 0{,}15\,\pi\ \text{(SI)}$$

- Sendo a trajetória do automóvel (retilínea e) horizontal, a distância do centro da roda ao pavimento é constante e igual a $r$.

- A altura, $h$, de um ponto X localizado na periferia de uma roda do automóvel com o raio de 0,30 m, em relação ao solo, em função do tempo, $t$, estando o ponto X em contacto com o solo no instante inicial, é dada por

$$h = r + r\sin\left(\frac{2\,\pi}{T}t + \frac{3\,\pi}{2}\right)$$

$$h = 0{,}30\left(1 + \sin\left(\frac{2\,\pi}{0{,}05\,\pi}t + \frac{3\,\pi}{2}\right)\right)\ \text{(SI)} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow h = 0{,}30\left(1 + \sin\left(40\,t + \frac{3\,\pi}{2}\right)\right)\ \text{(SI)}$$