

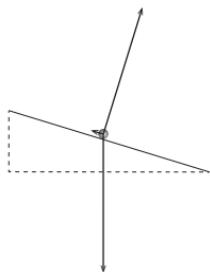
## Proposta de Resolução do Exame Nacional de Física e Química A – 1.ª Fase, versão 1

Exame Final Nacional do Ensino Secundário, Prova Escrita de Física e Química A, 11.º Ano de Escolaridade, 1.ª Fase, Instituto de Avaliação Educativa, IAVE, 9/julho/2020: [http://iave.pt/images/arquivo\\_de\\_provas/2020/715/EX-FQA715-F1-2020-V1\\_net.pdf](http://iave.pt/images/arquivo_de_provas/2020/715/EX-FQA715-F1-2020-V1_net.pdf)

### Grupo I

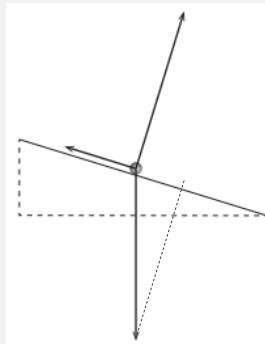
#### 1. (A)

O diagrama que pode representar, na mesma escala, as forças que atuam na esfera durante a descida no plano inclinado é



#### Notas:

- Em cada uma das opções (B) e (D) representa-se, erradamente, a componente da força gravítica na direção paralela ao plano inclinado.
- No esquema correspondente à opção (C) representa-se, erradamente, uma suposta força de atrito, cuja intensidade é superior à da componente da força gravítica na direção paralela ao plano inclinado, conforme se ilustra na figura.  
Assim, essa força de atrito não é compatível com as informações “esfera largada” e “o módulo da velocidade da esfera aumentou...”



#### 2.

##### 2.1. (B)

O trabalho realizado pela força gravítica que atua na esfera, desde a posição de onde é largada até à posição C, depende da posição inicial e não depende da intensidade da resultante das forças de atrito que atuam na esfera.

- O trabalho realizado pela força gravítica é igual ao simétrico da variação de energia potencial gravítica.
- A energia potencial gravítica em cada posição é diretamente proporcional à sua altura,  $h$ , em relação a um nível de referência.
- Se a posição de onde a esfera é largada no plano inclinado é diferente, a altura  $h$  da posição inicial em relação a C é diferente.

2.2. De acordo com a informação “o módulo da velocidade da esfera aumentou proporcionalmente com o tempo decorrido”, o movimento é uniformemente variado (sendo igual a aceleração nos dois ensaios), pelo que, usando a expressão

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

vem:

$$\overline{AC} = \frac{1}{2} a t_A^2 \xrightarrow{\overline{AC}=L} L = \frac{1}{2} a t_A^2 \quad (\text{eq. 1})$$

$$\overline{BC} = \frac{1}{2} a t_B^2 \xrightarrow{\overline{BC}=L-\frac{1}{4}L} \frac{3}{4}L = \frac{1}{2} a t_B^2 \quad (\text{eq. 2})$$



Dividindo membro a membro a eq. 1 pela eq. 2, fica:

$$\frac{L}{\frac{3}{4}L} = \frac{\frac{1}{2} a t_A^2}{\frac{1}{2} a t_B^2} \Leftrightarrow \frac{t_A^2}{t_B^2} = \frac{4}{3} \Leftrightarrow \frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{4}{3}}$$

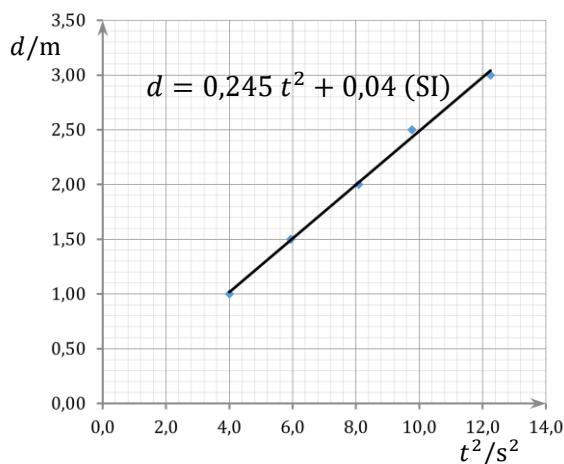
### 3.

#### 3.2.2. Determinação do módulo da aceleração da esfera largada de diferentes posições sobre o plano inclinado — etapas:

- Tabela com os valores a utilizar na construção do gráfico:

$V/\text{cm}^3$	$t^2/\text{s}^2$	$d/\text{m}$
5,60	12,2	3,00
5,00	9,77	2,50
4,55	8,09	2,00
3,90	5,94	1,50
3,20	4,00	1,00

$$\text{Nota: } t^2 = \left(\frac{V}{1,6}\right)^2$$



- Equação da reta de ajuste:

$$d = 0,245 t^2 + 0,04 \text{ (SI)} \quad (d = 0,249 t^2 \text{ (SI)}, \text{ definido a ordenada na origem nula})$$

- Considerando que o movimento da esfera sobre o plano inclinado é retílineo uniformemente variado, em que a velocidade inicial é nula, conclui-se que o declive da reta de ajuste é numericamente igual a metade do módulo da aceleração. Assim,

$$0,245 = \frac{1}{2} a \Rightarrow a = 0,49 \text{ m s}^{-2}$$

#### Comentário:

A equação que descreve o movimento é a de um movimento uniformemente variado com velocidade inicial nula. Como a medida experimental efetuada é uma distância entre dois pontos, a curva a que se devem ajustar os dados é

$$d = \frac{1}{2} a t^2$$

Isto é, linearizando a equação, ou seja, representando  $d$  em função de  $t^2$ , a curva a ajustar deve ser uma reta que passa pela origem,  $y = m x$ .

Ajustando a reta  $y = m x$ , conclui-se que o declive é  $0,249 \pm 0,002 \text{ (m s}^{-2}\text{)}$

No entanto, dado que as calculadoras gráficas utilizadas pelos alunos apenas permitem a regressão linear para equações do tipo  $y = m x + b$ , é expectável que os alunos apresentem um ajuste a esta curva. Nesse caso, o resultado do ajuste é um declive de  $0,245 \pm 0,008 \text{ (m s}^{-2}\text{)}$  e uma ordenada na origem de  $0,04 \pm 0,06 \text{ (m)}$ .

## Grupo II

### 1.

#### 1.1. (C)

Sejam  $\vec{F}_g$  e  $\vec{F}_{\text{ar}}$  as forças gravítica e de resistência do ar, respetivamente, que atuam na gota A.

O trabalho realizado por  $\vec{F}_g$  é simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema gota A + Terra e é, em módulo, maior do que o módulo do trabalho realizado por  $\vec{F}_{\text{ar}}$ .

- O trabalho realizado pela força gravítica é igual ao simétrico da variação de energia potencial gravítica, uma vez que a força gravítica é uma força conservativa.
- A força de resistência do ar é nula no instante inicial e vai aumentando até que a resultante das forças seja nula (até que a força de resistência do ar tenha a intensidade da força gravítica), pelo que a força de resistência do ar média tem uma intensidade inferior à da força gravítica. Assim, no percurso total, o módulo do trabalho realizado pela força de resistência do ar é inferior ao trabalho realizado pela força gravítica. (Para a parte do percurso em que a velocidade é constante, os trabalhos realizados pela força gravítica e pela força de resistência do ar são simétricos.)

1.2.

- No primeiro percurso de queda de 0,1 m a gota de água A move-se, partindo do repouso com movimento (retilíneo) acelerado (a magnitude da velocidade aumenta). No instante inicial, a resultante das forças coincide com a força gravítica, mas a partir desse instante, passa a existir a força de resistência do ar de intensidade crescente, à medida que aumenta a velocidade, pelo que a intensidade da resultante das forças vai diminuindo, contudo é sempre não nula.
- No último percurso de queda de 0,1 m a gota de água A move-se com velocidade constante, a que corresponde a um movimento (retilíneo) uniforme, o que significa que a resultante das forças é nula.
- Assim, conclui-se que a intensidade média da resultante das forças que atuam na gota de água A é maior no primeiro percurso de queda de 0,1 m.  
OU
- A força gravítica tem a mesma intensidade em todo o trajeto, mas a intensidade da força de resistência do ar é tanto maior quanto maior for a velocidade da gota.
- Como as forças têm sentidos opostos, a resultante das forças é maior quando a força de resistência do ar é menor, isto é, no primeiro percurso de queda de 0,1 m.

1.3.

1.3.1.

Considerar como nível de referência a posição depois da queda de 2,0 m ( $h_0 = 2,0\text{ m}$ ). Assim,

- $E_{m0} = E_m + E_{\text{diss}}$ , em que  $E_{m0}$  é a energia mecânica no início da queda e  $E_m$  é a energia mecânica depois da queda de 2,0 m.
- Substituindo  $E_{m0}$  e  $E_m$ , vem:

$$m g h_0 = \frac{1}{2} m v^2 + E_{\text{diss}}$$

- Cálculo da energia dissipada:

$$4,2 \times 10^{-6} \times 10 \times 2,0 = \frac{1}{2} \times 4,2 \times 10^{-6} \times 5,0^2 + E_{\text{diss}}(\text{J}) \Leftrightarrow E_{\text{diss}} = 3,2 \times 10^{-5} \text{ J}$$

1.3.2. (B)

A energia necessária para a vaporização da gota B, nessas condições, é 10 J.

- Relação entre a energia necessária à vaporização e a variação de energia interna,  $\Delta U$ , da gota:  
 $E = \Delta U$ , com  $\Delta U = m \times \Delta h$ , em que  $m$  é a massa da gota e  $\Delta h$  é a variação de entalpia mássica de vaporização.
- Cálculo da energia necessária à vaporização da gota de água:  
 $E = 4,2 \times 10^{-3} \text{ g} \times 2,4 \times 10^3 \text{ J g}^{-1} \Leftrightarrow E = 10 \text{ J}$

2. (D)

A variação de temperatura da gota ( $\Delta T_g$ ), comparada com a variação de temperatura da amostra de ar ( $\Delta T_{\text{a.ar}}$ ), será, aproximadamente, duas vezes menor.

- Relação entre a energia fornecida,  $E$ , e a variação de energia interna,  $\Delta U$ , do sistema — gota de água (g) / amostra de ar (a.ar):  
 $E = m \times c \times \Delta T$ , em que  $m$  é a massa do sistema e  $c$  a capacidade térmica mássica do material
- Relação entre as energias fornecidas:  $E_g = E_{\text{a.ar}}$
- Assim,  $m_g \times c_{\text{água}} \times \Delta T_g = m_{\text{a.ar}} \times c_{\text{ar}} \times \Delta T_{\text{a.ar}}$
- Considerando que  $m_{\text{a.ar}} = 2 \times m_g$  e  $c_{\text{água}} = 4 \times c_{\text{ar}}$ , vem:

$$m_g \times 4 \times c_{\text{ar}} \times \Delta T_g = 2 \times m_g \times c_{\text{ar}} \times \Delta T_{\text{a.ar}} \Leftrightarrow \Delta T_g = \frac{\Delta T_{\text{a.ar}}}{2}$$

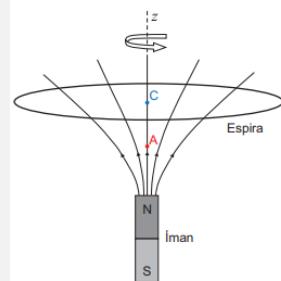
### Grupo III

1.

#### 1.1. (C)

Na situação descrita, o fluxo magnético através da superfície plana delimitada pela espira não varia e a força eletromotriz induzida na espira é nula.

- A densidade de linhas de campo magnético, a área da espira e, em cada ponto, o ângulo que o campo magnético faz com a normal à espira permanecem constantes. Logo, o fluxo do campo magnético permanece constante.
- Se a variação de fluxo magnético é nula a força eletromotriz induzida na espira é nula.



#### 1.2. (B)

É a figura B que pode representar o campo magnético criado pelo íman no ponto C.

- Por observação da figura 4, a densidade de linhas de campo magnético diminui com o aumento da distância ao íman. Como a uma menor densidade de linhas de campo corresponde uma menor magnitude do campo magnético, então o vetor que representa o campo magnético tem menor intensidade no ponto C do que no ponto A.



2. (B)

O comprimento de onda ( $\lambda$ ), no ar, da onda associada à propagação do sinal eletromagnético com a frequência  $f = 800 \text{ kHz}$  que foi emitido por uma estação de rádio é de  $3,75 \times 10^2 \text{ m}$ .

- Índice de refração do ar:  $n_{ar} = 1,000$  (a velocidade de propagação do sinal é aproximadamente igual a  $c$ , velocidade de propagação da luz no vazio)
- $c = \lambda \times f \rightarrow 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} = \lambda \times 800 \times 10^3 \text{ Hz} \Leftrightarrow$   
 $\Leftrightarrow \lambda = 3,75 \times 10^2 \text{ m}$

3. Determinação da potência dissipada no condutor A quando o voltímetro marca da diferença de potencial elétrico  $U = 8,74 \text{ V}$ :

- Cálculo da corrente elétrica,  $I$ , fornecida pelo gerador:

Considerando a expressão  $U = \varepsilon - r I$ , em que  $\varepsilon$  é a força eletromotriz do gerador e  $r$  é a sua resistência interna, vem:

$$8,74 \text{ V} = 9,20 \text{ V} - 2,0 \Omega I \Leftrightarrow I = 0,230 \text{ A}$$

- Cálculo da corrente elétrica,  $I_A$ , que percorre o condutor A:

As diferenças de potencial elétrico nos terminais das resistências são iguais  $U = U_A = U_B = 8,74 \text{ V}$ , pelo que

$$\begin{cases} I_A \times 3 \times R = I_B \times R \\ I = I_A + I_B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_B = 3 \times I_A \\ I = I_A + I_B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_B = 3 \times I_A \\ 0,230 \text{ A} = 4 \times I_A \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_B = 3 \times I_A \\ I_A = 0,0575 \text{ A} \end{cases}$$

- Cálculo da resistência elétrica,  $R_A$ , que percorre o condutor A:

$$U_A = R_A \times I_A \rightarrow 8,74 \text{ V} = R_A \times 0,0575 \text{ A} \Leftrightarrow R_A = 152 \Omega$$

- Cálculo da potência dissipada,  $P_{\text{dissipada A}}$ , no condutor A:

$$P_{\text{dissipada A}} = R_A \times I_A^2 \rightarrow P_{\text{dissipada A}} = 152 \Omega \times (0,0575 \text{ A})^2 \Leftrightarrow P_{\text{dissipada A}} = 0,50 \text{ W}$$

OU

$$P_{\text{dissipada A}} = P_{\text{elétrica}} = U_A \times I_A \rightarrow P_{\text{elétrica}} = 8,74 \text{ V} \times 0,0575 \text{ A} \Leftrightarrow P_{\text{elétrica}} = 0,50 \text{ W}$$

