

Teste Intermédio 2011

Física e Química A – 11.º ano

11.02.2011

Sugestão de resolução

Grupo I

1. O que Oersted observou consta na segunda e terceira linhas do texto: "... que uma agulha magnética sofria um desvio quando colocada perto de um circuito elétrico..."

2.

2.1. (D).

As linhas de campo que constam na figura 1 representam um campo magnético criado por um fio condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica estacionária. Estas linhas de campo são circunferências pertencentes ao plano perpendicular ao fio condutor e centradas neste.

A intensidade do campo magnético diminui à medida que os pontos se afastam do fio condutor e em todos os pontos pertencentes à mesma linha de campo (mesma circunferência), à mesma distância, a intensidade do campo magnético é constante.

Da análise da figura conclui-se que a intensidade do campo magnético:

- nos pontos R e S é a mesma;
- nos pontos P e Q é a mesma;
- nos pontos R e S é superior à intensidade nos pontos P e Q.

A única opção que permite obter uma firmação correta é a (D).

2.2. (C).

O vetor campo magnético é, em cada ponto, tangente à linha de campo e tem o sentido desta, logo, a opção correta é a (C).

3. (A).

O fluxo magnético que atravessa, num dado instante, uma espira é:

$$\phi = B A \cos \alpha$$

e, mantendo todas as condições experimentais, o que atravessa várias espiras, n , é:

$$\phi_n = n B A \cos \alpha \Leftrightarrow \phi_n = n \phi \quad (1)$$

A força eletromotriz, ε , induzida nos terminais de uma espira é, em módulo,

$$|\varepsilon| = \frac{|\Delta \phi|}{\Delta t} \Leftrightarrow |\varepsilon| = \frac{|\phi_f - \phi_i|}{\Delta t}$$

e a induzida nos terminais de n espiras é:

$$|\varepsilon_n| = \frac{|\Delta \phi_n|}{\Delta t} \Leftrightarrow |\varepsilon_n| = \frac{|\phi_{nf} - \phi_{ni}|}{\Delta t}$$

Da relação (1), pode escrever-se:

$$|\varepsilon_n| = \frac{|n\phi_f - n\phi_i|}{\Delta t} \Leftrightarrow |\varepsilon_n| = n \frac{|\phi_f - \phi_i|}{\Delta t} \Leftrightarrow |\varepsilon_n| = n |\varepsilon|$$

Isto é, mantendo todas as condições, a força eletromotriz induzida num circuito é diretamente proporcional ao número de espiras, n .

Da análise dos gráficos representados nas figuras 2 e 3 tem-se, por exemplo, para o instante $t = 0,5$ s, respetivamente:

$$n_2 = 600 \text{ espiras e } |\varepsilon_2| = 0,30 \text{ V}$$

$$n_3 = ? \text{ e } |\varepsilon_3| = 3,00 \text{ V}$$

$$\frac{n_3}{n_2} = \left| \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_2} \right| \Rightarrow \frac{n_3}{600} = \frac{3,00}{0,30} \Leftrightarrow n_3 = \frac{600 \times 3,00}{0,30} \Leftrightarrow n_3 = 6000 \text{ espiras}$$

A opção que indica o número correto de espiras na segunda experiência é a **(A)**.

Grupo II

1. (B).

Como as forças de atrito são desprezáveis em todo o percurso, há conservação de energia mecânica entre os pontos A e B:

$$E_{m_A} = E_{m_B} \Leftrightarrow E_{c_A} + E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B}$$

e como o carrinho é abandonado no ponto A, a sua velocidade neste ponto, v_A , é nula, bem como a sua energia cinética, E_{c_A} . Assim, a energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra* em A é:

$$E_{p_A} = \frac{1}{2} m v_B^2 + m g h_B$$

A opção que apresenta esta expressão é a **(B)**.

2. $\overline{AB} = d = 1,10 \text{ m}$; $v_B = 1,38 \text{ m s}^{-1}$; $m = 500 \text{ g} = 0,500 \text{ kg}$

Para determinar a intensidade da resultante das forças que atuam sobre o carrinho no percurso AB recorre-se à Lei do Trabalho-Energia ou Teorema da Energia Cinética:

$$\Delta E_c = W_{\vec{F}_R}$$

Como $E_{c_A} = 0 \text{ J}$, então:

$$E_{c_B} = F_R d \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v_B^2 = F_R d \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0,500 \times 1,38^2 = 1,10 \times F_R \Leftrightarrow 4,761 \times 10^{-1} = 1,10 \times F_R$$

$$F_R = \frac{4,761 \times 10^{-1}}{1,10} = 4,33 \times 10^{-1} \text{ N}$$

A intensidade da resultante das forças que atuam sobre o carrinho no percurso de A a B é de $4,33 \times 10^{-1} \text{ N}$.

3. Dado que as forças dissipativas são desprezáveis, a energia mecânica do sistema permanece constante, pelo que a energia mecânica em A, E_{m_A} , é igual à energia mecânica no ponto correspondente à altura máxima, E_m :

$$E_{m_A} = E_m \text{ ou seja } E_{c_A} + E_{p_A} = E_c + E_p$$

Como o carrinho é abandonado no ponto A, a sua velocidade nesta posição, v_A , é nula e como ao atingir a altura máxima, $h_{m\acute{a}x}$, a sua velocidade se anula, conclui-se que nestas duas posições a energia cinética do carrinho é também nula. Assim, tem-se:

$$E_{p_A} = E_p \Leftrightarrow m g h_A = m g h_{m\acute{a}x} \Leftrightarrow h_A = h_{m\acute{a}x}$$

Isto é, a altura máxima atingida pelo carrinho na rampa de maior inclinação é igual à altura do ponto em que é abandonado.

Grupo III

1. $y_0 = 1,80 \text{ m}$; $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

Considerando desprezável a resistência do ar durante o movimento da esfera desde que abandona a calha, B, até atingir o solo, C, a aceleração do movimento é constante e igual à aceleração gravítica.

De acordo com o referencial definido, as equações que traduzem o movimento da esfera, lançada horizontalmente da posição B, com velocidade $v_x = v_B$, são:

– segundo o eixo dos yy

$$y = y_0 - \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow y = 1,80 - 5,0 t^2 \text{ (SI)} \quad (2)$$

$$v_y = -g t \Rightarrow v = -10t \text{ (SI)}$$

– segundo o eixo dos xx

$$x = v_x t \quad (3)$$

Para determinar o valor da velocidade da esfera na posição B, tem de se calcular o tempo de queda entre a posição B e a posição com que atinge o solo, C.

Ao atingir o solo, a coordenada vertical, y , é nula. Recorrendo à equação (2), determina-se o tempo de queda.

$$0 = 1,80 - 5,0 t^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{1,80}{5,0}} = 6,0 \times 10^{-1} \text{ s}$$

Substituindo $t = 6,0 \times 10^{-1} \text{ s}$, na expressão (3), calcula-se o valor da velocidade de lançamento, sendo contudo necessário determinar previamente o valor mais provável do alcance, $x = OC$, atingido pela esfera, a partir dos valores registados na Tabela 1.

$$\bar{x} = \frac{1,02 + 1,00 + 1,01}{2} \Leftrightarrow \bar{x} = 1,01 \text{ m}$$

Assim,

$$1,01 = 6,0 \times 10^{-1} v_x \Leftrightarrow v_x = \frac{1,01}{6,0 \times 10^{-1}} = 1,68 \text{ m s}^{-1}$$

O valor da velocidade com que a esfera abandona a calha é de, aproximadamente, $1,7 \text{ m s}^{-1}$.

2. (B).

Como as forças dissipativas são desprezáveis, há conservação de energia mecânica durante o movimento de ambas as esferas, entre as posições A e B.

$$E_{m_A} = E_{m_B} \Leftrightarrow E_{c_A} + E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B}$$

As esferas são abandonadas na posição A, logo, a velocidade nesta posição, v_A , é nula, e consequentemente a energia cinética, E_{c_A} , é também nula. Assim:

$$E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B} \Leftrightarrow m g h_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + m g h_B \Leftrightarrow g h_A = \frac{1}{2} v_B^2 + g h_B \Leftrightarrow v_B = \sqrt{2 g (h_A - h_B)}$$

Da análise desta expressão, verifica-se que o módulo da velocidade com que cada uma das esferas atinge a posição B é independente da respetiva massa, concluindo-se que a atingem com o mesmo valor, pelo que a opção correta é a **(B)**.

Grupo IV

1.

1.1. De A a E o módulo da velocidade é constante, $v = 80 \text{ km h}^{-1}$.

Como o módulo da velocidade é constante, entre os pontos A e B o automóvel está animado de movimento retilíneo e uniforme, cuja lei das posições é:

$$\Delta x = v t \quad (4)$$

Considere-se que o eixo dos xx coincide com a trajetória descrita pelo automóvel e sentido de A para B. Para determinar o valor de Δx , tem de se recorrer a uma régua.

Assim e de acordo com a Figura 6, teremos, aproximadamente:

– escala: $1,50 \text{ cm} / 3,0 \text{ km}$

$$\text{– distância } \overline{AB} = 5,35 \text{ cm} \Rightarrow \Delta x = \overline{AB} = \frac{5,35 \times 3,0}{1,50} \Leftrightarrow \Delta x = 10,7 \text{ km}$$

Substituindo os valores de Δx e de v na expressão (4), determina-se o tempo que o automóvel demora a percorrer o troço AB:

$$107 = 80 t \Leftrightarrow t = \frac{10,7}{80} = 0,134 \text{ h}$$

O tempo que o automóvel demora a percorrer o troço entre os pontos A e B é de cerca de 0,13 h.

- 1.2. Entre os pontos A e B o automóvel descreve uma trajetória retilínea com velocidade de módulo constante, logo está animado de movimento retilíneo uniforme e, consequentemente, com aceleração nula.

De acordo com a 2.ª Lei de Newton, $\vec{F}_R = m \vec{a}$, a resultante das forças que atuam sobre o automóvel entre os pontos A e B é nula, visto que a aceleração, \vec{a} , neste troço é nula.

2.

- 2.1. (C).

Entre os pontos B e C o automóvel está animado de movimento circular uniforme, pois o raio da trajetória e o módulo da velocidade são constantes, pelo que o módulo da aceleração, aceleração centrípeta, é, também, constante, pois:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Assim, e de acordo com a 2.ª lei de Newton, $F_R = m a$, a resultante das forças que atuam sobre o automóvel entre B e C é constante, pelo que a opção que apresenta o esboço que traduz corretamente a intensidade da resultante das forças em função do tempo, neste troço, é a (C).

- 2.2. Em ambos os troços, BC e DE, o automóvel está animado de movimento circular uniforme, visto que o módulo da velocidade em ambos os percursos é constante.

O módulo da aceleração centrípeta é:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Nos percursos BC e DE o módulo da velocidade é igual, mas o raio do troço DE é menor do que o raio do troço BC (ver figura 6), logo, de acordo com a expressão anterior, o módulo da aceleração centrípeta no trajeto DE é maior do que no trajeto BC.

3. $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

No sistema GPS os satélites emitem sinais na banda de micro-ondas, ondas eletromagnéticas, que se propagam até ao recetor, que está instalado no automóvel, à velocidade da luz, $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ (ver Tabela de Constantes).

Grupo V

1. (A).

O ângulo de incidência e o ângulo de refração são definidos pela normal no ponto de incidência e, respetivamente, pelo raio incidente e pelo raio refratado.

Da análise das opções apresentadas, verifica-se que na (B) o ângulo de refração está incorreto (definido pelo raio refratado e a superfície de separação e os dois meios), na (C) o ângulo de incidência não está correto (definido pelo raio incidente e pela superfície de separação dos dois meios) e na (D) ambos os ângulos estão incorretamente definidos, pelo que se conclui que a única opção que pode esquematizar corretamente o trajeto do feixe *laser* na passagem do ar para o vidro é a (A).

2. Para que ocorra reflexão total é necessário que o meio de propagação da radiação (por exemplo, o núcleo de uma fibra ótica) seja constituído por um material transparente de índice de refração superior ao do material do meio transparente que o envolve (por exemplo, o revestimento de uma fibra ótica). É também necessário que o raio, ao propagar-se no meio óticamente mais denso (núcleo) ao incidir na superfície de separação (núcleo-revestimento), defina um ângulo de incidência superior ao ângulo crítico, de modo que a refração não ocorra, mas sim a reflexão total da radiação.

Grupo VI

1.
1.1. O vaso utilizado na experiência foi revestido com cortiça de modo a minimizar as transferências de energia, como calor, entre o sistema em aquecimento (água contida no vaso) e o meio ambiente.

- 1.2. $\pm 0,01$

Como o termómetro é digital, a incerteza da leitura é igual ao valor da sua sensibilidade, isto é, o menor valor que se pode ler no termómetro.

De acordo com o enunciado, o aumento da temperatura da água foi de $0,29\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou seja, o termómetro utilizado tem uma sensibilidade de $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- 1.3.

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,50\text{ kg}; \quad \Delta\theta = 0,29\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad W_{\text{massas}} = 7,2 \times 10^2\text{ J}; \quad c = 4,18 \times 10^3\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Para determinar o erro relativo associado ao valor da capacidade térmica mássica da água obtido experimentalmente, c_{exp} , tem de se determinar previamente este valor.

A energia transferida para água, E , é igual ao trabalho realizado pelas massas suspensas, W_{massas} ,
 $E = 7,2 \times 10^2\text{ J}$

Recorrendo à expressão:

$$E = m_{\text{H}_2\text{O}} c_{\text{exp}} \Delta\theta$$

determina-se o valor de c_{exp} .

$$7,2 \times 10^2 = 0,50 \times c_{\text{exp}} \times 0,29 \Leftrightarrow c_{\text{exp}} = \frac{7,2 \times 10^2}{0,50 \times 0,29} = 4,97 \times 10^3\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

O valor experimental da capacidade térmica mássica da água é de cerca de $5,0 \times 10^3\text{ J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

O erro relativo, E_r , é:

$$E_r = \frac{|c_{\text{exp}} - c|}{c} \times 100 \Rightarrow E_r = \frac{|5,0 \times 10^3 - 4,18 \times 10^3|}{4,18 \times 10^3} \times 100 = 19,6\%$$

O erro relativo associado ao valor da capacidade térmica mássica da água obtido a partir dos resultados experimentais é de cerca de 20%.

2. (C).

O aquecimento da água num forno micro-ondas deve-se à absorção da água de radiação emitida pelo forno na banda de micro-ondas.