Proposta de Resolução do Exame Nacional de Física e Química A

11.º ano, 2014, 1.ª fase, versão 1

Sociedade Portuguesa de Física, Divisão de Educação, 20 de junho de 2014, http://de.spf.pt/moodle/

Grupo I

1. (D)

> O movimento da barra magnetizada, aproximação ou afastamento da bobina, altera a intensidade do campo magnético no interior da bobina e, neste caso, também o fluxo do campo magnético.
> A variação do fluxo do campo magnético que atravessa a bobina B origina a corrente elétrica detetada pelo galvanómetro G.

2. (D)

> Uma barra magnética cria um campo magnético. Se ela estiver parada o fluxo do campo magnético através da bobina é constante ($|\Delta\phi| = 0$), não originando, assim, força eletromotriz induzida, $|\varepsilon_\mathrm{i}| = \dfrac{|\Delta\phi|}{\Delta t} = 0$.
> Há corrente elétrica induzida se existir variação do fluxo do campo magnético.

3. (C)

> Se houver variação no fluxo magnético através de uma espira, a variação do fluxo magnético através de todas as espiras, na bobina, é, admitindo um campo constante, diretamente proporcional ao número de espiras.
> Quanto mais rápida for a variação do fluxo do campo magnético (menor Δt) maior será a força eletromotriz induzida, uma vez que $|\varepsilon_\mathrm{i}| = \dfrac{|\Delta\phi|}{\Delta t}$.

4. Volt [OU weber por segundo[1] OU equivalente]

---

[1] Esta resposta baseada na identificação da unidade a partir da expressão da força eletromotriz como um fluxo magnético por unidade de tempo é SI e, em sentido lato, é também aceitável. Mostra ainda que o aluno sabe utilizar uma expressão algébrica como fonte para identificar a unidade de uma grandeza.

Grupo II

1. (B)

$$E = m\,\Delta T\,c = 0{,}700\,\mathrm{k\cancel{g}} \times (27{,}0 - 25{,}0)\,^{\circ}\cancel{\mathrm{C}} \times 897\ \mathrm{J\,k\cancel{g}^{-1}\,^{\circ}\cancel{C}^{-1}} = (1{,}4 \times 897)\ \mathrm{J}$$

2. (B)

Mantendo-se constantes a área e a emissividade, a potência da radiação emitida é diretamente proporcional à quarta potência da temperatura absoluta ($P = e\,\sigma\,A\,T^4$): $\dfrac{P_{T=473\,\mathrm{K}}}{P_{T=298\,\mathrm{K}}} = \dfrac{473^4}{298^4} = \left(\dfrac{473}{298}\right)^4 = 6{,}35$

A potência da radiação emitida aumenta cerca de 6,3 vezes.

3. Cálculo da energia necessária para fundir a barra de alumínio:

$$\Delta H_{\text{fusão}} = \frac{E}{m} \Rightarrow E = \Delta H_{\text{fusão}}\,m = 4{,}0 \times 10^5\ \mathrm{J\,k\cancel{g}^{-1}} \times 0{,}700\ \mathrm{k\cancel{g}} = 2{,}80 \times 10^5\ \mathrm{J}$$

Cálculo do tempo necessário para transferir essa energia:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} = \frac{2{,}80 \times 10^5\ \mathrm{J}}{1{,}1 \times 10^3\ \mathrm{W}} = \frac{2{,}80 \times 10^5\ \cancel{\mathrm{J}}}{1{,}1 \times 10^3\ \cancel{\mathrm{J}}\,\mathrm{s^{-1}}} = 2{,}5 \times 10^2\ \mathrm{s}$$

Grupo III

1. Cálculo do valor mais provável da altura máxima atingida após o primeiro ressalto:

$$\overline{h_{\text{após}}} = \frac{0{,}52 + 0{,}52 + 0{,}54}{3} = 0{,}53\ \mathrm{m}$$

Cálculo da incerteza relativa (em percentagem):

Ensaio	$h_{\text{após}}$ / m	Desvio δ_i / m	Módulo do desvio $\lvert\delta_i\rvert$ / m
1.º	0,52	−0,01	0,01
2.º	0,52	−0,01	0,01
3.º	0,54	0,01	0,01

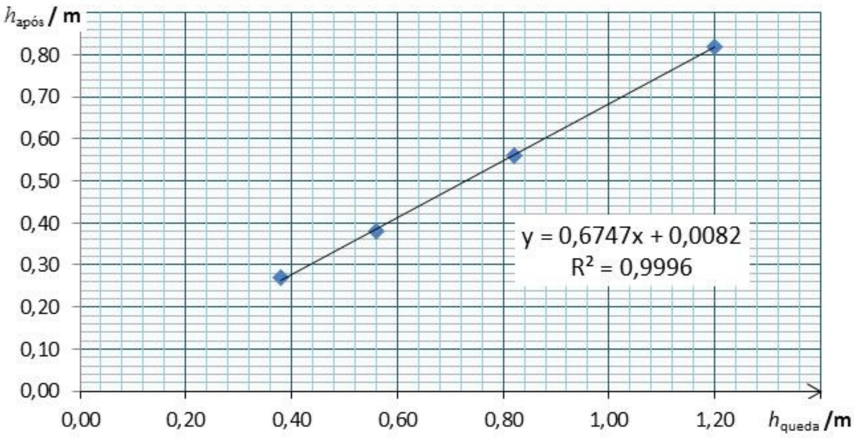
$$\delta_{\text{relativa}} = \frac{\Delta h_{\text{após}}}{\overline{h_{\text{após}}}} = \frac{\lvert\delta_i\rvert_{\text{máx}}}{\overline{h_{\text{após}}}} = \frac{0{,}01\ \cancel{\mathrm{m}}}{0{,}53\ \cancel{\mathrm{m}}} = 0{,}02 \Rightarrow \delta_{\text{relativa}}(\%) = 0{,}02 \times 100\% = 2\%$$

Resultado da medição: $h_{\text{após}} = 0{,}53\ \mathrm{m} \pm 2\%$

2.

2.1.

h_{queda} / m	$h_{\text{após}}$ / m
1,20	0,82
0,82	0,56
0,56	0,38
0,38	0,27



Equação de regressão linear do gráfico de dispersão da altura máxima após o ressalto em função da altura de queda: $h_{\text{queda}} = 0{,}675 h_{\text{após}} + 8\times10^{-3}$ (SI)

Cálculo do coeficiente de restituição (o declive do gráfico é igual ao quadrado do coeficiente de restituição):

$$e = \sqrt{\frac{h_{\text{após}}}{h_{\text{queda}}}} \Rightarrow e^2 = \frac{h_{\text{após}}}{h_{\text{queda}}} \Rightarrow h_{\text{após}} = e^2 h_{\text{queda}} \Rightarrow e^2 = 0{,}675 \Rightarrow e = \sqrt{0{,}675} = 0{,}82$$

2.2. (D)

Um menor coeficiente de restituição significa uma menor altura máxima de ressalto para uma determinada altura de queda e, portanto, uma maior percentagem de energia dissipada.

Sendo desprezável a força de resistência do ar durante as descida e subida da bola há conservação da energia mecânica: a energia mecânica da bola imediatamente antes da colisão com o solo é igual à energia potencial gravítica do sistema bola-Terra para a altura de queda e imediatamente após a colisão é igual à energia potencial para a altura máxima de ressalto.

Assim, a razão entre a energia dissipada na colisão e a energia antes da colisão é $\frac{E_{\text{m,i}} - E_{\text{m,f}}}{E_{\text{m,i}}} = 1 - \frac{E_{\text{m,f}}}{E_{\text{m,i}}} = 1 - \frac{m\,g\,h_{\text{após}}}{m\,g\,h_{\text{queda}}} = 1 - \frac{h_{\text{após}}}{h_{\text{queda}}} = 1 - e^2$.

Um aumento do coeficiente de restituição implica uma menor percentagem de energia dissipada. Para o sistema bola X-Terra a percentagem de energia dissipada é $(1 - 0{,}76^2)\times 100\% = 42\%$ e para o sistema bola Y-Terra é $(1 - 0{,}65^2)\times 100\% = 58\%$.

Grupo IV

1.

1.1. (C)

Quer existam ou não forças dissipativas, a criança parte do repouso e aumenta a sua velocidade. Então, as acelerações em ambas as situações apontam no sentido do movimento.

A aceleração menor é a da situação II, uma vez que é também menor a resultante das forças (as forças de atrito têm sentido oposto à componente do peso segundo o eixo dos *xx*).

1.2. Cálculo do módulo da aceleração, a, na descida:

$$x = x_0 + v_0 t + \tfrac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 4{,}0 = 0 + 0 + \tfrac{1}{2} a \times 2{,}1^2 \Rightarrow a = \frac{2 \times 4{,}0}{2{,}1^2} = 1{,}81 \text{ m s}^{-2}$$

Cálculo da intensidade da resultante das forças, F_R:

$$F_R = ma = 30 \times 1{,}81 = 54 \text{ N}$$

2.

2.1. (A)

Como um cavalinho efetua quatro rotações em 60 s, conclui-se que cada rotação demora $\frac{60}{4} = 15$ s. Portanto $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{15}$ rad s^{-1}

OU

A frequência é $f = \frac{4}{60}$ Hz e o módulo da velocidade angular $\omega = 2\pi f$

$\omega = 2\pi \times \frac{4}{60} \text{ rad s}^{-1} = \frac{8}{60}\pi \text{ rad s}^{-1} = \frac{2}{15}\pi \text{ rad s}^{-1}$.

2.2. Ambos os cavalinhos dão uma volta completa no mesmo tempo e, por isso, têm a mesma velocidade angular ($\omega_A = \omega_B = \omega$). O raio da circunferência descrita pelo cavalinho A é maior do que o raio da circunferência descrita por B ($r_A > r_B$), portanto, o cavalinho A terá maior aceleração [$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega r)^2}{r} = \omega^2 r \Rightarrow a_A > a_B$].

OU

Ambos os cavalinhos dão uma volta completa no mesmo tempo, ou seja, têm o mesmo período ($T_A = T_B = T$). O raio da circunferência descrita pelo cavalinho A é maior do que o raio da circunferência descrita por B ($r_A > r_B$), portanto, o cavalinho A terá maior aceleração [$a = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4\pi^2}{T^2} r \Rightarrow a_A > a_B$].

Grupo V

1.

1.1. (C)

> A configuração eletrónica do nitrogénio no estado fundamental é $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$.
>
> Há três energias diferenciadas para os eletrões: $E_{1s} < E_{2s} < E_{2p}$.
>
> A energia das orbitais, em átomos polieletrónicos, depende de n e de ℓ (as orbitais 2p, em que $\ell = 1$, e 2s, em que $\ell = 0$, têm energias diferentes).

1.2. (C)

> As orbitais com $\ell = 0$ são as orbitais do tipo s. São 2 eletrões na 1s e mais 2 na 2s.

2.

2.1. $E_{\text{mínima}} = 2{,}18 \times 10^{-18}$ J

> $E_{\text{mínima}} = E_{\infty} - E_1 = 0 - (-2{,}18 \times 10^{-18}) = 2{,}18 \times 10^{-18}$ J

2.2. Se existisse absorção da radiação, o eletrão transitaria para um nível n cuja energia é igual à soma da energia do estado fundamental com a energia da radiação absorvida: $E_n = E_1 + E_{\text{radiação}} = -2{,}18 \times 10^{-18} + 1{,}80 \times 10^{-18} = -3{,}8 \times 10^{-19}$ J.

Como não há nenhum nível que tenha esta energia (esta energia é maior do que a do nível $n = 2$ e menor do que a do nível $n = 3$), não ocorre transição do eletrão.

2.3. (A)

As radiações visíveis resultam de transições dos eletrões para o nível 2, quando antes estavam em níveis superiores: $E_{\text{radiação}} = E_n - E_2$

Assim, $E_n = E_2 + E_{\text{radiação}} = (-5{,}45 \times 10^{-18} + 4{,}84 \times 10^{-18}\ )\ \text{J}$

Grupo VI

1. $\Delta[\text{H}_2] = -0{,}100\ \text{mol dm}^{-3}$ OU a concentração diminuiu $0{,}100\ \text{mol dm}^{-3}$.

$$\Delta[\text{H}_2] = 0{,}400 - 0{,}500 = -0{,}100\ \text{mol dm}^{-3}$$

2. (B)

$$x_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{n_{\text{H}_2} + n_{\text{N}_2} + n_{\text{NH}_3}} = \frac{0{,}05}{0{,}500 + 0{,}200 + 0{,}050} = 6{,}7 \times 10^{-2}$$

3. Determinação do reagente limitante: de acordo com a estequiometria da reação 1 mol de N_2 reage com 3 mol de H_2, assim $0{,}200\ \text{mol}$ $(0{,}200\ \text{mol dm}^{-3} \times 1{,}00\ \text{dm}^3)$ de N_2 reagiriam com $0{,}200\ \text{mol} \times 3 = 0{,}600\ \text{mol}$ de H_2.

Estando disponíveis, inicialmente, apenas $0{,}500\ \text{mol}$ $(0{,}500\ \text{mol dm}^{-3} \times 1{,}00\ \text{dm}^3)$ de H_2, este é o reagente limitante.

Cálculo da quantidade de amoníaco formado caso a reação fosse completa: 3 mol de H_2 originam 2 mol de NH_3, portanto 0,500 mol de H_2 originariam $0{,}500\ \text{mol} \times \frac{2}{3} = 0{,}333\ \text{mol}$ de amoníaco.

Cálculo da quantidade de matéria obtida de amoníaco:

$$n_{\text{NH}_3,\text{obtido}} = n_{\text{NH}_3,\text{eq}} - n_{\text{NH}_3}(0) = 0{,}139\ \text{mol dm}^{-3} \times 1{,}00\ \text{dm}^3 - 0{,}050\ \text{mol dm}^{-3} \times 1{,}00\ \text{dm}^3 = 0{,}089\ \text{mol}$$

Cálculo do rendimento: $\eta(\%) = \dfrac{n_{\text{NH}_3,\text{obtido}}}{n_{\text{NH}_3,\text{previsto}}} \times 100\% = \dfrac{0{,}089\ \text{mol}}{0{,}333\ \text{mol}} \times 100\% = 27\%$

4. (B)

A reação de síntese do amoníaco apresenta uma variação de entalpia negativa, o que significa haver libertação de energia.

O coeficiente estequiométrico do amoníaco, NH_3, na equação química indica que é por cada duas moles de NH_3 formadas.

5. De acordo com o Princípio de Le Châtelier, um aumento de temperatura favorece a transformação em que ocorre absorção de energia (reação endotérmica), que neste caso é a reação inversa (sendo negativa a variação de entalpia, a reação direta ocorre com libertação de energia).

Assim, prevê-se que as concentrações de reagentes, hidrogénio e nitrogénio, irão aumentar e a do produto, amoníaco, irá diminuir em relação aos valores em equilíbrio antes do aumento de temperatura.

6. (D)

> Na notação de Lewis apenas se representam os eletrões de valência (ligantes e não ligantes).

7. (A)

> Na molécula de amoníaco cada um dos três átomos de hidrogénio liga-se ao nitrogénio. A molécula assume uma geometria piramidal, ocupando o nitrogénio um dos vértices da pirâmide. Esta disposição espacial dos átomos pode ser compreendida em resultado da existência de um par de eletrões não ligante no átomo de nitrogénio.

Grupo VII

1.

1.1. Cálculo da concentração do ião hidróxido:

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \Rightarrow [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1{,}0\times10^{-14}}{10^{-11{,}1}} = \frac{1{,}0\times10^{-14}}{7{,}943\times10^{-12}} = 1{,}26\times10^{-3}\ \text{mol dm}^{-3}$$

De acordo com a estequiometria da reação e, desprezando a contribuição da autoionização da água, conclui-se que $[OH^-] = [NH_4^+]$ cuja ordem de grandeza é 10^{-3} mol dm^{-3}.

Como a ionização do amoníaco é pouco extensa (a concentração do ião amónio é cerca de 10^2 vezes menor do que a do amoníaco), $[NH_3]_{eq}$ é da mesma ordem de grandeza que $[NH_3]_{inicial}$: 10^{-1} mol dm^{-3}.

Assim, a ordem de grandeza da constante de basicidade, $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$, é

$\frac{10^{-3}\times10^{-3}}{10^{-1}} = 10^{-5}$.

1.2. (A)

O volume aumenta 5 vezes: $\frac{V_f}{V_i} = \frac{250{,}0\ \text{cm}^3}{50{,}0\ \text{cm}^3} = 5$. Uma vez que a quantidade de amoníaco é constante (apenas se adiciona água), a concentração diminui 5 vezes: $c_f = \frac{c_i}{5} = \frac{0{,}10}{5} = 2{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol dm}^{-3}$.

2. $NH_4^+(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$