

Exame Final Nacional do Ensino Secundário 2014

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Prova 715/1.ª Fase

Versões 1 e 2

Grupo I

1. Versão 1 (D); Versão 2 (B)

Faraday descobriu que o movimento da barra magnetizada, aproximação ou afastamento da bobina, altera a intensidade do campo magnético no interior da bobina e, assim, 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. Versão 1 (D); Versão 2 (A)

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 $|e_i| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = 0$.

Há corrente elétrica induzida se existir variação do fluxo do campo magnético.

3. Versão 1 (C); Versão 2 (D)

A variação do fluxo magnético através de todas as espiras, na bobina, aumenta com o 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 $|e_i| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$.

4. Volt (a força eletromotriz é uma energia por unidade de carga)

Grupo II

1. Versão 1 (B); Versão 2 (D)

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

2. Versão 1 (B); Versão 2 (C)

Mantendo-se constantes a área e a emissividade, a potência da radiação emitida é diretamente proporcional à quarta potência da

temperatura absoluta ($P = e \sigma AT^4$): $\frac{P_{T=473 \text{ K}}}{P_{T=298 \text{ K}}} = \frac{473^4}{298^4} = \left(\frac{473}{298}\right)^4 = 6,35$

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

$$3. P = \frac{E}{t} = 1,1 \text{ kW} = 1,1 \times 10^3 \text{ W} = \frac{1,1 \times 10^3 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

$$\text{Cálculo da energia necessária para fundir a barra de alumínio: } \Delta H_{\text{fusão}} = \frac{E}{m} \Rightarrow E = \Delta H_{\text{fusão}} m = 4,0 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \times 0,700 \text{ kg} = 2,80 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\text{Cálculo do tempo necessário para transferir essa energia: } P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} = \frac{2,80 \times 10^5 \text{ J}}{1,1 \times 10^3 \text{ W}} = \frac{2,80 \times 10^5 \text{ J}}{1,1 \times 10^3 \text{ J s}^{-1}} = 2,5 \times 10^2 \text{ s}$$

Grupo III

$$1. \text{ Cálculo do valor mais provável da altura máxima atingida após o primeiro ressalto: } \overline{h_{\text{após}}} = \frac{0,52 + 0,52 + 0,54}{3} = 0,53 \text{ m}$$

Cálculo da incerteza relativa (em percentagem):

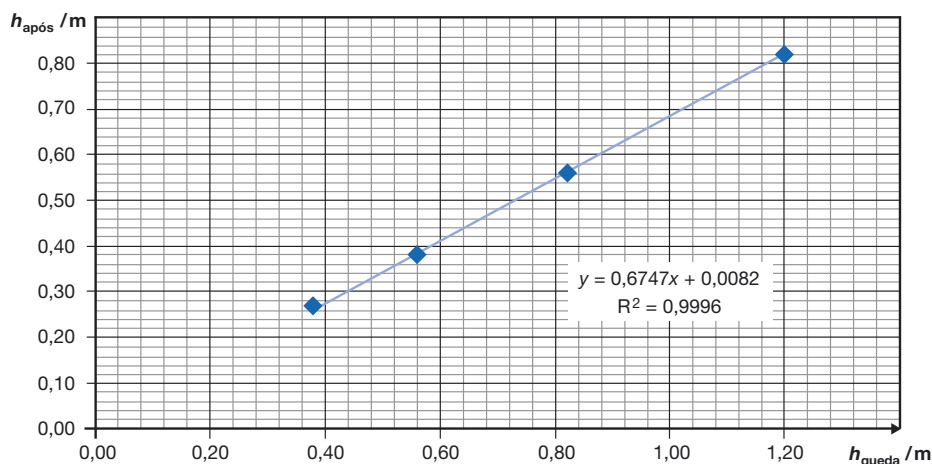
Ensaio	$h_{\text{após}} / \text{m}$	Desvio δ_i / m	Módulo do desvio $ \delta_i / \text{m}$
1.º	0,52	-0,01	0,01
2.º	0,52	-0,01	0,01
3.º	0,54	0,01	0,01

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

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

2.1.

$h_{\text{queda}} / \text{m}$	$h_{\text{após}} / \text{m}$
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:

$$h_{\text{queda}} = 0,675 h_{\text{após}} + 8 \times 10^{-3} \text{ (SI)}$$

No modelo teórico, a altura de ressalto é nula para uma altura de queda nula. Na expressão determinada, o valor 8×10^{-3} é aproximadamente zero, e resulta do modelo matemático usado no tratamento com os dados.

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. Versão 1 (D); Versão 2 (A)

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 a descida e a 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 à 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:

$$\frac{E_{m,i} - E_{m,f}}{E_{m,i}} = 1 - \frac{E_{m,f}}{E_{m,i}} = 1 - \frac{m g h_{\text{após}}}{m g h_{\text{queda}}} = 1 - \frac{h_{\text{após}}}{h_{\text{queda}}} = 1 - e^2.$$

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 Versão 1 (C); Versão 2 (A)

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:

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

Cálculo da intensidade da resultante das forças, F_R :

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

2.1. Versão 1 (A); Versão 2 (B)

Como no carrusel, um cavaleiro efetua quatro rotações em 60 s, conclui-se que cada rotação demora $\frac{60}{4} = 15 \text{ s}$.

$$\text{Portanto } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{15} \text{ rad s}^{-1} \text{ OU}$$

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

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

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 ($r_A > r_B$), logo, 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. Versão 1 (C); Versão 2 (B)

A configuração eletrônica 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 polieletrônicos, depende de n e de ℓ (as orbitais $2p$, em que $\ell = 1$, e $2s$, em que $\ell = 0$, têm energias diferentes).

1.2. Versão 1 (C); Versão 2 (B)

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

$$\begin{aligned} 2.1. E_{\text{mínima}} &= 2,18 \times 10^{-18} \text{ J} \\ E_{\text{mínima}} &= E_{\infty} - E_1 = 0 - (-2,18 \times 10^{-18}) = 2,18 \times 10^{-18} \text{ J} \end{aligned}$$

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:

$$E_n = E_1 + E_{\text{radiação}} = -2,18 \times 10^{-18} + 1,80 \times 10^{-18} = -3,8 \times 10^{-19} \text{ J}$$

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. Versão 1 (A); Versão 2 (C)

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. $\Delta[H_2] = -0,001 \text{ mol dm}^{-3}$ OU a concentração diminuiu $0,001 \text{ mol dm}^{-3}$.

$$\Delta[H_2] = 0,400 - 0,500 = -0,100 \text{ mol dm}^{-3}$$

2. Versão 1 (B); Versão 2 (C)

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

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 mol de N_2 ($0,200 \text{ mol dm}^{-3} \times 1,00 \text{ dm}^3$) reagiriam com $0,200 \text{ mol} \times 3 = 0,600 \text{ mol}$ de H_2 .

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

Cálculo da quantidade obtida de amoníaco 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:

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

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

4. Versão 1 (B); Versão 2 (D)

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 liberação 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. Versão 1 (D); Versão 2 (B)

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

7. Versão 1 (A); Versão 2 (C)

Na molécula de amoníaco cada um dos três átomos de hidrogénio liga-se ao nitrogénio. A molécula assume uma geometria piramidal triangular, ocupando o nitrogénio um dos vértices da pirâmide.

Grupo VII

1.1. $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11,1} = 7,943 \times 10^{-12} \text{ mol dm}^{-3}$

Cálculo da concentração do ião hidróxido:

$$k_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{10^{-11,1}} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{7,943 \times 10^{-12}} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

De acordo com a estequiometria da reação e, desprezando a contribuição da autoionização da água, conclui-se que $[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+]$ cuja ordem de grandeza é $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

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), $[\text{NH}_3]_{\text{eq}}$ é da mesma ordem de grandeza que $[\text{NH}_3]_{\text{inicial}}$: $10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$.

Assim, a ordem de grandeza da constante de basicidade, $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$ é $\frac{10^{-3} \times 10^{-3}}{10^{-1}} = 10^{-5}$.

1.2. Versão 1 (A); Versão 2 (D)

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: $c_f = \frac{c_i}{5} = \frac{0,10}{5} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

