

Exame Nacional de 2013 2.ª Fase

Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

Prova 715/Versões 1 e 2

Grupo I

1. Versão 1 (B); versão 2 (A)

$$c = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{d}{c} = \frac{3,6 \times 10^4 \text{ km}}{3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}} = \frac{3,6 \times 10^4 \times 10^3 \text{ m}}{3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}} = \frac{3,6 \times 10^4 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} \text{ s}$$

2. Aceleração centrípeta do satélite geoestacionário

[$r = (6,4 \times 10^6 + 3,6 \times 10^7) \text{ m}$]:

$$F_g = m a_n \Leftrightarrow G \frac{M_T m_s}{r^2} = m_s a_n \Leftrightarrow a_n = G \frac{M_T}{r^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_n = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6 + 3,6 \times 10^7)^2} = 0,222 \text{ m s}^{-2}$$

Período de translação do satélite:

$$a_n = \omega^2 r \Leftrightarrow a_n = \frac{4\pi^2}{T^2} r \Leftrightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{a_n}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{4,24 \times 10^7}{0,222}} = 8,68 \times 10^4 \text{ s} = \frac{8,68 \times 10^4}{3600} \text{ h} = 24 \text{ h}$$

OU

Verificar que a aceleração centrípeta de um satélite geoestacionário à altitude considerada coincide com o valor obtido com base na segunda lei de Newton e na lei da gravitação universal:

$$a_n = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} r = \frac{4\pi^2}{(24 \times 3600)^2} \times (6,4 \times 10^6 + 3,6 \times 10^7) = 0,22 \text{ m s}^{-2}$$

3.

3.1. Versão 1 (A); versão 2 (C)

Para que a intensidade média da radiação solar seja $1,3 \times 10^3 \text{ W m}^{-2}$, é necessário que o painel seja perpendicular à direção da radiação incidente.

Estando com essa orientação, a área do painel pode ser qualquer dado que para a mesma distância ao Sol a intensidade da radiação incidente no painel é constante. [A potência média da radiação e a área do painel são, no mesmo local e para a mesma orientação, diretamente proporcionais: $I = \frac{P}{A} = 1,3 \times 10^3 \text{ W m}^{-2} = \text{constante}$]

3.2. Energia incidente no conjunto de painéis num dia:

$$E_{\text{incidente}} = P \Delta t = I A \Delta t = 1,3 \times 10^3 \text{ W m}^{-2} \times 12 \text{ m}^2 \times 24 \text{ h} = 3,74 \times 10^5 \text{ W h} = 374 \text{ kW h}$$

Energia elétrica média produzida pelo conjunto de painéis:

$$\eta(\%) = \frac{E_{\text{elétrica}}}{E_{\text{incidente}}} \times 100\% \Rightarrow E_{\text{elétrica}} = E_{\text{incidente}} \times \frac{\eta(\%)}{100\%} = 374 \text{ kW h} \times \frac{20(\%)}{100\%} = 75 \text{ kW h}$$

4. Duas das seguintes características: não se difratam significativamente (propagam-se em linha reta), não se refletem significativamente na ionosfera, não são absorvidas (são pouco absorvidas) pela atmosfera.

Como as micro-ondas têm frequência relativamente elevada, suportando uma modulação de frequência com larguras de banda relativamente grandes, o que permite o carregamento de muita informação, esta característica também é válida.

Grupo II

1.

1.1. O principal mecanismo de transferência de energia, como calor, que permite o aquecimento de todo o ar é a convecção.

O ar que se encontra junto ao fogo aquece, tornando-se menos denso, o que dá origem a uma corrente quente ascendente. Este ar, ao subir, arrefece, ao transferir energia para o ar que encontra, tornando-se assim mais denso, o que irá originar uma corrente descendente de ar mais frio.

As correntes quentes ascendentes e as correntes frias descendentes, repetindo-se em simultâneo ao longo do tempo, permitem o aquecimento de todo o ar.

1.2. Versão 1 (C); versão 2 (B)

$$n_{\text{O}_2} = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_m} = \frac{0,21 \times V}{V_m} = \frac{0,21 \times 800 \text{ m}^3}{V_m (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1})} = \frac{0,21 \times 800 \text{ m}^3 \times 10^3 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-3}}{V_m (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_{\text{O}_2} = \frac{800 \times 10^3 \times 0,21}{V_m} \text{ mol}$$

2. Versão 1 (B); versão 2 (C)

$$\frac{\Delta p}{\Delta h} = \frac{-1,32 \times 10^{-3} \text{ atm}}{10 \text{ m}} \Rightarrow \Delta h = 10 \text{ m} \times \frac{\Delta p}{-1,32 \times 10^{-3} \text{ atm}} =$$

$$= 10 \text{ m} \times \frac{(0,60 - 1,00) \text{ atm}}{-1,32 \times 10^{-3} \text{ atm}} = 3,0 \times 10^3 \text{ m}$$

3. Versão 1 (A); versão 2 (D)

$$W_{\vec{P}} = -\Delta E_p = -m g \Delta h = -m g \times 2,0 \times 10^3 = -2,0 \times 10^3 \text{ m g}$$

4. Versão 1 (C); versão 2 (A)

Na troposfera a temperatura diminui sempre com a altitude.

Grupo III

1. Versão 1 (D); versão 2 (C)

$$y(t) = \frac{1}{2} g t^2 = 5 t^2 \Rightarrow y(0,2) = 0,2 \text{ m} \wedge y(0,4) = 0,8 \text{ m}$$

2. A energia dissipada traduz-se numa diminuição de energia mecânica do sistema *bola + Terra*.

A velocidade terminal é constante, logo, a variação de energia cinética da bola é nula.

Variação de energia potencial gravítica do sistema *bola + Terra*:

$$\Delta E_p = m g \Delta h = -m g \Delta y = -4,0 \times 10^{-3} \times 10 \times 50,0 \times 10^{-2} = -2,0 \times 10^{-2} \text{ J}$$

Como a variação de energia mecânica é igual à soma da variação de energia cinética com a variação de energia potencial, conclui-se que a variação de energia mecânica é igual à variação de energia potencial: $\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p = 0 + (-2,0 \times 10^{-2}) = -2,0 \times 10^{-2} \text{ J}$. Assim a energia dissipada é $2,0 \times 10^{-2} \text{ J}$.

OU

A energia dissipada corresponde ao simétrico do trabalho das forças dissipativas.

Como o movimento é uniforme, a resultante das forças é nula. Assim, a resultante das forças dissipativas (resistência do ar) é simétrica do peso e o seu trabalho é

$$W_{\vec{F}_{\text{dissipativas}}} = R_{\text{ar}} d \cos 180^\circ = m g d \cos 180^\circ = 4,0 \times 10^{-3} \times 10 \times 0,500 \times (-1) = -2,0 \times 10^{-2} \text{ J}$$

Conclui-se que a energia dissipada é $2,0 \times 10^{-2}$ J.

OU

Como a velocidade terminal é constante, a variação de energia cinética é nula e, consequentemente, o trabalho da resultante das forças é também nulo.

Assim, o trabalho da resistência do ar (força dissipativa) é simétrico do trabalho do peso:

$$W_{R_{ar}} = -W_P = \Delta E_p = m g \Delta h = -m g \Delta y = -4,0 \times 10^{-3} \times 10 \times 50,0 \times 10^{-2} = -2,0 \times 10^{-2} \text{ J.}$$

O módulo do trabalho da resistência do ar é igual à energia dissipada: $2,0 \times 10^{-2}$ J

3.

3.1. Versão 1 (A); versão 2 (B)

A velocidade da bola tem a direção e o sentido do movimento, ou seja, direção paralela ao plano e sentido negativo do eixo dos xx (subida).

Como o movimento de subida é retardado, a aceleração tem sentido oposto à velocidade (sentido positivo do eixo dos xx).

3.2. Versão 1 (D); versão 2 (D)

Na ausência de forças dissipativas, a energia mecânica do sistema bola + Terra permanece constante.

Tomando como referência para medição da energia potencial a posição inicial:

$$E_{m,0} = E_{m,h_{\max}} \Leftrightarrow 0 + E_{c,0} = E_{p,h_{\max}} + 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v_0^2 + 0 = m g h_{\max} + 0 \Leftrightarrow \frac{h_{\max}}{v_0^2} = \frac{1}{2g} = \text{constante.}$$

A altura máxima atingida pela bola, $h_{\max}$, é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade de lançamento, v_0^2 .

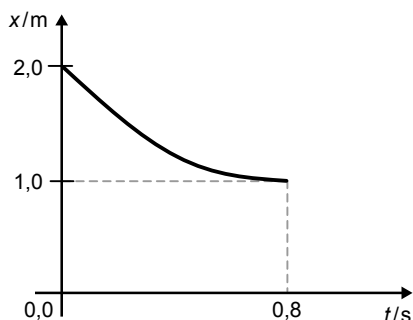
OU

O trabalho da resultante das forças é igual à variação de energia cinética.

$$W_{FR} = \Delta E_c \Leftrightarrow -F_R d = 0 - \frac{1}{2} m v_0^2 \Leftrightarrow \frac{d}{v_0^2} = \frac{m}{2F_R} = \text{constante}$$

Como a resultante das forças e a massa são constantes, e o módulo do deslocamento máximo é proporcional à altura máxima, conclui-se que a altura máxima é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade.

3.3.



Grupo IV

1.

1.1. Variação da quantidade de SO_3 até ser atingido o equilíbrio:

$$\Delta n_{\text{SO}_3} = -4,0 \times 0,40 = -1,6 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{SO}_3,e} = 4,0 + (-1,6) = 2,4 \text{ mol}$$

A proporção estequiométrica entre SO_2 e SO_3 é 1:1 (a quantidade de SO_2 que se forma é igual à quantidade de SO_3 que reage), assim

$$\Delta n_{\text{SO}_2} = -\Delta n_{\text{SO}_3} = -(-1,6) = 1,6 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{SO}_2,e} = 0 + 1,6 = 1,6 \text{ mol}$$

A proporção estequiométrica entre O_2 e SO_3 é 1:2 (a quantidade de O_2 que se forma é metade da quantidade de SO_3 que reage), assim

$$\Delta n_{\text{O}_2} = -\frac{1}{2} \Delta n_{\text{SO}_3} = -\frac{1}{2} \times (-1,6) = 0,80 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{O}_2,e} = 0 + 0,80 = 0,80 \text{ mol}$$

As concentrações de equilíbrio são:

$$[\text{SO}_3]_e = \frac{2,4}{2,0} = 1,2 \text{ mol dm}^{-3}; [\text{SO}_2]_e = \frac{1,6}{2,0} = 0,80 \text{ mol dm}^{-3}; [\text{O}_2]_e = \frac{0,80}{2,0} = 0,40 \text{ mol dm}^{-3};$$

Assim, a constante de equilíbrio é

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{0,80^2 \times 0,40}{1,2^2} = 0,18$$

1.2. Versão 1 (C); versão 2 (D)

Na decomposição há absorção de energia: $9,82 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1}$.

Assim, para duas moles a energia interna do sistema aumentará de

$$9,82 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1} \times 2 \text{ mol} = +9,82 \times 10^4 \text{ J}$$

2. 1,25.

Nas mesmas condições de pressão e temperatura, os volumes molares de SO_3 e de SO_2 são iguais.

O quociente entre as densidades é:

$$\frac{\rho_{\text{SO}_3}}{\rho_{\text{SO}_2}} = \frac{\frac{M_{\text{SO}_3}}{V_m}}{\frac{M_{\text{SO}_2}}{V_m}} = \frac{M_{\text{SO}_3}}{M_{\text{SO}_2}} = \frac{(32,07 + 3 \times 16,00) \text{ g mol}^{-1}}{(32,07 + 2 \times 16,00) \text{ g mol}^{-1}} = 1,25$$

3. Massa de 100 cm^3 de solução concentrada de ácido sulfúrico:

$$m_{\text{solução}} = \rho V = 1,84 \text{ g cm}^{-3} \times 100 \text{ cm}^3 = 184 \text{ g}$$

Massa de H_2SO_4 naquele volume de solução:

$$\begin{aligned} \% (m/m) &= \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{solução}}} \times 100\% \Rightarrow m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = m_{\text{solução}} \times \frac{\% (m/m)}{100\%} \\ &= 184 \text{ g} \times \frac{98\%}{100\%} = 1,8 \times 10^2 \text{ g} \end{aligned}$$

Grupo V

1. Versão 1 (B); versão 2 (C)

1.1. Molécula de oxigênio na notação de Lewis: $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}=\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}$

Em cada átomo de oxigênio existem dois pares de elétrons de valência não ligantes.

2. Versão 1 (B); versão 2 (A)

A configuração eletrônica do átomo de oxigênio no estado fundamental é $1s^2 2s^2 2p^4$.

Os elétrons de valência menos energéticos são os da orbital 2s caracterizados por $(n, l, m_l, m_s) = (2, 0, 0, +\frac{1}{2})$ e $(n, l, m_l, m_s) = (2, 0, 0, -\frac{1}{2})$.

3. Versão 1 (C); versão 2 (B)

A energia de ionização do átomo de oxigênio é a energia mínima necessária para formar o íon monopositivo de oxigênio a partir do átomo, ambos no seu estado fundamental.

4.



Quatro riscas pretas (absorção) nas mesmas posições das quatro riscas «brancas» (emissão), a distâncias de 2,3 cm, 3,6 cm, 6,8 cm e 7,7 cm da margem esquerda do espectro.

Nota: num espectro real de absorção, as zonas dentro do tracejado da figura contêm uma banda contínua de cores.

Grupo VI

1.

1.1. Versão 1 (C); versão 2 (D)

O intervalo de tempo necessário para a dissolução completa diminui com o aumento do estado de divisão do sólido e com o aumento da agitação da mistura, dependendo, portanto, desses dois fatores.

1.2. Versão 1 (D); versão 2 (B)

A solubilidade de um sal em água é a concentração do sal dissolvido numa solução saturada.

Para o nitrato de potássio a proporção entre os iões é 1:1. Logo, as concentrações dos iões potássio e nitrato são iguais à concentração do nitrato de potássio que se dissolveu e, portanto, à solubilidade.

2.

2.1. 31 g

A 40 °C a solubilidade de KNO_3 é 62 g por 100 g de água.

Logo, para 50 g de água a massa de KNO_3 que é possível¹ dissol-

ver, para obter numa solução saturada, é $62 \text{ g} \times \frac{50 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 31 \text{ g}$.

2.2. Da leitura do gráfico verifica-se que a 30 °C a solubilidade de KNO_3 é 46 g por 100 g de água.

O valor medido pelo grupo de alunos é 55 g, o que representa um erro absoluto de $|55 - 46| \text{ g} = 9 \text{ g}$.

Erro relativo expresso em percentagem:

$$e_{\text{relativo}}(\%) = \frac{e_{\text{absoluto}}}{\text{valor exato}} \times 100\% = \frac{9 \text{ g}}{46 \text{ g}} \times 100\% = 20\%$$

2.3. A solubilidade do KNO_3 aumenta com a temperatura, o que significa que um aumento de temperatura favorece a dissolução do sal.

De acordo com o Princípio de Le Châtelier, o aumento de temperatura favorece a transformação que ocorre com absorção de energia (reação endotérmica) isto é, o sentido em que se retira energia do meio.

Conclui-se que a dissolução do KNO_3 é um processo endotérmico.

¹ Como podem existir soluções sobressaturadas, é possível dissolver, em 50 g de água, massas superiores ao valor indicado.