

## Proposta de Resolução do Exame Nacional de Física e Química A

### 11.º ano, 2013, 2.ª fase, versão 1

Sociedade Portuguesa de Física, Divisão de Educação, 16 de julho de 2013, <http://de.spf.pt/moodle/>

#### Grupo I

##### 1. (B)

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

##### 2. Aceleração centrípeta do satélite geoestacionário [ $r = (6,4 \times 10^6 + 3,6 \times 10^7) \text{ m}$ ]:

$$F_g = ma_n \Leftrightarrow G \frac{M_{\text{T}} m_s}{r^2} = m_s a_n \Leftrightarrow a_n = G \frac{M_{\text{T}}}{r^2} \Rightarrow a_n = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6 + 3,6 \times 10^7)^2} = 0,222 \text{ m s}^{-2}$$

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

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

##### 3.

##### 3.1. (A)

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 em um 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.

**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.** (C)

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

2. (B)

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

3. (A)

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

4. (C)

Na troposfera a temperatura diminui com a altitude.

### Grupo III

1. (D)

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

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  $2,0 \times 10^{-2} \text{ J}$ .

OU

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

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

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

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

### 3.

#### 3.1. (A)

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. (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:

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

$$\frac{h_{\text{máx}}}{v_0^2} = \frac{1}{2g} = \text{constante}$$

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

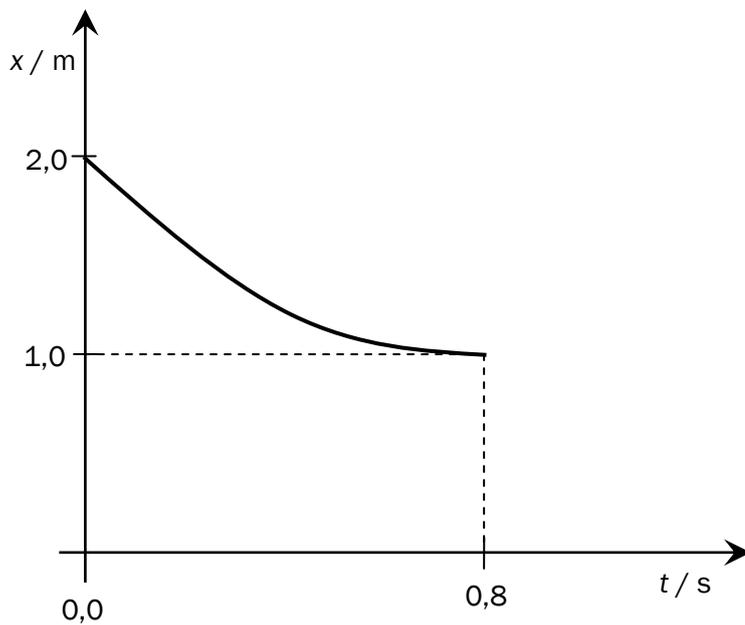
OU

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

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

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 $\text{SO}_3$ 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  $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_3$  é 1:1 (a quantidade de  $\text{SO}_2$  que se forma é igual à quantidade de  $\text{SO}_3$  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  $\text{O}_2$  e  $\text{SO}_3$  é 1:2 (a quantidade de  $\text{O}_2$  que se forma é metade da quantidade de  $\text{SO}_3$  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:

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

$$\text{Assim a constante de equilíbrio é } K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{0,80^2 \times 0,40}{1,2^2} = 0,18$$

#### 1.2. (C)

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

### 2. 1,25

Nas mesmas condições de pressão e temperatura os volumes molares de  $\text{SO}_3$  e de  $\text{SO}_2$  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<sup>3</sup> 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> naquele volume de solução:

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

### Grupo V

1. (B)

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

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

2. (B)

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  $(n, l, m_l, m_s) = \left(2, 0, 0, +\frac{1}{2}\right)$  e  $(n, l, m_l, m_s) = \left(2, 0, 0, -\frac{1}{2}\right)$ .

3. (C)

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.

## Grupo VI

### 1.

#### 1.1. (C)

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. (D)

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  $\text{KNO}_3$  é 62 g por 100 g de água.

Logo para 50 g de água a massa de  $\text{KNO}_3$  que é possível<sup>1</sup> dissolver, 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 $\text{KNO}_3$ é 46 g por 100 g de água (valor exato).

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:

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

#### 2.3. A solubilidade do $\text{KNO}_3$ 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  $\text{KNO}_3$  é um processo endotérmico.

---

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