

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

### 11.º ano, 2012, 1.ª fase, versão 1

Sociedade Portuguesa de Física, Divisão de Educação, 25 de junho de 2012, <http://de.spf.pt/moodle/>

#### Grupo I

1. Eletrões de valência.

2. (B)

Como o número atómico do carbono é 6 o átomo de carbono tem 6 eletrões.

De acordo com o princípio de energia mínima, os eletrões ficam distribuídos sucessivamente pelas orbitais 1s, 2s e 2p ( $2p_x$   $2p_y$   $2p_z$ ) e cada orbital pode ter no máximo 2 eletrões.

Distribuindo os 6 eletrões pelas orbitais de menor energia obtém-se a seguinte configuração  $1s^2 2s^2 2p^2$ .

Existem três orbitais 2p degeneradas, sendo a energia mínima para a configuração em que os 2 eletrões nas orbitais 2p estão em diferentes orbitais tal como, por exemplo, na opção (B):  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^0 2p_z^1$ .

3. (C)

O que é comum aos isótopos de um determinado elemento químico é o seu número atómico, isto é, o número de protões no núcleo. No átomo o número de eletrões é igual ao número de protões.

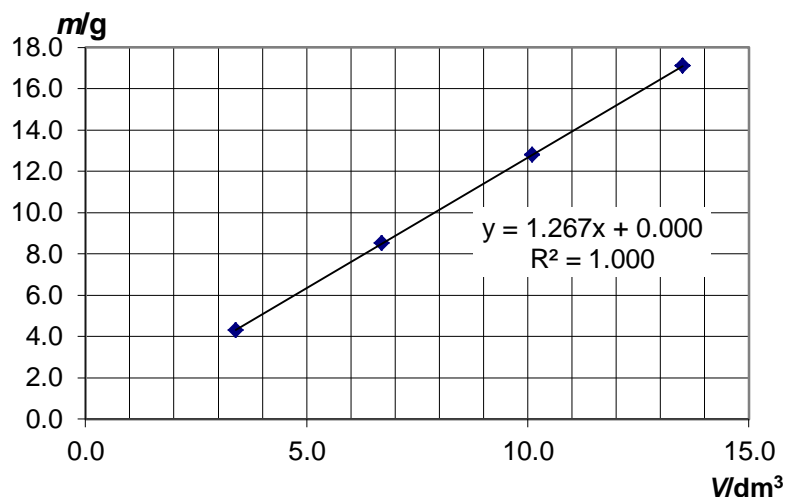
4. Orbital [atómica].

## Grupo II

### 1.

1.1. Equação da reta de ajuste ao gráfico da massa ( $m$ ) de  $\text{H}_2\text{S}$  em função do volume ( $V$ ):

$$m = 1,267V + 1 \times 10^{-4} \Rightarrow m \approx 1,267V$$



Como  $m = \rho V$  conclui-se que a massa volúmica é  $\rho = 1,267 \text{ g dm}^{-3}$ .

Obtenção da relação entre o volume molar e a densidade de um gás:

$$V_m = \frac{V}{n} = \frac{V}{\frac{m}{M}} = \frac{V M}{m} = \frac{V}{m} \times M = \frac{1}{\frac{m}{V}} \times M = \frac{M}{\rho}$$

OU

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n M}{n V_m} = \frac{M}{V_m} \Rightarrow V_m = \frac{M}{\rho}$$

Cálculo da massa molar de  $\text{H}_2\text{S}$ :  $M(\text{H}_2\text{S}) = 2 \times 1,01 + 32,07 = 34,09 \text{ g mol}^{-1}$

Cálculo do volume molar do gás à pressão de 1 atm e à temperatura de 55 °C:

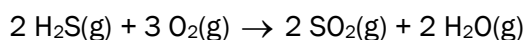
$$V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{34,09 \text{ g mol}^{-1}}{1,267 \text{ g dm}^{-3}} = 26,9 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

### 1.2. (C)

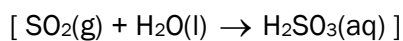
De acordo com a lei de Avogadro, no dobro do volume existem, nas mesmas condições de pressão e temperatura, o dobro da quantidade de matéria e, em consequência, o dobro do número de moléculas.

Como cada molécula de  $\text{H}_2\text{S}$  tem metade do número de átomos de hidrogénio em relação à molécula  $\text{CH}_4$ , conclui-se que o número de átomos de hidrogénio é o mesmo nas duas amostras.

**1.3.** Equação química da reação do sulfureto de hidrogénio com o oxigénio:



O  $\text{SO}_2$  (g) formado reage com a água originando ácido sulfuroso  $\text{H}_2\text{SO}_3$  (aq)



A presença deste ácido na água da chuva contribui para o aumento da sua acidez natural.

O  $\text{SO}_2$  (g) reage também com o  $\text{O}_2$  (g) atmosférico originando o  $\text{SO}_3$  (g) que, posteriormente, reage com a água originando o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), o qual, por ser um ácido mais forte, contribui ainda mais para a acidificação da água da chuva.

**2.**

**2.1.** (B)

$$22 \text{ ppm} = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{solução}}} \times 10^6 = \frac{22 \text{ mg}}{10^6 \text{ mg}} \times 10^6 = \frac{22 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} \times 10^6 = \frac{22 \text{ mg}}{\text{kg}} \times 10^6$$

então há 22 mg de  $\text{H}_2\text{S}$  por cada kg de solução

**2.2.** (A)

O  $\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$  é oxidado [o número de oxidação de S passa de -2 no  $\text{H}_2\text{S}$  para 0 no S] logo funciona como redutor.

**3.**

**3.1.** (B)

A ionização do ácido sulfídrico é favorecida por uma menor concentração do ião hidrónio (segundo princípio de Le Châtelier, o sistema evolui no sentido de repor esses iões, ou seja, no sentido direto, originando maior ionização do ácido). Quanto menor a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$  maior o pH.

**3.2.** Cálculo da concentração do ião ferro (II):

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{n}{V} = \frac{M}{V} = \frac{m}{M V} = \frac{4,47 \text{ g}}{1 \text{ dm}^3 \times 55,85 \text{ g dm}^{-3}} = 8,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

Determinação da concentração do ião sulfureto numa solução saturada de sulfureto de ferro (II):

$$K_s = [\text{Fe}^{2+}][\text{S}^{2-}] \Leftrightarrow [\text{S}^{2-}] = \frac{K_s}{[\text{Fe}^{2+}]} \Rightarrow [\text{S}^{2-}] = \frac{6,3 \times 10^{-18}}{8,00 \times 10^{-2}} \Leftrightarrow [\text{S}^{2-}] = 7,88 \times 10^{-17} \text{ mol dm}^{-3}$$

Determinação da concentração do ião hidrónio em equilíbrio com o ião sulfureto numa solução de ácido sulfídrico:

$$K_a = \frac{[\text{S}^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_2\text{S}]} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_a[\text{H}_2\text{S}]}{[\text{S}^{2-}]}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{6,8 \times 10^{-23} \times 0,10}{7,88 \times 10^{-17}}} \Leftrightarrow$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,9 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

Para concentrações hidrogeniónicas inferiores a  $2,9 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$  irá ocorrer precipitação do sulfureto de ferro (II).

4. (D)

Cada átomo de hidrogénio tem 1 eletrão de valência. O átomo de enxofre é do grupo 16 logo tem 6 eletrões de valência. Assim, a molécula  $\text{H}_2\text{S}$  tem  $2 \times 1 + 6 = 8$  eletrões de valência.

O enxofre estabelece ligações covalentes simples com os átomos de hidrogénio, restando 2 pares de eletrões não ligantes (4 eletrões).

### Grupo III

1. (D)

Em  $\text{mol dm}^{-3}$ , a concentração de A diminui de  $0,51 = (1,00 - 0,49)$  e a de B diminui  $0,77 = (1,00 - 0,23)$ .

Dividindo aqueles números obtém-se a proporção da reação destas duas espécies:  $0,51(\text{A})/0,77(\text{B})=0,66$ , que é aproximadamente igual a  $2(\text{A})/3(\text{B})$ .

Conclui-se que 2 mol de A reagem com 3 mol de B.

2. (C)

Só a partir do instante  $t_3$  as concentrações de reagentes e produtos permanecem constantes no decurso do tempo.

3. Quando se aumenta a concentração da espécie A depois de atingido o estado de equilíbrio, o quociente da reação diminui já que, de acordo com o gráfico, A é um reagente.

De acordo com o princípio de Le Châtelier, o aumento da concentração da espécie A favorece a reação direta.

Assim, as concentrações dos reagentes diminuem e a do produto da reação aumenta até ser atingido um novo estado de equilíbrio. Conclui-se que o quociente da reação irá aumentar até que volte a igualar a constante de equilíbrio à temperatura  $T$ .

#### Grupo IV

1. (B)

O voltímetro deve ser ligado aos terminais da resistência (ligação em paralelo) e o amperímetro deve ser ligado em série com a resistência.

- 2.

2.1. A diferença de potencial (OU a tensão) OU a intensidade da corrente elétrica.

2.2. Obtenção da relação entre a capacidade térmica mássica do cobre e a energia elétrica fornecida:

$$E = m c \Delta T \Leftrightarrow c = \frac{E}{m \Delta T} \Leftrightarrow c = \frac{P \Delta t}{m \Delta T} \Rightarrow c = \frac{1,58 \times (150 - 30)}{1,00 \times (17,94 - 17,48)} \Leftrightarrow$$

Escolhendo para determinar a energia fornecida o intervalo de tempo<sup>1</sup> de 30 s a 150 s obtém-se uma variação de temperatura  $\Delta T = 17,94 - 17,48 = 0,46^\circ\text{C}$

$$c = \frac{1,58 \times (150 - 30)}{1,00 \times (17,94 - 17,48)} \Leftrightarrow c = 412 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

[Energia fornecida naquele intervalo de tempo:  $E = P \Delta t = 1,58 \times (150 - 30) = 189,6 \text{ J}$ ]

3. A capacidade térmica mássica de uma substância é, para a mesma energia e massa, inversamente proporcional à variação de temperatura ocorrida.

Num mesmo intervalo de tempo é fornecida a mesma energia aos blocos de cobre e ao alumínio. Ora, para um determinado intervalo de tempo, ou seja para a mesma energia, a variação de temperatura do alumínio é menor.

Logo o alumínio tem maior capacidade térmica mássica.

---

<sup>1</sup> Pode ser utilizado outro intervalo de tempo desde que corresponda à parte linear do gráfico.

## Grupo V

### 1.

**1.1.** A velocidade tem direção tangente à trajetória e sentido do movimento.

A aceleração tem direção radial (OU perpendicular à tangente à trajetória) e sentido centrípeto (OU para o centro da trajetória).

### 1.2. Processo de resolução 1

$$\text{Cálculo do período do movimento: } T = \frac{47,6}{5} = 9,52 \text{ s}$$

$$\text{Cálculo do raio da trajetória: } r = \frac{0,500}{2} = 0,250 \text{ m}$$

Obtenção da relação entre o módulo da aceleração, o período do movimento e o raio da circunferência descrita:

$$a = \omega^2 r = \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

$$\text{Determinação da aceleração do carrinho: } a = \left( \frac{2\pi}{9,52} \right)^2 \times 0,250 = 0,109 \text{ m s}^{-2}$$

OU

### Processo de resolução 2

$$\text{Cálculo do período do movimento: } T = \frac{47,6}{5} = 9,52 \text{ s}$$

$$\text{Cálculo do raio da trajetória: } r = \frac{0,500}{2} = 0,250 \text{ m}$$

Cálculo do módulo da velocidade do carrinho:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 0,250}{9,52} = 0,1650 \text{ m s}^{-1}$$

Determinação da aceleração do carrinho:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{0,1650^2}{0,250} = 0,109 \text{ m s}^{-2}$$

### 1.3. (A)

A aceleração não depende da massa [apenas depende do período e do raio da trajetória] logo permanece constante.

A força resultante é, para a mesma aceleração, diretamente proporcional à massa do conjunto (carrinho + sobrecargas).

## 2.

- 2.1. O declive da reta corresponde à intensidade da resultante das forças aplicadas no carrinho.

O movimento retilíneo de descida da rampa é acelerado (a soma dos trabalhos é positiva), logo o trabalho da resultante das forças pode ser escrito do seguinte modo:

$$W = F_R d \cos 0^\circ \Leftrightarrow W = F_R d$$

Da expressão anterior conclui-se que a intensidade da força resultante, considerada constante, é igual ao declive do gráfico da soma dos trabalhos em função da distância [ $W = W(d)$ ].

- 2.2. Como a velocidade é constante não há variação de energia cinética ( $\Delta E_c = 0$ ).

Como o carrinho sobe a energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra* aumenta, ou seja, a variação de energia potencial é positiva ( $\Delta E_p > 0$ ).

Em consequência, a energia mecânica do carrinho, soma das energias cinética e potencial, terá que aumentar ( $\Delta E_c + \Delta E_p = \Delta E_m > 0$ ). Portanto, não há conservação de energia mecânica (a energia mecânica do sistema não é constante).

OU

Como a velocidade é constante a energia cinética é constante ( $E_c = \text{constante}$ ).

Como o carrinho sobe a energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra* aumenta, ou seja, não é constante ( $E_p \neq \text{constante}$ ).

Então  $E_m = E_c + E_p \neq \text{constante}$ .

## 3. (D)

O gráfico mostra que o som emitido contém um conjunto diversificado de harmónicos. Trata-se, portanto, de um som complexo.

## Grupo VI

### 1.

**1.1.** Aplicando a lei de Snell-Descartes para a refração obtém-se o índice de refração do vidro

*Flint:*

$$n_1 \operatorname{sen} \alpha_1 = n_2 \operatorname{sen} \alpha_2 \Leftrightarrow n_2 = \frac{n_1 \operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \alpha_2} \Rightarrow n_{\text{vidro}} = \frac{1,00 \times \operatorname{sen} 24^\circ}{\operatorname{sen} 16^\circ} \Leftrightarrow n_{\text{vidro}} = 1,476$$

A velocidade de propagação da luz neste vidro obtém-se a partir da relação entre o índice de refração e a velocidade da luz num determinado meio:

$$n_{\text{vidro}} = \frac{c}{v_{\text{vidro}}} \Leftrightarrow v_{\text{vidro}} = \frac{c}{n_{\text{vidro}}} \Rightarrow v_{\text{vidro}} = \frac{3,00 \times 10^8}{1,476} \Leftrightarrow v_{\text{vidro}} = 2,03 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

### 1.2. (B)

Um feixe de luz ao passar do ar para o vidro aproxima-se da normal à superfície de separação dos dois meios. Quando passa do vidro para o ar sucede o oposto: a luz afasta-se da normal.

Como as duas faces opostas do paralelepípedo são paralelas o ângulo de refração na passagem da luz do ar para o vidro é igual ao de incidência na passagem da luz do vidro para o ar.

Conclui-se que o feixe que sai para o ar deve ser paralelo ao feixe incidente no vidro.

### 2. (D)

A reflexão total ocorre quando a luz se propaga de um meio mais refringente para um menos refringente (com menor índice de refração).

Se o ângulo de incidência for superior ao ângulo crítico a luz não se propaga para o segundo meio ocorrendo o fenómeno de reflexão total.