

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

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

Sociedade Portuguesa de Física, Divisão de Educação, 21 de junho de 2013, <http://de.spf.pt/moodle/>

#### Grupo I

1. Concentrações de reagentes OU concentrações de produtos OU temperatura OU pressão.

2. (C)

O equilíbrio é dinâmico porque as reações químicas não cessam. No equilíbrio, os reagentes continuam a transformar-se em produtos e vice-versa, ocorrendo essas transformações à mesma velocidade.

3. “Assim, num sistema químico em equilíbrio, os reagentes e os produtos encontram-se todos presentes, em simultâneo, em concentrações que não variam ao longo do tempo.”

4. (B)

Como não há trocas de matéria nem de energia, o sistema é isolado. A energia interna de um sistema isolado não varia dado que o sistema não cede nem recebe energia.

5.

5.1. Estabelecimento da proporção estequiométrica de reagentes e produtos da reação:

Em unidades arbitrárias, a concentração de C aumenta de 14,4 unidades e as concentrações de A e de B diminuem ambas de um valor correspondente a metade do aumento de C, 7,2 unidades; conclui-se que 1 mole de A reage com 1 mole de B, formando-se 2 moles de C (a estequiometria é 1 mole A : 1 mole B : 2 moles C) e a equação pode ser escrita como  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$

Cálculo da constante de equilíbrio:

$$K_c = \frac{[C]_e^2}{[A]_e [B]_e} = \frac{0,432^2}{0,144 \times 0,0238} = 54,5$$

- 5.2.** 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.

Como a reação direta, a de formação de C, é exotérmica, segue-se que a reação inversa, a de formação de A e B, é endotérmica. Assim, quando a temperatura aumenta a concentração de C diminui, aumentando as concentrações de A e B, pelo que se conclui

que a constante de equilíbrio da reação  $K_c = \frac{[C]_e^2}{[A]_e[B]_e}$  irá diminuir.

## Grupo II

### 1.

#### 1.1. Radiação

#### 1.2. (C)

No equilíbrio térmico a temperatura do sistema *lata + refrigerante* permanece constante, logo também a energia interna.

Para que a energia interna não varie, as energias emitida e absorvida, como radiação, por unidade de tempo, devem ser iguais.

#### 1.3. Cálculo da energia incidente na lata no intervalo de tempo considerado:

$$A = 1,4 \times 10^2 \text{ cm}^2 = 1,4 \times 10^{-2} \text{ m}^2; \Delta t = 90 \text{ min} = 90 \times 60 \text{ s} = 5,4 \times 10^3 \text{ s}$$

$$E_{\text{incidente}} = P \Delta t = I A \Delta t = 6,0 \times 10^2 \times 1,4 \times 10^{-2} \times 5,4 \times 10^3 = 4,54 \times 10^4 \text{ J}$$

Cálculo da variação de energia interna do refrigerante no mesmo intervalo de tempo:

$$\Delta U = E_{\text{absorvida}} = m c \Delta T = 0,34 \times 4,2 \times 10^3 \times 16,5 = 2,36 \times 10^4 \text{ J}$$

Cálculo da percentagem da energia incidente na lata que contribui para o aumento da energia interna do refrigerante:

$$\frac{\Delta U}{E_{\text{incidente}}} \times 100\% = \frac{2,36 \times 10^4 \text{ J}}{4,54 \times 10^4 \text{ J}} \times 100\% = 52\%$$

- 2.** Para o mesmo material, a mesma área de superfície e a mesma espessura das paredes, a taxa de transferência de energia como calor é diretamente proporcional à diferença de temperatura entre a água e o ambiente.

À medida que o tempo passa, a água vai arrefecendo, diminui a diferença de temperatura entre a água e o ambiente e, em consequência, diminui também a taxa temporal de transferência de energia, como calor, através das paredes da cafeteira.

### Grupo III

1. (B)

O ângulo de incidência é de  $20^\circ$ . Logo o ângulo de reflexão é também de  $20^\circ$ . O ângulo entre o feixe incidente e o feixe refletido é igual à soma do ângulo de incidência com o ângulo de reflexão, ou seja,  $40^\circ$  (o dobro do ângulo de incidência).



2.

2.1. (D)

A velocidade propagação da luz num meio é inversamente proporcional ao

índice de refração desse meio:  $n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$ . Logo  $v_I = \frac{1}{2} v_{II}$ .

O comprimento de onda é, para uma certa frequência (a frequência não se altera), diretamente proporcional à velocidade de propagação ( $v = \lambda f$ ).

Logo  $\lambda_I = \frac{1}{2} \lambda_{II}$ .

2.2. (C)

O ângulo crítico corresponde ao limite em que o ângulo de refração é de  $90^\circ$ :

$$n_I \text{sen } \theta_{\text{crítico}} = n_{II} \text{sen } 90^\circ \Leftrightarrow 2n_{II} \text{sen } \theta_{\text{crítico}} = n_{II} \Leftrightarrow \text{sen } \theta_{\text{crítico}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{\text{crítico}} = 30^\circ$$

### Grupo IV

1.

1.1. (C)

Configuração eletrônica do átomo de carbono no estado fundamental:



Existem elétrons com três valores diferenciados de energia: os da orbital 1s, os da orbital 2s e os das orbitais 2p que são degeneradas (as orbitais 2p têm a mesma energia).

## 1.2. (B)

As configurações  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$  e  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^0 2p_z^1$  correspondem ao estado fundamental do átomo de carbono.

A configuração  $1s^2 2s^2 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^3$  é impossível dado que o número máximo de elétrons por orbital é de 2 e, nessa configuração, a orbital  $2p_z$  surge com 3 elétrons.

Na configuração  $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$  um dos elétrons da orbital  $2s$  foi promovido para uma das orbitais  $2p$ . O estado é excitado dado que a orbital  $2p$  tem mais energia do que a  $2s$ .

## 2.

### 2.1. (D)

O ião  $CN^-$  apresenta o mesmo número de elétrons que  $N_2$ .

O nitrogênio tem número atômico 7 e, portanto, o átomo de azoto tem 7 elétrons. A molécula  $N_2$  constituída por 2 átomos de azoto tem  $2 \times 7 = 14$  elétrons.

O nitrogênio é do grupo 15. Portanto, deve apresentar 5 elétrons de valência. Conclui-se que a molécula  $N_2$  tem  $2 \times 5 = 10$  elétrons de valência.

Assim,  $CN^-$  também deverá ter 10 elétrons de valência.

**2.2.** Como o carbono antecede o nitrogênio no mesmo período da tabela periódica e o raio atômico diminui, em geral, ao longo do período, prevê-se que o raio atômico do nitrogênio seja menor do que o raio atômico do carbono.

Em consequência, o comprimento da ligação  $N \equiv N$  deverá ser menor do que o comprimento da ligação  $C \equiv N$ .

Para situações semelhantes a um menor comprimento da ligação corresponde uma ligação mais forte. Assim, prevê-se que a energia de ligação  $N \equiv N$  seja maior do que a energia de ligação  $C \equiv N$ .

OU

O nitrogênio segue-se ao carbono no mesmo período da tabela periódica.

Ao longo do período verifica-se o predomínio do efeito do aumento da carga nuclear, prevendo-se que os elétrons de valência do nitrogênio sejam mais atraídos do que os do carbono.

Assim em  $N_2$  há maior atração dos núcleos sobre os elétrons da ligação comparativamente a  $CN^-$ . Prevê-se, portanto, que a ligação em  $N_2$  seja mais forte o que significa maior energia de ligação.

3.

3.1. (B)

0,860 ppm em massa significa 0,860 g de HCN por cada  $10^6$  g de ar, o que expresso em percentagem é  $\frac{0,860\text{g}}{10^6\text{ g}} \times 100\% = 8,60 \times 10^{-5} \%$

3.2. (A)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{1,086\text{ g dm}^{-3} \times 5,0\text{ dm}^3}{27,03\text{ g mol}^{-1}} = \left( \frac{1,086 \times 5,0}{27,03} \right) \text{ mol}$$

### Grupo V

1. Equação química:  $\text{CN}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCN}(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$

$\text{CN}^-$  comporta-se como base dado que aceita um ião  $\text{H}^+$ , originando o ácido cianídrico HCN

2.

2.1. (A)

A força de um ácido é medida pela correspondente constante de acidez. Para comparar a força dos dois ácidos calcula-se o quociente das respetivas constantes:  $\frac{K_{a,\text{HNO}_2}}{K_{a,\text{HCN}}} = \frac{4,5 \times 10^{-4}}{4,9 \times 10^{-9}} \approx 10^6$ .

Assim, o ácido nitroso é cerca de  $10^6$  vezes mais forte do que o ácido cianídrico.

2.2. Cálculo da concentração do ião  $\text{H}_3\text{O}^+$  no estado de equilíbrio:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol dm}^{-3} = 10^{-2,72} \text{ mol dm}^{-3} = 1,905 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

Cálculo da concentração de  $\text{HNO}_2$  no estado de equilíbrio:

Pela estequiometria da reação, e desprezando a contribuição da autoionização da água, conclui-se que  $[\text{NO}_2^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ .

$$K_a = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_2]} \Leftrightarrow [\text{HNO}_2] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_a} \Rightarrow [\text{HNO}_2]_e = \frac{(1,905 \times 10^{-3})^2}{4,5 \times 10^{-4}} = 8,068 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

Cálculo da concentração inicial de  $\text{HNO}_2$ : como  $[\text{HNO}_2]_{\text{ionizado}} = [\text{NO}_2^-]$  segue-se que

$$[\text{HNO}_2]_{\text{inicial}} = [\text{HNO}_2]_e + [\text{NO}_2^-]_e = 8,068 \times 10^{-3} + 1,905 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

## Grupo VI

### 1. Cálculo do deslocamento do balão:

no intervalo de tempo considerado a velocidade permanece constante logo o valor do deslocamento do balão é  $\Delta y = v_y \Delta t = 1,7 \times (1,7 - 1,3) = 0,68 \text{ m}$

Cálculo do trabalho realizado pelo peso do balão:

$$W_{\vec{p}} = P d \cos 0^\circ = m g \Delta y \cos 0^\circ = 4,8 \times 10^{-3} \times 10 \times 0,68 \times 1 = 3,3 \times 10^{-2} \text{ J}$$

OU

Cálculo da variação de altura do balão:

no intervalo de tempo considerado a velocidade permanece constante logo o valor do deslocamento do balão é  $\Delta y = v_y \Delta t = 1,7 \times (1,7 - 1,3) = 0,68 \text{ m}$ . Como o balão desce na vertical a sua altura diminui de um valor idêntico, isto é  $\Delta h = -\Delta y = -0,68 \text{ m}$ .

Cálculo do trabalho realizado pelo peso do balão:

$$W_{\vec{p}} = -\Delta E_p = -m g \Delta h = -4,8 \times 10^{-3} \times 10 \times (-0,68) = 3,3 \times 10^{-2} \text{ J}$$

### 2. (A)

Do gráfico decorre que a aceleração, declive da tangente ao gráfico, não permanece constante durante a queda.

Conclui-se que a resistência do ar não é desprezável.

A força de resistência do ar é uma força dissipativa cujo trabalho se traduz numa diminuição de energia mecânica do sistema *balão + Terra*.

### 3. (D)

A energia potencial gravítica do sistema *balão + Terra* é diretamente proporcional à altura medida em relação a um determinado nível de referência.

## Grupo VII

### 1. Cálculo do valor médio do intervalo de tempo: $\langle \Delta t \rangle = \frac{0,0150 + 0,0147 + 0,0147}{3} = 0,0148 \text{ s}$

Cálculo do valor mais provável do módulo da velocidade da esfera em B:

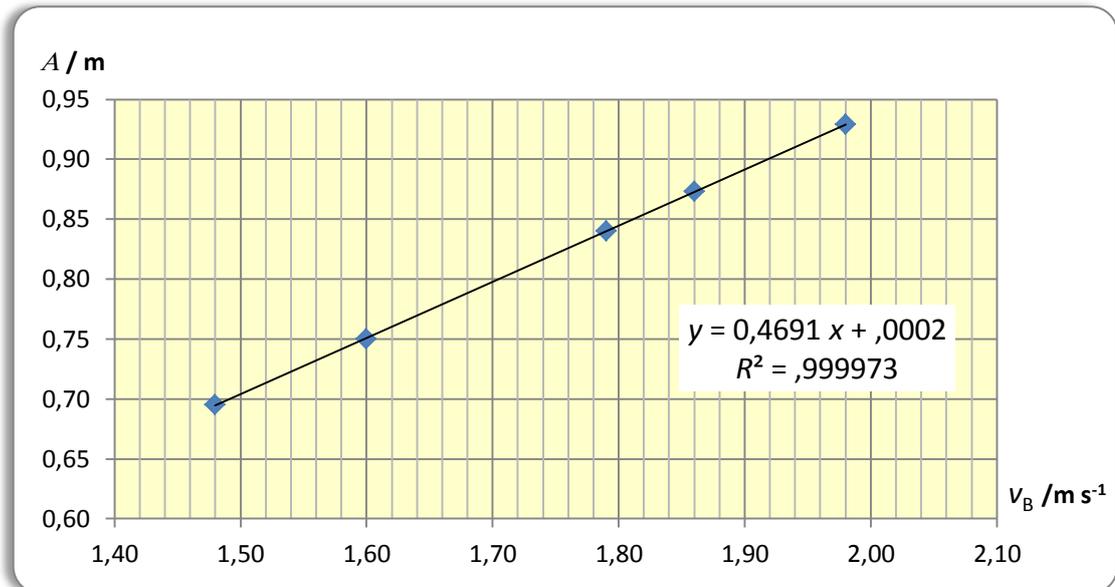
$$\langle v_B \rangle = \frac{d}{\langle \Delta t \rangle} = \frac{27,0 \times 10^{-3}}{0,0148} = 1,82 \text{ m s}^{-1}$$

## 2.

**2.1.** Tempo de queda OU tempo de voo OU intervalo de tempo decorrido desde o instante em que passa no ponto B até ao instante em que atinge o ponto E OU equivalente.

**2.2.** Equação da reta de ajuste aos dados experimentais:

$y = 0,4691x + 2 \times 10^{-4} \Rightarrow A = 0,4691 v_B + 2 \times 10^{-4} \Rightarrow A \approx 0,4691 v_B$  (SI) em que  $A$  designa o alcance e  $v_B$  o módulo da velocidade de lançamento da esfera.



O módulo da velocidade de lançamento pode ser determinado a partir da projeção no eixo horizontal do movimento da esfera (movimento uniforme):

$$x = v_B t \Leftrightarrow A = v_B \times 0,4691 \Leftrightarrow v_B = \frac{A}{0,4691} \Rightarrow v_{B,\text{máx}} = \frac{d}{0,4691} = \frac{1,10}{0,4691} = 2,345 \text{ m s}^{-1}$$

Como de A para B se desprezam as forças dissipativas há conservação da energia mecânica (a reação normal não realiza trabalho).

Admitindo válido o modelo da partícula material:

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

$$h_{\text{máx}} = \frac{v_B^2}{2g} = \frac{2,345^2}{2 \times 10} = 0,275 \text{ m}$$