

Exame Nacional de 2013 1.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. Concentrações de reagentes OU concentrações de produtos OU temperatura OU pressão.

2. Versão 1 (C); versão 2 (B)

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. Versão 1 (B); versão 2 (C)

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, a partir do gráfico: 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 mol A : 1 mol B : 2 mol C) e a equação pode ser escrita como $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$.

Cálculo da constante de equilíbrio:

$$K_c = \frac{[C]_e^2}{[A]_e [B]_e} = \frac{0,432^2}{0,144 \times 0,0328} = 54,4$$

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

$$K_c = \frac{[C]_e^2}{[A]_e [B]_e}, \text{ irá diminuir.}$$

Grupo II

1.

1.1. Radiação.

1.2. Versão 1 (C); versão 2 (A)

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:

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

$$E_{\text{incidente}} = P \times \Delta t = I \times A \times \Delta t = 6,0 \times 10^2 \times 1,4 \times 10^{-2} \times 5,4 \times 10^3 = 4,536 \times 10^4 \text{ J}$$

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

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

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

$$\frac{\Delta U}{E_{\text{incidente}}} = \frac{2,36 \times 10^4}{4,536 \times 10^4} \times 100\% = 52\%$$

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, diminuindo assim a diferença de temperatura entre a água e o ambiente e, em consequência, diminuindo também a taxa temporal de transferência de energia, como calor, através das paredes da cafeteira.

Grupo III

1. Versão 1 (B); versão 2 (C)

O ângulo de incidência é de 20°. Logo, o ângulo de reflexão é também de 20°. 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° (o dobro do ângulo de incidência).



2.

2.1. Versão 1 (D); versão 2 (C)

A velocidade de 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. Versão 1 (C); versão 2 (B)

O ângulo crítico corresponde ao limite em que o ângulo de refração é de 90°:

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

Grupo IV

1.

1.1. Versão 1 (C); versão 2 (B)

Configuração eletrónica do átomo de carbono no estado fundamental: $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$.

Existem eletrões 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. Versão 1 (B); versão 2 (D)

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 $2s$ passou para uma das orbitais $2p$. O estado é excitado dado que a orbital $2p$ tem mais energia do que a $2s$.

2.

2.1. Versão 1 (D); versão 2 (D)

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

O nitrogénio tem número atómico 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.

Como o nitrogénio é do grupo 15 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 nitrogénio no mesmo período da tabela periódica e o raio atómico diminui, em geral, ao longo do período, prevê-se que o raio atómico do nitrogénio seja menor do que o raio atómico do carbono.

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

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

OU

O nitrogénio 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 nitrogénio 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. Versão 1 (B); versão 2 (C)

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. Versão 1 (A); versão 2 (D)

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

Grupo V

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

CN^- comporta-se como base, dado que aceita um ião H^+ , originando o ácido cianídrico HCN.

2.

2.1. Versão 1 (A); versão 2 (A)

A força relativa de um ácido é medida pela correspondente constante de acidez.

Para comparar as forças relativas 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 H_3O^+ 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 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 HNO_2 : como $[\text{HNO}_2]_{\text{ionizado}} =$

$$= [\text{NO}_2^-] \text{ segue-se que } [\text{HNO}_2]_{\text{inicial}} = [\text{HNO}_2]_e + [\text{NO}_2^-]_e =$$

$$= 8,068 \times 10^{-3} + 1,905 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

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. Versão 1 (A); versão 2 (D)

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. Versão 1 (D); versão (B)

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:

$$< \Delta t > = \frac{0,0150 + 0,0147 + 0,0147}{3} = 0,0148 \text{ s}$$

Cálculo do valor mais provável do módulo da velocidade da esfera em B: $< v_B > = \frac{d}{< \Delta t >} = \frac{27,0 \times 10^{-3}}{0,0148} = 1,82 \text{ m s}^{-1}$

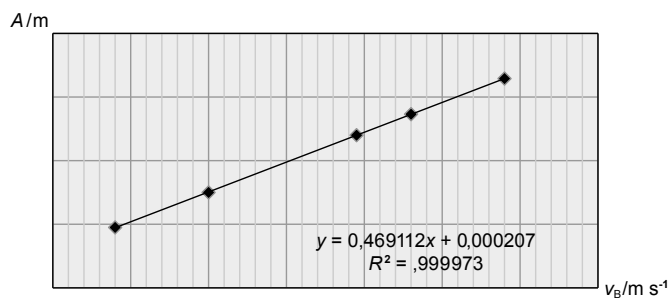
2.

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:

$$y = 0,4691x + 2 \times 10^{-4} \Rightarrow A = 0,4691 v_B + 2 \times 10^{-4} \Rightarrow A \approx 0,4691 v_B \text{ (SI)}$$

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:

$$E_{m, A} = E_{m, B} \Leftrightarrow E_{p, A} + E_{c, A} = E_{p, B} + E_{c, B} \Leftrightarrow m g h_{\text{máx}} + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_B^2 \Rightarrow h_{\text{máx}} = \frac{v_B^2}{2g} = \frac{2,345^2}{2 \times 10} = 0,275 \text{ m}$$