

Exame Final Nacional do Ensino Secundário 2015

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Prova 715/2.ª Fase

Versões 1 e 2

Grupo I

1. Versão 1 (D); versão 2 (A).

$$\lambda \sim 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}; c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \sim 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \sim \frac{10^8 \text{ m s}^{-1}}{10^{-2} \text{ m}} = 10^{10} \text{ s}^{-1} = 10^{10} \text{ Hz}$$

2. Versão 1 (C); Versão 2 (D).

Entre a emissão e a receção, o impulso percorre o dobro da distância, d , entre a antena emissora e o obstáculo.

$$2d = c \Delta t \Leftrightarrow d = \frac{c \Delta t}{2} = \frac{3 \times 10^8 \times \Delta t}{2} \text{ m}$$

3. Versão 1 (B); Versão 2 (D).

As linhas de campo magnético são paralelas, o que significa que o campo magnético é uniforme e constante em toda a zona representada. O módulo do campo magnético é também constante e não depende da distância a nenhum dos polos.

4. Versão 1 (D); Versão 2 (C).

A radiação eletromagnética ao passar do meio 1 para o meio 2 afasta-se da normal, ou seja, o ângulo de incidência (α_1) é menor do que o

ângulo de refração (α_2), logo, o índice de refração do meio 1 é superior ao índice de refração do meio 2 $\left(\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{n_1}{n_2} > 1 \right)$.

Como $n = \frac{c}{v}$ ou $v = \frac{c}{n}$, um maior índice de refração do meio 1 implica que a velocidade de propagação

dessa radiação no meio 1 seja inferior à velocidade de propagação no meio 2.

Grupo II

1.

1.1. Versão 1 (B); Versão 2 (C).

$$1,7 \text{ ppm}_V = \frac{V}{V_{\text{total}}} \times 10^6 = \frac{V}{V_{\text{total}}} \times 10^2 \times 10^4 \Leftrightarrow 1,7 \text{ ppm}_V = \% (V/V) \times 10^4$$

$$\% (V/V) = \frac{1,7}{10^4} = 1,7 \times 10^{-4} \%$$

1.2. 3 vezes.

Tendo as amostras volumes iguais e estando nas mesmas condições de pressão e temperatura, pode concluir-se que as amostras contêm igual número de moléculas e igual quantidade de matéria.

$$\text{Massa molar de CH}_4: M_{\text{CH}_4} = 1 \times 12,01 + 4 \times 1,01 = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{Massa molar de N}_2\text{O}: M_{\text{N}_2\text{O}} = 2 \times 14,01 + 1 \times 16,00 = 44,02 \text{ g mol}^{-1}$$

A razão entre as massas é igual à razão entre as massas molares:

$$\frac{m_{\text{N}_2\text{O}}}{m_{\text{CH}_4}} = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}} M_{\text{N}_2\text{O}}}{n_{\text{CH}_4} M_{\text{CH}_4}} = \frac{M_{\text{N}_2\text{O}}}{M_{\text{CH}_4}} = \frac{44,02 \text{ g mol}^{-1}}{16,05 \text{ g mol}^{-1}} = 3$$

1.3.

$$\text{Cálculo da quantidade de CO}_2: n_{\text{CO}_2} = \frac{V}{V_m(\text{PTN})} = \frac{50,0 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 2,232 \text{ mol}$$

Cada molécula de CO₂ contém 3 átomos, 2 átomos de oxigénio e 1 de carbono.

Como $N = n \times N_A$, o número total de átomos é:

$$N = 3n \times N_A = 3 \times 2,232 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 4,03 \times 10^{24}$$

2. Versão 1 (C); versão 2 (B).

Na molécula de CO₂ o carbono está ligado a dois átomos de oxigénio e a geometria que minimiza as repulsões é a geometria linear, dado que maximiza a distância entre os pares de eletrões ligantes das duas ligações C = O.

O átomo central, o de carbono, não apresenta eletrões de valência não ligantes.

3.

3.1. Versão 1 (A); Versão 2 (C).

Ao nível $n = 2$ corresponde uma energia maior do que ao nível $n = 1$. Logo, há a absorção de energia

$$E_2 - E_1 = -5,45 \times 10^{-19} \text{ J} - (-2,18 \times 10^{-18} \text{ J}) = 1,64 \times 10^{-18} \text{ J}.$$

3.2. Versão 1 (C); versão 2 (A).

A configuração eletrônica do carbono no estado fundamental é $C - 1s^2 2s^2 2p^2$. As orbitais p têm $l = 1$ e as orbitais s tem $l = 0$, e nas orbitais com $n = 2$ há 4 eletrões.

3.3.

As configurações eletrônicas do carbono e do nitrogénio [${}_6C - 1s^2 2s^2 2p^2$ e ${}_7N - 1s^2 2s^2 2p^3$] permitem concluir que ambos têm os seus eletrões de valência no mesmo nível, o segundo. Como a carga nuclear (número de protões) no nitrogénio é maior do que a do carbono, os eletrões de valência no carbono são menos atraídos do que no nitrogénio. Assim, é necessário fornecer menos energia para arrancar o eletrão de valência mais energético no átomo de carbono, ou seja, a energia de ionização do carbono é menor do que a do nitrogénio.

Grupo III

1.

1.1.

Cálculo da variação da quantidade de nitrogénio, N_2 :

$$\Delta n_{N_2} = n_{N_2, \text{equilíbrio}} - n_{N_2, \text{inicial}} = [N_2]_{\text{equilíbrio}} V - [N_2]_{\text{inicial}} V \Rightarrow$$

$$\Delta n_{N_2} = 0,144 \text{ mol dm}^{-3} \times 1,00 \text{ dm}^3 - 0,200 \text{ mol dm}^{-3} \times 1,00 \text{ dm}^3 = -0,056 \text{ mol}$$

De acordo com a estequiometria da reação, há um aumento da quantidade de NH_3 igual ao dobro da quantidade de N_2 que diminuiu. Logo, a quantidade de NH_3 aumenta de $2 \times 0,056 \text{ mol} = 0,112 \text{ mol}$.

Cálculo da quantidade de NH_3 no equilíbrio:

$$n_{NH_3, \text{equilíbrio}} = [NH_3]_{\text{equilíbrio}} V = 0,112 \text{ mol dm}^{-3} \times 1,00 \text{ dm}^3 = 0,112 \text{ mol}.$$

Como a quantidade de NH_3 no equilíbrio, 0,112 mol, coincide com a que se formou a partir do N_2 consumido, conclui-se que inicialmente não existia NH_3 no sistema.

1.2. Versão 1 (D); versão 2 (B).

$$Q_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{0,112^2}{0,144 \times (2 \times 0,332)^3} = \frac{0,112^2}{0,144 \times 0,664^3}$$

2.

Na formação de 2 mol de NH_3 estabelecem-se 2×3 mol ligações N – H, dado existirem 3 ligações N – H em cada molécula. Assim, a energia libertada na formação das ligações em 2 mol de NH_3 é $(393 \text{ kJ mol}^{-1} \times 3) \times 2 \text{ mol} = 2358 \text{ kJ}$.

A variação de energia associada à formação de 2 mol de NH_3 resulta do balanço da energia absorvida e da libertada:

$$\Delta E = E_{\text{absorvida}} - E_{\text{libertada}} \Rightarrow -92 \text{ kJ} = E_{\text{absorvida}} - 2358 \text{ kJ} \Leftrightarrow E_{\text{absorvida}} = 2266 \text{ kJ}.$$

3. Versão 1 (C); versão 2 (A).

O número de oxidação do nitrogénio em N_2 é 0 dado tratar-se de uma substância elementar.

O número de oxidação do hidrogénio em NH_3 é +1 dado estar associado a outros átomos, neste caso o nitrogénio.

O número de oxidação do nitrogénio em NH_3 pode-se calcular com base no facto de a soma dos números de oxidação dos átomos que constituem a molécula ser igual à sua carga, ou seja, zero: $0 = 1 \times \text{n.o. (N)} + 3 \times (+1) \Leftrightarrow \text{n.o. (N)} = -3$.

Grupo IV

1. Versão 1 (B); Versão 2 (C).

Ácidos de Brønsted-Lowry são as espécies dadoras de um ião H^+ .

Na reação direta, uma molécula de água, H_2O , comporta-se como ácido porque dá um ião H^+ a uma molécula de NH_3 , transformando-a no ião NH_4^+ . Na reação inversa, um ião amónio, NH_4^+ , também se comporta como ácido, porque dá um ião H^+ a um ião OH^- , transformando-o numa molécula H_2O .

2.

2.1.

Cálculo da concentração do ião hidrónio (oxónio):

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \text{ mol dm}^{-3} = 10^{-10,97} \text{ mol dm}^{-3} = 1,072 \times 10^{-11} \text{ mol dm}^{-3}$$

Cálculo da concentração do ião hidróxido:

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \Leftrightarrow [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} \Rightarrow$$

$$[OH^-] = \frac{1,00 \times 10^{-14}}{1,072 \times 10^{-11}} \text{ mol dm}^{-3} = 9,328 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

Cálculo da quantidade do ião hidróxido em 250 cm³ de solução:

$$n_{\text{OH}^-} = [\text{OH}^-] V = 9,328 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \times 0,250 \text{ dm}^3 = 2,332 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

De acordo com a estequiometria da reação, a concentração do ião amónio é praticamente igual à do ião hidróxido $[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+]$, porque a contribuição da autoionização da água para o OH^- é desprezável.

Então, a quantidade de amónio no equilíbrio é:

$$n_{\text{NH}_4^+} = 2,332 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

Cálculo da quantidade de amoníaco inicial:

$$n_{\text{NH}_3} = [\text{NH}_3] V = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \times 0,250 \text{ dm}^3 = 1,250 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

A quantidade de amoníaco não ionizado pode calcular-se por:

$$n_{\text{NH}_3, \text{ não ionizado}} = n_{\text{NH}_3} - n_{\text{NH}_4^+} \Rightarrow$$

$$n_{\text{NH}_3, \text{ não ionizado}} = 1,250 \times 10^{-2} \text{ mol} - 2,332 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1,23 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

2.2. Versão 1 (A); versão 2 (B).

A adição da solução de um ácido forte origina um aumento da concentração de H_3O^+ . A espécie H_3O^+ reage com ião OH^- originando uma diminuição da concentração deste ião e, portanto, uma **diminuição** do pH.

Diminuindo a concentração do ião OH^- , de acordo com o Princípio de Le Châtelier, o sistema evolui no sentido do aumento da concentração de OH^- , o sentido da reação direta, ou seja, a ionização do amoníaco torna-se **mais** extensa.

Grupo V

1. Versão 1 (A); versão 2 (D).

A taxa temporal de transferência de energia, por condução, é diretamente proporcional à condutividade térmica (aumenta com a condutividade térmica) e inversamente proporcional à espessura das placas (diminui com a espessura das placas).

A energia será mais rapidamente transferida na placa de menor espessura (0,7 mm) e de maior condutividade térmica (o alumínio).

2.

2.1. Versão 1 (B); versão 2 (A).

O comprimento de onda da radiação de máxima intensidade diminui com o aumento da temperatura: de acordo com a lei do deslocamento de Wien para um corpo negro esse comprimento de onda é inversamente proporcional à temperatura.

A potência da radiação emitida aumenta com a temperatura: de acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann para um corpo negro essa potência é diretamente proporcional à quarta potência da temperatura.

2.2. 0,80 ou 80%.

$$\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{fornecida}}} = \frac{36 \text{ kJ}}{4,5 \times 10^4 \text{ J}} = \frac{36 \times 10^3 \text{ J}}{4,5 \times 10^4 \text{ J}} = 0,80 \Rightarrow \eta(\%) = 0,80 \times 100\% = 80\%$$

3.

Como se considera um rendimento de 100%, toda a energia é absorvida pelo cilindro e não há perdas para o exterior.

$$E_{\text{fornecida}} = mc\Delta\theta \Leftrightarrow P\Delta t = mc\Delta\theta \Leftrightarrow \Delta\theta = \frac{P}{mc} (t - 0) \Leftrightarrow \Delta\theta = \frac{P}{mc} t$$

A equação da reta de ajuste ao gráfico da variação de temperatura, $\Delta\theta$, em função do tempo, t , é $\Delta\theta = 3,28 \times 10^{-3} t$ (SI).

Cálculo da capacidade térmica mássica do alumínio: $\frac{P}{mc_{\text{Al}}} = 3,28 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C s}^{-1} \Rightarrow$

$$\frac{3,0 \text{ J s}^{-1}}{1,010 \text{ kg} \times c_{\text{Al}}} = 3,28 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C s}^{-1} \Rightarrow c_{\text{Al}} = \frac{3,0 \text{ J s}^{-1}}{1,010 \text{ kg} \times 3,28 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C s}^{-1}} = 9,1 \times 10^2 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Grupo VI

1. Versão 1 (A); versão 2 (D).

Como a energia cinética de um corpo é diretamente proporcional ao quadrado da sua velocidade, um aumento da velocidade para o dobro origina um aumento de quatro vezes da energia cinética, ou seja, o quádruplo.

2. Versão 1 (D); versão 2 (A).

Na descida, entre os pontos A e C, o trabalho do peso é positivo, porque o ângulo entre o peso e o deslocamento é menor do que 90°, e no plano horizontal é nulo, porque o ângulo entre o peso e o deslocamento é de 90°.

3.

Como entre os pontos A e C o trabalho das forças não conservativas é desprezável, as energias mecânicas do sistema *carrinho + Terra* nos pontos A e C são iguais:

$$E_{m,C} = E_{m,A} = mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = 600 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 18 \text{ m} + \frac{1}{2} \times 600 \text{ kg} \times (10 \text{ m s}^{-1})^2 \Rightarrow$$

$$E_{m,C} = 1,38 \times 10^5 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 1,38 \times 10^5 \text{ J.}$$

Cálculo da intensidade da resultante das forças de travagem: $W_{\vec{F}_{\text{NC}}} = \Delta E_m \Rightarrow$

$$W_{\vec{N}} + W_{\vec{F}_{\text{travagem}}} = E_{m,D} - E_{m,C} \Rightarrow 0 + W_{\vec{F}_{\text{travagem}}} = E_{m,D} - E_{m,C} \Rightarrow$$

$$F_{\text{travagem}} d \cos 180^\circ = E_{m,D} - E_{m,C} \Rightarrow$$

$$F_{\text{travagem}} \times 13 \text{ m} (-1) = 0 - 1,38 \times 10^5 \text{ J} \Rightarrow$$

$$F_{\text{travagem}} = \frac{-1,38 \times 10^5 \text{ J}}{-13 \text{ m}} \Rightarrow$$

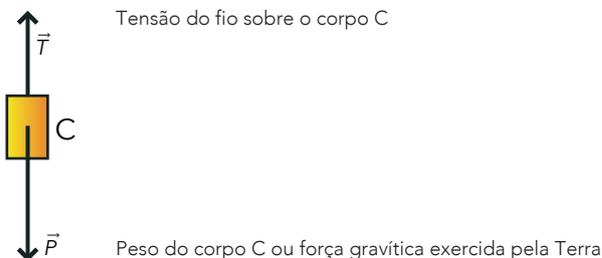
$$F_{\text{travagem}} = 1,1 \times 10^4 \text{ N}$$

Grupo VII

1. Versão 1 (C); versão 2 (B).

Quando o carrinho se move no plano horizontal, atuam na direção vertical a força gravítica, exercida pela Terra, e a força normal, exercida pela calha. Estando estas duas forças aplicadas sobre o mesmo corpo não constituem um par ação-reação. Também são interações de naturezas diferentes.

2.1.



2.2.

Módulo da aceleração do carrinho enquanto o fio esteve sob tensão:

$$a = a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(0,660 - 0,180) \text{ m s}^{-1}}{(1,30 - 0,10) \text{ s}} = 0,400 \text{ m s}^{-2}$$

Intensidade da resultante das forças:

$$F_{\text{resultante}} = ma = 0,20007 \text{ kg} \times 0,400 \text{ m s}^{-2} = 8,00 \times 10^{-2} \text{ N}$$

2.3.

Do gráfico, verifica-se que a partir do instante em que o corpo C embate no solo a velocidade do carrinho permanece constante, logo, a resultante das forças que nele atua é nula.

Após o embate de C no solo, a força exercida pelo fio anula-se, atuando sobre o carrinho apenas a força gravítica, a força normal e eventualmente as forças de atrito. A força gravítica e a força normal, perpendiculares ao movimento, anulam-se, portanto, a resultante das forças de atrito coincide com a resultante das forças, logo, é nula.