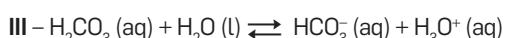
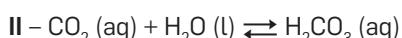
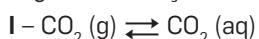
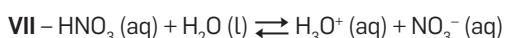
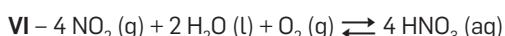
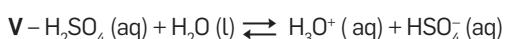
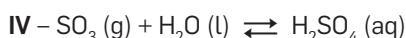


1

- 1.1.** (C) A dissolução de dióxido de carbono, CO_2 , numa água aumenta a sua acidez, ou seja, contribui para o aumento da concentração de H_3O^+ em solução, devido, principalmente, às seguintes reacções de I a III.



Assim, na água da chuva dita "normal", a concentração de H_3O^+ é superior à concentração de OH^- , em virtude da presença de CO_2 atmosférico. Na chuva dita ácida, a concentração de H_3O^+ é superior em virtude da presença de compostos gasosos de enxofre e de azoto que originam ácidos fortes em meio aquoso. As reacções IV a VII mostram como esses gases, em contacto com a água, produzem ácidos e as respectivas ionizações desses ácidos:



No caso da chuva ácida, além do CO_2 , contribuem ainda para a acidez o SO_3 e o NO_2 pelo que o seu pH é inferior ao da chuva dita "normal".

- 1.2.** A principal causa de origem antropogénica referida no texto, responsável pela emissão para a atmosfera de compostos gasosos contendo enxofre e azoto é a queima de combustíveis fósseis.

- 1.3. (B)**

$$V_{(\text{solução})} = 50,0 \text{ mL} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V_{(\text{solução})} = 50,0 \times 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \Leftrightarrow$$

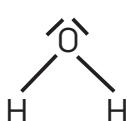
$$\Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5,6}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{V_{(\text{solução})}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n(\text{H}_3\text{O}^+) = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V_{(\text{solução})} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n(\text{H}_3\text{O}^+) = (10^{-5,6} \times 50,0 \times 10^{-3}) \text{ mol}$$

- 1.4.** Na molécula de água, existem dois pares de electrões de valência não ligantes no átomo de oxigénio (átomo central).



As repulsões que se estabelecem entre estes pares de electrões e os restantes dois pares de electrões de valência ligantes (que se estabelecem entre o átomo de oxigénio e cada átomo de hidrogénio) forçam a molécula a assumir uma geometria angular.

- 1.5. Determinar o volume CO_2 em 10 dm^3 de ar.**

$$\frac{n(\text{CO}_2)}{V(\text{ar})} \times 100 = 0,39 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{ar}) \times 0,39}{100} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V(\text{CO}_2) = \frac{10 \times 0,39}{100} \Leftrightarrow V(\text{CO}_2) = 0,039 \text{ dm}^3$$

Determinar a quantidade de CO_2 presente em $0,039 \text{ dm}^3$ de CO_2 nas condições PTN.

$$n(\text{CO}_2) = \frac{n(\text{CO}_2)}{V_{\text{molar}}} \Leftrightarrow n(\text{CO}_2) = \frac{0,039}{22,4} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n(\text{CO}_2) = 1,74 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Determinar o número de moléculas de CO_2 presente em $1,74 \times 10^{-3} \text{ mol}$ de CO_2 , nas condições PTN.

$$N(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times N_A \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow N(\text{CO}_2) = 1,74 \times 10^{-3} \times 6,02 \times 10^{23} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow N(\text{CO}_2) = 1,0 \times 10^{21} \text{ moléculas}$$

O número de moléculas de dióxido de carbono presentes numa amostra de 10 dm^3 de ar, nas condições PTN é $1,0 \times 10^{21}$ moléculas.

- 1.6. (C)**

2.

- 2.1.1.**

(A)

Determinar o número de oxidação do azoto no ácido nítrico HNO_3 .

– O n.o. do azoto, no composto HNO_3 é mais cinco (+5) porque a soma algébrica dos números de oxidação de todos os átomos que constituem uma molécula é igual a zero (regra da electroneutralidade), porque o número de oxidação do oxigénio é menos dois (-2), exceto nos peróxidos que é menos um (-1), e porque o número de oxidação do hidrogénio é um (1), excepto nos hidretos em que é menos um (-1).

$$\text{n.o.}(\text{N})_{\text{HNO}_3} + 3 \times \text{n.o.}(\text{O})_{\text{HNO}_3} + \text{n.o.}(\text{H})_{\text{HNO}_3} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{n.o.}(\text{N})_{\text{HNO}_3} + 3 \times (-2) + 1 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{n.o.}(\text{N})_{\text{HNO}_3} = 6 - 1 \Leftrightarrow \text{n.o.}(\text{N})_{\text{HNO}_3} = 5$$

Determinar o número de oxidação do azoto no composto NO_2 .

– O n.o. do azoto, no composto NO_2 é mais quatro (+4) porque a soma algébrica dos números

de oxidação de todos os átomos que constituem uma molécula é igual a zero (regra da electroneutralidade) e porque o número de oxidação do oxigénio é menos dois (-2), exceto nos peróxidos que é menos um (-1).

$$\begin{aligned} n.o.(N)_{NO_2} + 2 \times n.o.(O)_{NO_2} &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n.o.(N)_{NO_2} + 2 \times (-2) &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n.o.(N)_{NO_2} &= 4 \end{aligned}$$

Determinar a variação do número de oxidação ($\Delta n.o.$).

$$\begin{aligned} \Delta n.o. &= n.o.(N)_{NO_2} - n.o.(N)_{HNO_3} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Delta n.o. &= 4 - 5 \Leftrightarrow \Delta n.o. = -1 \end{aligned}$$

A variação do número de oxidação do azoto foi menos um (-1).

2.1.2.

Determinar a massa de cobre pura ($m(Cu)_p$) tendo em conta o grau de pureza (g.p.).

$$\begin{aligned} g.p. &= \frac{m(Cu)_p}{m(Cu)_{imp}} \times 100 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n(Cu)_p &= \frac{m(Cu)_{imp} \times g.p.}{100} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n(Cu)_p &= \frac{150 \times 80}{100} \Leftrightarrow n(Cu)_p = 120 \text{ g} \end{aligned}$$

Determinar a quantidade de cobre.

$$\begin{aligned} n(Cu) &= \frac{m(Cu)}{M(Cu)} \Leftrightarrow n(Cu) = \frac{120}{63,55} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n(Cu) &= 1,89 \text{ mol} \end{aligned}$$

Determinar a quantidade de HNO_3 necessária para reagir com 1,89 mol de Cu.

De acordo com a estequiometria da reação, $n(HNO_3) = 4 \times n(Cu)$

$$\begin{aligned} n(HNO_3) &= 4 \times n(Cu) \Leftrightarrow n(HNO_3) = 4 \times 1,89 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n(HNO_3) &= 7,56 \text{ mol} \end{aligned}$$

Determinar o volume de solução de ácido nítrico que contém 7,56 mol de HNO_3 .

$$\begin{aligned} [HNO_3] &= \frac{n(HNO_3)}{V_{\text{solução}}} \Leftrightarrow V_{\text{solução}} = \frac{n(HNO_3)}{[HNO_3]} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow V_{\text{solução}} &= \frac{7,56}{15,0} \Leftrightarrow V_{\text{solução}} = 0,504 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

O volume mínimo de solução ácida que é necessário utilizar para fazer reagir todo o cobre presente na amostra é $0,50 \text{ dm}^3$.

2.2.

- (B)** Pares conjugados ácido base, são espécies químicas que diferem entre si de um protão (H^+). Esta condição só se verifica para o par HNO_3/NO_3^- .

2.3.

2.3.1.

O azoto possui número atómico sete ($_7N$) e a sua configuração electrónica de estado fundamental é $1s^2 2s^2 2p^3$.

Assim, o azoto pertence ao grupo 15 da tabela periódica porque os seus átomos têm 5 eletrões de valência e pertence ao 2.º período porque os eletrões de valência dos seus átomos no estado fundamental se situam no nível a que corresponde o número quântico principal $n = 2$.

2.3.2. (D)

(D) Os eletrões de menor energia do átomo de azoto são os que se encontram mais próximos do núcleo, aqueles que sentem maior ação atrativa do núcleo, ou seja, os que se encontram na orbital $1s$, pelo que será $n = 1$ e $l = 0$.

(A) Este conjunto $(1,0,1,+1/2)$ de números quânticos é impossível, pois se $l = 0$, o número quântico magnético ou azimutal, m_l , só pode ser zero, ou seja, não podendo ser 1.

(B) Este conjunto de números quânticos é possível, mas não caracteriza uma orbital $1s$, que é aquela onde se situam os eletrões de menor energia do átomo de azoto no estado fundamental. Este conjunto de números quânticos caracteriza uma das orbitais p do nível dois.

(C) Este conjunto de números quânticos é possível, mas não caracteriza uma orbital $1s$, que é aquela onde se situam os eletrões de menor energia do átomo de azoto no estado fundamental. Este conjunto de números quânticos caracteriza, também, uma das orbitais p do nível dois.

3.

- 3.1.** No intervalo de tempo $[0, t_1]$ a gota de água move-se com movimento acelerado, porque o módulo da sua velocidade aumenta com o tempo, mas não uniformemente; no intervalo de tempo $[t_1, t_2]$ o movimento é uniforme, porque o módulo da velocidade da gota se mantém constante.

No intervalo de tempo $[0, t_1]$ actuam sobre a gota de água a força gravítica, que se mantém constante, e a força de resistência do ar, cuja intensidade vai aumentando com o aumento do módulo da velocidade.

Uma vez que, no intervalo de tempo $[0, t_1]$ o módulo da velocidade da gota aumenta e o declive da tangente à curva em cada ponto diminui, a resultante das forças que actuam sobre a gota de água terá o sentido do movimento e intensidade decrescente, isto é, uma vez que durante a queda, a força gravítica e a força de resistência do ar têm sentidos opostos, no intervalo de tempo $[0, t_1]$, a resultante das forças que actuam sobre a gota de água terá o sentido do movimento e intensidade decrescente.

3.2. (C) No intervalo de tempo $[t_1, t_2]$, a velocidade mantém-se constante pelo que a energia cinética também se manterá constante pois, $E_c = \frac{mv^2}{2}$. A massa da gota é constante pelo

que, se a velocidade se mantém constante, também a energia cinética se manterá.

Sendo a energia mecânica (E_m) dada pela expressão:

$$E_m = E_c + E_p \Leftrightarrow E_m = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

à medida que a gota cai verticalmente, a altura, h , diminui. Assim, embora a energia cinética se mantenha constante, h diminui, pelo que a energia potencial diminui e, consequentemente, diminui a energia mecânica.

3.3.

3.3.1.

Inserindo nas “listas” os dados fornecidos na tabela e através da função “CALC”, obtém-se a equação da reta que traduz a relação entre a posição da gota e o instante. O declive dessa reta traduz o valor da velocidade terminal da gota de água, $y = -0,875x + 0,7058$. Assim, a componente escalar da velocidade terminal, expressa com dois algarismos significativos será $-0,88 \text{ m s}^{-1}$.

3.3.2.

A gota cai em queda livre pois se fez previamente o vácuo não existe resistência do ar.

Determinar o tempo que a gota demora a atingir o solo.

A gota atinge o solo quando $y = 0$ e como cai em queda livre, $a = g$.

$$\begin{aligned} y = y_0 - \frac{at^2}{2} &\Leftrightarrow \frac{2(y - y_0)}{-g} = t^2 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2(y - y_0)}{-g}} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2(0 - 1,70)}{-10}} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow t = 0,58 \text{ s} \end{aligned}$$

Determinar a componente escalar da velocidade ao atingir o solo.

$$v = at \Leftrightarrow v = -10 \times 0,58 \Leftrightarrow v = -5,8 \text{ m s}^{-1}$$

A componente escalar da velocidade com que a gota chegou ao solo é $-5,8 \text{ m s}^{-1}$.

4.

4.1.

4.1.1.

(B) A modulação de um sinal, que pode ser em AM ou FM, consiste em “somar” ao sinal que se pretende transmitir uma onda eletromagnética de elevada frequência, designada onda portadora. Para que ocorra a modulação do sinal terá de existir um modulador.

4.1.2.

O fenómeno ondulatório esquematizado na Figura 2 é a difração.

4.1.3.

Para que ocorra reflexão total da radiação têm de se verificar as seguintes condições:

O índice de refracção do núcleo da fibra tem de ser superior ao índice de refracção do revestimento da fibra.

O ângulo de incidência na superfície de separação núcleo-revestimento tem de ser superior ao ângulo crítico.

4.2.

4.2.1.

(D) O trabalho realizado pela força gravítica é simétrico da variação de energia potencial gravítica, ou seja, $W_{F_g} = -\Delta E_p$. Como o balão está a subir, está a afastar-se da superfície da Terra. Assim, à medida que se afasta a energia potencial aumenta (porque aumenta a altura, h), pelo que a variação de energia potencial será positiva ($E_p(f) > E_p(i)$). Deste modo, como a variação da energia potencial é positiva, o trabalho realizado pela força gravítica será negativo. Por outro lado, quanto maior for a variação de altura sofrida pelo balão, maior será a variação da energia potencial, fazendo com que o trabalho da força gravítica que atua no balão dependa do desnível (variação de altura) entre os pontos A e B.

4.2.2.

(A) De acordo com o teorema da energia cinética ou lei do trabalho-energia, o trabalho realizado pela resultante das forças que atuam num corpo é igual à variação da energia cinética, ou seja, $W_{F_g} = \Delta E_c$. Se o balão sobe com velocidade constante, a variação da energia

cinética é nula, pelo que o trabalho da resultante das forças também tem de ser nula, isto é, se $v = \text{constante} \Rightarrow \Delta E_c = 0$. Se $\Delta E_c = 0 \Rightarrow W_{F_g} = 0$.

5.

5.1.

5.1.1.

(D) O sistema químico considerado encontra-se inicialmente em equilíbrio pois as suas concentrações não variam entre o instante inicial, t_0 , e instante t_1 , instante em que se aplica uma perturbação.

Após lhe ter sido aplicada no instante t_1 uma perturbação, as concentrações de hidrogénio e azoto aumentaram e a concentração de amoníaco diminuiu, o que significa que o sistema evoluiu no sentido inverso.

5.1.2.

(B) A grandeza quociente da reação, Q , permite avaliar se a composição do sistema num determinado instante traduz uma situação de equilíbrio ou de não equilíbrio. Traduz-se por uma expressão semelhante à de K_c :

Assim, neste caso, $Q = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3}$. Substituindo pelos respetivos valores das concentrações, que no instante da perturbação assumem o valor de 3,65 mol dm⁻³ para o amoníaco e para o hidrogénio e o azoto, respetivamente, 8,80 mol dm⁻³ e 0,683 mol dm⁻³, a expressão do quociente da reação no instante da perturbação será:

$$Q = \frac{[3,65]^2}{[0,683] \times [8,80]^3}$$

5.2. Determinar a energia libertada na formação de duas moles de NH₃ (2ΔH).

$$E_{\text{libertada na formação de duas moles amoníaco}} = -(2 \times 92,6)$$

$$E_{\text{libertada na formação de duas moles amoníaco}} = -185,2 \text{ kJ}$$

Determinar a energia libertada no estabelecimento das ligações na formação de duas moles de NH₃.

$$2\Delta H = [E_{\text{para quebrar as ligações de 1 mol de N}_2 \text{ e de 3 mol de H}_2}] + [E_{\text{libertada na formação de 2 moles de NH}_3}]$$

$$E_{\text{libertada no estabelecimento das ligações correspondentes à formação de 2 moles de NH}_3} = -185,2 + (-2,25 \times 10^3) = -2,43 \times 10^3 \text{ kJ.}$$

Assim, a energia libertada no estabelecimento das ligações químicas que correspondem à formação de 2 mol de NH₃ (g) é $2,43 \times 10^3$ kJ.

6.1. (B) A potência é numericamente igual à energia transferida ou transformada na unidade de tempo, ou seja, é dada por $P = \frac{E}{\Delta t}$. Partindo da

definição de diferença de potencial entre dois pontos de um circuito elétrico, pode obter-se a expressão da energia transferida ou transformada, isto é $E = UI\Delta t$. Assim, a potência fornecida ao circuito será equivalente a

$$P = \frac{UI\Delta t}{\Delta t} \Leftrightarrow P = UI.$$

Deste modo, para determinar a potência fornecida ao painel fotovoltaico, os alunos tiveram de medir a diferença de potencial nos terminais e a intensidade da corrente no circuito.

6.2. O valor da resistência introduzida pelo reóstato para o qual a potência fornecida ao circuito é máxima é 23 Ω.

6.3. Determinar a potência fornecida pela lâmpada ao painel, nas condições referidas.

$$P_{\text{fornecida ao painel}} = \frac{E_{\text{fornecida}}}{\Delta t} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow P_{\text{fornecida ao painel}} = \frac{36 \text{ J}}{120 \text{ s}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow P_{\text{fornecida ao painel}} = 0,30 \text{ W}$$

Obter, por leitura gráfica, a energia fornecida pelo painel para uma resistência de 40 Ω.

$$P(R = 40 \Omega) = 0,027 \text{ W}$$

Determinar o rendimento do painel fotovoltaico.

$$\eta = \frac{P_{\text{fornecida pelo painel}}}{P_{\text{fornecida ao painel}}} \times 100$$

$$\eta = \frac{0,027}{0,30} \times 100 \Leftrightarrow \eta = 9,0\%$$

O rendimento do painel para aquela resistência inserida no circuito foi 9,0%.

6.4. Os alunos tiveram o cuidado de manter a lâmpada sempre à mesma distância do painel. Este cuidado foi necessário para assegurar que a intensidade da radiação incidente no painel fosse constante ao longo de toda a experiência.

6.5. Através dos dados incluídos na tabela pode concluir-se que a potência fornecida pelo painel ao circuito é máxima quando o painel está colocado perpendicularmente à direcção da radiação incidente, isto é, a potência fornecida pelo painel ao circuito diminui à medida que o ângulo se afasta de um ângulo recto (90°).