



Final
2018-05-12

Duração 1h 30min

Pergunta	Q1	Q2	Q3	Total
Cotação	17	25	18	60
Classificação				

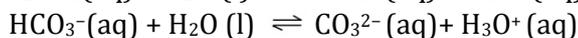
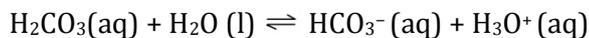
Escola

Nome

Nota: Apresente todos os cálculos que efetuar e indique o resultado com o número de algarismos significativos corretos

Questão1

1. A dissolução de CO₂ em água dá origem a uma solução ácida, usualmente associada ao aparecimento do ácido carbónico (H₂CO₃). Contudo este ácido não é estável, pelo que em solução podem ser encontradas as espécies resultantes da sua ionização. Ionização essa que pode ser descrita pelas equações seguintes:



- i. Indique os pares ácido-base presentes em cada equação.



- ii. Escreva a constante de equilíbrio da segunda equação.

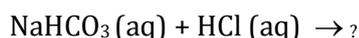
$$k = \frac{[\text{CO}_3^{2-}] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCO}_3^-]} \quad \mathbf{3 \text{ pts}}$$

- iii. Quando se adicionam umas gotas de uma solução de NaOH à solução de CO₂ em água há:

- libertação de um gás que é CO₂.
- deslocamento do equilíbrio traduzido pela primeira equação para a esquerda, isto é, forma-se mais H₂CO₃.
- aumento da ionização da água.
- deslocamento do equilíbrio traduzido pela segunda equação para a direita, isto é forma-se mais CO₃²⁻ **3 pts**

2. O hidrogenocarbonato de sódio é o componente principal dos sais de fruto usados para aliviar o incómodo resultante da acidez no estômago.

- i. Complete a equação química que traduz o processo de neutralização do excesso de ácido clorídrico do estômago.



3 pts (retirar 1 pt por colocar H₂CO₃(aq))



- ii. Sabendo que os sais de fruto contêm 2,30 g de NaHCO₃ por comprimido, quantos comprimidos são necessários para neutralizar 120 mL de uma solução 0,57 mol dm⁻³ de HCl.

$$120 \text{ mL} \Rightarrow 0,57 \times 120 \times 10^{-3} = 0,0684 \text{ mol de HCl} \quad \mathbf{2 \text{ pts}}$$

$$\text{Ou seja necessitamos de } 0,0684 \text{ mol de NaHCO}_3 \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

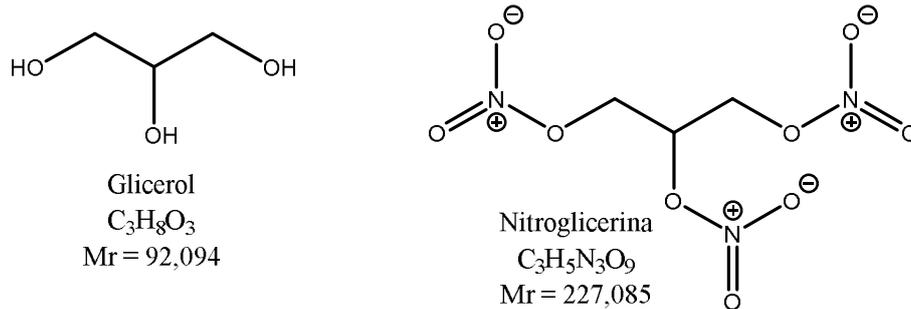
$$\text{Como } M_r(\text{NaHCO}_3) = 84,006 \text{ necessitamos de } 5,75 \text{ g de NaHCO}_3 \quad \mathbf{2 \text{ pts}}$$

$$\text{Cada comprimido tem } 2,30 \text{ g de NaHCO}_3 \Rightarrow 5,75/2,30 = 2,5 \text{ comprimidos de ENO} \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

Retirar 1 pt por erro nos algarismos significativos.

Questão 2

1,2,3-trinitroxipropano é um líquido denso, incolor e viscoso. É um composto químico explosivo obtido a partir da reação de glicerol com ácido nítrico sob condições adequadas. Sintetizada pela primeira vez pelo químico italiano Ascanio Sobrero em 1847, a nitroglicerina tem sido normalmente usada como um ingrediente ativo no fabrico de explosivos, principalmente dinamite, e como tal é empregue na construção, demolição e em indústrias de mineração. Por outro lado, nos últimos 130 anos, a nitroglicerina também teve aplicações médicas, principalmente como um potente vasodilatador (dilatação do sistema vascular) para o tratamento de doenças do coração, como angina de peito ou insuficiência cardíaca crónica. A fórmula química da nitroglicerina é $C_3H_5O_9N_3$.



Assim, como já foi referido, o principal processo de síntese da nitroglicerina consiste na reação do glicerol ($C_3H_8O_3$) com ácido nítrico (HNO_3), que são colocados em reatores apropriados.

1. Escreva a equação química que traduz a produção de nitroglicerina.



2. Se pretender produzir um lote de 1,20 kg de nitroglicerina, quais as quantidades mássicas de glicerol e de ácido nítrico que deve introduzir no reator, assumindo que a reação tem um rendimento de 85%?

Caso não tenha conseguido responder à pergunta anterior, considere quantidades equimolares de ambos os reagentes no reator. Indique explicitamente este dado na sua resposta.

TOTAL 12 pts

Mr (HNO_3) = 63,012 Mr ($C_3H_8O_3$) = 92,094

1 mol de glicerol produz 1 mol de nitroglicerina **1 pt**

1,20 kg nitroglicerina equivale a 5,28 mol. Logo será necessária esta quantidade de glicerol. Sendo o rendimento 85%, implica que necessitamos de 6,21 mol de glicerol. **4 pts**

Em massa teremos: $6,21 \times 92,094 = 572 \text{ g}$ **1 pt <-**

No caso do ácido nítrico temos 3 mol para 1 mol de nitroglicerina. **1 pt**

Ou seja necessitamos de 15,84 mol (*5,28 mol*) de HNO_3 para um rendimento de 100%.

Para 85% necessitamos de 18,64 mol (*6,21 mol*). **4 pts**

Em massa teremos: $18,64 \times 63,012 = 117 \times 10^1 \text{ g}$ (*390g*) **1 pt <-**

Retirar 1 pt por algarismos significativos errados.



3. No caso de o ácido nítrico estar disponível sob a forma de uma solução aquosa com concentração $6,00 \text{ mol.dm}^{-3}$, qual o volume de solução que deve introduzir no reator nas condições da alínea anterior?

Caso não tenha conseguido responder à pergunta anterior, considere uma massa de 3,00kg de ácido nítrico.

Tal como vimos anteriormente necessitamos de 18,64 mol (47,61 mol) de HNO_3 .

Logo o volume necessário $18,64 \times 1000 / 6,00 = 311 \times 10^1 \text{ mL}$ (793 $\times 10^1 \text{ mL}$) **4 pts**

Retirar 1 pt por algarismos significativos errados.

4. Qual o volume da solução de ácido nítrico $6,00 \text{ mol.dm}^{-3}$ que precisa diluir se pretender preparar 2000 cm^3 de uma solução de ácido nítrico $1,00 \text{ mol.dm}^{-3}$?

Para preparar 2000 mL necessitamos de 1,5 mol de HNO_3

Ou seja necessitamos de $v = 1,5 \times 1000 / 6 = 250 \text{ mL}$ **4 pts**

Retirar 1 pt por algarismos significativos errados.

Questão 3

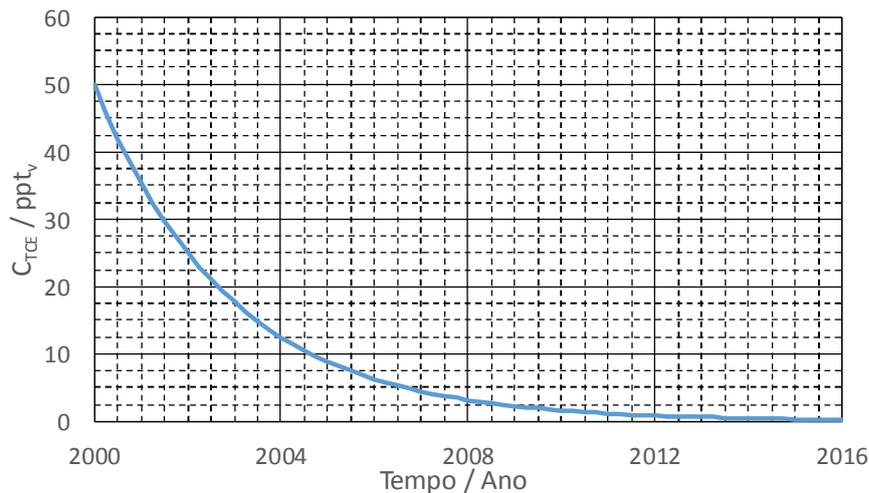
Tal como vimos na prova da semifinal, o fumo emitido pelos fogos florestais é composto maioritariamente por partículas em suspensão e por compostos de carbono, nitrogénio e enxofre. O metano, CH_4 , é um dos três principais compostos de carbono emitidos para a atmosfera, cuja quantidade anual proveniente da combustão da biomassa está estimada em 50×10^9 kg.



O radical hidroxilo ($\bullet\text{OH}$) é formado na troposfera em consequência da fotodecomposição do ozono troposférico. E, além de oxidar o metano, pode oxidar outros compostos presentes na atmosfera como, por exemplo, o 1,1,1-tricloroetano (TCE), CH_3CCl_3 .



Uma vez que a emissão de TCE para a atmosfera foi interrompida na década de 1990, o perfil da sua concentração na atmosfera ao longo dos últimos anos (Figura abaixo) pode ser usado para estimar a concentração média do radical $\bullet\text{OH}$ na atmosfera.



Admitindo que a concentração do radical $\bullet\text{OH}$ tem-se mantido constante ao longo do tempo e que o único processo de remoção de TCE da atmosfera é a reação com o radical $\bullet\text{OH}$, então a constante de velocidade (k_{obs}) da reação pode ser obtida a partir do tempo de meia-vida, $t_{1/2}$, (tempo necessário para que a concentração inicial do TCE decresça para metade).

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_{\text{obs}}}$$

Por sua vez, a constante de velocidade k_{obs} pode ser calculada como o produto da constante de velocidade da reação k_{TCE} pela concentração do radical $\bullet\text{OH}$.

$$(k_{\text{TCE}} = 1,0 \times 10^{-14} \text{ cm}^3 \text{ moléculas}^{-1} \text{ s}^{-1})$$

1. Com base no perfil da concentração de TCE ao longo dos últimos anos, estime o tempo de meia-vida arredondado à décima do ano e converta-o em segundos. Considere que 1 ano é equivalente a 365,25 dias.

$$t_{1/2} = 2,0 \text{ anos } \mathbf{3 \text{ pt}}$$

$$t_{1/2} = 2,0 \times 365,25 \text{ dias} / 1 \text{ ano} \times 24 \text{ h} / 1 \text{ dia} \times 60 \text{ min} / 1 \text{ h} \times 60 \text{ s} / 1 \text{ min}$$

$$t_{1/2} = 6,3 \times 10^7 \text{ s} \quad \mathbf{1 \text{ pt}}$$

Retirar 1 pt por Algarismos Significativos Errados.

2. Calcule a concentração média do radical $\bullet\text{OH}$ na troposfera expresso em moléculas cm^{-3} .
Caso não tenha conseguido responder à questão anterior, considere um tempo de meia vida de 10 anos.

$$k_{\text{obs}} = \ln 2 / 6,3 \times 10^7$$

$$k_{\text{obs}} = 1,1 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1} \quad (2,2 \times 10^{-9}) \mathbf{3 \text{ pts}}$$

$$|\bullet\text{OH}| = 1,1 \times 10^{-8} / 1,0 \times 10^{-14}$$

$$|\bullet\text{OH}| = 1,1 \times 10^6 \text{ moléculas cm}^{-3} \quad (2,2 \times 10^5) \mathbf{3 \text{ pts}}$$

Retirar 1 pt por Algarismos Significativos Errados.

A reação do radical $\bullet\text{OH}$ com o metano não é suficiente para eliminar a totalidade da quantidade anual de metano emitida para a atmosfera. Por esta razão, o metano vai permanecer na atmosfera por mais algum tempo, sendo o período de permanência ou de residência, t_{res} , estimado a partir da expressão:

$$t_{\text{res}} = \frac{1}{k_{\text{CH}_4} |\bullet\text{OH}|},$$

onde $k_{\text{CH}_4} = 3,36 \times 10^{-15} \text{ cm}^3 \text{ moléculas}^{-1} \text{ s}^{-1}$

3. Estime o tempo de permanência do metano na atmosfera, expresso em anos, nas condições do problema.

$$t_{\text{res}} = 1 / (3,36 \times 10^{-15} \times 1,1 \times 10^6) = 2,71 \times 10^8 \text{ s } \mathbf{5 \text{ pts}}$$

$$t_{\text{res}} = 2,71 \times 10^8 \times 1 \text{ min} / 60 \text{ s} \times 1 \text{ h} / 60 \text{ min} \times 1 \text{ dia} / 24 \text{ h} \times 1 \text{ ano} / 365,25 \text{ dias}$$

$$= 8,6 \text{ anos } \mathbf{3 \text{ pts}}$$

Retirar 1 pt por Algarismos Significativos Errados.