CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE QUÍMICA | 21022

Período de Realização

Decorre de 22 a 28 de Novembro de 2021

Sugestão para Resolução

particular atenção ao rigor no uso dos termos científicos.

PARTE I

Questão 1 (0,5V)

Proposta: Na sequência da Conferência das Alterações Climáticas das Nações Unidas (COP26) identifique um composto que foi, ou é um problema, para a questão ambiental. Tenha em consideração as alterações que este composto proporcionou ou proporcionará à nossa sociedade, modo de vida e evidencie o impulso tecnológico/conhecimento que tenha proporcionado. Sugira uma solução para o problema que enunciou. Justifique a sua escolha num texto que não deve exceder 1 página (ou 400 palavras). Ao exemplo que ilustrar, escreva a sua fórmula química, desenhe a sua estrutura, calcule a sua massa molecular e enumere uma propriedade física à sua escolha

R: Questão de desenvolvimento de resposta aberta. O aluno deverá demonstrar uma atitude de pesquisa metódica; exprimir os conceitos em linguagem precisa do ponto de vista científico; desenvolver a capacidade de observação objetiva dos fenómenos; mostrar conhecimento de factos e conceitos relativos à constituição e estrutura da matéria e a propriedades e transformações das substâncias; aplicar os conceitos fundamentais de química na resolução de questões em situações conhecidas e em situações novas; praticar uma linguagem científica adequada através do uso da

terminologia científica. Deverá identificar um composto (não confundir com elemento químico) que tenha contribuído para o problema ambiental. Casos evidentes são o dióxido de carbono, metano, dióxido e monóxido de azoto, entre outros. Para ter cotação máxima deverá incluir a fórmula química do composto abordado, a estrutura química, apresentar a massa molecular, bem como apresentar uma propriedade física.

PARTE II

Questão 2 (0,5V)

Desde o início do ano de 2020, o Remdesivir tem vindo a ser testado nos Estados Unidos da América como um antiviral experimental para o tratamento da COVID-19, e foi mesmo autorizado pela Food and Drug Administration (FDA) para uso em pacientes hospitalizados com estado grave. Este antiviral tem-se mostrado eficaz, diminuindo o tempo de recuperação do paciente.

Sabendo que o Remdesivir tem a fórmula molecular $C_nH_{35}N_6O_8P$ e a sua massa molar é de 602.585 g/mol. Quantos átomos de carbono estão presentes na sua fórmula? Apresente os cálculos efetuados.

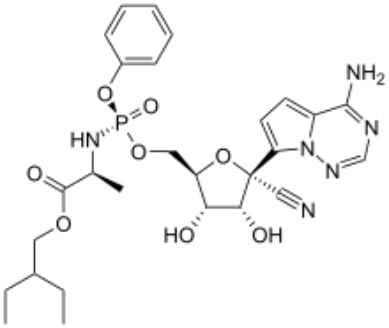


Figura 1. Representação da estrutura molecular do remdesivir.

R: Ar(H) = 1,01, Ar(C) = 12,01, Ar(N) = 14,01, Ar(O) = 16,0, Ar(P) = 31,0

$M(C_nH_{35}N_6O_8P) = 602{,}585\ gmol^{-1}$

$x \times 12{,}01 + 35 \times 1{,}01 + 6 \times 14{,}01 + 8 \times 16{,}0 + 31 = 602{,}585$

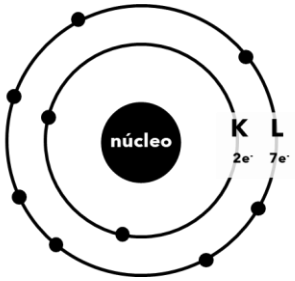
$x = (602{,}585 - 278{,}41) / 12{,}01$

$x = 27$

A molécula da cafeína tem 27 átomos de carbono.

Questão 3 (0,5v)

Niels Bohr apresentou um modelo que representa o átomo com um núcleo de protões no centro e eletrões girando numa órbita ao redor deste. O seguinte modelo de Bohr contém nove eletrões em órbita e um núcleo de nove protões.



a) O que representam as letras K e L?

R: As letras K e L representam os níveis de energia quânticos.

b) Que elemento está representado neste modelo atómico?

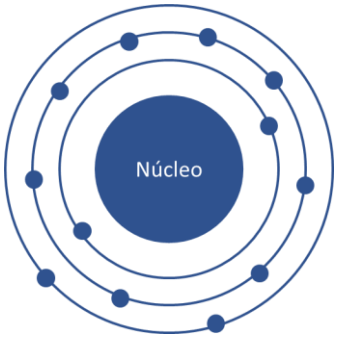
R: O elemento representado é o Flúor.

c) Qual seria o seu peso atómico?

R: O seu peso atómico é de 19.

d) Como representaria um átomo neutro de magnésio, usando o modelo de Bohr?

R: Representação do átomo neutro de magnésio segundo o modelo de Bohr:



A distribuição eletrónica do magnésio é: K = 2, L = 8, M = 2.

e) O modelo de Bohr está ligado à Mecânica Quântica e apresenta diversas lacunas e aberrações. Identifique e descreva sucintamente (um ou dois parágrafos) o modelo que lhe sucede.

R: O modelo assume que os eletrões têm um raio e uma órbita conhecidos, no entanto, não explica porque razões os eletrões estão limitados apenas a órbitas específicas. Uma década depois 'O princípio da incerteza de Heisenberg' refutou esta premissa.

Embora o modelo de Bohr fosse capaz de modelar o comportamento dos eletrões em átomos de hidrogénio, não era tão exato quando se tratava de elementos com maior número de eletrões. Outro dos erros e limitações desse modelo é o facto de este fornecer um valor incorreto para o momento angular da órbita do estado fundamental. O modelo de Bohr está ligado à Mecânica Quântica e apresenta diversas lacunas e aberrações, algumas mencionadas. Posteriormente, na década de 20, Schrödinger, de Broglie e Heisenberg, dão o seu contributo ao modelo da estrutura atómica segundo uma visão quântica ondulatória, dando origem a um modelo de orbital.

Questão 4 (0,50v)

O propano (C_3H_8) é o combustível mais usado nas comuns botijas de campismo.

a) Acerte a equação química que traduz a transformação que ocorre quando este é queimado:

R:

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$$

b) Calcule a massa de dióxido de carbono produzida quando 100 g de propano são queimadas.

R: $mC_3H_8 = 100g$

$M(C_3H_8) = 44{,}1\ gmol^{-1}$

$$n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow n = \frac{100\ g}{44{,}1\ gmol^{-1}} \Leftrightarrow n = 2.268\ mol$$

Tendo em conta a estequiometria da reação 1 mol de C_3H_8 para 3 moles de CO_2:

$n(CO_2) = 3 \times 2.268\ mol = 6.803\ mol$

$M(CO_2) = 44{,}0\ gmol^{-1}$

$$n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow 6.803\ mol = \frac{m}{44{,}0\ gmol^{-1}} \Leftrightarrow m = 6.803\ mol \times 44{,}0\ gmol^{-1}$$

$$\Leftrightarrow m = 299\ g$$

Questão 5 (0,5v)

O efeito explosivo da nitroglicerina, $C_3H_5(NO_3)_3$, está associado ao volume de gases produzidos na reação química que é representada por:

$$4 \quad C_3H_5(NO_3)_3\ (l) \rightarrow 6\ N_2\ (g) + \ O_2\ (g) + 12\ CO_2\ (g) + 10\ H_2O\ (g)$$

a) Sabendo que se usou $950\ g$ de nitroglicerina, determine a quantidade máxima de gases que se pode libertar.

R: Cálculo da quantidade de nitroglicerina que corresponde à massa.

$$n(C_3H_5(NO_3)_3) = \frac{m}{M} = \frac{950\ g}{227\ g/mol} = 4{,}185\ mol$$

De acordo com a estequiometria da reação verificamos que por cada 4 moles de nitroglicerina podem-se formar 6 moles de azoto + 1 mole de oxigénio + 12 moles de dióxido de carbono e 10 moles de vapor de água, num total de 29 moles. Esta é a quantidade máxima de gases que se pode libertar a partir de 4,185 moles de nitroglicerina ou 950 g.

b) Identifique os gases que se libertam.

R: Azoto, oxigénio, dióxido de carbono e vapor de água.

c) Calcule o rendimento da reação, admitindo que se obtêm 760 g de produtos de reação.

R: O rendimento da reação é dado por:

$$\eta = \frac{m(obtida)}{m(teórica)} \times 100 = \frac{760\ g}{950\ g} \times 100 = \ 80\%$$

O rendimento da reação foi de 80%.

Questão 6 (0,5v)

Uma solução de 50 mL de HCl com concentração 0,05 M foi titulada com NaOH (0,10 M). Tenha em atenção a seguinte tabela:

Tabela 1 – Variação do pH durante a titulação da solução de HCl com NaOH.

V(NaOH), mL	pH	V(NaOH), mL	pH
0,00	1,30	25,00	7,00
5,00	1,44	25,01	9,12
10,00	1,60	25,10	10,12
15,00	1,81	26,00	11,12
20,00	2,15	30,00	11,82
24,00	2,87	35,00	12,07
24,90	3,57	40,00	12,22
24,99	4,88	45,00	12,32
25,00	7,00	50,00	12,40

a) Antes de se ter adicionado qualquer base qual é o pH da solução?

R: Antes de se ter adicionado qualquer base a solução tem 0,05 M em H_3O^+, pelo que:

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(0,05) = 1,3$

O pH neste ponto é igual a 1,3.

b) Tendo em conta os valores da tabela desenhe e comente o gráfico da curva de titulação deste ácido forte com uma base forte.

R: Após adição de 10mL de NaOH a concentração de ácido diminuiu, resultado da reação e da diluição. Pelo que, a concentração analítica de HCl é:

$C_{(HCl)}$ = (mmol HCl restantes após adição de NaOH) / (Volume total)

= (mmol HCl originais – mmol NaOH adicionadas) / (Volume total)

= [(50,0 mL × 0,05 M) – (10,0 mL × 0,10 M)] / (50,0 mL + 10,0 mL)

= (2,5 mmol × 2,0 mmol) / 60 mL = $2,5 \times 10^{-2}$ M

Pelo que $[H_3O^+] = 2,5 \times 10^{-2}$ M

Cálculo do pH após adição de 10 mL de NaOH:

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(2,5 \times 10^{-2}) = 1,60$

No ponto de equivalência e por se tratar de um ácido forte e de uma base forte, nenhuma das espécies está em excesso. A concentração das espécies OH^- e H_3O^+ deverão ser iguais:

$K_w = [H_3O^+][OH^-]$

$-\log K_w = -\log [H_3O^+][OH^-] = -\log [H_3O^+] - \log [OH^-]$

$pK_w = pH + pOH$

$-\log 10^{-14} = 14,0 = pH + pOH \Leftrightarrow pH = 7,0$

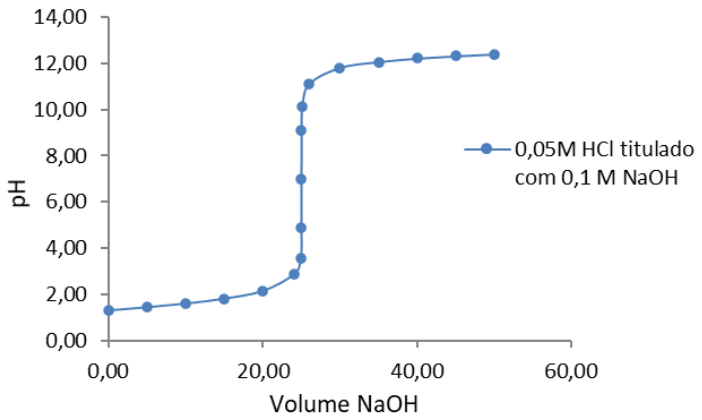
Ou então:

$[H_3O^+] = \sqrt{(K_w)} = \sqrt{(10^{-14})} = 10^{-7}$

$pH = -\log (10^{-7}) = 7,0$

O efeito da concentração do reagente e do analito na curva de titulação de um ácido forte é caracterizado por a sua curva começar em pH muito baixo, o pH do ácido, neste caso HCl (0,05M). À medida que se adiciona a base NaOH (0,10M) observa-se um ténue aumento do pH, melhor elucidado com os valores da tabela. Perto do ponto de equilíbrio há um aumento rápido do pH, pelo que se deve tirar pontos com intervalos de tempo menores. Ao adicionarmos mais base e à medida que nos afastamos do ponto de equilíbrio o incremento do pH diminui. O valor do pH tende para o valor de pH da base forte que está a ser adicionada.

Gráfico – Titulação de 50mL de HCl (0,05 M) NaOH (0,10 M)



Questão 7 (1,0v)

Tenha em consideração a seguinte equação química:

$$4\ CuO(s)\ \rightleftarrows 2\ Cu_2O(s) + O_2(g)$$

No início, o sistema é apenas constituído por 0,16 mol de óxido de cobre(II), num recipiente fechado, com o volume de 2,0 dm^3, e à temperatura de 1024 °C. A esta temperatura a pressão da mistura reacional em equilíbrio é de 0,49 atm.

a) Determine a fração de CuO que se decompôs até ser atingido o estado de equilíbrio.

R: A fracção molar de CuO decomposto é o quociente entre o número de moles que se decompôs e o número de moles (conhecido).

O número de moles que se decompôs pode ser calculado a partir do número de moles de O_2 presentes no equilíbrio. Este valor pode ser calculado a partir da pressão do sistema no equilíbrio – pressão de O_2 (g) visto der o único componente gasoso.

Começa-se por calcular o número de moles de O_2 no equilíbrio pela equação de estado dos gases perfeitos:

$$PV = nRT$$

Substituindo:

$$0{,}49\ \times 2{,}0\ = n(O_2) \times 0{,}082 \times 1297$$

$$n(O_2) = 9{,}2 \times 10^{-3}\ mol$$

Cálculo do número de moles de CuO decomposto: os coeficientes estequiométricos de reacção mostram que o número de moles de CuO (s) decomposto é quatro vezes superior ao número de moles de O2 (g) produzido.

$$n(CuO) = 4\ \times\ 9{,}2 \times 10^{-3}\ mol\ = 0{,}0368\ mol$$

Cálculo da fracção molar pedida:

$$\mathrm{X}(CuO) = \frac{0{,}0368}{0{,}16} = 0{,}23$$

b) Indique, justificando, como evoluiria o sistema se o volume do recipiente diminuísse.

R: A diminuição do volume do recipiente implicaria um aumento da pressão, neste caso, de O_2. O sistema responderia aumentando a velocidade de reacção no sentido em que há menos número de moles de componentes gasosos para contrariar o aumento de pressão. Podemos concluir que o sistema evoluiria no sentido inverso.

FIM