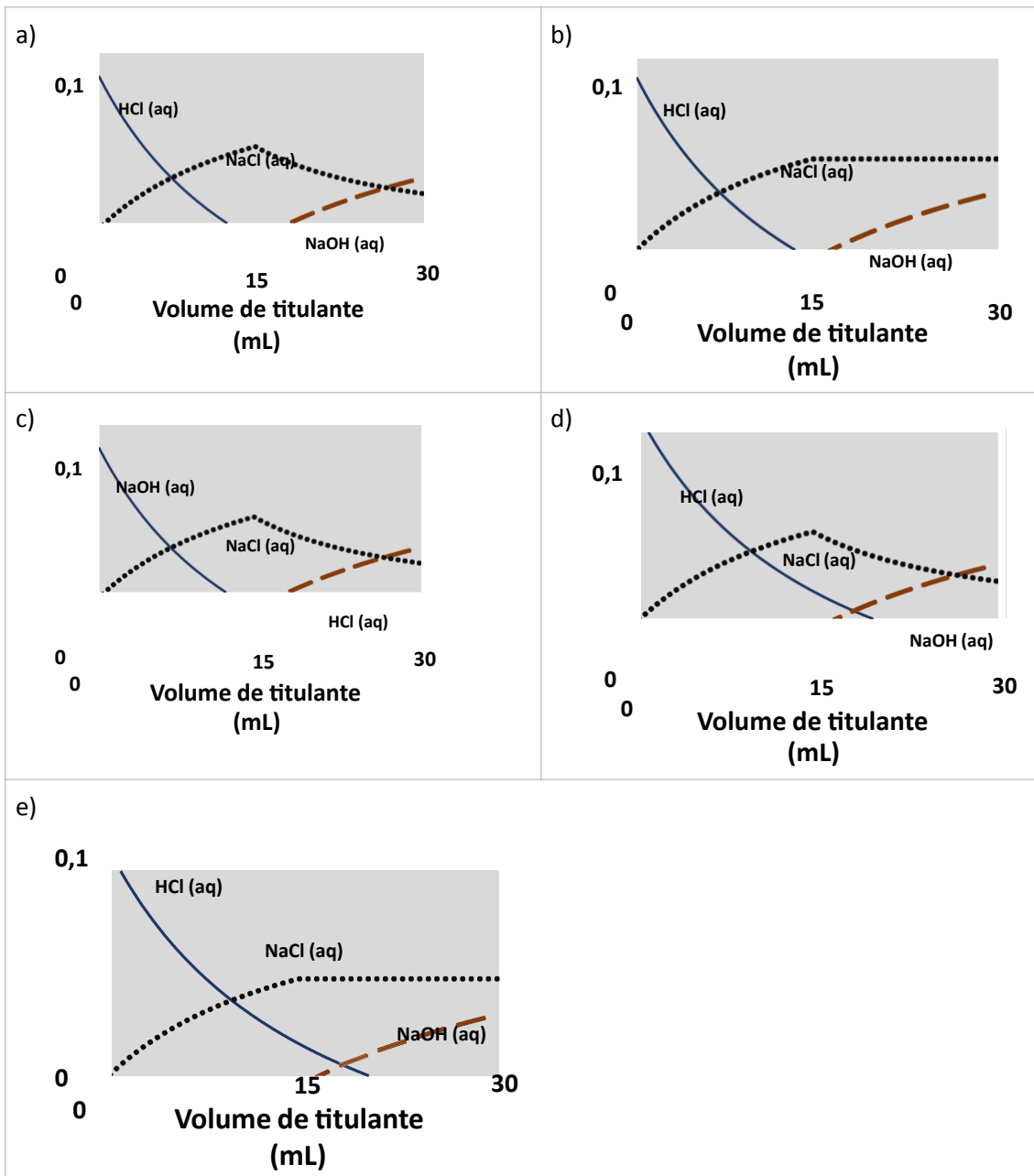


Olimpíada Brasileira de Química - 2022

OBQ 2022 Fase III

Modalidade B

1. Procedimentos envolvendo titulações são amplamente utilizados para determinação da concentração de diversas substâncias. Considerando uma titulação ácido base em que se utilizou HCl $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ como titulado e NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ como titulante, **indique** qual das figuras abaixo melhor representa a concentração das substâncias (HCl, NaOH e NaCl) no recipiente de titulação durante o processo.



Resposta: a

- Durante a titulação, deve haver a diminuição da concentração do HCl na célula de titulação e não de NaOH, o que exclui a letra “c”;
- Após o ponto estequiométrico, a concentração de NaCl deve diminuir devido a diluição, o que exclui as letras “b” e “e”.
- Com relação ao ponto estequiométrico, deve apresentar concentração nula para HCl e NaOH, o que exclui a letra “d”.

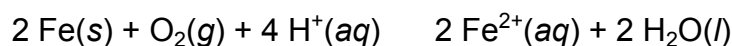
- um outro ponto a considerar é que a concentração inicial de HCl deve ser de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (exclui letras “d” e “e”).

O gráfico da letra “a” atende todos os requisitos para a titulação em questão.

2. Considere a mistura de soluções aquosas de hidróxido de cálcio (300 mL e $0,25 \text{ mol L}^{-1}$) e ácido fosfórico (240 mL e $0,25 \text{ mol L}^{-1}$). Após a mistura, forma-se um precipitado e água líquida. Em relação a esse sistema, indique qual é a afirmação **falsa**:

- a) Se a reação ocorre com 100% de rendimento, a massa de precipitado formada é de 7,75 g.
- b) Na equação iônica simplificada, a soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros é igual a 24.
- c) Na equação molecular, a soma dos menores coeficientes estequiométricos inteiros é igual a 12.
- d) **Nesse sistema a porcentagem do reagente em excesso é de 16,7%.**
- e) Nesse sistema o ácido fosfórico é o reagente em excesso.

3. Considere um processo eletroquímico a partir de uma célula eletroquímica representada pela equação química a seguir:



Verifica-se que sua constante de equilíbrio, a $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, corresponde a uma magnitude de aproximadamente igual a $2,8 \times 10^{56}$. A partir das informações apresentadas, assinale a alternativa que apresenta a diferença de potencial deste processo eletroquímico. (Constante de Faraday, $F = 96.500 \text{ C mol}^{-1}$)

- a) +0,1667 V
- b) -56,45 V
- c) +56,45 V
- d) -1,67 V
- e) **+1,67 V**

Resposta:

$$-R \times T \times \ln K_{\text{eq}} = -n \times F \times E^0$$

Substituindo os valores na equação acima:

$$-8,314 \times 298 \times \ln(2,80 \times 10^{56}) = -4 \times 96500 \times E^0$$

$$E^0 = \frac{-322020,90}{-193000} = +1,66 \text{ V}$$

4. Em uma experiência para avaliar propriedades tonoscópicas, uma massa de 4,40 g de soluto molecular é diretamente dissolvida na presença de 0,396 kg de solvente, sendo este solvente a água. Como consequência deste experimento, a pressão de vapor do solvente cai de 22,71 cm Hg para 22,63 cm Hg. A partir das informações apresentadas, assinale a alternativa que apresenta o valor da massa molar (em g mol⁻¹) do soluto.

- a) 66,43
- b) 56,77
- c) 78,77
- d) 102,52
- e) 136,85

Resposta:

Aplicando a equação matemática que expressa a propriedade coligativa tonoscópica, temos:

Cálculo do número de mol para cada reagente:

$$\frac{|22,63 - 22,71|}{22,71} = \frac{18}{1000} \times \frac{4,40}{< MM >_{\text{soluto}}} \times 1,0^{0,396}$$

< MM >_{soluto} = 56,77 mol

5. A energia de ligação está envolvida na quebra ou na formação de uma ou mais ligações entre átomos de uma molécula. A reação representada pela equação $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$ tem $\Delta H = -104$ kJ. Considere os dados da tabela a seguir.

Ligação	Energia de Ligação (kJ)
C-Cl	328
H-Cl	431
C-H	
Cl-Cl	

Sabendo que $x : y = 17 : 10$, **indique** qual é a energia (em kJ) da ligação Cl-Cl.

- a) 283,5 kJ
- b) 292,9 kJ
- c) 242,6 kJ
- d) 334,7 kJ
- e) 435,8 kJ

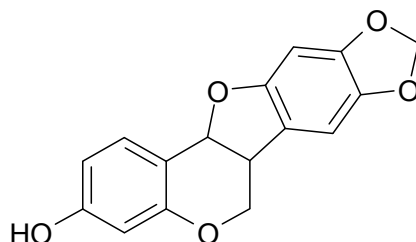
Resposta:

Durante a quebra da ligação, a energia é absorvida e durante a formação da ligação é liberada. Da reação podemos dizer que 1 ligação C-H é quebrada, 1 ligação Cl-Cl é quebrada, 1 ligação C-Cl é formada e 1 ligação H-Cl é formada, então usando as convenções de sinais a equação se torna:

$$x + y - 328 - 431 = -104 (\Delta H = -104 \text{ kJ})$$

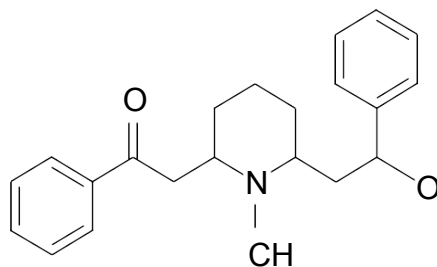
$$10x = 17y, \text{ colocando } x = 17/10y \text{ temos } y = 242,6 \text{ kJ}$$

6. Maackiana é uma substância existente na sucupira, usada no tratamento da impingem. Considerando sua fórmula estrutural,



indique a alternativa **incorreta**.

- a) Na molécula há quatro e seis átomos de carbono com hibridação sp^3 e sp , respectivamente.
- b) A fórmula molecular da maackiana é $C_{16}H_{12}O_5$.
- c) As funções orgânicas presentes na molécula são: éter e fenol.
- d) Na molécula há doze átomos de carbono insaturados.
- e) Na molécula há três átomos de carbono terciários.
7. Lobelina é um alcaloide usado como medicamento antimalárico. Considerando sua fórmula estrutural



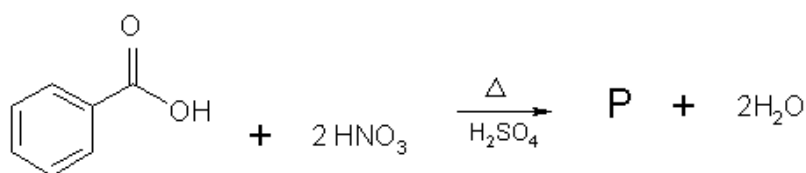
são feitas as seguintes afirmações:

- I. A lobelina apresenta as funções álcool, amina e cetona em sua molécula.
- II. A fórmula molecular da lobelina é $C_{22}H_{27}NO_2$.
- III. A lobelina apresenta três átomos de carbono assimétricos.
- IV. Com a fórmula estrutural apresentada, a lobelina pode ter oito pares de enantiômeros.

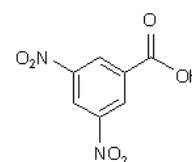
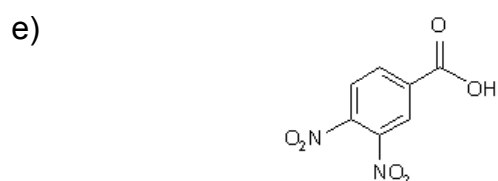
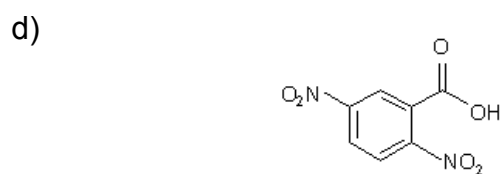
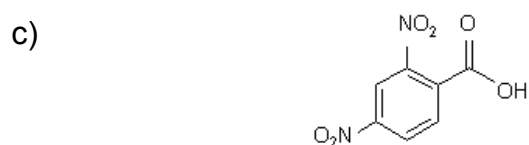
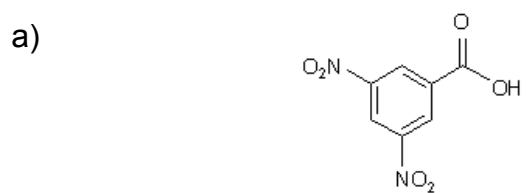
As afirmações **verdadeiras** são:

- a) I, II, III e IV.
- b) I, III e IV.
- c) II, III e IV.
- d) I, II e IV.
- e) **I, II e III.**

8. Na nitração do ácido benzoico, representada a seguir:

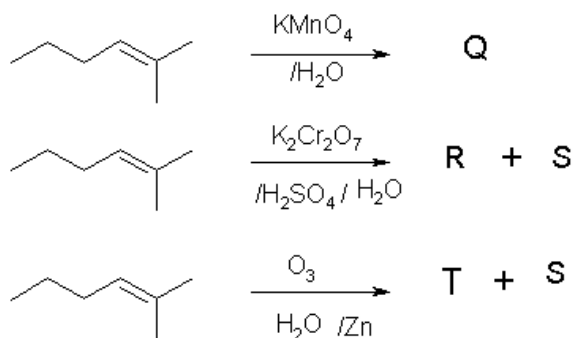


O produto P (majoritário) é:

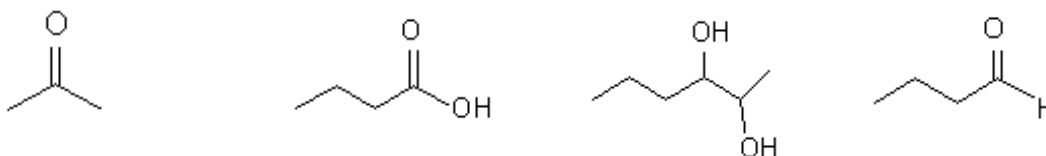


Gabarito: A resposta correta é o ácido 3,5-dinitrobenzóico.

9. Um alceno é submetido às seguintes reações: oxidação branda, oxidação enérgica e ozonólise (representadas abaixo).



Os produtos Q, R, S e T possíveis são:



A associação **correta** entre os produtos é:

- a) I – S; II – T; III – R; IV – Q
- b) I – S; II – R; III – Q; IV – T**
- c) III – S; I – T; IV – R; II – Q
- d) II – S; I – R; IV – T; III – Q
- e) I – Q; II – R; III – S; IV – T

10. Qual é o produto de solubilidade molar para $\text{V}_3(\text{PO}_4)_5$ em termos de K_{PS} ?

a) $S = \left(\frac{K_{PS}}{84375} \right)^{1/8}$

b) $S = K_{PS}^{1/8}$

c) $S = \left(\frac{K_{PS}}{15} \right)^{1/8}$

d) $S = \left(\frac{K_{PS}}{108} \right)^{1/8}$

e) $S = \left(\frac{K_{PS}}{125} \right)^{1/8}$

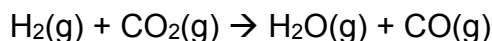
Resposta:

Classificação: A reação de dissociação é representada como $V_3(PO_4)_5 \rightarrow 3V^{5+} + 5PO_4^{3-}$

Então o $K_{PS} = [V^{5+}]^3[PO_4^{3-}]^5$, onde os colchetes indicam as concentrações dos íons em solução. E como S é a solubilidade dos íons V^{5+} e PO_4^{3-} , logo o K_{PS} pode ser escrito com $K_{PS} = [3S]^3[5S]^5 = 3^3 \times 5^5 \times S^8 = 84375 \times S^8$. Portanto, rearranjando a expressão temos que $S = (K_{PS}/84375)^{1/8}$.

Parte II
OBQ 2022 Modalidade B
Questões analítico-expositivas

1. Quando $H_2(g)$ é misturado com $CO_2(g)$ a 2.000 K, o equilíbrio é alcançado de acordo com a equação abaixo.



Em um experimento, as seguintes concentrações de equilíbrio foram medidas:

$$[H_2] = 0,20 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[CO_2] = 0,30 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[H_2O] = [CO] = 0,55 \text{ mol L}^{-1}$$

- a) Qual é a fração em quantidade de substância de $CO(g)$ na mistura em equilíbrio?

Resposta:

Cálculo da fração molar:

$$X_{CO} = \frac{n_{CO}}{n_{H_2} + n_{CO_2} + n_{H_2O} + n_{CO}}$$

$$X_{CO} = \frac{0,55}{0,20 + 0,30 + 0,55 + 0,55} = 0,344$$

- b) Usando as concentrações de equilíbrio dadas acima, calcule o valor de K_C , a constante de equilíbrio para a reação.

Resposta:

Cálculo da constante de equilíbrio em concentração:

$$K_C = \frac{[H_2O][CO]}{[H_2][CO_2]} \quad K_C = \frac{0,55 \times 0,55}{0,20 \times 0,30} = 5,04$$

c) Determine K_p , em termos de K_C e K_X para este sistema.

Resposta:

A relação entre K_p e K_C é dada pela expressão:

$$K_p = K_C(RT)^{\Delta n}, \text{ mas para essa reação } \Delta n = 0, \text{ logo:}$$

$$K_p = K_C = 0,504$$

A relação entre K_p e K_X é dada pela expressão:

$$K_p = K_X(p_T)^{\Delta n}, \text{ mas para essa reação } \Delta n = 0, \text{ logo:}$$

$$K_p = K_X = 0,504$$

d) Quando o sistema é resfriado de 2.000 K para uma temperatura mais baixa, 30,0 % do $\text{CO}(\text{g})$ é convertido novamente em $\text{CO}_2(\text{g})$. Calcule o valor de K_C nesta temperatura mais baixa.

Resposta:

$$30\% \text{ de CO (0,55 mol)} = 0,3 \times 0,55 \text{ mol} = 0,165 \text{ mol de CO}$$

Logo as novas concentrações no equilíbrio são:

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,55 \text{ mol} - 0,165 \text{ mol} = 0,385 \text{ mol}$$

$$[\text{H}_2] = 0,20 \text{ mol} + 0,165 \text{ mol} = 0,365 \text{ mol}$$

$$[\text{CO}_2] = 0,30 \text{ mol} - 0,165 \text{ mol} = 0,465 \text{ mol}$$

$$K_C = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}{[\text{H}_2][\text{CO}_2]} = \frac{0,385 \times 0,385}{0,365 \times 0,465} = 0,873$$

e) Em um experimento diferente, 0,50 mol de $\text{H}_2(\text{g})$ é misturado com 0,50 mol de $\text{CO}_2(\text{g})$ em um recipiente de reação de 3,0 litros a 2.000 K. Calcule a concentração de equilíbrio, em mols por litro, do $\text{CO}(\text{g})$ a esta temperatura.

Resposta:

	H_2	CO_2	H_2O	CO
início	0,50	0,50	0	0
Δ	$-x$	$-x$	x	x
Equilíbrio	$0,50 - x$	$0,50 - x$	x	x
Concentração	$\frac{0,50 - x}{3,0}$	$\frac{0,50 - x}{3,0}$	$\frac{x}{3,0}$	$\frac{x}{3,0}$

$$K_C = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}{[\text{H}_2][\text{CO}_2]} = \frac{\frac{x}{3,0} \times \frac{x}{3,0}}{\frac{0,50 - x}{3,0} \times \frac{0,50 - x}{3,0}} = \frac{x^2}{(0,50 - x)^2} = 5,04$$

$$\frac{x}{0,50 - x} = \sqrt{5,04} = 2,245$$

$$x + 2,245x = 1,1225$$

$$x = \frac{1,1225}{3,245} = 0,346$$

A concentração de CO é:

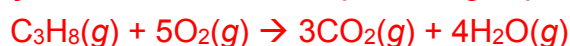
$$[\text{CO}] = \frac{0,346 \text{ mol}}{3,0 \text{ L}} = 0,115 \text{ mol L}^{-1}$$

2. O Propano, C_3H_8 , é um gás comumente usado como combustível.

a) Escreva uma equação balanceada para a combustão completa do gás propano. A equação deve possuir os menores coeficientes estequiométricos inteiros.

Resposta:

A reação da combustão completa do gás propano é



b) Calcule o volume de ar a 25 °C e 1,00 atmosfera que é necessário para queimar completamente 25,0 gramas de propano. Suponha que o ar tenha 21,0% de O_2 em volume.

Resposta:

Cálculo da massa de O_2 :

$$m = \frac{(25 \text{ g C}_3\text{H}_8) \times (5 \times 32 \text{ g O}_2)}{(44 \text{ g C}_3\text{H}_8)} = 90,91 \text{ g O}_2$$

Cálculo do volume de O_2 usando a equação do gás de ideal:

$$V = \frac{mRT}{Mp} = \frac{(90,91 \text{ g}) \times (0,082 \text{ atm L K}^{-1}\text{mol}^{-1}) \times (298 \text{ K})}{(32 \text{ g mol}^{-1}) \times (1 \text{ atm})} = 69,4 \text{ L O}_2$$

Cálculo para o volume de ar:

$$V = \frac{100 \times (69,4 \text{ L O}_2)}{21} = 330,5 \text{ L O}_2$$

c) A entalpia de combustão padrão do propano é $-2.219,2 \text{ kJ mol}^{-1}$. Calcule a entalpia de formação padrão, ΔH_f° de propano dado que $\Delta_f H^\circ$ de $\text{H}_2\text{O}(l) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ e ΔH_f° de $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Resposta:

Cálculo para o ΔH_f° de propano:

$$\Delta H_r = 4 \times \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}, l) + 3 \times \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2, g) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8, g) - 5 \times \Delta H_f^\circ(\text{O}_2, g)$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8, g) = 4 \times \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}, l) + 3 \times \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2, g) - 5 \times \Delta H_f^\circ(\text{O}_2, g) - \Delta H_r$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8, g) = 4 \times (-285,8 \text{ kJ mol}^{-1}) + 3 \times (-393,5 \text{ kJ mol}^{-1}) - 5 \times 0 - (-2.219,2 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$\Delta H_r = -104,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- d) Supondo que todo o calor liberado na queima de 25,0 gramas de propano seja transferido para 4,00 kg de água, calcule o aumento da temperatura da água. Dados: calor específico da água = $4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Resposta:

Usando P para propano e A para água, temos que a soma dos calores é zero:

$$q_P + q_A = 0$$

$$\Delta H_f^\circ(P) \times \frac{m_P}{M_P} + m_A c_A \Delta T = 0$$

$$\Delta T = - \frac{\Delta H_f^\circ(P) \times \frac{m_P}{M_P}}{m_A c_A} = - \frac{\left(= -104,5 \times 1000 \text{ J mol}^{-1} \right) \times \frac{25 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}}}{(4000 \text{ g}) \times (4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1})}$$

- e) Considere o gráfico a seguir, em que é possível observar a variação de densidade do propano em função da pressão para uma temperatura constante. É possível afirmar que essa substância atende a lei dos gases ideais para qualquer condição de pressão? Justifique sua resposta utilizando para isso também conceitos de interações intermoleculares.

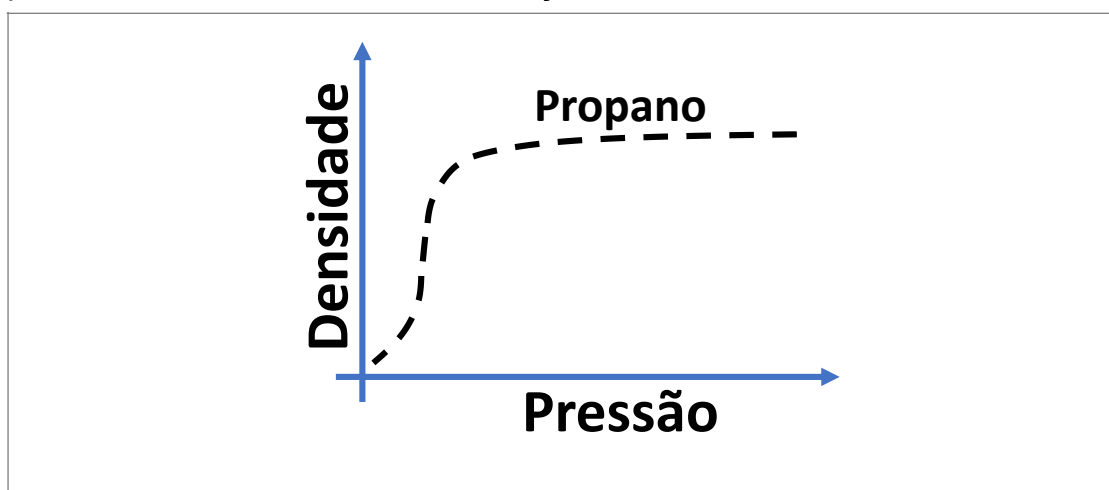


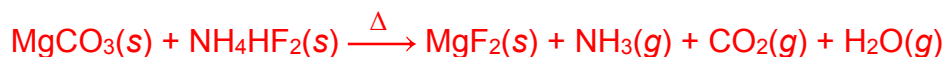
Gráfico de variação de densidade do propano em função da pressão (T = constante).

Gabarito: Observa-se no gráfico que o propano não atende a lei dos gases para qualquer condição de pressão. Isso se deve a formação de dipolos induzidos em altos valores de pressão e a condensação do gás em um líquido, o que pode ser comprovado pela inflexão observada no gráfico (variação não linear de densidade). Ou seja, assim como acontece no botijão de cozinha, o gás pode ser convertido a um líquido, um fluido que, obviamente, não atende a lei dos gases.

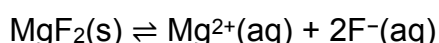
3. O fluoreto de magnésio é um sal inorgânico incolor cuja fórmula química é MgF_2 . É encontrado na natureza como o raro mineral sellaita. Uma maneira de sintetizar o MgF_2 é através da reação entre carbonato de magnésio e bifluoreto de amônio (NH_4HF_2), ambos na forma sólida, a uma temperatura entre 150 e 400 $^\circ\text{C}$.

- a) Escreva a equação química balanceada, com os menores coeficientes estequiométricos inteiros, para a síntese do MgF_2 (considere MgF_2 como a única substância formada que possui Flúor e indique os estados físicos dos reagentes e produtos).

Resposta:



- b) O MgF_2 é uma substância pouco solúvel em água. Em uma solução saturada de MgF_2 a 18°C , a concentração de Mg^{2+} é $1,21 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. O equilíbrio é representado pela equação abaixo.



Escreva a expressão para a constante do produto de solubilidade, K_{PS} , e calcule seu valor a 18°C .

Resposta:

A constante do produto de solubilidade para a reação é dada por:

$$K_{PS} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{F}^{-}]^2$$

E como $[\text{F}^{-}] = 2[\text{Mg}^{2+}]$, temos que:

$$K_{PS} = (1,21 \times 10^{-3})(2 \times 1,21 \times 10^{-3})^2 = 7,09 \times 10^{-9}$$

- c) Calcule a concentração de equilíbrio de Mg^{2+} em 1,000 L de solução saturada de MgF_2 a 18°C para a qual 0,100 mol de KF sólido foi adicionado. O KF se dissolve completamente. Suponha que a variação de volume seja desprezível.

Resposta:

Cálculo da concentração final de F^{-} :

$$[\text{F}^{-}]_f = \frac{n(\text{F}^{-})_{SS} + n(\text{F}^{-})_{ad}}{V} = \frac{2 \times 1,21 \times 10^{-3} \text{ mol} + 0,100 \text{ mol}}{1,000 \text{ L}}$$

$$[\text{F}^{-}]_f = 0,10242 \text{ mol L}^{-1}$$

E a concentração de Mg^{2+} no equilíbrio é:

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{K_{PS}}{[\text{F}^{-}]_f^2} = \frac{7,09 \times 10^{-9}}{0,10242^2} = 6,76 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

- d) Preveja se um precipitado de MgF_2 se formará quando 100,0 mL de uma solução $3,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ solução de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ é misturada com 200,0 mL de $2,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ solução de NaF a 18°C . Mostre os cálculos para apoiar sua predição.

Resposta:

Determine a concentração de Mg^{2+} e F^{-} que estará presente no volume final. Compare o valor do produto iônico $[\text{Mg}^{2+}][\text{F}^{-}]^2$ com K_{PS} . Se este valor for maior que K_{SP} , ocorrerá precipitação.

Cálculo da concentração final de Mg^{2+} :

$$(0,1000 \text{ L}) \times (3,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}) = (0,3000 \text{ L}) \times [Mg^{2+}]$$

$$[Mg^{2+}] = 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Cálculo da concentração final de F^- :

$$(0,2000 \text{ L}) \times (2,00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}) = (0,3000 \text{ L}) \times [F^-]$$

$$[F^-] = 1,33 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Cálculo do produto iônico:

$$\text{Produto iônico} = (1,00 \times 10^{-3}) \times (1,33 \times 10^{-3})^2 = 1,77 \times 10^{-9}$$

Este valor é menor que K_{PS} , então nenhuma precipitação ocorrer.

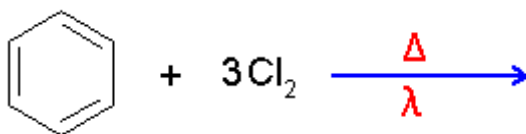
e) A 27°C a concentração de Mg^{2+} em uma solução saturada de MgF_2 é $1,17 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. Dessa forma, a dissolução de MgF_2 em água é um processo endotérmico ou exotérmico? Dê uma explicação para sustentar sua conclusão com base no princípio de Le Chatelier.

Resposta:

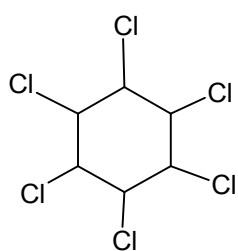
MgF_2 é menos solúvel a 27°C do que a 18°C . Como o calor adicionado age como um reagente adicionado, quando aparece no lado do produto, o princípio de Le Chatelier afirma que o equilíbrio se deslocará para o lado dos reagentes para combater o estresse. Consequentemente, menos reagente se solubilizará. Esta situação é encontrada nesse caso. Portanto, a reação é exotérmica.

4. Uma reação de adição ao anel aromático particularmente importante é a obtenção do benzeno hexaclorado (BHC), um poderoso inseticida cujo uso na agricultura é proibido. Devido à estabilidade do anel, a reação só ocorre com auxílio de luz ultravioleta e calor.

a) Complete a equação química a seguir e escreva o nome sistemático do produto.

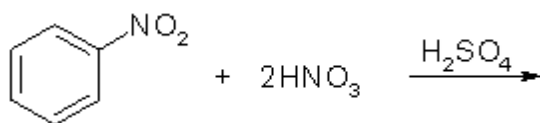


Resposta:

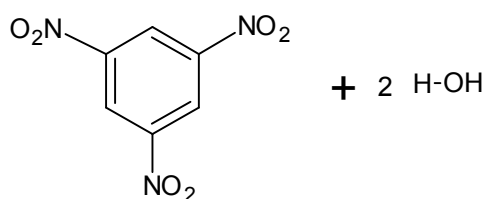


1,2,3,4,5,6-hexaclorociclo-hexano

b) Quando há um grupo ou átomo ligado ao anel benzênico, este orienta as substituições nas posições *orto*, *para* ou *meta*. Complete as equações químicas a seguir e escreva os nomes sistemáticos das substâncias orgânicas envolvidas (produtos principais):

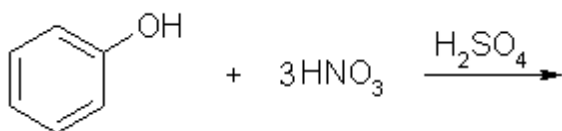


Resposta:

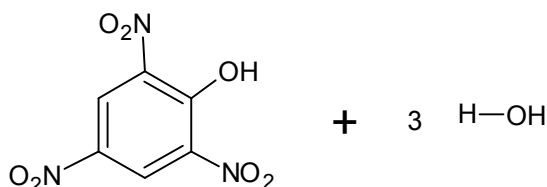


Nitrobenzeno

1,3,5-trinitrobenzeno (TNB)

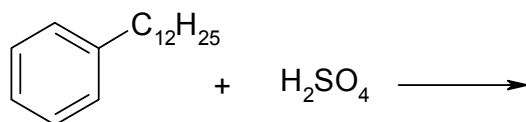


Resposta:

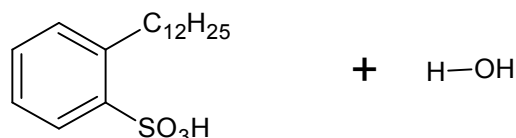


Benzenol (hidroxibenzeno)

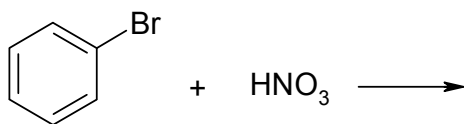
1-hidróxi-2,4,6-trinitrobenzeno (TNB)



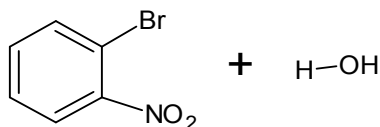
Resposta:



Dodecilbenzeno - ácido *o*-dodecilbenzenossulfônico (pode também haver a substituição na posição *p*)



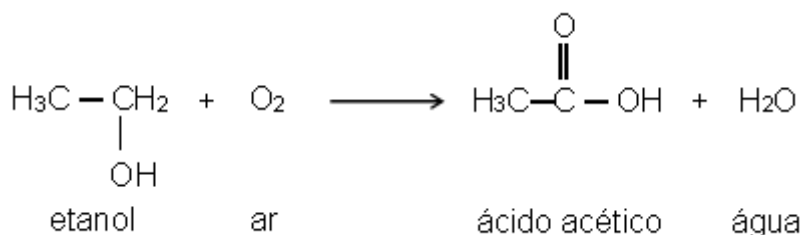
Resposta:



Bromobenzeno - 1-bromo-2-nitrobenzeno (pode também haver a substituição na posição *p*)

5. Considere as informações sobre compostos orgânicos e suas estruturas e reações químicas a seguir e responda o que se pede:

a) Um processo comum para obtenção do ácido acético é a oxidação do etanol pelo oxigênio do ar. É o que acontece quando o vinho “azeda”.

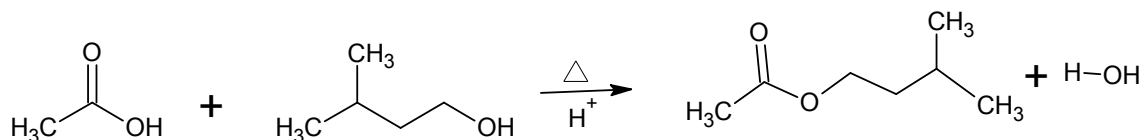


Normalmente é feita a fermentação por *Mycoderma aceti*, obtendo-se o vinagre que contém 6 a 10 % de ácido etanoico.

O ácido etanoico reage com o álcool isoamílico (3-metilbutan-1-ol) produzindo um éster, a essência de banana. Nesta reação é utilizado o ácido sulfúrico como catalisador. A reação deve ser feita com aquecimento e refluxo durante algumas horas. Escreva a equação química que representa a reação descrita e indique o nome sistemático do éster.

Resposta:

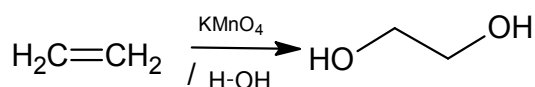
Para essa questão, foi considerado apenas o nome sistemático para a resposta.



Etanoato de (3-metilpentila)

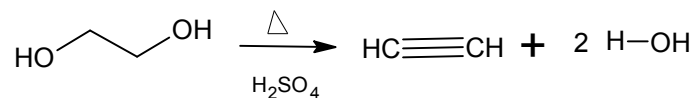
b) A oxidação branda do eteno (etileno) produz o etano-1,2-diol, conhecido como etilenoglicol, usado em radiadores de carros. Escreva a equação química que representa a reação descrita.

Resposta:

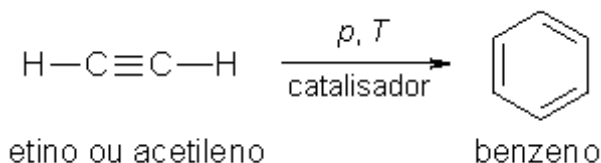


- c) O etano-1,2-diol, na presença de ácido sulfúrico e aquecimento, produz o etino (acetileno). Escreva a equação química que representa a reação descrita.

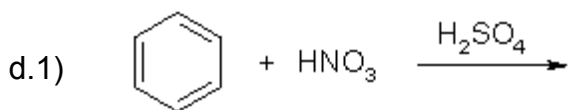
Resposta:



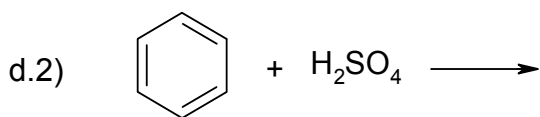
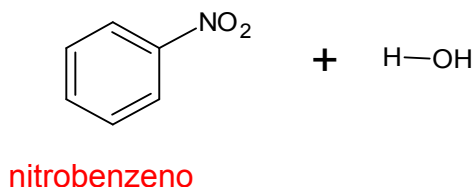
- d) A trimerização do etino produz o benzeno, uma das substâncias mais importantes na indústria química. A equação química a seguir representa essa reação:



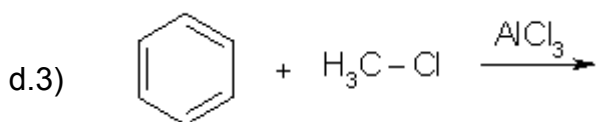
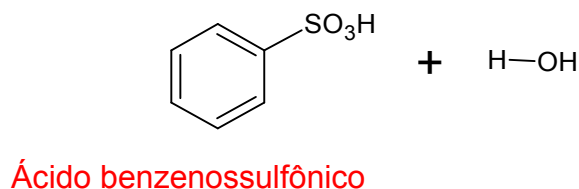
O benzeno sofre diversas reações de substituição aromática. Complete as equações químicas a seguir e escreva o nome sistemático dos produtos orgânicos:



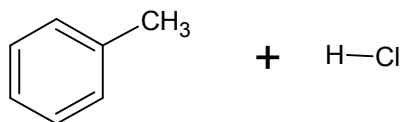
Resposta:



Resposta:

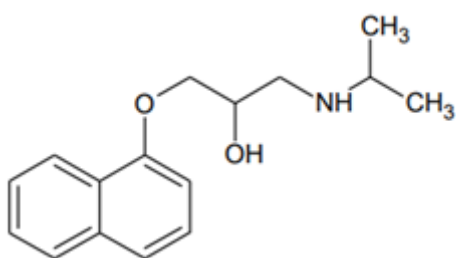


Resposta:



Metilbenzeno (tolueno)

- e) O cloridrato de propranolol é um fármaco usado no tratamento da hipertensão, indicado para prevenção e tratamento de infarto do miocárdio, de angina e de arritmias cardíacas. Considere a fórmula estrutural de propranolol a seguir.



- e.1) Indique o átomo de hidrogênio que é mais ácido na molécula do propranolol e justifique sua resposta.
e.2) Indique os grupos funcionais presentes nessa molécula.
e.3) Indique quantos estereocentros são encontrados no propranolol.

Resposta:

- e.1) O próton ligado ao O da função álcool – devido a base conjugada ser mais estável, por o oxigênio ser mais eletronegativo que o nitrogênio.
e.2) Éter, álcool, amina secundária, arenos (areno uma subfunção de hidrocarboneto).
e.3) Apresenta 1 estereocentro no carbono ligado a hidroxila.

6. Métodos de Química Analítica são usados constantemente para a identificação, por exemplo, de amostras desconhecidas, através de uma “Marcha Analítica”, ou mesmo para quantificação de um dado analito em uma amostra. Um analista tem, em sua bancada, cinco frascos de soluções desconhecidas. Em cada um deles há uma solução aquosa de um dos seguintes sais: NaCl; BaCl₂; K₂SO₄; Na₂CO₃; AgNO₃.

- a) Suponha que os frascos não possuem identificação de seu conteúdo e há a necessidade de identificá-los (ou seja, diferenciar as cinco soluções). Assim, apresente um procedimento analítico e as respectivas equações das reações químicas utilizadas para identificação de cada uma das cinco soluções presentes nos frascos.

Observações:

- i) Para resolver essa questão, considere que uma solução de HCl diluída poderá ser usada como reagente;
- ii) após a identificação do conteúdo de um frasco, a solução deste poderá ser utilizada como reagente para identificar as soluções restantes;
- iii) não é possível a utilização de equipamentos eletrônicos para a identificação;
- iv) o uso de qualquer vidraria de laboratório é permitido.

Resolução sugerida: Reações conduzidas em tubo de ensaio com pequena alíquota das soluções.

1 – Testa-se todas as soluções com adição de HCl. A solução que apresentar borbulhamento de gás, é a de Na_2CO_3 . Já a solução que formar precipitado branco, é a de AgNO_3 .

Reações:

2 – Testa-se as três soluções restantes com a adição de Na_2CO_3 . Apenas para a solução de BaCl_2 haverá formação de precipitado branco.

Reações:

3 – Testa-se as duas soluções restantes com BaCl_2 . Apenas para a solução de K_2SO_4 haverá formação de precipitado branco.

Reações:

4 - A solução restante é a de NaCl . Como todas as outras já foram identificadas, não há necessidade de testá-la.

Observação importante: a marcha analítica utilizada acima é a sugerida para a resolução. Qualquer outra marcha, quimicamente viável, poderá ser considerada como correta.

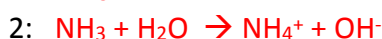
b) A identificação da presença de nitrato em uma solução aquosa pode ser realizada pela redução desse íon com alumínio metálico em meio alcalino (par redox $\text{Al}/[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$). Durante a reação em um tubo de ensaio, há despreendimento de um gás e esse pode ser identificado pelo cheiro característico ou mesmo com um papel indicador de pH úmido (o gás tem propriedade de uma base fraca).

Considerando essas informações, apresente as equações balanceadas das reações presentes nesse procedimento (formação do gás e comportamento desse ao atingir a água presente no papel indicador de pH).

1: _____;

2: _____.

Resposta:



c) Considerando os dados do quadro abaixo, coloque as soluções utilizadas no item (a), inclusive a de HCl, em ordem crescente de condutividade. Considere que não há saturação das soluções e que todas apresentam a mesma concentração, isto é, $0,100\text{ mol L}^{-1}$. Justifique sua resposta.

Obs.: Para responder essa questão, ignore as possíveis reações de hidrólise.

Condutividade iônica molar a diluição infinita (limite)

íon	Condutividade iônica molar limite (S cm ² mol ⁻¹)
Cloreto	76,4
Nitrato	71,5
Carbonato	138,6
Sulfato	160,0
Sódio	50,1
Potássio	73,5
Íon hidrogênio (H ⁺)	349,8
Bário	127,2
Prata	61,9

Resposta:

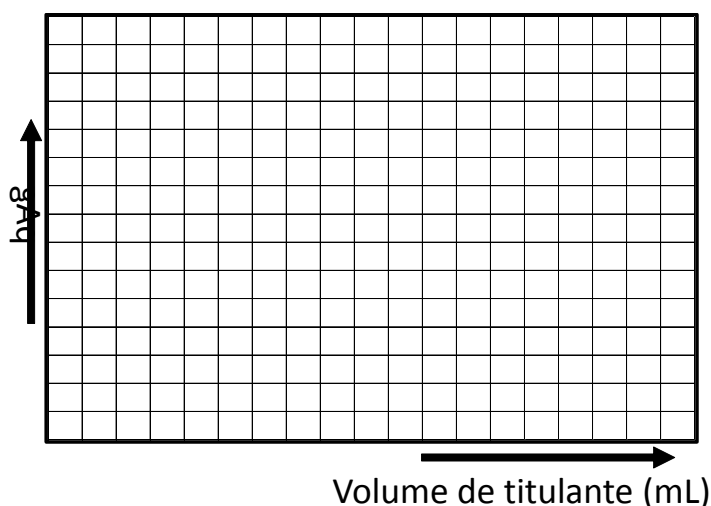
1º NaCl < 2º AgNO₃ < 3º Na₂CO₃ < 4º BaCl₂ < 5º K₂SO₄ < 6º HCl.

Justificativa: Para essa questão, deve-se avaliar o somatório das condutividades iônicas molares dos íons presentes em cada solução. Deve-se considerar também a dissociação do sal. Exemplo: para cada mol de NaCl, na dissociação há apenas um mol de Cloreto. Já para o BaCl₂, há 2 mols de Cloreto. Como todas as soluções apresentam a mesma concentração, não há necessidade de avaliação deste parâmetro.

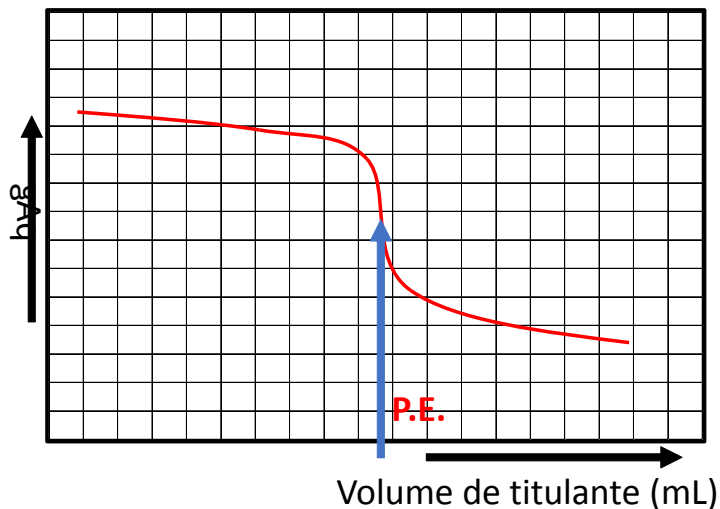
d) A determinação da concentração de uma solução contendo cloreto pode ser realizada por meio da titulação de precipitação desta com uma solução de nitrato de prata como titulante. Durante a titulação, é possível o cálculo da concentração de íons prata na solução titulada e a plotagem de uma curva muito parecida com a que rotineiramente é utilizada em titulações ácido base. Uma diferença é que, ao invés de se utilizar no eixo 'x' valores de pH, utiliza-se valores de pAg:

$$pAg = -\log [Ag^+]$$

Considerando essas informações, faça um esboço de uma curva de titulação de uma solução contendo cloreto (titulado) com solução de nitrato de prata (titulante). Utilize o gráfico abaixo para isso. Dados $K_{ps_{AgCl}} = 1,8 \times 10^{-10}$



Resposta: Há aumento da concentração de Ag^+ na solução em função do volume. Antes do ponto estequiométrico, a concentração é limitada pela presença de excesso de cloreto. Após o ponto estequiométrico, a prata se apresenta em excesso.



e) O carbonato de sódio pode ser utilizado para o preparo de uma solução tampão ($\text{pK}_{a1} = 6,4$ e $\text{pK}_{a2} = 10,3$). Utilizando apenas esse sal, água e solução aquosa $1,00 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl e/ou NaOH, calcule qual a massa do carbonato de sódio e o volume de solução de HCl e/ou NaOH, ambos $1,00 \text{ mol L}^{-1}$, necessários para o preparo de $100,0 \text{ mL}$ de solução tampão $\text{pH} = 10,3$ contendo somatório de $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ de carbonato + bicarbonato (ignore o H_2CO_3). Descreva brevemente como essa solução deve ser preparada.

Resposta:

A massa molar do Na_2CO_3 é 106 g mol^{-1} . Assim, para o preparo de $100,0 \text{ mL}$ de solução $0,100 \text{ mol L}^{-1}$ é necessário $1,06 \text{ g}$ do sal anidro.

Com relação ao pH do tampão, esse corresponde ao pK_{a2} do carbonato. Nesse sentido, pode-se concluir que a $[\text{CO}_3^{2-}] = [\text{HCO}_3^-] = 0,0500 \text{ mol L}^{-1}$. Sendo que metade do CO_3^{2-} deve ser convertido a HCO_3^- na solução tampão, o que corresponde a:

$$n = M \times V = 0,0500 \text{ mol L}^{-1} \times 0,100 \text{ L} = 0,00500 \text{ mol.}$$

Sabendo-se que a reação de carbonato com HCl é 1:1 e que a concentração do HCl é $1,00 \text{ mol L}^{-1}$, pode-se calcular o volume de ácido necessário para o preparo do tampão:

$$V = n / M = 0,00500 \text{ mol} / 1,00 \text{ mol L}^{-1} = 0,00500 \text{ L} = 5,00 \text{ mL.}$$

Portanto, a solução deve ser preparada com a solubilização de $1,06 \text{ g}$ do sal em água destilada/purificada, transferência para um balão volumétrico de $100,0 \text{ mL}$, adição de 5 mL da solução de HCl $1,00 \text{ mol L}^{-1}$ e o volume do balão preenchido com água destilada/purificada.