



CICLO IME 4 - QUÍMICA

TURMA IME-ITA

2022



DADOS

Constantes

- Aceleração da gravidade $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$
- Carga elementar $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Constante de Avogadro $N_A = 6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Constante de Planck $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J s}$
- Constante de Rydberg $R_\infty = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
- Constante dos Gases $R = 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Velocidade da luz no vácuo $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Elementos

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol^{-1})
H	1	1,01	Ar	18	39,95
He	2	4,00	K	19	39,10
C	6	12,01	Ca	20	40,08
N	7	14,01	Cr	24	52,00
O	8	16,00	Mn	25	54,94
F	9	19,00	Fe	26	55,84
Ne	10	20,18	Cu	29	63,55
Na	11	22,99	Zn	30	65,38
Mg	12	24,31	Br	35	79,90
S	16	32,06	Pd	46	106,42
Cl	17	35,45	I	53	126,90

1ª QUESTÃO

O momento magnético, μ , é uma medida da força com que uma substância paramagnética é atraída por um campo magnético externo.

$$\mu = \mu_B \sqrt{n(n+2)}$$

Sendo n o número de elétrons desemparelhados e μ_B , o magneton de Bohr, é uma constante.

- Determine** o número atômico do tecnécio, Tc, que possui momento magnético $5,92\mu_B$ e cinco níveis de energia em sua distribuição eletrônica.
- Apresente** a distribuição eletrônica do paládio, Pd, espécie diamagnética.
- Apresente** a distribuição eletrônica do cromo, Cr, que possui momento magnético $6,93\mu_B$.

Gabarito

Para calcular o número atômico do Tecnécio, vamos simplesmente substituir os valores dados, na fórmula dada :)

$$\begin{aligned}\mu &= \mu_B \sqrt{n(n+2)} \\ 5,92\mu_B &= \mu_B \sqrt{n(n+2)} \\ 5,92 &= \sqrt{n(n+2)} \\ 35 &= n(n+2) \\ n &\geq 0 \therefore n = 5\end{aligned}$$

Portanto temos 5 elétrons desemparelhados no tecnécio. Vamos fazer a distribuição até começarmos a ter 5 níveis de energia:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 \dots$$

Após o $5s$ temos o $4d$, opa, maravilha, o subnível d possui 5 orbitais, basta então colocar um elétron em cada orbital e teremos 5 elétrons desemparelhados. Portanto a distribuição do tecnécio será:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^5$$

Contando o número de elétrons, temos 43 elétrons, como estamos falando de um átomo neutro, o número de prótons é igual ao de elétrons, portanto o número atômico será:

$$Z = 43$$

É de se esperar que as distribuições dos próximos itens sejam anômalas, vamos primeiro então fazer a distribuição normal com base no número atômico e depois aplicar as informações dadas: Para o Paládio: Distribuição esperada:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^8$$

Porém é dito que o paládio é uma espécie diamagnética, portanto não possui elétrons desemparelhados, sendo assim, um jeito de resolver isso é passar os elétrons do $5s^2$ para completar o subnível $4d$ Distribuição correta:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^{10}$$

Para o Cromo: Distribuição esperada:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$$

Usando o momento magnético:

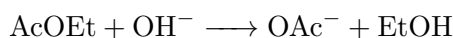
$$\begin{aligned}\mu &= \mu_B \sqrt{n(n+2)} \\ 6,93\mu_B &= \mu_B \sqrt{n(n+2)} \\ 6,93 &= \sqrt{n(n+2)} \\ 48 &= n(n+2) \\ n &\geq 0 \therefore n = 6\end{aligned}$$

A distribuição esperada possui apenas 4 elétrons desemparelhados, para resolver isso, que tal pegar um dos elétrons do $4s$ e passar para o $3d$, dessa forma deixamos um elétron desemparelhado em $4s$ e 5 elétrons desemparelhados no $3d$, tendo 6 elétrons desemparelhados no total, deu certo! Portanto a distribuição correta será:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$$

2ª QUESTÃO

A reação de hidrólise alcalina de éster é de primeira ordem em relação ao éster. Em um experimento deseja-se estudar a reação do etanoato de etila, AcOEt , com hidróxido de sódio formando íons acetato, AcO^- , e etanol EtOH .



Em um experimento para investigar a cinética dessa reação foi preparada uma solução 250 mmol L^{-1} em etanoato de etila e $2,5 \text{ mmol L}^{-1}$ em hidróxido de sódio. A condutividade da solução foi medida em função do tempo:

() Tempo, t/min	60	120	180	240	300	360	420	480
() Condutividade, $G(t)/\text{mS cm}^{-1}$	85	73	65	59	55	52	50	48
()								

Após um tempo muito longo a condutividade é $G_\infty = 45 \text{ mS cm}^{-1}$.

- Prove** que a concentração de íons hidróxido em um dado instante t é proporcional à $G(t) - G_\infty$.
- Determine** a ordem da reação em relação aos íons hidróxido.
- Determine** a constante cinética da reação.

Dados

- $\ln(2) = 0,7$

Gabarito

A condutividade da solução pode ser calculada como:

$$G(t) = [\text{Na}^+] \lambda_{\text{Na}^+} + [\text{OH}^-] \lambda_{\text{OH}^-} + [\text{AcO}^-] \lambda_{\text{AcO}^-}$$

Pelo balanço de carga:

$$[\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{AcO}^-]$$

Como Na^+ é íon espectador, sua concentração se mantém igual a concentração inicial, seja C_o a concentração inicial, portanto:

$$C_o = [\text{OH}^-] + [\text{AcO}^-]$$

Colocando $[\text{AcO}^-]$ em função de $[\text{OH}^-]$ temos:

$$[\text{AcO}^-] = C_o - [\text{OH}^-]$$

Substituindo na equação

$$G(t) = C_o \lambda_{\text{Na}^+} + [\text{OH}^-] \lambda_{\text{OH}^-} + (C_o - [\text{OH}^-]) \lambda_{\text{AcO}^-}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{G(t) - C_o \lambda_{\text{Na}^+} - C_o \lambda_{\text{AcO}^-}}{\lambda_{\text{OH}^-} - \lambda_{\text{AcO}^-}}$$

A condutividade após um tempo infinito será a condutividade após a reação ter reagido por completo, ou seja:

$$C_o = [\text{AcO}^-]$$

$$G_\infty = C_o \lambda_{\text{Na}^+} + C_o \lambda_{\text{AcO}^-}$$

Substituindo na equação:

$$[\text{OH}^-] = \frac{G(t) - G_\infty}{\lambda_{\text{OH}^-} - \lambda_{\text{AcO}^-}}$$

Como as condutividades molares são constantes, está provado que $[OH^-]$ é proporcional a $G(t) - G_\infty$. Pegando saltos iguais de tempo (60 a 180 e 180 a 300) vamos verificar a mudança da concentração de $[OH^-]$: $\frac{G(t) - G_\infty}{G(60) - G_\infty} = \frac{[OH^-](t)}{[OH^-](60)}$

$\frac{G(180) - G_\infty}{G(60) - G_\infty} = \frac{[OH^-](180)}{[OH^-](60)}$

$\frac{G(300) - G_\infty}{G(60) - G_\infty} = \frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)}$

$$\frac{[OH^-](180)}{[OH^-](60)}$$

$\frac{[OH^-](180)}{[OH^-](60)} = \frac{G(180) - G_\infty}{G(60) - G_\infty}$

$\frac{[OH^-](180)}{[OH^-](60)} = \frac{0,40}{0,85 - 0,45}$

$\frac{[OH^-](180)}{[OH^-](60)} = \frac{0,40}{0,40} = 1$

$\frac{[OH^-](180)}{[OH^-](60)} = 1$

Analogamente para os outros tempos:

$$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)}$$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = \frac{G(300) - G_\infty}{G(60) - G_\infty}$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = \frac{0,20}{0,85 - 0,45}$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = \frac{0,20}{0,40} = 0,5$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = 0,5$

$$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = 0,5$$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = 0,5$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = 0,5$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = 0,5$

$\frac{[OH^-](300)}{[OH^-](60)} = 0,5$

Veja que o tempo de meia vida é constante e igual a 120 minutos, portanto a reação é de ordem 1 em relação a concentração de $[OH^-]$. [Ordem 1 em relação ao hidróxido] Ainda é dito no enunciado que a reação é ordem 1 em relação ao éster. Portanto a velocidade da reação pode ser expressa como:

$$v = k[AcOEt][OH^-]$$

$$\frac{v}{[OH^-]} = k[AcOEt]$$

Como a concentração inicial de éster é muito maior que a de hidróxido, podemos falar que a concentração do éster se mantém constante no início da reação, portanto:

$$v = k[OH^-]$$

3ª QUESTÃO

Uma mala contendo uma substância não identificada foi abandonada em um aeroporto. A mala foi interceptada por militares do exército brasileiro e enviada para um laboratório de análises químicas. O laboratório realizou os seguintes procedimentos para a identificação da substância:

1. Uma amostra de 21,6 g foi dissolvida em 500 g de água destilada. O ponto de congelamento da solução resultante foi $-0,186^\circ\text{C}$.
2. Uma amostra de 4,32 g da substância foi decomposta convertendo todos os átomos de cloro em ácido perclórico. O ácido perclórico formado foi titulado com 20 mL hidróxido de sódio 2 mol L^{-1} .

3. Uma amostra de 8,64 g foi colocada em um cilindro com excesso de oxigênio e ignitada. O gases de exaustão foram passados por um leito de sílica e em seguida por um leito contendo uma solução de hidróxido de sódio. A massa do primeiro leito aumentou em 3,24 g e a do segundo aumentou em 10,6 g.

Análises qualitativas posteriores confirmaram que a substância era composta apenas por carbono, nitrogênio, oxigênio e cloro.

- a) **Determine** a massa molar da substância.
b) **Apresente** as reações balanceadas referentes aos procedimentos 2 e 3.
c) **Determine** a fórmula molecular da substância.

Dados

- Constante crioscópica da água, $k_c(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$

Gabarito

Ao ler o enunciado, podemos perceber que provavelmente se trata de um composto orgânico, dessa forma vamos considerar que o composto não dissocia ($i = 1$) Usando o primeiro experimento:

$$\Delta T = k_c W i$$

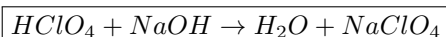
$$0,186 = \frac{1,86 \cdot n}{0,5}$$

$$n = 0,05$$

$$MM = \frac{m}{n} = \frac{21,6}{0,05}$$

$$MM = 432 \cdot \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Usando o segundo experimento podemos calcular a massa de cloro presente em 4,32g do composto: Nessa titulação temos uma reação ácido-base entre o ácido perclórico e o hidróxido de sódio, vamos então escrever essa reação:



Pela estequiometria:

$$n_{\text{HClO}_4} = n_{\text{NaOH}} \therefore n_{\text{Cl}} = n_{\text{Na}}$$

$$n_{\text{Cl}^-} = 40 \cdot \text{mmol}$$

$$m_{\text{Cl}} = \frac{40 \cdot 35,5}{1000} = 1,42\text{g}$$

Essa massa de cloro é relativa a 4,32 gramas de composto, para 8,64g teremos:

$$m_{\text{Cl}} = 2,84\text{g}$$

Para o terceiro experimento a lógica é a mesma de sempre, temos um leito que captura CO₂ e outro que captura H₂O. O leito de NaOH (captura CO₂) aumentou sua massa em 10,6g, portanto:

$$m_{\text{C}} = \frac{10,6 \cdot 12}{44} = 2,89\text{g}$$

O leito de sílica (captura H₂O) aumentou sua massa em 3,24g, portanto:

$$m_{\text{H}} = \frac{3,24 \cdot 2}{18} = 0,36\text{g}$$

Como visto anteriormente, para 8,64g do composto, teremos a seguinte massa de cloro:

$$m_{Cl} = 2,84\text{g}$$

Como a massa total do composto é 8,64g, podemos calcular a massa de Oxigênio usando a soma das massas:

$$8,64 = m_C + m_O + m_H + m_{Cl}$$

$$m_O = 8,64 - 2,89 - 0,36 - 2,84$$

$$m_O = 2,55\text{g}$$

Temos a seguinte situação:

$$C : H : Cl : O$$

$$2,89 : 0,36 : 2,84 : 2,55$$

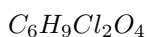
Passando para mol:

$$0,24 : 0,36 : 0,08 : 0,16$$

Dividindo pelo menor deles:

$$3 : 4,5 : 1 : 2$$

A fórmula mínima será:



Então a fórmula molecular é da forma:

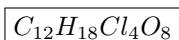


Usando a massa molar, calculamos o n :

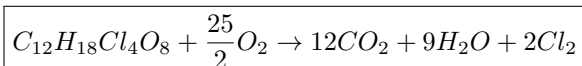
$$432 = n(6 \cdot 12 + 9 \cdot 1 + 2 \cdot 35,5 + 4 \cdot 16)$$

$$432 = 216n \therefore n = 2$$

Portanto a fórmula molecular será:



Como pedido no item b, ainda resta fazer a reação de combustão:



4ª QUESTÃO

O ácido isociânico, HNCO, pode ser preparado pelo aquecimento de uma solução isocianato de sódio, NaNCO, na presença de ácido oxálico, $H_2C_2O_4$, formando oxalato de sódio como subproduto. O ácido isociânico é isolado e dissolvido em água. Em um experimento 32,5 g de isocianato de sódio foram misturados com 32,5 g de ácido oxálico. O ácido isociânico formado foi dissolvido em 600 mL de água

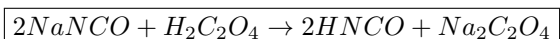
- Apresente** a equação balanceada de preparação do ácido isociânico.
- Determine** o pH da solução resultante.
- Determine** o volume de água de deve ser adicionado para que o pH da solução dobre.

Dados

- Constante de ionização do ácido isociânico, $K_a(\text{HNCO}) = 1,2 \times 10^{-4}$

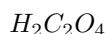
Gabarito

Pelo descrito no enunciado, a reação de preparo do ácido isociânico será:



Calculando as concentrações iniciais de isocianato de sódio e ácido oxálico: $\frac{\text{NaNCO}}{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} =$

$$\frac{32,565}{0,6} = 0,83 \text{ mol L}^{-1}$$



$$\frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{\text{NaNCO}} =$$

$$\frac{32,590}{0,6} = 0,6 \text{ mol L}^{-1}$$

Pela estequiometria, percebe-se que como consumimos o dobro de isocianato em relação ao ácido, o isocianato será o limitante, portanto a quantidade de ácido isociânico formada será:



$$0,83 \text{ mol L}^{-1}$$

Pelo equilíbrio de sua ionização, temos:



Como a constante de equilíbrio é muito pequena, vamos considerar que a concentração do ácido se mantém aproximadamente a mesma no equilíbrio, então:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{NCO}^-]}{[\text{HNCO}]}$$



Como no início (desconsiderando a ionização da água) não temos nada de H^+ nem de NCO^- e ambos são formados a partir da ionização do ácido:



=



$$1,2 \times 10^{-4} = \frac{[\text{H}^+][\text{NCO}^-]}{[\text{HNCO}]}$$

$$\frac{56}{56}$$



$$\hat{2}=10^{-4}$$

$$\boxed{pH} = 2$$

Veja que a aproximação é válida pois a quantidade de H^+ formada não afeta tanto a concentração do ácido. Para descobrir o volume necessário para o pH dobrar, façamos os cálculos de trás para frente, primeiro usando que o pH final será 4, achamos a concentração de ácido no equilíbrio:

$$\hat{2} = \frac{H^{\oplus}}{1,2 \cdot 10^{-4}} = \frac{H^{\oplus}}{1,2 \cdot 10^{-4}}$$

$$\hat{2}$$



$$\text{Usando } [H^+] = 10^{-4}$$



$$=$$

$$\frac{10^{-4}}{1,2}$$

Dessa forma, o total de ácido no início pode ser calculado pelo balanço de massa do isocianato:



$$_{0} =$$



$$+$$



$$_{0} =$$

$$\frac{10^{-4}}{1,2} + 10^{-4}$$



$$_{0} =$$

$$\frac{2,2}{10^{-4}}$$

Por outro lado temos:



$$_{0} =$$

$$\frac{0,5}{V}$$

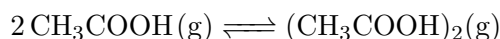
Igualando, calculamos o volume:

$$V = 2727,3 \text{ mL}$$

o Volume adicionado será a diferença dos volumes: $\boxed{\Delta V = 2727,3 - 0,6 = 2726,7 \text{ mL}}$

5ª QUESTÃO

O *Método de Dumas* é uma técnica clássica para determinação da densidade do vapor de compostos voláteis. Neste método, uma amostra líquida é vaporizada em um recipiente de vidro mantido em temperatura constante. O recipiente é então selado, resfriado a temperatura ambiente, e pesado. Conhecida a massa da amostra, é possível determinar a densidade do vapor a uma dada temperatura e pressão. Esse método foi empregado para determinar o grau de dimerização do ácido acético em fase gasosa:



Em um experimento realizado a 160°C e sob pressão total de 1 atm, foram coletados 40,7 mg de vapor de ácido acético em um recipiente de 20 mL. Quando o mesmo experimento é realizado a 200°C , novamente com pressão total de 1 atm, foram coletados 33,5 mg de vapor no mesmo recipiente de 20 mL.

- Determine** a constante de equilíbrio para a dimerização do ácido acético a 160°C .
- Determine** a constante de equilíbrio para a dimerização do ácido acético a 200°C .
- Determine** a entalpia de dimerização do ácido acético.

Dados

- $\ln(3,4) = 1,2$

Gabarito

Calcularemos a massa molar da mistura para assim achar as frações molares de ácido acético dimerizado.

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{P}$$

Para o primeiro experimento $M = \frac{40,7}{20} \cdot 0,082 \cdot 433 = 72,25 \text{ g/mol}$

$$72,25 = x \cdot 60 + (1 - x) \cdot 120 \Rightarrow x = \frac{120 - 72,25}{60} = 0,8$$

Agora calcularemos a constante de equilíbrio: $K = \frac{(1-x)P_T}{(1-x)^2 \cdot (P_T)^2} = \frac{0,2}{0,8^2} = 0,32$

Para o segundo experimento $M = \frac{33,5}{20} \cdot 0,082 \cdot 473 = 65 \text{ g/mol}$

$$65 = x \cdot 60 + (1 - x) \cdot 120 \Rightarrow x = \frac{120 - 65}{60} = \frac{55}{60}$$

Constante de equilíbrio $K = \frac{\frac{5}{60}}{(\frac{55}{60})^2} = 0,1$

Agora para calcular a entalpia usaremos a equação de Van't Hoff: $\ln\left(\frac{K_1}{K_2}\right) = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$

$$\ln(3,2) = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{433} - \frac{1}{473}\right) \Rightarrow \Delta H = 49,3 \text{ kJ}$$

6ª QUESTÃO

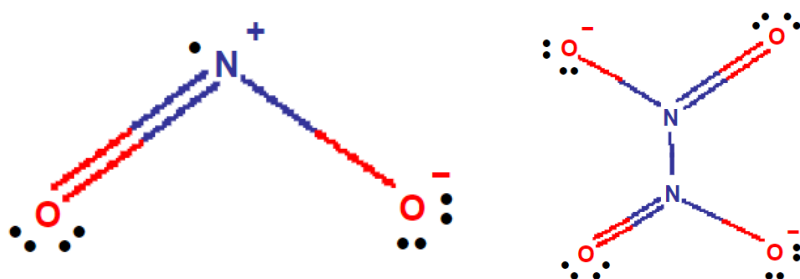
Um reator de 1 L é carregado com tetróxido de dinitrogênio. O N_2O_4 sofre dissociação formando dióxido de nitrogênio, um gás castanho. O sistema é mantido a 300 K e o equilíbrio é estabelecido.



A pressão total no equilíbrio é 950 torr.

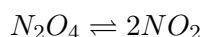
- Apresente** a estrutura molecular do NO_2 e do N_2O_4 .
- Determine** a pressão inicial de N_2O_4 .
- Determine** a pressão parcial de cada gás após a adição de 760 torr de gás nitrogênio ao reator.
- Determine** a pressão parcial de cada gás após a duplicação do volume do reator.
- Explique** o efeito do aumento da temperatura na composição do equilíbrio

Gabarito



Para determinar a pressão inicial

basta relacioná-la com a pressão total no equilíbrio:



$\begin{array}{c} \text{início} \\ \text{fim} \end{array} \begin{array}{c} P_o \\ P_o(1-\alpha) \end{array} \begin{array}{c} 0 \\ 2\alpha P_o \end{array}$ A pressão total será:

$$P_{\text{total}} = P_{N_2O_4} + P_{NO_2}$$

$$P_{\text{total}} = P_o(1 - \alpha) + 2\alpha P_o$$

$$P_{\text{total}} = P_o(1 + \alpha)$$

Para achar a pressão inicial, basta achar o α Usando a constante de equilíbrio, temos:

$$K = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{4\alpha^2 P_o^2}{P_o(1 - \alpha)} = \frac{4\alpha^2 P_o}{(1 - \alpha)}$$

$$4 = \frac{4\alpha^2 P_o}{(1 - \alpha)}$$

$$1 = \frac{\alpha^2 P_o}{(1 - \alpha)}$$

Através da pressão total, conseguimos colocar P_o em função de α : OBS:Lembre-se de passar as pressões para atm:

$$\frac{950}{760} = P_o(1 + \alpha) \therefore P_o = \frac{950}{760(1 + \alpha)}$$

Substituindo na constante de equilíbrio:

$$1 = \frac{95\alpha^2}{76(1 - \alpha^2)}$$

Resolvendo para α :

$$\alpha = \frac{2}{3}$$

Calculando P_o :

$$P_o = \frac{95}{76(\frac{5}{3})}$$

$$P_o = 0,75 \text{ atm}$$

A adição de 1 atm de N_2 não altera o equilíbrio pois o mesmo é um gás inerte, dessa forma as pressões após sua adição serão:

$$P_{N_2O_4} = P_o(1 - \alpha) = 0,25 \text{ atm}$$

$$P_{NO_2} = 2\alpha P_o = 1 \text{ atm}$$

Após duplicar o volume, como a temperatura é constante, a pressão cai pela metade, dessa forma as pressões de cada gás após o equilíbrio serão:

$$P_{N_2O_4} = 0,125 \text{ atm}$$

$$P_{NO_2} = 0,5 \text{ atm}$$

Vamos calcular o coeficiente reacional:

$$Q = \frac{0,5^2}{0,125} = 2$$

\\$ \\$Q0\therefore \text{Aumento de temperatura favorece a reação direta} \\$ \\$

7ª QUESTÃO

Um funcionário de uma fábrica de explosivos desapareceu. Acredita-se que ele caiu em um tanque de 7000 L contendo uma mistura sulfonítrica concentrada e foi *completamente dissolvido*. O engenheiro químico responsável pela fábrica foi encarregado de verificar a veracidade dessa hipótese. Para isso, o engenheiro verificou se a quantidade de fósforo no tanque era compatível com um corpo dissolvido pelo seguinte procedimento:

1. Foi coletada uma alíquota de 100 mL da solução no tanque.
2. O fósforo na alíquota foi integralmente convertido a fosfato pelo tratamento com permanganato de potássio.
3. Foram adicionados 10 mL de uma solução $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ em nitrato de prata à alíquota.
4. O excesso de nitrato de prata foi retrotitulado com 20 mL de uma solução $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ em cloreto de potássio.
5. As etapas 1 a 4 foram repetidas tomando a solução de outro tanque idêntico (sem um possível corpo dissolvido). Na última etapa foram consumidos 6 mL da mesma solução de cloreto de potássio.

O funcionário pesava 70 kg e o corpo humano possui cerca de 0,62 % de fósforo.

- a) **Apresente** as reações iônicas balanceadas que ocorrem nas etapas 3 e 4.
- b) **Determine** a massa de fósforo no corpo do funcionário.
- c) **Verifique** se o funcionário pode ter sido dissolvido pela mistura sulfonítrica.

Gabarito

As reações iônicas são : $3\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4(\text{s})$

$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$

A massa no corpo do funcionário é de $0,62 \cdot 10^{-2} \cdot 70 = 0,434 \text{ Kg}$

A variação entre a quantidade de KCl nos experimentos 1 e 2 corresponde à variação de cloreto em solução para precipitar a prata. Como no segundo experimento a quantidade de Ag^+ é igual à no primeiro, a variação da quantidade de cloreto fornecerá a quantidade de fosfato que reagiu com prata para precipitar o fosfato de prata no primeiro experimento.

Assim, $\frac{\Delta n_{\text{Cl}^-}}{3} = \Delta n_{\text{PO}_4^{3-}}$

Assim, $\Delta n_{\text{PO}_4^{3-}} = \frac{\Delta V}{3} \cdot M = \frac{14}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \text{ mol}$

Agora para 7000L : $n = 7 \cdot 10^4 \cdot \frac{14}{3} \cdot 10^{-4} = 32,67 \text{ mol}$

Para calcular a massa de fósforo : $m = n \cdot MM \Rightarrow m = 32,67 \text{ mol} \cdot 31 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1012 \text{ g}$

Assim temos a massa de fósforo no tanque : 1,012 Kg.

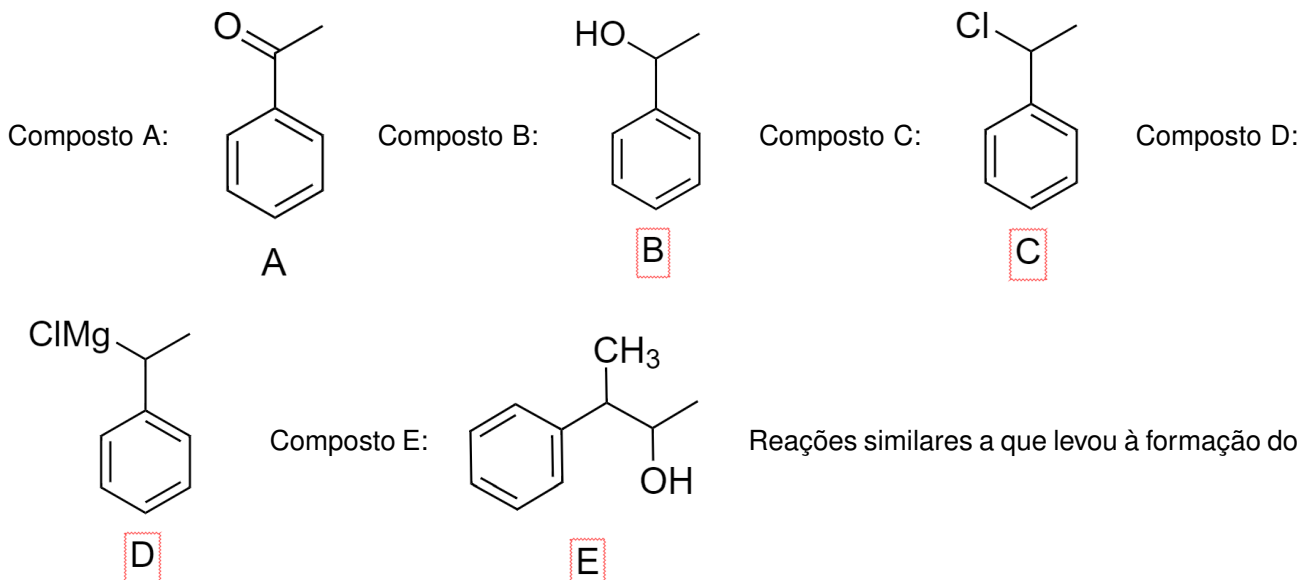
Como a massa no tanque é maior que a massa de fósforo no corpo do funcionário, é possível que ele tenha sido dissolvido no tanque.

8ª QUESTÃO

Alunos do Instituto Militar de Engenharia prepararam um precursor para a síntese de fármacos de acordo com o esquema reacional:

Apresente a estrutura dos compostos **A**, **B**, **C**, **D** e **E**.

Gabarito



composto A: Problema 9 lista 4G aromáticos Reações similares a que levou à formação do composto B: Problema 4 lista 4H álcoois e fenóis Reações similares a que levou à formação do composto C: Problema 6 lista 4H álcoois e fenóis Reações similares a que levou à formação do composto D: Problema 11 lista

4I éteres e epóxidos(destaque para o item d) Reações similares a que levou à formação do composto E:
Problema 8 lista 4H álcoois e fenóis

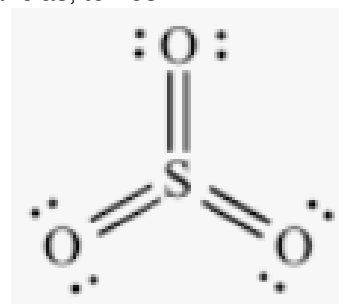
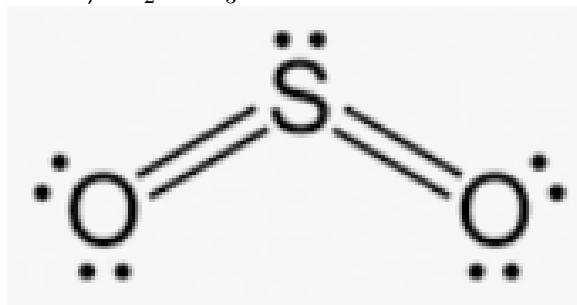
9ª QUESTÃO

O elemento **X** é de grande importância na indústria, sob a forma de diversos compostos. Além disso, também esta presente em alguns polímeros, inclusive orgânicos, como proteínas, sendo responsável pela forma espacial destes, devido à ligações intermoleculares específicas entre os átomos de **X**. Em CNTP, **X** apresenta-se como um sólido amarelo sob uma de suas formas cristalinas. O elemento **X**, em excesso nas operações de fusão metalúrgica e refino do petróleo, é queimado a XY_2 e XY_3 , sendo **Y** o elemento de menor raio atômico do grupo de **X** na Tabela Periódica. Os compostos XY_2 e XY_3 reagem com W_2Y , gerando produtos bastante danosos ao meio ambiente. Também é possível encontrar na natureza um ácido volátil W_2X . O elemento **X** também forma um composto XZ_6 , onde **Z** é o halogênio pertencente ao mesmo período de **Y** na Tabela Periódica.

- Apresente** a identidade de **X**, **Y**, **Z** e **W**.
- Classifique** os compostos XY_2 e XY_3 quanto a sua polaridade.
- Compare** o comprimento das ligações **X–Y** nos compostos XY_3 , XY_3^{2-} e XY_4^{2-} .
- Apresente** a geometria molecular para a molécula XZ_6 .

a) Segundo as características apresentadas ao longo do texto, é possível identificar **X** como o enxofre (**S**). A partir daí é possível identificar a substância **Y** como o oxigênio (**O**), **Z** como o flúor (**F**) e **W** como o hidrogênio (**H**).

b) SO_2 e SO_3 . Analisando a estrutura atômicas dessas substâncias, temos:



Logo, te-

mos:

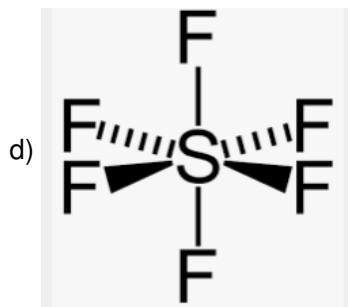
SO_2 Polar e SO_3 Apolar

c) Para resolver esse item, vamos olhar para a ordem de ligação nas estruturas pedidas. teremos:

$$OL_{\text{SO}_3} = 2 \quad OL_{\text{SO}_3^{2-}} = \frac{4}{3} \quad OL_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{3}{2}$$

Dessa Forma, como sabemos que o comprimento de ligação é inversamente proporcional a ordem de ligação:

$$cm_{\text{SO}_3} < cm_{\text{SO}_4^{2-}} < cm_{\text{SO}_3^{2-}}$$



Gabarito

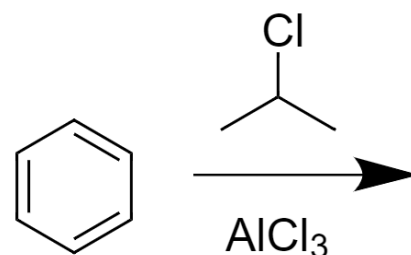
10ª QUESTÃO

Apresente uma rota de síntese para o 1-[3-amino-5-cloro-4-(propan-2-il)fenil]propan-1-ol partindo do benzeno e utilizando quaisquer reagentes inorgânicos e orgânicos com até três átomos de carbono.

Gabarito

Bom, questões de síntese são bem abertas, mas nesse caso o ideal é começar com um ativante para favo-

recer a continuidade do processo, portanto vamos começar com um grupo metil:



Agora vamos continuar o processo se atentando para com as dirigências de cada cara pendurado no anel:

