



ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

Aprovou!

ELITE
Resolve

IME 2015
Discursivas

QUÍMICA

www.elitecampinas.com.br
OS MELHORES GABARITOS DA INTERNET

QUÍMICA

FOLHA DE DADOS

Informações de Tabela Periódica

Elemento	H	C	N	O	F	Al	Cl	Zn	Sn	I
Massa atômica (u)	1,00	12,0	14,0	16,0	19,0	27,0	35,5	65,0	118,7	127,0
Número atômico	1	6	7	8	9	13	17	30	50	53

Constantes:

Constante de Faraday = $96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Constante Universal dos Gases =

$82,058 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Número de Avogadro: $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$\log 3 = 0,5$ $\ln 2 = 0,7$ $\sqrt{3} = 1,7$ $\sqrt{30} = 5,5$

Dados:

Massa específica do estanho = $7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

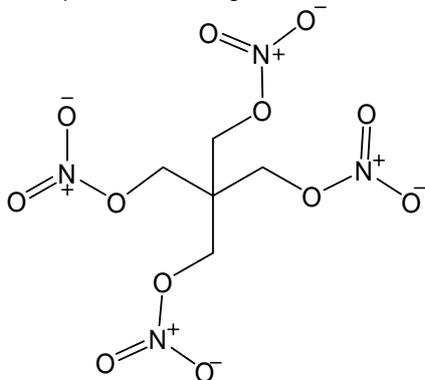
Calor da combustão do monóxido de carbono (a 298 K e 1 atm) = $-283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$T(K) = t(C^\circ) + 273$

Substância	CO	CO ₂	O ₂	N ₂
Calor específico médio C_p ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	0,03	0,04	0,03	0,03

QUESTÃO 01

Uma amostra de 1,264 g de Nitropenta, uma substância sólida explosiva cuja fórmula estrutural é dada abaixo, é detonada num vaso fechado resistente de 0,050 dm³ de volume interno, pressurizado com a quantidade estequiométrica de oxigênio puro, a 300 K, necessária para a combustão completa. Calcule a pressão inicial do vaso, considerando o comportamento dos gases como ideal.

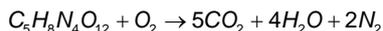


Resolução

A massa molar da nitropenta ($\text{C}_5\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{12}$) é dada por:

$$M = 5 \cdot 12 + 8 \cdot 1 + 4 \cdot 14 + 12 \cdot 16 = 316 \text{ g/mol}$$

A equação balanceada que descreve a explosão da nitropenta é:



Observe que, pela equação, 1 mol de nitropenta (316 g) reage com 1 mol de O₂. Assim:

$$\frac{316 \text{ g}}{1,264 \text{ g}} = \frac{1 \text{ mol O}_2}{n}$$

$$\Rightarrow n = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol O}_2$$

Para calcular a pressão inicial do vaso, aplicamos a equação de Clapeyron:

$$p_0 \cdot V = n \cdot R \cdot T \Leftrightarrow p_0 \cdot 0,050 = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,082 \cdot 300 \Leftrightarrow p_0 = 1,968 \text{ atm}$$

QUESTÃO 02

Desenhe as fórmulas estruturais espaciais de todos os isômeros do dimetilciclopropano, escrevendo as respectivas nomenclaturas IUPAC.

Resolução

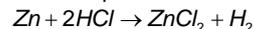
Dimetilciclopropano	Meso 1,2-dimetilciclopropano	(1S,2S)-1,2-dimetilciclopropano
(1R,2R)-1,2-dimetilciclopropano	Etilciclopropano	metilciclobutano
ciclopentano	pent-1-eno	2-metil-but-1-eno
trans-pent-2-eno	cis-pent-2-eno	3-metil-but-1-eno
2-metil-but-2-eno		

QUESTÃO 03

Tomou-se uma mostra de 130 g de zinco metálico para reagir com uma solução aquosa diluída de ácido clorídrico em quantidade estequiométrica. Dessa reação, observou-se a formação de gás, que foi aquecido a 227°C e transportado para um balão fechado de 50 L. Esse balão continha, inicialmente, iodo em fase gasosa a 227°C e 3,28 atm. Após o equilíbrio, verificou-se que a constante de equilíbrio K_c a 227°C é igual a 160. Considerando que a temperatura permaneceu constante durante o processo, determine a pressão final total no balão.

Resolução

A reação que ocorre pode ser equacionada como:



Sabendo que $n = \frac{m}{M}$, segue que:

$$n_{\text{Zn}} = \frac{m_{\text{Zn}}}{M_{\text{Zn}}} \Rightarrow n_{\text{Zn}} = \frac{130}{65} \Rightarrow n_{\text{Zn}} = 2 \text{ mols}$$

Como há 1 mol de Zn para cada 1 mol de H₂, segue, então que:

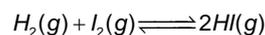
$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{Zn}} = 2 \text{ mols}$$

Podemos calcular o número de mols de I₂ através da equação dos gases ideais, segue que:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 3,28 \cdot 50 = n_2 \cdot 0,082 \cdot 500 \Rightarrow$$

$$n_2 = \frac{164}{41} \Rightarrow n_2 = 4 \text{ mols}$$

O equilíbrio que ocorre entre H₂ e I₂ é dado por:



Através da tabela:

	H_2	I_2	$2HI$
Início	2 mols	4 mols	-
Reagiu/Formou	x	x	2x
Equilíbrio	(2-x)mols	(4-x)mols	2xmols

Podemos notar que a soma, em mol, na situação de equilíbrio é:

$$2 - x + 4 - x + 2x = 6 \text{ mols}$$

E, portanto, pela equação dos gases ideais

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot 50 = 6 \cdot 0,082 \cdot 500 \Rightarrow \boxed{P = 4,92 \text{ atm}}$$

Obs: Pode-se perceber que K_c não interfere na quantidade de mols final. Mas, caso o candidato utilizasse a informação, obteria a seguinte equação:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} \Rightarrow 160 = \frac{\left(\frac{2x}{50}\right)^2}{\left(\frac{2-x}{50}\right) \cdot \left(\frac{4-x}{50}\right)} \Rightarrow 4x^2 = 160 \cdot (2-x) \cdot (4-x) \Rightarrow$$

$$x^2 = 40x^2 - 240x + 320 \Rightarrow 39x^2 - 240x + 320 = 0 \Rightarrow$$

$$x = \frac{240 \pm \sqrt{(240)^2 - 4 \cdot 39 \cdot 320}}{78} \Rightarrow x = \frac{240 \pm 16\sqrt{30}}{78} \Rightarrow x \approx \frac{240 \pm 88}{78} \Rightarrow$$

$$x \approx 4,205 \text{ (não convém)} \text{ ou } x \approx 1,95$$

Logo, de acordo com a tabela, segue que:

$$n_{H_2} = (2 - x) = 0,05$$

$$n_{I_2} = (4 - x) = 2,05$$

$$n_{HI} = 2x = 3,90$$

Então, a soma será:

$$0,05 + 2,05 + 3,90 = 6 \text{ mols}$$

QUESTÃO 04

O esquema abaixo representa um projeto para uma instalação de estanhagem eletrolítica contínua de lâminas de aço alimentada por uma bobina de 1,0 m de largura.



Os dados operacionais da instalação são os seguintes:

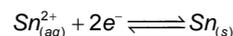
- I) o eletrólito utilizado é uma solução ácida de sulfato estânico;
- II) o estanho é depositado em ambas as faces da chapa;
- III) o potencial utilizado para a eletrólise é de 3,0 V;
- IV) a densidade de corrente aplicada é de 25 A/m²
- V) a velocidade de deslocamento da chapa é de 2 m/s;
- VI) a espessura do filme de estanho formado em cada face deve ser de 8,48 μm; e
- VIII) o diâmetro dos roletes pode ser desprezado.

Partindo desses dados, determine:

- a) o comprimento da lâmina imerso no eletrólito de célula; e
- b) o consumo de energia em kWh por km de lâmina estanhada.

Resolução

a) A reação de deposição de estanho ocorre de acordo com a equação:



A partir da proporção 1 mol de Sn para 2 mols de elétrons e considerando o rendimento da reação de 96,5%, temos:

$$96,5\% \cdot 118,7 \text{ g de Sn} \quad \frac{\quad}{m_{Sn}} \quad \frac{2 \cdot 96500 \text{ C}}{Q}$$

$$\text{Assim, } Q = \frac{m_{Sn} \cdot 193 \cdot 10^3}{114,55} \text{ C (I)}$$

A carga (Q) também pode ser calculada pela relação:

$$Q = i \cdot t \text{ (II)}$$

A corrente é dada por: $i = \mu \cdot 2A$ (III)

Sendo μ a densidade de corrente e A a área da placa a ser recoberta multiplicada por 2 por serem as duas faces.

O Volume de estanho depositado é dado por: $Vol = 2 \cdot e \cdot A$ (IV)

Em que e é a espessura do filme de estanho e A é a área, que também é multiplicada por 2 por serem duas faces a serem cobertas.

Substituindo em IV o Vol por $\frac{m_{Sn}}{d}$, onde d é a densidade do estanho (dada no início da prova), temos:

$$\frac{m_{Sn}}{d} = 2 \cdot e \cdot A \Rightarrow m_{Sn} = 2 \cdot d \cdot e \cdot A \text{ (V)}$$

Igualando as equações I e II, e substituindo μ por 25 e $t = \frac{\ell}{V}$, no qual ℓ é o comprimento da lâmina imerso, temos:

$$\frac{m_{Sn} \cdot 193 \cdot 10^3}{114,55} = 25 \cdot 2 \cdot A \cdot \frac{\ell}{2}$$

Substituindo a m_{Sn} pela expressão V:

$$\frac{2 \cdot d \cdot e \cdot A \cdot 193 \cdot 10^3}{114,55} = 25 \cdot 2 \cdot A \cdot \frac{\ell}{2}$$

Sendo a densidade do estanho 7g/cm³ ou 7.10⁶g/m³, a espessura de 8,48μm ou 8,48.10⁻⁶m:

$$\frac{2 \cdot 7 \cdot 10^6 \cdot 8,48 \cdot 10^{-6} \cdot 193 \cdot 10^3}{114,55} = 25 \cdot \ell \Rightarrow \ell \approx 8000 \text{ m ou } \ell \approx 8 \text{ km}$$

b) A energia pode ser determinada pela fórmula:

$$P = \frac{E}{t} \text{ (I)}$$

Em que P é a potência em kW, E é a energia e t é o tempo de exposição de cada porção da lâmina. Como não temos o valor de P e t, podemos determiná-los pelas expressões:

$$P = i \cdot U \text{ (II)}$$

$$V = \frac{\ell}{t} \Rightarrow t = \frac{\ell}{V} = \frac{8000}{2} \Rightarrow t = 4000 \text{ s (III)}$$

A corrente é dada por: $i = \mu \cdot 2A$ (IV)

Como a energia é para cada 1 km e a largura da placa, fornecida no enunciado, é 1,0 m, temos que a área é dada por: $A = 1000 \text{ m}^2$.

Substituindo II, III e IV em I, temos:

$$E = \frac{\ell}{V} \cdot \underbrace{\mu \cdot 2 \cdot A \cdot U}_P$$

Como nessa última expressão a potência é dada em W e o tempo em s, a potência 10³ para que ela seja dada em kW e dividir o tempo por 3600 para transformá-lo para hora:

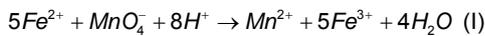
$$E = \frac{4000}{3600} \cdot \frac{25 \cdot 2 \cdot 1000 \cdot 3}{1000} \Rightarrow \boxed{E = 166,7 \text{ kWh / km}}$$

QUESTÃO 05

Uma pequena indústria farmacêutica constatou que a água destinada aos seus processos produtivos encontra-se contaminada por ferro. O técnico responsável pelo laboratório de controle de qualidade coletou uma amostra de 50,0 mL da água de processo e realizou uma titulação com solução padronizada 0,025 mol/L de KMnO_4 , em meio ácido. À medida que a reação progredia, o técnico observou que a coloração violeta-escuro, característica da solução de permanganato de potássio adicionada, tornava-se rapidamente clara, sinalizando a redução do MnO_4^{1-} a Mn^{2+} por Fe^{2+} . Após a adição de 40,0 mL de titulante, a cor violeta do permanganato de potássio passou a prevalecer, indicando que todos os íons Fe^{2+} haviam sido consumidos ao serem oxidados a Fe^{3+} . A seguir, a amostra foi tratada com zinco metálico, de modo que todos os íons Fe^{3+} foram convertidos em íons Fe^{2+} . Em uma última etapa, foram adicionados 60,0 mL da mesma solução de KMnO_4 , oxidando todos os íons Fe^{2+} a Fe^{3+} . Determine as concentrações molares dos íons Fe^{2+} e Fe^{3+} na amostra inicial.

Resolução

A reação que ocorre inicialmente pode ser descrita como:



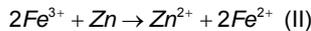
A partir dos dados fornecidos, pode-se calcular o número de mols de MnO_4^- que reage:

$$[\text{MnO}_4^-] = \frac{n}{V} \Leftrightarrow 0,025 = \frac{n}{40 \cdot 10^{-3}} \Leftrightarrow n = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Como a proporção é de 5 mols de Fe^{2+} para 1 mol de MnO_4^- , temos:

$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Posteriormente, todo o Fe^{3+} da solução é reduzido a Fe^{2+} pela reação com Zn metálico:



Os íons Fe^{2+} reagem novamente com MnO_4^- , conforme a equação I. Assim, podemos calcular o número de mols de MnO_4^- consumido:

$$[\text{MnO}_4^-] = \frac{n}{V} \Leftrightarrow 0,025 = \frac{n}{60 \cdot 10^{-3}} \Leftrightarrow n = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Novamente, a proporção é de 5 mols de Fe^{2+} para 1 mol de MnO_4^- , temos:

$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Com isso, podemos determinar o número de mols de Fe^{3+} na solução inicial subtraindo o número de mols de Fe^{2+} após a última reação e o número de mols de Fe^{2+} obtido na primeira reação:

$$n_{\text{Fe}^{3+}} = 7,5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Calculando as concentrações iniciais:

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{n}{V} \Leftrightarrow [\text{Fe}^{2+}] = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = \frac{n}{V} \Leftrightarrow [\text{Fe}^{3+}] = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} \Leftrightarrow [\text{Fe}^{3+}] = 0,05 \text{ mol/L}$$

QUESTÃO 06

O oxigênio 15, um isótopo radioativo, é utilizado na tomografia por emissão de pósitrons para avaliar a perfusão sanguínea e o consumo de oxigênio em distintas regiões do cérebro. Sabendo que uma amostra com 7,5 g desse isótopo radioativo ($^{15}_8\text{O}$) produz $1,0 \times 10^{23}$ emissões de radiação por minuto, determine o tempo para que essa amostra passe a produzir $2,5 \times 10^{22}$ emissões de por minuto.

Resolução

Sendo a massa de O_2 igual a 7,5 g, a massa molar (M) do O^{15} de 15 g/mol, a constante de Avogadro (N_A) de $6 \cdot 10^{23}$ e considerando as emissões (A) de radiação, segue que:

$$A_0 = 1 \cdot 10^{23} \text{ emissões/minuto}$$

$$A_t = 2,5 \cdot 10^{22} \text{ emissões/minuto}$$

Temos $A(t) = K \cdot n$, sendo K a constante de decaimento e n o número de átomos. Substituindo n por $\frac{m \cdot N_A}{M}$, temos:

$$A(t) = \frac{K \cdot m \cdot N_A}{M} \Leftrightarrow K = \frac{1 \cdot 10^{23} \cdot 15}{7,5 \cdot 6 \cdot 10^{23}} \Leftrightarrow K = \frac{1}{3}$$

Assim, deve-se utilizar o tempo de meia-vida para a cinética característica de decaimento radioativo conforme a equação:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{K} \Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{0,7}{\frac{1}{3}} \Leftrightarrow t_{1/2} = 2,1 \text{ min}$$

O decaimento das emissões será:

$$1 \cdot 10^{23} \xrightarrow{t_{1/2}} 0,5 \cdot 10^{23} \xrightarrow{t_{1/2}} 0,25 \cdot 10^{23} = 2,5 \cdot 10^{22}$$

Logo, como temos duas meias-vidas, o tempo será:

$$t = 2 \cdot 2,1 \Leftrightarrow \boxed{t = 4,2 \text{ min}}$$

Obs:

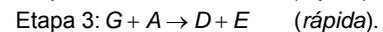
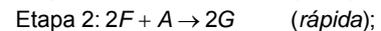
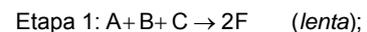
Também podemos usar a expressão abaixo para o cálculo do tempo:

$$A(t) = A_0 \cdot 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} \Leftrightarrow \frac{A(t)}{A_0} = 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} \Leftrightarrow \frac{2,5 \cdot 10^{22}}{1,0 \cdot 10^{23}} = 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} \Leftrightarrow$$

$$0,25 = 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} \Leftrightarrow 2^{-2} = 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} \Leftrightarrow \frac{t}{t_{1/2}} = 2 \Leftrightarrow t = 2t_{1/2} \Leftrightarrow t = 2 \cdot 2,1 = 4,2 \text{ min}$$

QUESTÃO 07

Estudos cinéticos demonstram que a reação $4A + B + C \rightarrow 2D + 2E$ ocorre em três etapas, segundo o mecanismo a seguir.



Os dados cinéticos de quatro experimentos conduzidos à mesma temperatura são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados cinéticos da reação em estudo

Experimento	Velocidade inicial ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)	Concentração inicial das espécies químicas ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)				
		A	B	C	F	G
1	90	9	3	3	2	2
2	60	9	2	3	2	1
3	120	9	3	4	1	1
4	3	3	3	3	0,5	0,5

Determine:

a) a equação da velocidade da reação;

b) a ordem global da reação;

c) o valor da constante de velocidade.

Resolução

a) A equação da velocidade se refere à etapa 1, que limita a cinética devido à sua maior energia de ativação e, dessa forma, somente A, B e C fazem parte. Utilizando a lei de ação de massa proposta por Guldberg-Waage:

$$V = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y \cdot [C]^z$$

A equação da velocidade poderia ser escrita a partir da etapa lenta:

$$V = k \cdot [A] \cdot [B] \cdot [C]$$

ou através dos dados experimentais contidos na tabela.

Para verificar a ordem de cada reagente, devemos comparar dois experimentos para cada um dos participantes, como demonstramos abaixo:

I - Cálculo de B, mantendo-se A e C constantes. Assim, entre os experimentos 1 e 2, temos a seguinte relação:

$$\left(\frac{3}{2}\right)^y = \left(\frac{90}{60}\right) \Leftrightarrow \left(\frac{3}{2}\right)^y = \left(\frac{3}{2}\right)^1 \Leftrightarrow y = 1$$

O reagente B apresenta a primeira ordem de consumo.

II - Cálculo de C, mantendo-se A e B constantes. Assim, entre os experimentos 1 e 3, temos a seguinte relação:

$$\left(\frac{3}{4}\right)^z = \left(\frac{90}{120}\right) \Leftrightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^z = \left(\frac{3}{4}\right)^1 \Leftrightarrow z = 1$$

O reagente C apresenta a primeira ordem de consumo.

III - Cálculo de x, mantendo-se B e C constantes. Dessa maneira, os experimentos 1 e 4 satisfazem essa condição. Assim:

$$\begin{aligned} \left(\frac{9}{3}\right)^x &= \left(\frac{90}{3}\right) \Leftrightarrow (3)^x = 30 \Leftrightarrow \log 3^x = \log 30 \Leftrightarrow \\ x \cdot \log 3 &= \log 30 \Leftrightarrow x = \frac{\log 30}{\log 3} \Leftrightarrow x = \frac{\log(3 \cdot 10)}{\log 3} \Leftrightarrow \\ x &= \frac{\log 3 + \log 10}{\log 3} \Leftrightarrow x = \frac{0,5 + 1,0}{0,5} \Leftrightarrow x = 3 \end{aligned}$$

O reagente A apresenta a terceira ordem de consumo.

Dessa forma, a equação da velocidade é a seguinte:

$$V = k \cdot [A]^3 \cdot [B] \cdot [C]$$

Ao conferir a última expressão com os dados experimentais, deveríamos encontrar o mesmo valor para a constante k nos quatro experimentos já que a temperatura é constante. Porém, o experimento 4 teria um valor diferente dos demais ou que nos remete a um erro de digitação dos dados. O valor correto deveria ser 30, pois refazendo o cálculo de x em III, temos que, usando os experimentos 1 e 4, mantendo-se B e C constantes:

$$\left(\frac{9}{3}\right)^x = \left(\frac{90}{30}\right) \Leftrightarrow 3^x = 3 \Leftrightarrow x = 1$$

Acreditamos que esse erro pode ter prejudicado os alunos bem preparados e, por isso, propomos **anulação**.

b) Se considerarmos a equação: $V = k \cdot [A] \cdot [B] \cdot [C]$

A ordem da reação é a soma dos expoentes x, y e z, ou seja, **terceira ordem**.

c) Também considerando a equação: $V = k \cdot [A] \cdot [B] \cdot [C]$

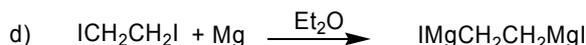
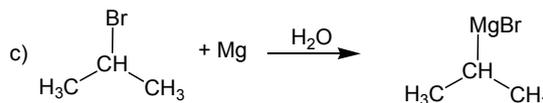
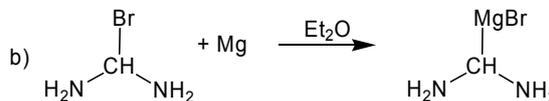
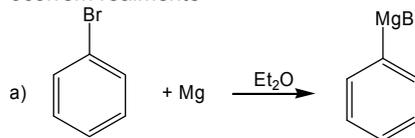
A constante da reação (k) pode ser determinada utilizando o experimento 4:

$$k = \frac{V}{[A] \cdot [B] \cdot [C]} = \frac{3 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}}{(3 \text{ M}) \cdot (3 \text{ M}) \cdot (3 \text{ M})} = \frac{1 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}}{(3)^2} \Leftrightarrow$$

$$k = 0,111 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

QUESTÃO 08

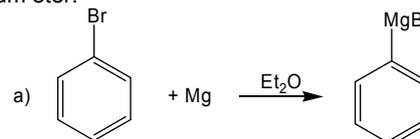
Os reagentes de Grignard são normalmente preparados pela reação de um haleto orgânico e magnésio metálico, em temperaturas não superiores a 50°C. Das quatro reações indicadas abaixo apenas duas ocorrem realmente



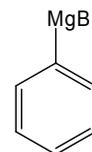
Cite dois reagentes de Grignard que são realmente formados. Considere as reações desses reagentes com formaldeído em excesso, em solução de éter etílico e posterior acidificação, escreva as fórmulas estruturais dos álcoois formados.

Resolução

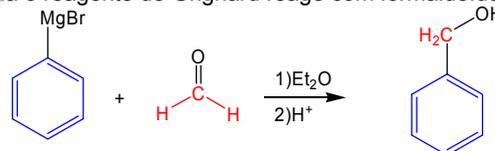
A reação do item a está correta e ocorre conforme descrito no enunciado, pois temos um haleto orgânico reagindo com Mg na presença de um éter.



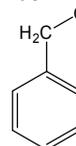
O reagente de Grignard é:



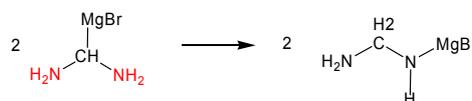
Em seguida o reagente de Grignard reage com formaldeído:



O produto da reação é o álcool benzílico:



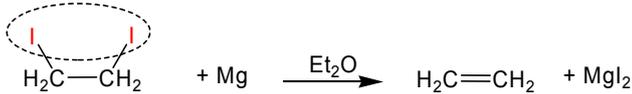
A reação do item b **não** ocorre formação de reagente de Grignard, pois a molécula possui hidrogênio ligado a nitrogênio, que é ácido o suficiente para reagir como o composto formado e impedirá a reação, como descrito:



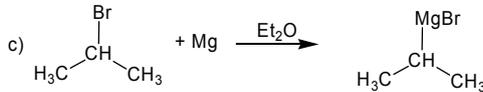
A reação do item c **não** ocorre, pois o solvente utilizado é a água.

A reação do item d **não** ocorre formação de reagente de Grignard, pois a molécula contém halogênios vicinais. Nessa situação ocorre a formação de um alceno:

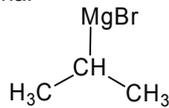
Halogênios Vicinais



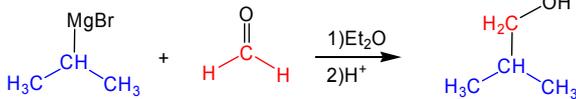
Obs: Com isso, temos **apenas um** reagente de Grignard formado. Acreditamos que houve um erro de digitação do solvente utilizado na equação do item c. Caso o solvente fosse éter (Et₂O), teríamos:



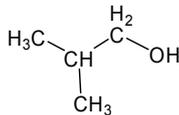
O reagente de Grignard seria:



Em seguida o reagente de Grignard reagiria com o formaldeído:



O produto da reação seria o 2-metilpropan-1-ol



QUESTÃO 09

O poli (metacrilato de butila) é um polímero solúvel em clorofórmio. A 100 kPa, o clorofórmio tem ponto de fusão (PF) igual a 210 K e ponto de ebulição (PE) igual a 334 K, e apresenta estados de agregação definidos conforme o diagrama de fases apresentado na Figura 1.

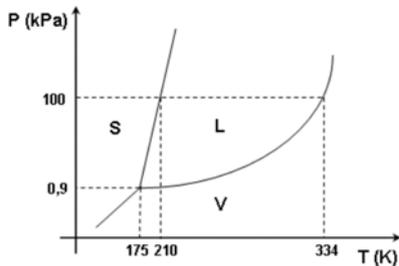


Figura 1

Observe agora, a Figura 2 que apresenta o clorofórmio confinado em um dispositivo fechado imerso em um banho térmico na situação de equilíbrio térmico e mecânico, e a Figura 3, que apresenta o diagrama de fases de uma solução diluída de poli (metacrilato de butila) em, clorofórmio.

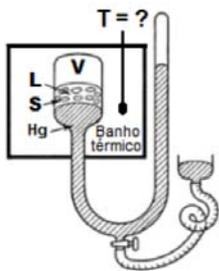


Figura 2

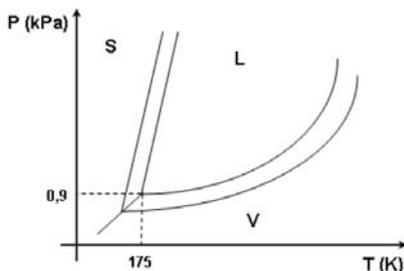


Figura 3

Considere que o clorofórmio tem calor de fusão ($\Delta H_{\text{fusão}}$) constante e independente da pressão e da temperatura, e que a Equação 1 se aplica ao seu equilíbrio sólido-líquido, em que ΔP = variação de pressão na transição, ΔT = variação de temperatura na transição, $T_{\text{fusão}}$ = temperatura de fusão (K) e $\Delta V_{\text{fusão}}$ = variação de volume na fusão.

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}} \Delta V_{\text{fusão}}} \text{ Equação 1}$$

Com base nas informações acima:

- determine a temperatura do banho térmico na Figura 2. Justifique sua resposta;
- faça o esboço da Figura 3 no **Caderno de Soluções** e indique os pontos de fusão (PF) e de ebulição (PE) da solução diluída de poli (metacrilato de butila) em clorofórmio, a 100 kPa;
- justifique, com base na Equação 1, porque o processo de solidificação do clorofórmio é acompanhado de redução de volume.

Resolução

a) A figura 2 mostra o clorofórmio em equilíbrio com a fase sólida líquida e de vapor, dessa maneira, podemos concluir que as condições do banho são as condições de T e P do ponto triplo.

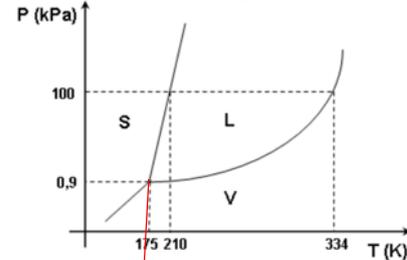
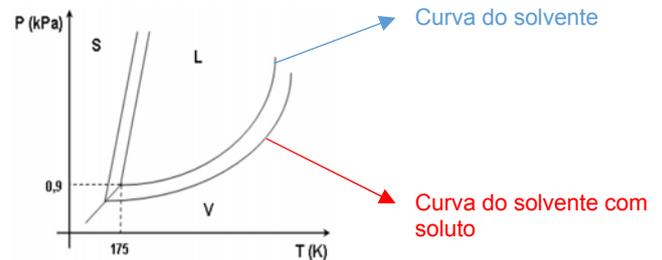


Figura 1

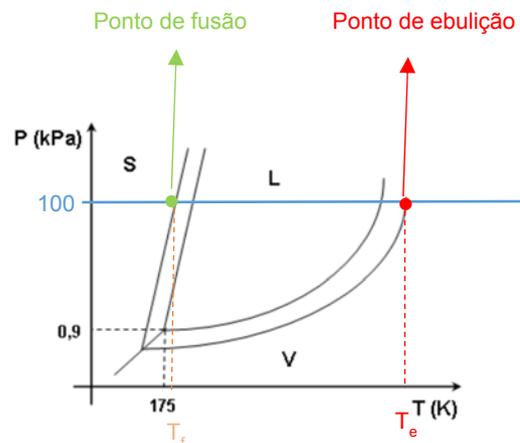
Ponto triplo do CHCl₃

Assim, a temperatura do banho é a temperatura do ponto triplo que é igual a 175 K.

b) A adição de um soluto não volátil a um solvente causa a redução do ponto de fusão e aumento do ponto de ebulição, a pressão constante. Dessa maneira, podemos concluir que:



Tendo em vista que o ponto de fusão é a passagem do estado sólido para o líquido, e que o ponto de ebulição é a passagem do estado líquido para o de vapor, temos:



c) Sabemos que durante o processo de fusão a variação de entalpia e a temperatura são constantes, dessa maneira temos:

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}}} \cdot \frac{1}{\Delta V_{\text{fusão}}}$$

