

Questão 1 - Uma indústria química está avaliando a eficiência de um novo catalisador baseado em nióbia (óxido de nióbio (V)) para a decomposição de um corante orgânico presente em águas residuais. Em um reator de batelada operando a 25 °C, a concentração do corante foi monitorada ao longo do tempo. Os resultados experimentais se encontram no quadro.

Tempo (min)	Concentração (mmol L ⁻¹)
0	20,0
30	14,8
60	11,0
90	8,1
120	6,0

Com base nessa situação hipotética, responda ao que se pede nos itens abaixo.

- Determine a constante cinética da reação, sabendo que se trata de um processo de primeira ordem. (valor: 0,50 ponto)
- Calcule o tempo de meia-vida do processo. (valor: 0,50 ponto)
- Calcule o tempo necessário para remover 95% do corante. (valor: 0,25 ponto)

Gabarito:

a) Para uma reação de primeira ordem:

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt$$

Utilizando os dados experimentais de 120 min:

$$C_0 = 20,0 \text{ mmol L}^{-1}$$

$$C_{120} = 6,0 \text{ mmol L}^{-1}$$

Substituindo:

$$\ln\left(\frac{6,0}{20,0}\right) = -k(120)$$

$$\ln(0,30) = -120k$$

$$-1,204 = -120k$$

$$k = 0,0100 \text{ min}^{-1}$$

Portanto:

$$k = 1,0 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$$



EDITAL INTERNO PPGQ N° 04/2026 -
SELEÇÃO DE BOLSISTAS

b)

Para uma cinética de primeira ordem, o tempo de meia vida corresponde a:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

Substituindo:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{0,01}$$

$$t_{1/2} = 69,3147 \text{ min}$$

Portanto: $t_{1/2} \approx 69,3 \text{ min}$

c) Remover 95% significa:

$$C_t = 0,05C_0$$

Logo:

$$\ln(0,05) = -kt$$

$$t = \frac{-\ln(0,05)}{0,01}$$

$$t = \frac{2,996}{0,01}$$

$$t = 299,6 \text{ min}$$

Portanto: $t_{95\%} \approx 300 \text{ min}$



Questão 2 - O coeficiente de Joule-Thomson, definido como $\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H$, descreve a variação de temperatura de um gás real quando este sofre uma expansão isentálpica através de um estrangulamento ou parede porosa. Utilizando as relações termodinâmicas fundamentais e as relações de Maxwell, o coeficiente de Joule-Thomson pode ser expresso por:

$$\mu_{JT} = \frac{1}{C_p} \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P - V \right]$$

em que C_p é a capacidade térmica a pressão constante. T , V e P são respectivamente a temperatura absoluta, o volume e a pressão do gás.

Suponha que determinado gás real segue a equação de estado modificada (válida para pressões moderadas):

$$P(V_m - b) = RT$$

em que V_m é o volume molar e b é uma constante positiva que representa o volume de exclusão das moléculas (parâmetro de van der Waals). Com base nessa situação hipotética, responda ao que se pede nos itens abaixo.

- Determine a expressão teórica de μ_{JT} para este gás. (valor: 0,75 ponto)
- A partir do μ_{JT} calculado, preveja se ele sofrerá resfriamento ou aquecimento ao passar por uma válvula de Joule-Thomson. (valor: 0,50 ponto)

Gabarito:

a)

Para o volume molar V_m , a equação dada é:

$$V_m = \frac{RT}{P} + b$$

Precisamos calcular a derivada parcial desse volume em relação à temperatura, mantendo a pressão constante:

$$\left(\frac{\partial V_m}{\partial T} \right)_P = \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{RT}{P} + b \right) = \frac{R}{P}$$

Agora, substituímos essa derivada na expressão geral de μ_{JT} obtida na parte (a):

$$\mu_{JT} = \frac{1}{C_{p,m}} \left[T \left(\frac{R}{P} \right) - V_m \right]$$



Substituindo o termo $\frac{RT}{p}$ de volta pela sua definição a partir da equação de estado

$$\left(\frac{RT}{p} = V_m - b\right):$$

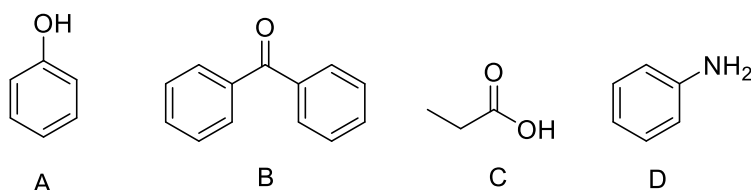
$$\mu_{JT} = \frac{1}{C_{p,m}} [(V_m - b) - V_m]$$

$$\mu_{JT} = -\frac{b}{C_{p,m}}$$

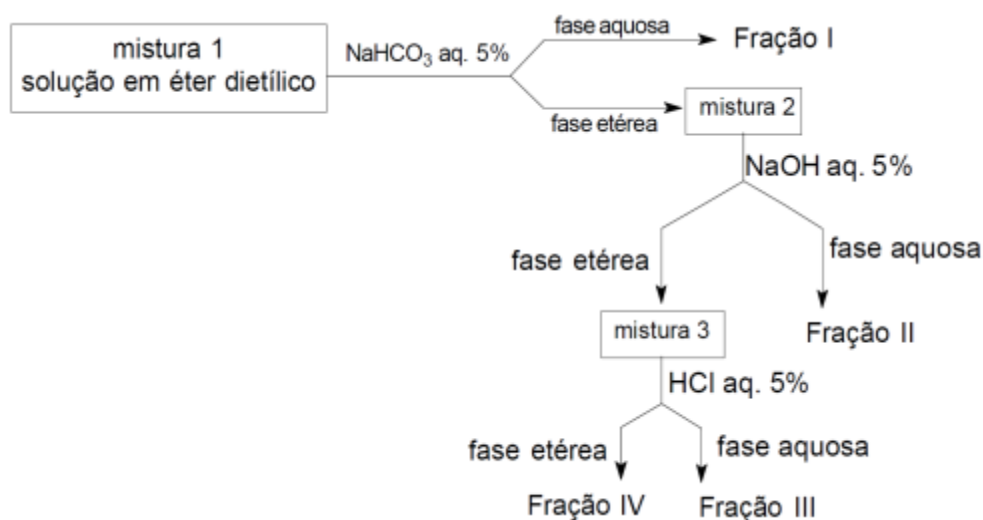
b) Como o parâmetro b representa o volume molecular físico, ele é estritamente positivo ($b > 0$). A capacidade calorífica $C_{p,m}$ também é sempre positiva. Portanto, o coeficiente de Joule-Thomson para este gás será sempre negativo: $\mu_{JT} < 0$.

Conclusão: Como $\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H < 0$, e em uma expansão a variação de pressão é negativa ($dP < 0$), a variação de temperatura deve ser positiva ($dT > 0$). Isso significa que esse gás específico sofrerá um aquecimento ao passar pelo estrangulamento.

Questão 3 - Os compostos A, B, C e D, representados abaixo, estão presentes na mistura 1.



Visando à separação dos quatro compostos da mistura, foi executado o procedimento descrito abaixo:



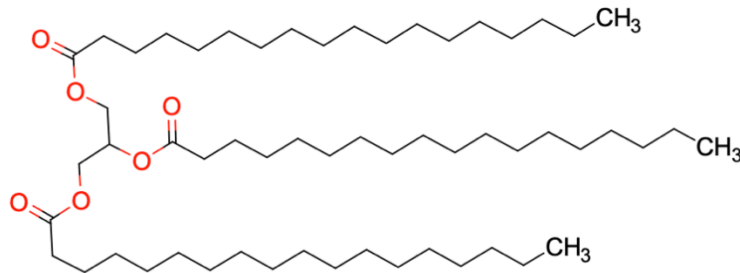
Indique, para cada composto, em qual fração eles serão recuperados. Explique brevemente sua resposta. (valor: 1,25 pontos)

Gabarito:

Compostos ionizados (protonados ou desprotonados) são muito solúveis em água e pouco solúveis em éter dietílico. A solução de NaHCO_3 é capaz de desprotonar apenas o composto **C** que, com isso, torna-se mais polar e passa para a fase aquosa (Fração I), os demais compostos ficam na fase etérea. A solução de NaOH é capaz de desprotonar apenas o composto **A**, na mistura 2, que passa para fase aquosa (Fração II). Ao adicionar a solução de HCl na mistura 3, apenas o composto **D** será protonado e passará para a fase aquosa (Fração III). Por fim, na Fração IV restará apenas o composto **B**.



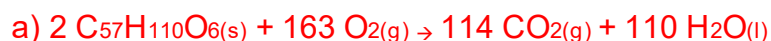
Questão 4 - Os camelos armazenam estearina em suas corcovas. Esse lipídio, além de ser fonte de energia, é uma importante fonte de água para os camelos, pois, quando a estearina é oxidada completamente há produção de grande quantidade de água. Dados de massa atômica: C = 12, O = 16, H = 1.



Estearina (C₁₈H₃₆O₂)

- Represente a equação balanceada da oxidação completa da estearina. (valor: 0,25 ponto)
- Que massa de água pode ser obtida da oxidação completa de 623g desse lipídio? Considere 100% de rendimento na reação. (valor: 0,5 ponto)
- Que massa de oxigênio é necessária para oxidar completamente essa quantidade de lipídio? (valor: 0,5 ponto)

Gabarito:



b) 1 mol de estearina – 890 g
x mol de estearina – 623 g
x = 0,7 mol

Da equação balanceada temos:
2 mols de estearina – 18 mols de água

Portanto:
0,7 mol de estearina – 6,3 mols de água

Assim:
1 mol de água – 18g
6,3 mols de água – y
y = 113,4 g

Resposta: **Serão produzidos 113,4 g de água.**

**EDITAL INTERNO Nº 002/2026 -
SELEÇÃO DE BOLSISTAS (PIBPG) DO CNPQ / FAPDF**

**c) Da equação balanceada temos:
2 mols de estearina – 163 mols de oxigênio**

**Portanto:
0,7 mol de estearina – 57,05 mols de oxigênio**

**1 mol de oxigênio – 16 g
57,05 mols de oxigênio – z
z = 912,8 g**

Resposta: Serão consumidos 912,8 g de oxigênio para oxidar completamente 623 g de estearina.



Questão 5 - Considere os elementos Ga, Ge e As. (a) Dê a configuração do estado fundamental dos 3 elementos. (b) Ordene-os em termos de raio atômico. (c) Explique por que eles assumem esta ordem? Dados: Z: Ga =31, Ge=32 e As = 33 (valor: 1,25 pontos)

Gabarito:

(a) A configuração eletrônica dos 3 elementos é $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^x$, sendo $x = 1$ para o Ga, $x=2$ para Ge e $x=3$ para As.

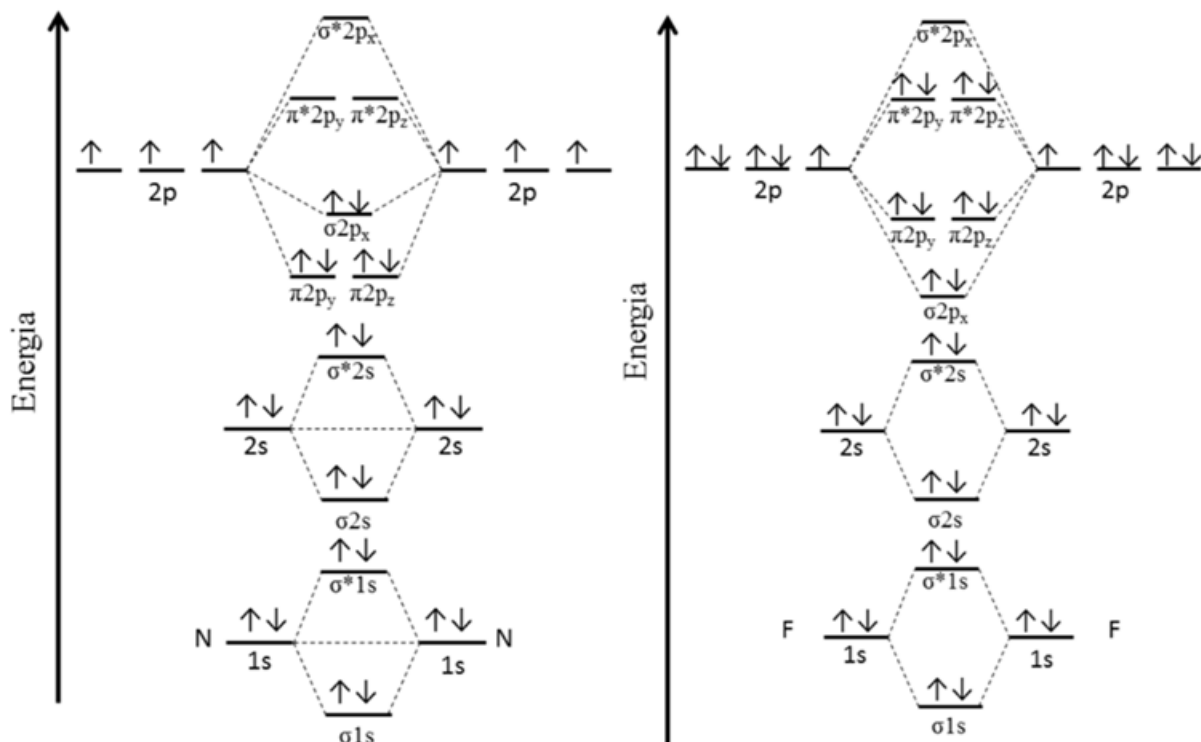
(b) Ordem decrescente de raio atômico $Ga > Ge > As$

(c) O tamanho dos átomos diminui nesta sequência devido ao aumento da carga nuclear efetiva. O núcleo, contendo mais prótons, atrai a eletrosfera com maior intensidade e a constante de blindagem (b) pode ser considerada constante ao longo do período. Como $Z_{eff} = Z - b$, a carga nuclear efetiva aumenta, levando a redução do raio.

Questão 6 - Utilizando diagramas qualitativos de orbitais moleculares, explique por que a energia média de ligação do N_2 (941 kJ/mol) é significativamente maior que a do F_2 (155 kJ/mol). Dados: Z: N=7 F=9 (valor: 1,25 pontos)

Gabarito:

A Teoria dos Orbitais Moleculares permite avaliar esta diferença por meio a ordem de ligação, que pode ser calculada a partir do diagrama de energia dos OM

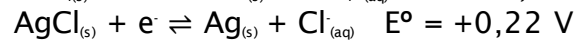
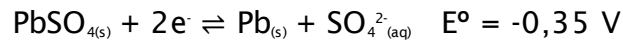


A ordem de ligação do N_2 é OL= 3 enquanto a do F_2 é OL=1. A ordem de ligação está diretamente relacionada com a energia da ligação, assim quanto maior a ordem de ligação maior será a energia dessa ligação. Desta maneira, a molécula de N_2 possuirá a maior energia média de ligação, devido a sua elevada ordem de ligação



SELEÇÃO DE BOLSISTAS (PIBPG) DO CNPQ / FAPDF

Questão 7: Para a célula eletroquímica representada por $\text{Pb}_{(s)}/\text{PbSO}_{4(s)}/\text{AgCl}_{(s)}/\text{Ag}_{(s)}$, apresente a reação global desenvolvida e o potencial da célula em uma condição de 25°C e concentrações de Cl^- e SO_4^{2-} de 0,3 e 0,5 mol L^{-1} , respectivamente. Dadas as semi-reações:

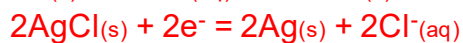
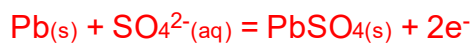


(valor: 1,25 pontos)

Gabarito:

$\text{Pb}_{(s)} / \text{PbSO}_{4(s)}$ – oxidação

$\text{AgCl}_{(s)} / \text{Ag}_{(s)}$ – redução



$$E^\circ = 0,22 - (-0,35) = +0,57 \text{ V}$$

Nas condições indicadas (em que Q é o quociente reacional):

$$E_{\text{cel}} = E^\circ - \frac{0,0592}{n} \times \log Q$$

$$E_{\text{cel}} = 0,57 - \frac{0,0592}{2} \times \log (0,3^2/0,5) \quad \Rightarrow \quad \mathbf{E_{\text{cel}} = +0,59 \text{ V}}$$



SELEÇÃO DE BOLSISTAS (PIBPG) DO CNPQ / FAPDF

Questão 8: Uma solução foi preparada pela dissolução de 0,05800 g de AgNO_3 para um balão volumétrico de 500,00 mL. Posteriormente, outra solução, de NaCl , foi preparada pela dissolução de 0,03200 g do sal para um balão de 250,0 mL. Sabendo-se que a constante do produto de solubilidade (K_{ps}) do AgCl é de $1,8 \times 10^{-10}$, determine se haverá a formação do precipitado de AgCl se misturarmos, em um tubo de ensaio, 5 gotas da solução de NaCl e 3 gotas da solução de AgNO_3 . Para tanto, considere que o volume de uma gota equivale a 0,05 mL e as massas atômicas (em u.m.a.) são: $\text{Na}=23$, $\text{Cl}=35,5$, $\text{Ag}=108$, $\text{N}=14$, $\text{O}=16$.

Gabarito:

Sabendo que: $M = \frac{m}{MM \times V}$

As concentrações iniciais das soluções são:

Solução AgNO_3 : $6,82 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

Solução NaCl : $2,19 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

Equilíbrio de precipitação do AgCl :



Ao misturar as soluções em um tubo de ensaio, considerando as diluições, as concentrações de Ag^+ e Cl^- serão:

$[\text{Ag}^+] = 2,56 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

$[\text{Cl}^-] = 1,37 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

Com essas concentrações, calcula-se o “quociente reacional – Q”:

$Q = [\text{Ag}^+].[Cl^-]$

$Q = 2,56 \times 10^{-4} \times 1,37 \times 10^{-3} \Rightarrow Q = 3,51 \times 10^{-7}$

Como $Q > K_{ps}$, logo, teremos uma condição de excesso dos íons, onde haverá a formação de precipitado de $\text{AgCl}_{(s)}$.