

USCS 2023 - MEDICINA - Primeiro Semestre
UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL

1. A mistura de óleo diesel ($C_{16}H_{34}$) e etanol (C_2H_6O) é uma alternativa para a diminuição do consumo de combustíveis fósseis e para o aumento da sustentabilidade, uma vez que o etanol é considerado um recurso renovável. Um dos problemas da preparação de uma mistura etanol/óleo diesel é a baixa solubilidade entre essas duas substâncias. A tabela apresenta as densidades e os valores de poder calorífico inferior desses dois combustíveis.

Combustível	Densidade (g/mL)	Poder calorífico inferior (kJ/L)
C_2H_6O	0,80	20000
$C_{16}H_{34}$	0,90	53000

a) Por que o etanol é pouco solúvel no óleo diesel? Utilizando a imagem presente no campo de Resolução e Resposta, faça um esquema que represente o sistema formado pela mistura de etanol e óleo diesel.

Imagem presente no campo de Resolução e Resposta:

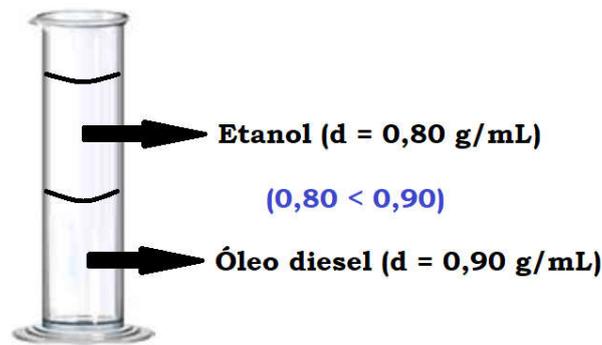


b) Considerando uma mistura de 10 % em massa de etanol em óleo diesel, calcule, em kJ/kg, o poder calorífico inferior da mistura desses dois combustíveis.

Resolução:

a) O etanol é pouco solúvel no óleo diesel, pois este álcool apresenta o grupo hidroxila (OH) na extremidade de sua estrutura formada por dois carbonos ($CH_3 - CH_2 - OH$), logo faz ligações de hidrogênio, que são interações mais fortes do que os dipolos induzidos gerados na cadeia hidrocarbônica do óleo diesel. Ou seja, a solubilidade do etanol é baixa no óleo diesel devido à diferença de polaridades nas estruturas e intensidades das forças intermoleculares.

Esquema que pode representar o sistema formado pela mistura de etanol e óleo diesel:



Supondo-se a formação de uma mistura heterogênea entre óleo diesel ($C_{16}H_{34}$) e etanol (C_2H_6O), coloca-se o componente mais denso ($C_{16}H_{34}$; $d = 0,90 \text{ g/mL}$) na parte de baixo da proveta e o componente menos denso (C_2H_6O ; $d = 0,80 \text{ g/mL}$) na parte de cima da proveta.

b) Cálculo, em kJ/kg , do poder calorífico inferior da mistura (PCI) dos dois combustíveis:

% etanol = 10 %

$$\left. \begin{array}{l} \text{PCI}_{\text{etanol}} = 20.000 \text{ kJ} \cdot \text{L}^{-1} \\ d_{\text{etanol}} = \frac{0,80 \text{ g}}{\text{mL}} = 0,80 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} \end{array} \right\} \text{PCI}_{\text{etanol}} = \frac{20.000}{0,80} \text{ kJ/kg}$$

% óleo diesel = 90 %

$$\left. \begin{array}{l} \text{PCI}_{\text{óleo diesel}} = 53.000 \text{ kJ} \cdot \text{L}^{-1} \\ d_{\text{óleo diesel}} = \frac{0,90 \text{ g}}{\text{mL}} = 0,90 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} \end{array} \right\} \text{PCI}_{\text{óleo diesel}} = \frac{53.000}{0,90} \text{ kJ/kg}$$

Média ponderada :

$$\text{PCI}_{\text{mistura}} = \frac{(\% \text{ etanol}) \times \text{PCI}_{\text{etanol}} + (\% \text{ óleo diesel}) \times \text{PCI}_{\text{óleo diesel}}}{100}$$

$$\text{PCI}_{\text{mistura}} = \frac{10 \% \times \frac{20.000}{0,80} \text{ kJ/kg} + 90 \% \times \frac{53.000}{0,90} \text{ kJ/kg}}{100}$$

$$\text{PCI}_{\text{mistura}} = 55.500 \text{ kJ/kg}$$

Outro modo de resolução:

Etanol (10%):

$$\left. \begin{array}{l} 0,80 \text{ kg} \text{ — } 1 \text{ L} \\ 20.000 \text{ kJ} \text{ — } 1 \text{ L} \end{array} \right\} \frac{20.000}{0,80} \times 0,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ (etanol)}$$

Óleo diesel (90%):

$$\left. \begin{array}{l} 0,90 \text{ kg} \text{ — } 1 \text{ L} \\ 53.000 \text{ kJ} \text{ — } 1 \text{ L} \end{array} \right\} \frac{53.000}{0,90} \times 0,90 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ (óleo diesel)}$$

Média ponderada :

$$\text{PCI}_{\text{mistura}} = \frac{20.000}{0,80} \times 0,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + \frac{53.000}{0,90} \times 0,90 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{PCI}_{\text{mistura}} = 55.500 \text{ kJ/kg}$$

2. A preparação de placas revestidas com cobre para utilização em equipamentos eletrônicos é realizada a partir de diversos processos que visam a melhor eficiência na obtenção dessas placas. Dentre esses processos estão a sensibilização e a ativação, cada um deles utilizando soluções específicas, conforme a tabela.

Solução sensibilizadora	Solução ativadora
200 mL de água destilada ou deionizada	180 mL de água destilada ou deionizada
2 mL de ácido clorídrico concentrado (33 %)	0,9 g de nitrato de prata (AgNO ₃)
1,5 g de cloreto de estanho II (SnCl ₂)	10 g de sulfato de amônio ((NH ₄) ₂ SO ₄)
	20 mL de hidróxido de amônio concentrado
	22% (NH ₄ OH)

Na preparação de uma placa revestida com cobre utilizando as soluções sensibilizadora e ativadora descritas na tabela, o estanho (II) reduzirá o íon prata (Ag⁺) contido no nitrato de prata, produzindo prata metálica (Ag), a qual será depositada sobre a placa e servirá como núcleo para a deposição do cobre, em uma eletrólise utilizando CuSO₄ como fonte de íons Cu²⁺.

a) Considerando que o estanho (II) se transforma em estanho (IV), escreva a equação balanceada que representa a redução do íon prata pelo estanho. Calcule a concentração de nitrato de prata, em g/L, na solução ativadora.

b) Considerando que uma eletrodeposição utilize uma corrente elétrica de 30 A e que a carga de 1 mol de elétrons seja 96500 C, calcule a massa de cobre (M = 63,5 g/mol) depositada em uma placa durante 386 segundos.

Resolução:

a) Equação balanceada que representa a redução do íon prata (Ag¹⁺ $\xrightarrow{\text{Redução}}$ Ag⁰) pelo estanho, considerando que o estanho II (Sn²⁺) se transforma em estanho IV (Sn⁴⁺):



Cálculo da concentração de nitrato de prata, em g/L, na solução ativadora:

$$m_{\text{AgNO}_3} = 0,9 \text{ g}$$

$$V = V_{\text{água deionizada}} + V_{\text{hidróxido de amônio}}$$

$$V = 180 \text{ mL} + 20 \text{ mL} = 200 \text{ mL} \Rightarrow V = 0,2 \text{ L}$$

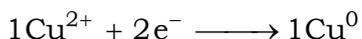
$$C_{\text{AgNO}_3} = \frac{m_{\text{AgNO}_3}}{V} \Rightarrow C_{\text{AgNO}_3} = \frac{0,9 \text{ g}}{0,2 \text{ L}} \Rightarrow C_{\text{AgNO}_3} = 4,5 \text{ g}$$

b) Cálculo da massa de cobre (Cu) depositada:

$$M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; \quad i = 30 \text{ A}; \quad t = 386 \text{ s}; \quad 1 \text{ A} \cdot \text{s} = 1 \text{ C}$$

$$Q = i \times t \Rightarrow Q = 30 \text{ A} \times 386 \text{ s} \Rightarrow Q = 30 \times 386 \text{ C}$$

$$1 \text{ F} = 96.500 \text{ C}$$



$$2 \text{ F} \quad : \quad 63,5 \text{ g}$$

$$2 \times 96.500 \text{ C} \text{ ————— } 63,5 \text{ g}$$

$$30 \times 386 \text{ C} \text{ ————— } m_{\text{Cu}}$$

$$m_{\text{Cu}} = \frac{30 \times 386 \text{ C} \times 63,5 \text{ g}}{2 \times 96.500 \text{ C}} \Rightarrow m_{\text{Cu}} = 3,81 \text{ g}$$

3. No final do século XIX, os cientistas Bequerel e Freny realizaram um experimento para demonstrar que o gás ozônio (O₃; 48 g/mol) poderia ser produzido a partir do gás oxigênio. Em um tubo de descargas elétricas contendo ar, foi gerado ozônio na presença de uma solução de KI (166 g/mol) e, assim, o ozônio foi consumido à medida que era formado. Após algum tempo, todo o oxigênio do ar havia sido consumido, comprovando que o ozônio era uma forma alotrópica do oxigênio. A reação de formação do ozônio a partir do oxigênio e a reação realizada por Bequerel e Freny estão equacionadas a seguir.



a) Escreva a fórmula de Lewis para o ozônio. Qual é a geometria de uma molécula de ozônio?

b) Considerando que o volume molar dos gases é igual a 25 L/mol e que em um recipiente com capacidade de 10 litros onde ocorre a reação descrita sejam consumidos 16,6 g de KI, calcule a porcentagem de gás oxigênio no ar contido nesse recipiente.

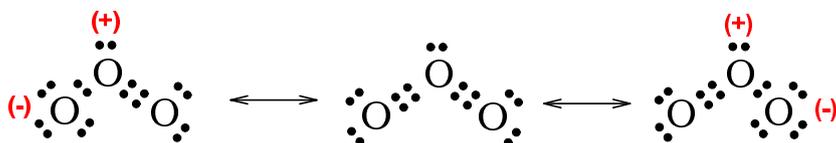
Resolução:

a) Fórmula de Lewis para o ozônio (O; Grupo 16 ou família VIIA; seis elétrons de valência; estabiliza com oito) e geometria:



Geometria de uma molécula de ozônio: angular ou em “V”.

Observação teórica:



b) Cálculo da porcentagem de gás oxigênio no ar contido nesse recipiente:



$$48 \text{ g} \text{---} 2 \times 166 \text{ g}$$

$$m_{\text{O}_3} \text{---} 16,6 \text{ g}$$

$$m_{\text{O}_3} = \frac{48 \text{ g} \times 16,6 \text{ g}}{2 \times 166 \text{ g}} \Rightarrow m_{\text{O}_3} = 2,4 \text{ g}$$



$$3 \times 25 \text{ L} \text{---} 2 \times 48 \text{ g}$$

$$V_{\text{O}_2} \text{---} 2,4 \text{ g}$$

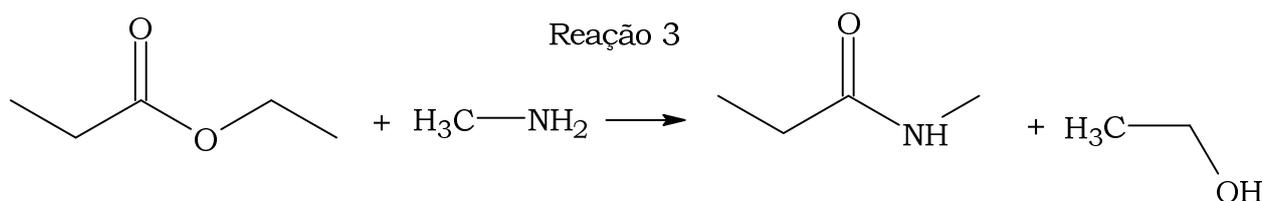
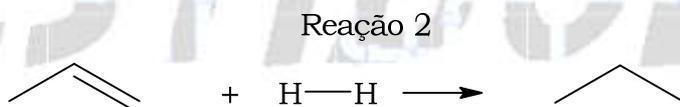
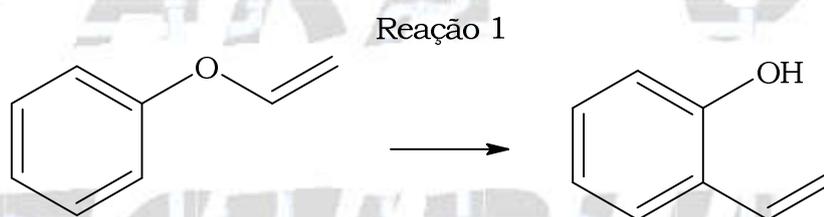
$$V_{\text{O}_2} = \frac{3 \times 25 \text{ L} \times 2,4 \text{ g}}{2 \times 48 \text{ g}} \Rightarrow V_{\text{O}_2} = 1,875 \text{ L}$$

$$10 \text{ L} \text{---} 100 \% \text{ (recipiente)}$$

$$1,875 \text{ L} \text{---} p_{\text{O}_2}$$

$$p_{\text{O}_2} = \frac{1,875 \text{ L} \times 100 \%}{10 \text{ L}} \Rightarrow p_{\text{O}_2} = 18,75 \%$$

4. Economia atômica é um dos princípios da Química Verde, que consiste na maximização da incorporação de todos os compostos de partida no produto final, reduzindo assim a produção de subprodutos. As reações de adição, por exemplo, seguem este princípio, o que não acontece com as reações de eliminação. Considere as reações a seguir.



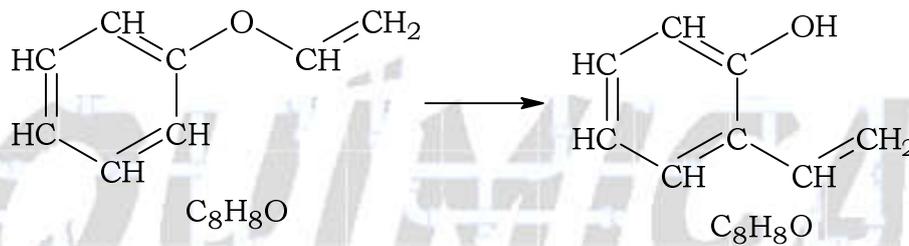
O percentual de economia atômica é calculado dividindo-se a massa molar do produto esperado pela soma das massas molares dos reagentes, multiplicando-se o resultado por 100.

a) Em qual das reações, 1, 2 ou 3, o produto é um isômero do reagente? Qual das reações é classificada como reação de adição?

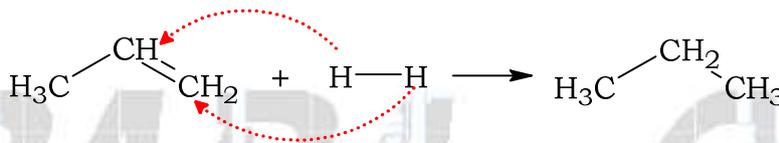
b) Escreva a fórmula molecular do reagente oxigenado da reação 3. Considerando que o produto esperado na reação 3 seja a amida e que as massas molares dos elementos hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio sejam, respectivamente, 1 g/mol, 12 g/mol, 14 g/mol e 16 g/mol, calcule o percentual de economia atômica dessa reação.

Resolução:

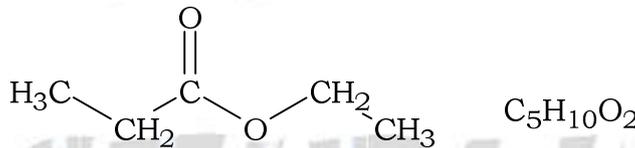
a) O produto é isômero (possui a mesma fórmula molecular) do reagente na reação 1.



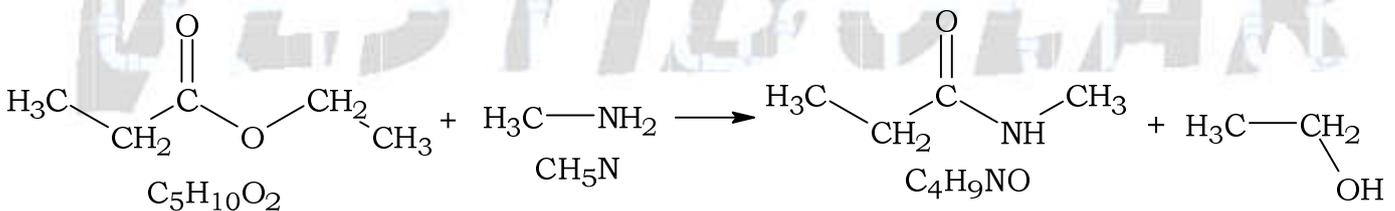
A reação 2 é classificada como reação de adição:



b) Fórmula molecular do reagente oxigenado da reação 3: $C_5H_{10}O_2$.



Cálculo do percentual de economia atômica da reação:



$$M_{C_5H_{10}O_2} = (5 \times 12 + 10 \times 1 + 2 \times 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow M_{C_5H_{10}O_2} = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (reagente 1)}$$

$$M_{CH_5N} = (1 \times 12 + 5 \times 1 + 1 \times 14) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow M_{CH_5N} = 31 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (reagente 2)}$$

$$M_{C_4H_9NO} = (4 \times 12 + 9 \times 1 + 1 \times 14 + 1 \times 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow M_{C_4H_9NO} = 87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (produto esperado)}$$

$$\text{percentual de economia} = \frac{\text{massa molar do produto esperado}}{\text{massa molar do reagente 1} + \text{massa molar do reagente 2}} \times 100 \%$$

$$\text{percentual de economia} = \frac{87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{(102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 31 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})} \times 100 \% = \frac{87}{133} \times 100 \% = 64,41353 \%$$

$$\text{percentual de economia} = 64,4 \%$$

Dados:

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01																	18 He hélio 4,00
3 Li lítio 6,94	2 Be berílio 9,01											5 B boro 10,8	6 C carbono 12,0	7 N nitrogênio 14,0	8 O oxigênio 16,0	9 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3											13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	18 Ar argônio 40,0
19 K potássio 39,1	20 Ca cálcio 40,1	21 Sc escândio 45,0	22 Ti titânio 47,9	23 V vanádio 50,9	24 Cr cromio 52,0	25 Mn manganês 54,9	26 Fe ferro 55,8	27 Co cobalto 58,9	28 Ni níquel 58,7	29 Cu cobre 63,5	30 Zn zinco 65,4	31 Ga gálio 69,7	32 Ge germânio 72,6	33 As arsênio 74,9	34 Se selênio 79,0	35 Br bromo 79,9	36 Kr criptônio 83,8
37 Rb rubídio 85,5	38 Sr estrôncio 87,6	39 Y ítio 88,9	40 Zr zircônio 91,2	41 Nb nióbio 92,9	42 Mo molibdênio 96,0	43 Tc tecnécio	44 Ru rutênio 101	45 Rh ródio 103	46 Pd paládio 106	47 Ag prata 108	48 Cd cádmio 112	49 In índio 115	50 Sn estanho 119	51 Sb antimônio 122	52 Te telúrio 128	53 I iodo 127	54 Xe xenônio 131
55 Cs césio 133	56 Ba bário 137	57-71 lantanoídes	72 Hf háfio 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os ósio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	81 Tl tálio 204	82 Pb chumbo 207	83 Bi bismuto 209	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinoídes	104 Rf rutherfordio	105 Db dúbio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganesônio

número atômico
Símbolo
nome
massa atômica

57 La lantânio 139	58 Ce cério 140	59 Pr praseodímio 141	60 Nd neodímio 144	61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu europio 152	64 Gd gadolínio 157	65 Tb térbio 159	66 Dy disprósio 163	67 Ho hólmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm tulio 169	70 Yb itérbio 173	71 Lu lutécio 175
89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnia	99 Es einstênio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Não foram atribuídos valores às massas atômicas de elementos artificiais ou que tenham abundância pouco significativa na natureza. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2016.

PARA O

VESTIBULAR