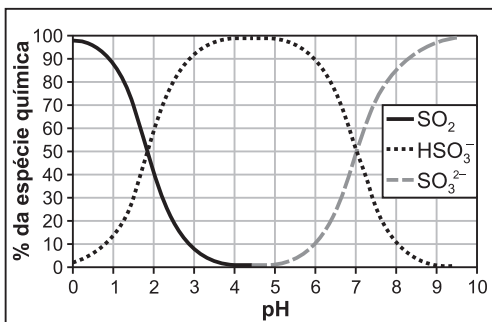


QUESTÃO 1

O metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$) e o dióxido de enxofre (SO_2) são amplamente utilizados na conservação de alimentos como sucos de frutas, retardando a deterioração provocada por bactérias, fungos e leveduras. Ao ser dissolvido em soluções aquosas ácidas ou básicas, o metabissulfito pode se transformar nas espécies químicas SO_2 , HSO_3^- ou SO_3^{2-} , dependendo do pH da solução, como é mostrado no gráfico.



A equação a seguir representa a formação dos íons HSO_3^- em solução aquosa.



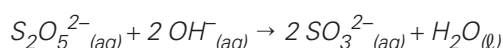
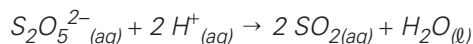
a) Escreva as equações químicas balanceadas que representam a formação das espécies químicas $SO_2(aq)$ e $SO_3^{2-}(aq)$ a partir dos íons $S_2O_5^{2-}(aq)$.

b) Reações indesejáveis no organismo podem ocorrer quando a ingestão de íons $S_2O_5^{2-}$, HSO_3^- ou SO_3^{2-} ultrapassa um valor conhecido como IDA (ingestão diária aceitável, expressa em quantidade de SO_2 /dia/massa corpórea), que, neste caso, é igual a $1,1 \times 10^{-5}$ mol de SO_2 por dia para cada quilograma de massa corpórea. Uma pessoa que pesa 50 kg tomou, em um dia, 200 mL de uma água de coco industrializada que continha 64 mg/L de SO_2 . Essa pessoa ultrapassou o valor da IDA? Explique, mostrando os cálculos.

Dados: massa molar (g/mol) O 16
S 32

Resposta

a) As equações químicas são:



b) Cálculo do número de mols de SO_2 por massa corpórea consumido em um dia:

$$\frac{200 \cdot 10^{-3} \text{ L água de coco}}{50 \text{ kg massa corpórea} \cdot 1 \text{ dia}} \cdot \frac{64 \cdot 10^{-3} \text{ g } SO_2}{1 \text{ L água de coco}} \cdot \frac{1 \text{ mol } SO_2}{64 \text{ g } SO_2} = 0,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol } SO_2}{\text{dia} \cdot \text{kg massa corpórea}}$$

Logo, ao ingerir 200 mL de água de coco, essa pessoa não ultrapassou a IDA.

QUESTÃO 2

O hidrogênio tem sido apontado como possível fonte de energia do futuro. Algumas montadoras de automóveis estão construindo carros experimentais que podem funcionar utilizando gasolina ou hidrogênio líquido como combustível.

Considere a tabela a seguir, contendo dados obtidos nas mesmas condições, sobre a energia específica (quantidade de energia liberada pela combustão completa de 1 g de combustível) e o conteúdo de energia por volume (quantidade de energia liberada pela combustão completa de 1 L de combustível), para cada um desses combustíveis:

Combustível	Energia específica (kJ/g)	Conteúdo de energia por volume (10^3 kJ/L)
Gasolina líquida	47	35
Hidrogênio líquido	142	10

a) Com base nos dados da tabela, calcule a razão entre as densidades da gasolina líquida e do hidrogênio líquido ($d_{\text{gasolina}(\ell)} / d_{\text{hidrogênio}(\ell)}$). Mostre os cálculos.

b) Explique por que, embora a energia específica do hidrogênio líquido seja maior do que a da gasolina líquida, o conteúdo de energia por volume do hidrogênio líquido é menor do que o da gasolina líquida.

Resposta

a) Cálculo das densidades da gasolina e do hidrogênio:

$$d_{\text{gasolina}(\ell)} = \frac{35 \cdot 10^3 \text{ kJ}}{1 \text{ L gasolina}(\ell)}$$

$$\cdot \frac{1 \text{ g gasolina}(\ell)}{47 \text{ kJ}} \cong 744,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$d_{\text{hidrogênio}(\ell)} = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ kJ}}{1 \text{ L hidrogênio}(\ell)}$$

$$\cdot \frac{1 \text{ g hidrogênio}(\ell)}{142 \text{ kJ}} \cong 70,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Cálculo da razão entre as densidades da gasolina e do hidrogênio:

$$\frac{d_{\text{gasolina}(\ell)}}{d_{\text{hidrogênio}(\ell)}} = \frac{744,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{70,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} \cong 10,6$$

b) O hidrogênio líquido é cerca de 10 vezes menos denso que a gasolina líquida. Assim sendo, considerando-se o mesmo volume dos dois combustíveis, a massa de hidrogênio será muito menor do que a da gasolina. Desse modo, o conteúdo de energia por volume do hidrogênio é menor que o da gasolina (ambos líquidos), ainda que sua energia específica (por unidade de massa) seja cerca de 3 vezes maior.

QUESTÃO 3

A preparação de um biodiesel, em uma aula experimental, foi feita utilizando-se etanol, KOH e óleo de soja, que é constituído principalmente por triglicerídeos. A reação que ocorre nessa preparação de biodiesel é chamada transesterificação, em que um éster reage com um álcool, obtendo-se um outro

éster. Na reação feita nessa aula, o KOH foi utilizado como catalisador.

O procedimento foi o seguinte:

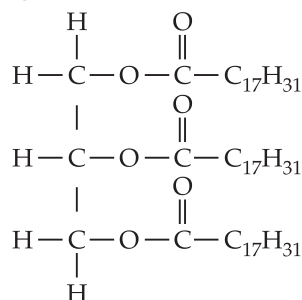
1ª etapa: Adicionou-se 1,5 g de KOH a 35 mL de etanol, agitando-se continuamente a mistura.

2ª etapa: Em um erlenmeyer, foram colocados 100 mL de óleo de soja, aquecendo-se em banho-maria, a uma temperatura de 45°C. Adicio-

nou-se a esse óleo de soja a solução de catalisador, agitando-se por mais 20 minutos. 3ª etapa: Transferiu-se a mistura formada para um funil de separação, e esperou-se a separação das fases, conforme representado na figura anterior.

a) Toda a quantidade de KOH, empregada no procedimento descrito, se dissolveu no volume de etanol empregado na primeira etapa? Explique, mostrando os cálculos.

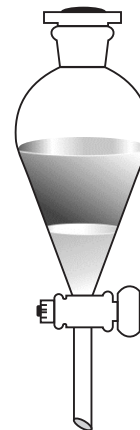
b) Considere que a fórmula estrutural do triglicerídeo contido no óleo de soja é a mostrada a seguir.



Escreva, no espaço indicado a seguir, a fórmula estrutural do biodiesel formado.

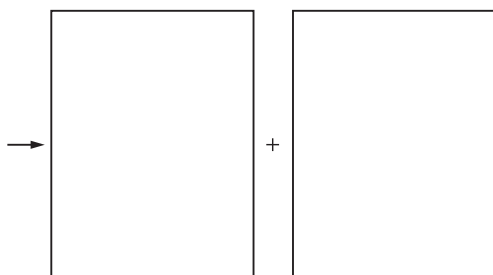
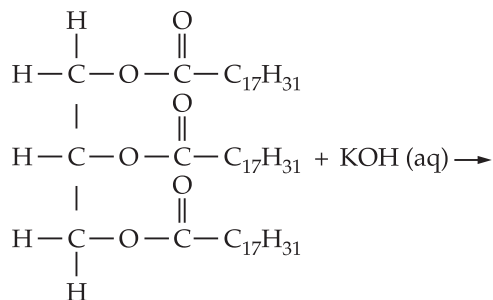
biodiesel

c) Se, na primeira etapa desse procedimento, a solução de KOH em etanol fosse substituída por um excesso de solução de KOH em água, que produtos se formariam? Responda, completando o esquema a seguir com



as fórmulas estruturais dos dois compostos que se formariam e balanceando a equação química.

Dado: solubilidade do KOH em etanol a $25^{\circ}\text{C} = 40 \text{ g em } 100 \text{ mL}$



Resposta

a) Cálculo da massa de KOH solúvel em 35 mL de etanol:

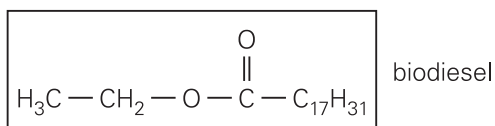
$$m_{\text{KOH}} = 35 \text{ mL Etanol} \cdot \frac{40 \text{ g KOH}}{100 \text{ mL Etanol}} =$$

solubilidade

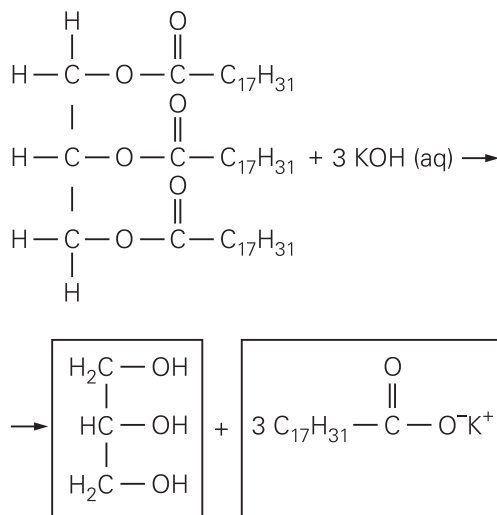
$$= 14 \text{ g KOH}$$

Como foi feita a adição de apenas 1,5 g de KOH, a massa de KOH adicionada foi totalmente dissolvida.

b) Com a transesterificação utilizando etanol, haverá a formação de monoésteres etílicos representados pela estrutura:

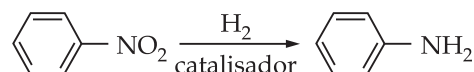


c) Na presença de solução aquosa alcalina, a reação de transesterificação dá lugar à hidrólise alcalina do triéster, reação conhecida também como saponificação.

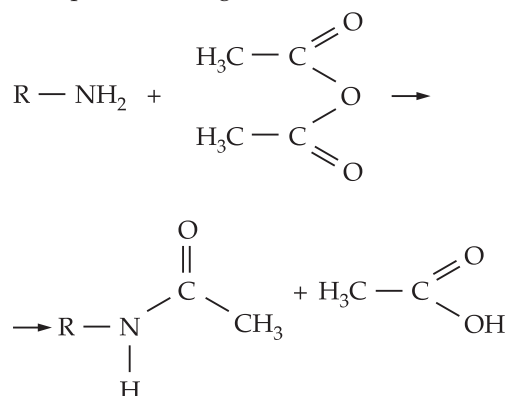


QUESTÃO 4

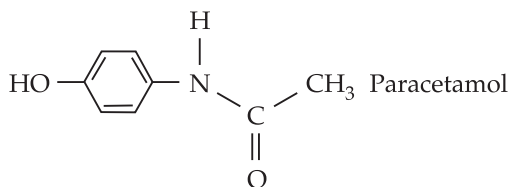
Compostos com um grupo NO_2 ligado a um anel aromático podem ser reduzidos, sendo o grupo NO_2 transformado em NH_2 , como representado a seguir.



Compostos alifáticos ou aromáticos com grupo NH_2 , por sua vez, podem ser transformados em amidas ao reagirem com anidrido acético. Essa transformação é chamada de acetilação do grupo amina, como exemplificado a seguir.



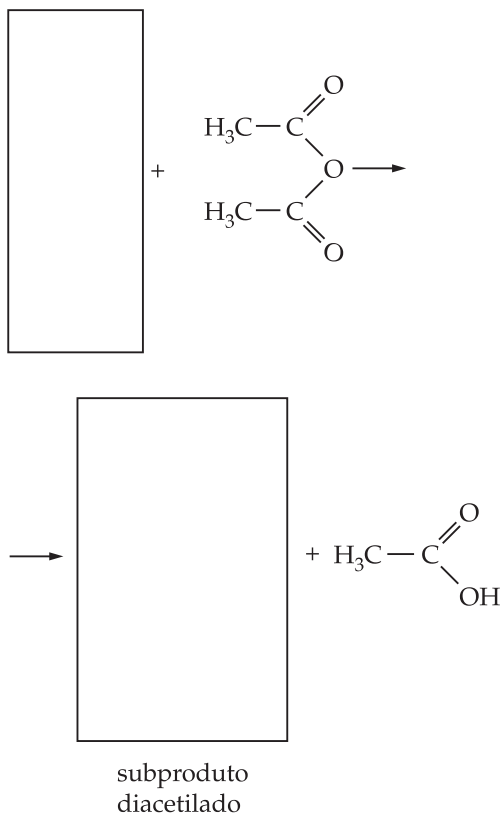
Essas transformações são utilizadas para a produção industrial do paracetamol, que é um fármaco empregado como analgésico e antitérmico.



a) Qual é o reagente de partida que, após passar por redução e em seguida por acetilação, resulta no paracetamol? Escreva a fórmula estrutural desse reagente.

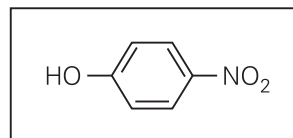
O fenol (C_6H_5OH) também pode reagir com anidrido acético. Nessa transformação, forma-se acetato de fenila.

b) Na etapa de acetilação do processo industrial de produção do paracetamol, formam-se, também, ácido acético e um subproduto diacetilado (mas monoacetilado no nitrogênio). Complete o esquema a seguir, de modo a representar a equação química balanceada de formação do subproduto citado.

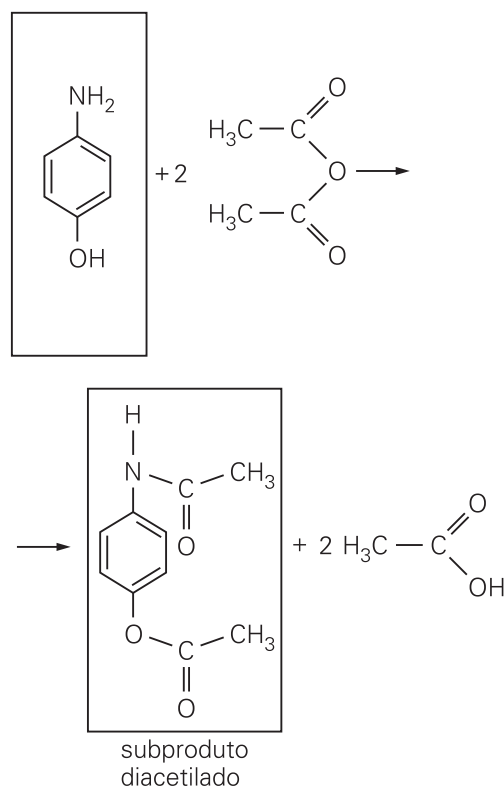


Resposta

a) O reagente de partida é o para-nitrofenol, cuja fórmula estrutural é:

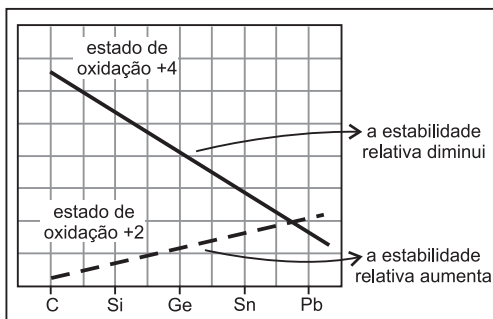


b) A equação química balanceada citada no texto é:

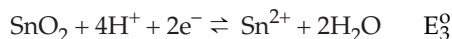
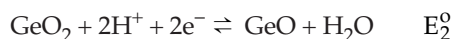
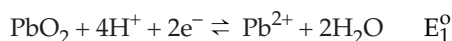


QUESTÃO 5

A figura a seguir ilustra as estabilidades relativas das espécies que apresentam estado de oxidação +2 e +4 dos elementos da mesma família: carbono, silício, germânio, estanho e chumbo.



As estabilidades relativas podem ser interpretadas pela comparação entre potenciais padrão de redução das espécies +4 formando as espécies +2, como representado a seguir para os elementos chumbo (Pb), germânio (Ge) e estanho (Sn):



Os potenciais padrão de redução dessas três semirreações, E_1° , E_2° e E_3° , foram determinados experimentalmente, obtendo-se os valores $-0,12\text{ V}$, $-0,094\text{ V}$ e $1,5\text{ V}$, não necessariamente nessa ordem.

Sabe-se que, quanto maior o valor do potencial padrão de redução, maior o caráter oxidante da espécie química.

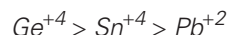
a) Considerando as informações da figura, atribua, na tabela a seguir, os valores experimentais aos potenciais padrão de redução E_1° , E_2° e E_3° .

	E_1°	E_2°	E_3°
Valor experimental em volt			

b) O elemento carbono pode formar óxidos, nos quais a proporção entre carbono e oxigênio está relacionada ao estado de oxidação do carbono. Comparando os óxidos CO e CO_2 , qual seria o mais estável? Explique, com base na figura apresentada anteriormente.

Resposta

a) O potencial-padrão de redução determina a tendência que uma espécie química tem de ganhar elétrons. Na figura, a estabilidade relativa das espécies +4 diminui na seguinte sequência:



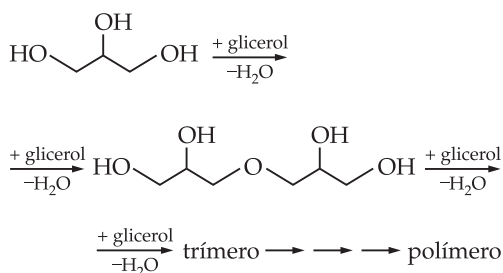
Quanto maior a estabilidade relativa das espécies +4, menor será a tendência em sofrer redução, ou seja, menor será o potencial-padrão de redução associado a essa espécie. Logo, a sequência correta será:

	E_1°	E_2°	E_3°
Valor experimental em volt	$+1,5\text{ V}$	$-0,12\text{ V}$	$-0,094\text{ V}$

b) Comparando os óxidos CO e CO_2 , o dióxido de carbono seria o mais estável, pois nesse óxido o carbono apresenta estado de oxidação +4, que, pela figura, apresenta maior estabilidade que o carbono +2 presente no monóxido de carbono.

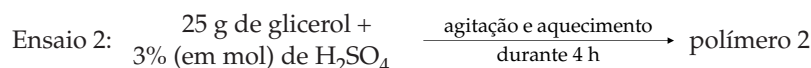
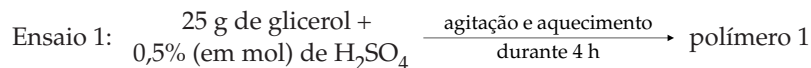
QUESTÃO 6

O glicerol pode ser polymerizado em uma reação de condensação catalisada por ácido sulfúrico, com eliminação de moléculas de água, conforme se representa a seguir:



a) Considerando a estrutura do monômero, pode-se prever que o polímero deverá ser formado por cadeias ramificadas. Desenhe a fórmula estrutural de um segmento do polímero, mostrando quatro moléculas do monômero ligadas e formando uma cadeia ramificada.

Para investigar a influência da concentração do catalisador sobre o grau de polimerização do glicerol (isto é, a porcentagem de moléculas de glicerol que reagiram), foram efetuados dois ensaios:



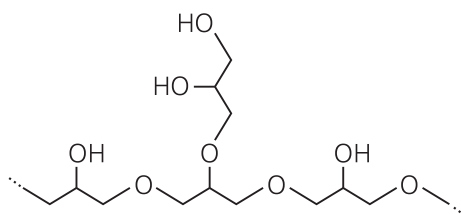
Ao final desses ensaios, os polímeros 1 e 2 foram analisados separadamente. Amostras de cada um deles foram misturadas com diferentes solventes, observando-se em que extensão ocorria a dissolução parcial de cada amostra. A tabela a seguir mostra os resultados dessas análises:

Amostra	Solubilidade (% em massa)	
	Hexano (solvente apolar)	Etanol (solvente polar)
polímero 1	3	13
polímero 2	2	3

b) Qual dos polímeros formados deve apresentar **menor** grau de polimerização? Explique sua resposta, fazendo referência à solubilidade das amostras em etanol.

Resposta

a) Uma possível fórmula estrutural de um segmento do polímero, contendo quatro moléculas do monômero, é:



b) O polímero 1 deve apresentar o menor grau de polimerização, pois ele é mais polar que o polímero 2. Isso é comprovado devido à maior solubilidade do polímero 1 em etanol (solvente polar) quando comparado ao polímero 2.

Quanto menor for o grau de polimerização, maior será o número de grupos hidroxila que o polímero apresentará, sendo assim, o polímero 1 será o mais polar.