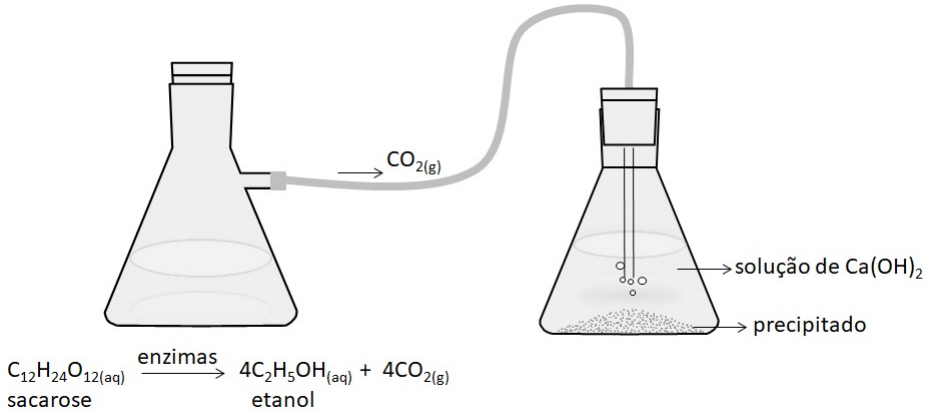
QUÍMICA

1

O etanol, combustível produzido em grande escala no Brasil, pode ser obtido pela fermentação da sacarose encontrada na cana-de-açúcar. Esse processo consiste na degradação por enzimas de micro-organismos da sacarose em etanol e CO_2. Sem que se aplique qualquer processo de separação de etanol do meio de fermentação, o volume do etanol formado pode ser determinado se todo CO_2 produzido for borbulhado em uma solução aquosa de $Ca(OH)_2$, conhecendo-se a massa do precipitado que se forma. O CO_2 reage com a água para formar H_2CO_3. A reação desse ácido com $Ca(OH)_2$ forma um sal insolúvel que precipita no meio.
Esse processo está ilustrado no esquema a seguir.



Considerando essas informações, escreva a equação química balanceada da reação de formação do sal insolúvel e calcule o volume de etanol produzido se a massa de precipitado formado for de 1,4 kg. Justifique sua resposta apresentando os cálculos realizados na resolução da questão.

Dados: Massas atômicas: Ca = 40u; C = 12 u; O = 16 u; H = 1 u
Densidade do etanol: 0,8 g/mL^{-1}

QUESTÃO 1 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Reações químicas; ácidos e bases

Resposta esperada:

Equação química balanceada
$Ca(OH)_{2(aq)} + H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)} + 2H_2O_{(l)}$
ou
$Ca(OH)_{2(aq)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$

Volume de etanol produzido

Massa molecular do $CaCO_3$ = 40 + 12 + 48 = 100 g/mol^{-1}

Quantidade de matéria de $CaCO_3$ formado:
1 mol $CaCO_3$ —— 100 g
x —— 1400 g x = 14 mol de $CaCO_3$

1 mol de $CaCO_3$ —— 1 mol de CO_2
14 mol de $CaCO_3$ —— x x = 14 mol de CO_2

4 mol de CO_2 —— 4 mol de C_2H_5OH (etanol)
14 mol de CO_2 —— x x = 14 mol de C_2H_5OH

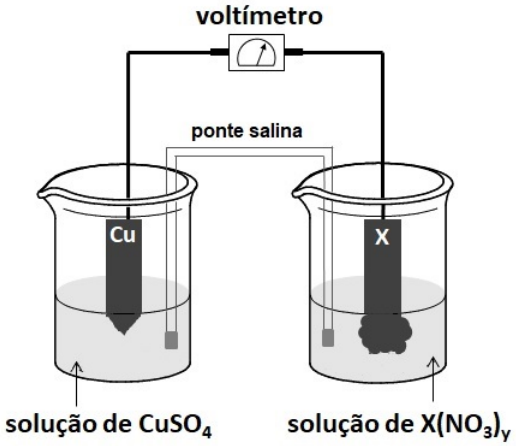
Massa molecular do C_2H_5OH = (12x2)+(6x1)+ (16) = 46 g.mol^{-1}

1 mol C_2H_5OH —— 46 g
14 mol C_2H_5OH —— x x = 644 g de C_2H_5OH

0,8 g de C_2H_5OH —— 1 mL
644 g de C_2H_5OH —— x x = 805 mL de C_2H_5OH

Assim, foram produzidos 805 mL de etanol.

Na Copa do Mundo de 1950, sediada no Brasil, ainda não existiam muitos televisores, mas os torcedores puderam sentir a emoção dos jogos por meio dos famosos "radinhos de pilha" da época. Uma pilha nada mais é do que um gerador de energia elétrica obtida por meio de uma reação química espontânea. Nas últimas décadas, devido à ampla utilização e às múltiplas finalidades desses pequenos geradores portáteis, muitos tipos e tamanhos de pilhas foram desenvolvidos. A fim de entender o funcionamento de uma pilha, um estudante montou um experimento como o mostrado no esquema ao lado.



Um dos compartimentos da pilha foi constituído por uma placa de cobre metálico imersa em solução de sulfato de cobre ($CuSO_4$). O outro compartimento utilizou-se de uma placa do metal X, imersa em solução do nitrato deste metal ($X(NO_3)_y$). As duas placas metálicas foram conectadas por um circuito externo contendo um voltímetro, que mede a diferença de potencial gerado. As soluções dos dois compartimentos foram conectadas por uma ponte salina. Após algumas horas, o estudante observou que a placa de cobre estava menor, ou seja, se dissolveu, enquanto a placa do metal X ficou maior, devido ao depósito de um sólido em sua superfície.

Considere as semirreações de redução e potenciais de eletrodo padrão a seguir.

$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$ $E^0 = +0{,}34$ V

$Li^{+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Li_{(s)}$ $E^0 = -3{,}00$ V

$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Zn_{(s)}$ $E^0 = -0{,}76$ V

$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}$ $E^0 = +0{,}80$ V

Com base no experimento e considerando as semirreações dadas acima, identifique o metal X (Li, Zn ou Ag) justificando sua escolha. Escreva a equação global da reação de oxidorredução na pilha e calcule a diferença de potencial gerada.

QUESTÃO 2 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Oxidação e redução (Produção de energia elétrica – pilhas)

Resposta esperada:

O metal X é a prata. O fato de a placa de cobre (Cu^0) ter se dissolvida indica que o cobre se oxidou, convertendo-se na forma iônica Cu^{2+}, que é solúvel em água. Dentre os metais considerados (Ag, Li, ou Zn), a única espécie que apresenta potencial de eletrodo padrão maior que o do cobre é a prata, ou seja, este é o único metal que pode reduzir-se espontaneamente em uma pilha como esta.

Equação global da reação de oxidorredução e cálculo da diferença de potencial:

$Cu_{(s)} \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^0 = +0{,}34$ V

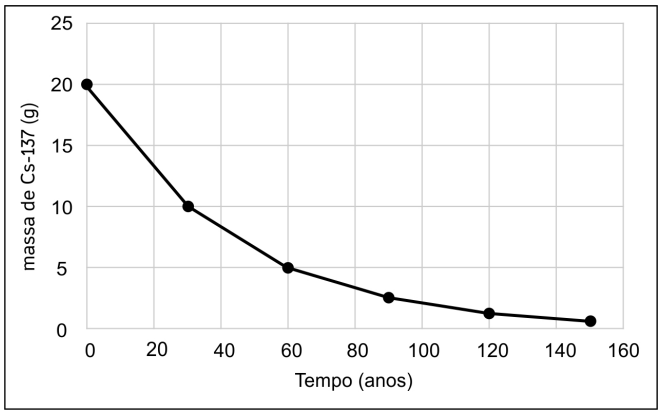
$2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Aq_{(s)}$ $E^0 = +0{,}80$ V

$Cu_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

E = 0,80 - 0,34 = 0,46 V

3

Em setembro de 2017, completaram-se 30 anos do acidente com o Césio-137 em Goiânia. Uma cápsula metálica que fazia parte de um equipamento de radioterapia abandonado foi encontrada por dois trabalhadores. Após violarem a cápsula, eles distribuíram o sólido do seu interior entre amigos e parentes, encantados pela luminosidade que emitia no escuro. Isso resultou no maior acidente radioativo mundial fora de uma usina nuclear.
À época do acidente, o lixo radioativo removido do local, onde o Cs-137 se espalhou, foi estocado em contentores revestidos por paredes de concreto e chumbo com espessuras de 1 m. Essa medida foi necessária para prevenir os danos causados pela exposição às partículas β resultantes do decaimento radioativo do Cs-137. O gráfico a seguir ilustra tal decaimento ao longo do tempo.



Com base nessas informações, responda aos itens a seguir.

a) A partir da análise do gráfico, identifique a quantidade em massa do isótopo radioativo existente em setembro de 2017, considerando que a quantidade de Cs-137 envolvida no acidente foi de 40 g. Determine quanto tempo, a partir da data do acidente, levará para que a massa de Cs-137 seja inferior a 0,7 g.

b) A emissão de partículas beta ($^{0}_{-1}\beta$) ocorre quando um nêutron instável se desintegra convertendo-se em um próton, formando outro elemento. Escreva a equação da reação de decaimento radioativo do Cs-137 ($^{137}_{55}$ Cs), representando o elemento formado pela notação que inclui o seu número de massa e o seu número atômico.

QUESTÃO 3 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Estrutura de átomos (Radioatividade, radioisótopos e meia-vida)

Resposta esperada:

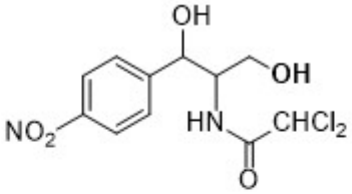
a) A partir da análise do gráfico, é possível verificar que leva 30 anos para que determinada massa de Cs-137 se reduza à metade, ou seja, o tempo de meia-vida deste elemento radioativo é de 30 anos. Desta forma, 30 anos depois, deve haver a metade do material radioativo, ou seja, 20 gramas. Ainda considerando este tempo de meia-vida, após 180 anos (6 x 30 anos) deve ter menos de 0,7 g do material no reservatório:

$$40\text{ g} \xrightarrow{30\text{ anos}} 20\text{ g} \xrightarrow{30\text{ anos}} 10\text{ g} \xrightarrow{30\text{ anos}} 5\text{ g} \xrightarrow{30\text{ anos}} 2{,}5\text{ g} \xrightarrow{30\text{ anos}} 1{,}25\text{ g} \xrightarrow{30\text{ anos}} 0{,}625\text{ g}$$

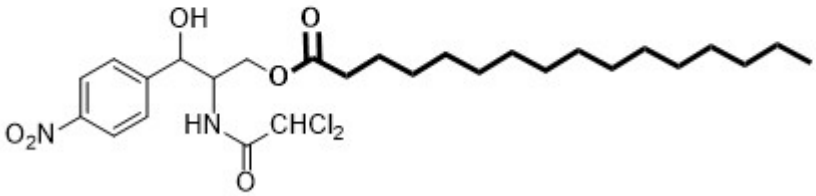
b) $^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow ^{137}_{56}\text{Ba} + 0_{-1}\beta$

4

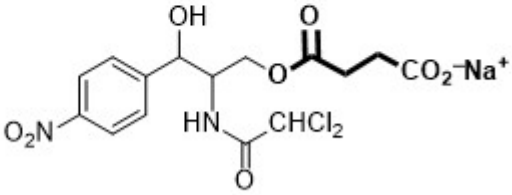
Modular a solubilidade de fármacos é importante para estabelecer a forma como o medicamento é utilizado. O cloranfenicol é um antibiótico que, apesar de ter em sua estrutura dois grupos funcionais hidroxila, é pouco solúvel em água. Sua baixa solubilidade impossibilita o uso intravenoso, no entanto, é suficiente para que se perceba o gosto amargo no uso oral, tornando difícil sua aceitação por crianças. Para resolver esses problemas, foram desenvolvidos dois compostos, A e B, sendo um deles mais solúvel em água que o cloranfenicol e, o outro, menos solúvel. Esses compostos são hidrolisados no nosso organismo por ação de enzimas, formando o cloranfenicol, o princípio ativo.
As estruturas químicas do cloranfenicol, de A e de B, estão representadas a seguir.



cloranfenicol



A



B

A partir dessas informações, responda aos itens a seguir.

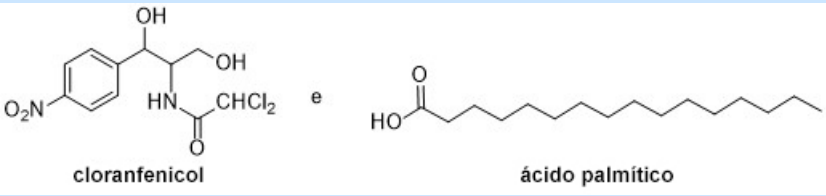
a) Justifique, com base nos fatores estruturais, a diferença de solubilidade em água dos compostos A e B em relação ao cloranfenicol.

b) Identifique os produtos que são obtidos a partir da reação de hidrólise do composto A.

QUESTÃO 4 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Compostos de carbono: aspectos gerais; ligações químicas (Natureza da ligação e propriedades das substâncias. Polaridade. Solvatação).

Resposta esperada:

a) O composto B é mais solúvel em água que o cloranfenicol por apresentar grupo iônico que se dissocia devido às interações íon-dipolo que se estabelecem entre o sal e as moléculas de água. Essas interações, somadas às outras forças intermoleculares (dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio) ocorrentes entre os grupos funcionais polares de B e as moléculas de água, resultam na solubilização da espécie.
O composto B apresenta uma cadeia carbônica apolar que não interage por forças intermolecuares eficientes com a água, que é polar.

b)