

QUÍMICA

11

Segundo a Portaria do Ministério da Saúde MS n.o 1.469, de 29 de dezembro de 2000, o valor máximo permitido (VMP) da concentração do íon sulfato (SO_4^{2-}), para que a água esteja em conformidade com o padrão para consumo humano, é de $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. A análise da água de uma fonte revelou a existência de íons sulfato numa concentração de $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Massas molares: $\text{Ca} = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{O} = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $\text{S} = 32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- Verifique se a água analisada está em conformidade com o padrão para consumo humano, de acordo com o VMP pelo Ministério da Saúde para a concentração do íon sulfato. Apresente seus cálculos.
- Um lote de água com excesso de íons sulfato foi tratado pela adição de íons cálcio até que a concentração de íons SO_4^{2-} atingisse o VMP. Considerando que o K_{ps} para o CaSO_4 é $2,6 \cdot 10^{-5}$, determine o valor para a concentração final dos íons Ca^{2+} na água tratada. Apresente seus cálculos.

Resolução

- a) Cálculo da VMP em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dos íons sulfato:

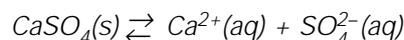
$$MM_{\text{SO}_4^{2-}} = 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ mol} \text{ ---- } 96 \text{ g}$$
$$x \text{ ---- } 0,250 \text{ g}$$

$$x = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \therefore \boxed{\text{VMP} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

A água não está em conformidade com o padrão, pois o limite (VMP) apresenta valor inferior ao encontrado na análise.

- b) Cálculo da concentração de íons Ca^{2+} na água tratada:



$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$
$$2,6 \cdot 10^{-5} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot 2,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\boxed{[\text{Ca}^{2+}] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Na realidade foi acrescentada uma quantidade de Ca^{2+} maior que $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ para precipitar o excesso de SO_4^{2-} correspondente a VMP. Na solução final, que é saturada, a concentração de Ca^{2+} é $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

12

O soro glicosado é uma solução aquosa contendo 5% em massa de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) e isotônica em relação ao sangue, apresentando densidade aproximadamente

igual a $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

- a) Sabendo que um paciente precisa receber 80 g de glicose por dia, que volume desse soro deve ser ministrado diariamente a este paciente?
- b) O que aconteceria com as células do sangue do paciente caso a solução injetada fosse hipotônica? Justifique sua resposta, utilizando as propriedades coligativas das soluções.

Resolução

a) Cálculo da concentração em grama por litro

$$\left. \begin{array}{l} C = 10 \text{ d p} \\ C = 10.1.5 \\ C = 50\text{g/L} \end{array} \right\} \text{ou} \left\{ \begin{array}{l} d_{\text{solução}} = \frac{m_{\text{solução}}}{V_{\text{solução}}} \\ V = \frac{m}{d} = \frac{100\text{g}}{1\text{g mL}^{-1}} = 100\text{mL} \\ C = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{5\text{g}}{0,100\text{L}} = 50 \text{ g/L} \end{array} \right.$$

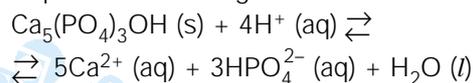
Cálculo do volume do soro

$$\begin{array}{r} 1\text{L} \text{ ----- } 50\text{g} \\ x \text{ ----- } 80\text{g} \\ x = 1,6\text{L} \end{array}$$

- b) As células do sangue vão receber água da solução injetada, pois têm maior pressão osmótica, ocorrendo a turgência (a célula incha devido a entrada do solvente, fenômeno da osmose).

13

O esmalte dos dentes é constituído por um material pouco solúvel em água. Seu principal componente é a hidroxiapatita $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$ e o controle do pH da saliva – normalmente muito próximo de 7 – é importante para evitar o desgaste desse esmalte, conforme o equilíbrio apresentado a seguir.



- a) Sabendo que, cerca de dez minutos após a ingestão de um refrigerante com açúcar, o pH da saliva pode alcançar, aproximadamente, o valor 5, e que $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$, calcule quantas vezes a concentração de H^+ na saliva nesta situação é maior do que o normal. Apresente seus cálculos.
- b) Explique, considerando o equilíbrio apresentado e o Princípio de Le Chatelier, o efeito da diminuição do pH sobre o esmalte dos dentes.

Resolução

- a) $\text{pH} = 7$, saliva normal, $[\text{H}^+]_1 = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$
 $\text{pH} = 5$, após a ingestão do refrigerante,
 $[\text{H}^+]_2 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

$$\frac{[\text{H}^+]_2}{[\text{H}^+]_1} = \frac{1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}}{1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}} = 100$$

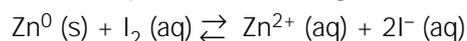
- b) A diminuição do pH desloca o equilíbrio no sentido dos produtos, pois aumenta a concentração de íons H^+ . Como consequência, dissolve o esmalte

aumentando a incidência da cárie dentária (fenômeno chamado desmineralização).

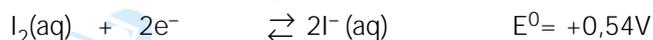
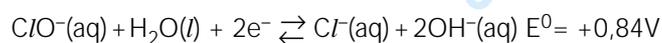
14

Uma solução aquosa de iodo apresenta coloração marrom devido à formação de I_3^- na solução $\{I_2(aq) + I^-(aq) \rightleftharpoons I_3^-(aq)\}$. Com a adição de excesso de zinco metálico, a coloração dessa solução desaparece devido a uma reação de óxido-redução que leva ao consumo da espécie I_2 , que não mais estará disponível para a formação da espécie colorida.

Considere o equilíbrio e as semi-reações de óxido-redução apresentados a seguir.



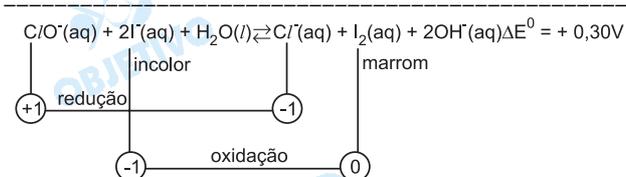
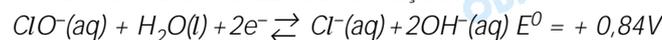
marrom (devido ao I_3^-) incolor



- a) Considerando que todo o iodo foi consumido e que o zinco restante foi separado da solução, o que acontecerá se a ela adicionarmos solução de hipoclorito (ClO^-)? Justifique apresentando seus cálculos.
- b) Com base nas informações fornecidas, o que acontecerá ao Zn^0 se ele fosse adicionado a uma solução aquosa de $NaClO$? Justifique sua resposta.

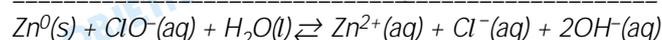
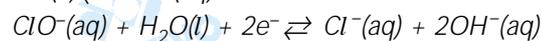
Resolução

a) Com a adição de excesso de zinco metálico, a solução resultante contém íons I^- (incolor) que vão reagir com a solução de hipoclorito (ClO^-) de acordo com a soma das semi-reações:

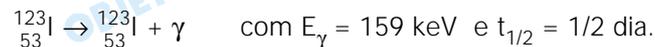
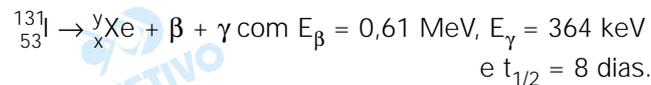


Forma-se I_2 que estará disponível para a formação da espécie colorida.

- b) Como o metal zinco reduziu o $I_2(aq)$, ao colocarmos em contato com solução de hipoclorito, este também será reduzido pelo metal zinco, pois o íon hipoclorito tem maior potencial de redução. O zinco sofre oxidação e se transforma em íon Zn^{2+} .

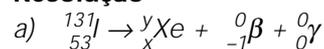


O iodo $^{131}_{53}\text{I}$ ainda é muito utilizado como traçador radioativo para exames da glândula tireóide. Entretanto, nos últimos anos vem sendo substituído pelo iodo $^{123}_{53}\text{I}$, tão eficiente quanto o iodo 131 para essa finalidade, e que passou a ser produzido no Brasil pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN. A substituição pelo $^{123}_{53}\text{I}$ traz vantagens para os pacientes e para o meio ambiente, pois a radiação γ produzida é de menor energia, não há emissão de partículas β e a meia-vida é menor. Sabe-se que a partícula β corresponde a um elétron ($^0_{-1}\text{e}$), que a radiação γ é um tipo de radiação eletromagnética – como o é a luz – e que os processos ocorrem de acordo com as informações apresentadas nos esquemas a seguir.



- Determine o número de prótons e de nêutrons existentes em cada átomo de iodo 131 e em cada átomo de xenônio produzido.
- Sabendo que as técnicas empregadas nesse tipo de exame se baseiam na medida da quantidade de radiação emitida em um determinado intervalo de tempo, explique por que são necessárias menores quantidades de átomos do isótopo radioativo quando se utiliza $^{123}_{53}\text{I}$ em substituição ao $^{131}_{53}\text{I}$.

Resolução



$$\text{Cálculo de } y: 131 = y + 0 + 0 \rightarrow \boxed{y = 131}$$

$$\text{Cálculo de } x: 53 = x - 1 + 0 \rightarrow \boxed{x = 54}$$

Cálculo dos números de prótons (p) e nêutrons (N):

$$^{131}_{53}\text{I} \quad \boxed{p = 53}$$

$$A = p + N \\ 131 = 53 + N$$

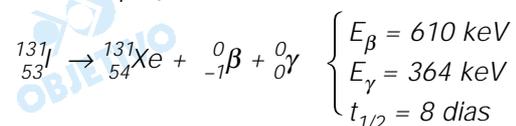
$$\boxed{N = 78}$$

$$^{131}_{54}\text{Xe} \quad \boxed{p = 54}$$

$$A = p + N \\ 131 = 54 + N$$

$$\boxed{N = 77}$$

- Para a equação



considerando um período de 8 dias, a
 $E_{total} = 610 \text{ keV} + 364 \text{ keV} = 974 \text{ keV}$

$$E_{total} = 974 \text{ keV}$$

Para a equação ${}^{123}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{123}_{53}\text{I} + {}^0_0\gamma$
 $E_\gamma = 159 \text{ keV}$ $t_{1/2} = 1/2 \text{ dia}$

considerando um período de 8 dias, a
 $E_{total} = 2544 \text{ keV}$

159 keV ----- 1/2 dia
 E_{total} ----- 8 dias

$$E_{total} = 2544 \text{ keV}$$

ou seja, a segunda reação libera muito mais energia em um mesmo intervalo de tempo. Portanto, para um mesmo intervalo de tempo e para uma mesma quantidade de energia liberada, é necessário um menor número de átomos do iodo-123.

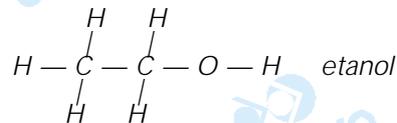
16

Três compostos orgânicos, um ácido carboxílico, um álcool e um éter, apresentam massas molares iguais e com valor de $46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. A 25°C e sob 1 atmosfera de pressão, dois deles são líquidos e o terceiro, isômero do álcool, é um gás. São dadas as massas molares do carbono ($12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$), do hidrogênio ($1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) e do oxigênio ($16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

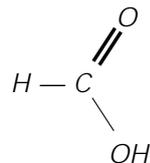
- Forneça as fórmulas estruturais e os nomes dos compostos citados que são líquidos nas condições indicadas.
- Identifique o composto que é um gás a 25°C e sob 1 atmosfera de pressão. Explique por que, diferentemente do álcool, esse composto não é líquido nessas condições, apesar de apresentar a mesma massa molar.

Resolução

a) Fórmula estrutural do álcool ($M = 46 \text{ g/mol}$)



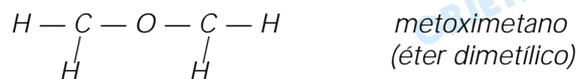
Fórmula estrutural do ácido carboxílico
($M = 46 \text{ g/mol}$)



ácido metanóico (ácido fórmico)

b) Fórmula estrutural do isômero do álcool ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)





O composto é líquido, pois as forças intermoleculares entre as suas moléculas são mais fracas (dipolo-dipolo) do que as forças intermoleculares entre as moléculas do álcool (ligação de hidrogênio).

Comentário

Com relação às questões, a prova foi bem elaborada, com enunciados claros, e apresentou nível médio de dificuldade. No entanto, a distribuição dos assuntos foi irregular, com alta incidência de Físico-Química.

