

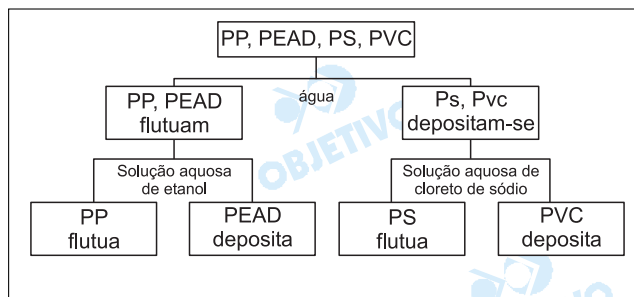
QUÍMICA

8

Na reciclagem de plásticos, uma das primeiras etapas é a separação dos diferentes tipos de materiais. Essa separação pode ser feita colocando-se a mistura de plásticos em líquidos de densidades apropriadas e usando-se o princípio do “bóia, não bóia”. Suponha que um lote de plásticos seja constituído de polipropileno (PP), polietileno de alta densidade (PEAD), poliestireno (PS) e cloreto de polivinila (PVC), cujas densidades são dadas na tabela.

Material	Densidade (g/cm ³)
PP	0,90 – 0,91
PEAD	0,94 – 0,96
PS	1,04 – 1,08
PVC	1,22 – 1,30

O esquema de separação desses materiais é:



- a) Para a separação PP – PEAD, foi preparada uma solução misturando-se 1000 L de etanol com 1000 L de água. Ela é adequada para esta separação? Explique, calculando a densidade da solução. Suponha que os volumes são aditivos. Dados de densidade: água = 1,00 kg/L e etanol = 0,78 kg/L.
- b) Desenhe um pedaço da estrutura do PVC e explique um fator que justifique a sua densidade maior em relação aos outros plásticos da tabela.

Resolução

- a) Cálculo das massas de etanol e água:

$$\text{água: } d = 1,00 \text{ kg/L} \quad \begin{array}{l} 1\text{L} \text{ ----- } 1,00\text{kg} \\ 1000\text{L} \text{ ----- } 1000\text{kg} \end{array}$$

$$\text{etanol: } d = 0,78 \text{ kg/L} \quad \begin{array}{l} 1\text{L} \text{ ----- } 0,78\text{kg} \\ 1000\text{L} \text{ ----- } 780\text{kg} \end{array}$$

Cálculo da densidade da mistura em g/cm³:

$$m_{\text{mistura}} = 1780 \text{ kg} = 1780 \cdot 10^3 \text{ g}$$

$$V_{\text{mistura}} = 2000 \text{ L} = 2000 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

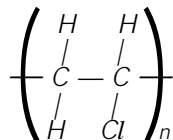
$$d = \frac{m}{V}$$

$$d = \frac{1780 \cdot 10^3 \text{g}}{2000 \cdot 10^3 \text{cm}^3}$$

$$d = 0,89 \text{g/cm}^3$$

Essa mistura não é adequada para separar esses dois plásticos, pois ambos têm densidade superior à da mistura apresentada.

b) Estrutura do PVC



A substituição de 1 átomo de hidrogênio por 1 átomo de cloro (maior massa atômica) confere maior densidade ao plástico. As forças intermoleculares são mais intensas (forças entre dipolos permanentes). Nos outros três plásticos temos apenas forças entre dipolos induzidos.

Íons bário, Ba^{2+} , são altamente tóxicos ao organismo humano. Entretanto, uma suspensão aquosa de $BaSO_4$ é utilizada como contraste em exames radiológicos, pois a baixa solubilidade desse sal torna-o inócuo. Em um episódio recente, várias pessoas faleceram devido a ingestão de $BaSO_4$ contaminado com $BaCO_3$. Apesar do $BaCO_3$ ser também pouco solúvel em água, ele é tóxico, pois reage com o ácido clorídrico do estômago, liberando Ba^{2+} . Suponha que $BaSO_4$ tenha sido preparado a partir de $BaCO_3$, fazendo-se a sua reação com solução aquosa de H_2SO_4 , em duas combinações diferentes:

- I. 2,0 mol de $BaCO_3$ e 500 mL de solução aquosa de H_2SO_4 de densidade 1,30 g/mL e com porcentagem em massa de 40%.
 - II. 2,0 mol de $BaCO_3$ e 500 mL de solução 3,0 mol/L de H_2SO_4 .
- a) Explique, utilizando cálculos estequiométricos, se alguma das combinações produzirá $BaSO_4$ contaminado com $BaCO_3$.
 - b) Calcule a massa máxima de $BaSO_4$ que pode se formar na combinação II.

Resolução

- a) Cálculo da quantidade em mol de H_2SO_4 na solução utilizada na combinação I.

Cálculo da massa de solução:

$$\begin{array}{l} 1,30g \text{ de solução} \text{ ----- } 1,0 \text{ mL} \\ x \text{ ----- } 500\text{mL} \\ x = 650g \end{array}$$

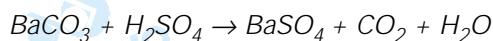
Cálculo da massa de H_2SO_4 na solução:

$$\begin{array}{l} 650g \text{ ----- } 100\% \\ y \text{ ----- } 40\% \\ y = 260g \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de H_2SO_4 na solução:

$$\begin{array}{l} 1,0 \text{ mol de } H_2SO_4 \text{ ----- } 98,1g \\ z \text{ ----- } 260g \\ z = 2,65 \text{ mol} \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de $BaCO_3$ que reage na combinação I:



$$\begin{array}{l} 1,0 \text{ mol de } BaCO_3 \text{ ----- } 1,0 \text{ mol de } H_2SO_4 \\ 2,0 \text{ mol de } BaCO_3 \text{ ----- } x \end{array}$$

$$x = 2,0 \text{ mol de } H_2SO_4$$

Na combinação I haverá excesso de H_2SO_4 , portanto, não sobrá $BaCO_3$.

Cálculo da quantidade em mol de H_2SO_4 utilizado na combinação II:

$$\begin{array}{l} 3,0 \text{ mol de } H_2SO_4 \text{ ----- } 1000\text{mL} \\ x \text{ ----- } 500\text{mL} \\ x = 1,5 \text{ mol de } H_2SO_4 \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de $BaCO_3$ que reage na combinação II:

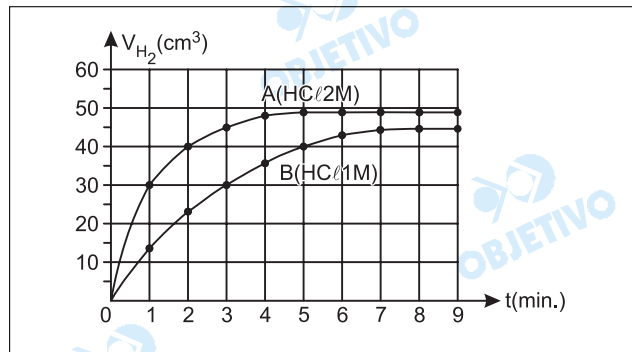
$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } BaCO_3 \text{ ----- } 1,0 \text{ mol de } H_2SO_4 \\ y \text{ ----- } 1,5 \text{ mol de } H_2SO_4 \\ y = 1,5 \text{ mol de } BaCO_3 \end{array}$$

Na combinação II haverá sobra de 0,5 mol de $BaCO_3$.

b) Cálculo da massa máxima de $BaSO_4$ a ser formada na combinação II:

$$\begin{array}{l} 1,0 \text{ mol de } H_2SO_4 \text{ ----- } 1 \text{ mol de } BaSO_4 \\ \downarrow \qquad \qquad \qquad \downarrow \\ 1 \text{ mol de } H_2SO_4 \text{ ----- } 233,1\text{g de } BaSO_4 \\ 1,5 \text{ mol de } H_2SO_4 \text{ ----- } x \\ x = 349,65\text{g de } BaSO_4 \end{array}$$

Foi feito um estudo cinético da reação $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$, medindo-se o volume de H_2 desprendido em função do tempo. O gráfico mostra os dados obtidos para duas concentrações diferentes de ácido: curva A para HCl , 2 mol/L, e B para HCl , 1 mol/L. Em ambos os casos, foi usada a mesma massa de magnésio.



- Usando o gráfico, explique como varia a velocidade da reação com o tempo. Por que as duas curvas tendem a um mesmo valor?
- Deduza a ordem da reação com relação à concentração do ácido, usando os dados de velocidade média no primeiro minuto da reação.

Resolução

- A velocidade de uma reação depende da concentração do reagente. Quanto maior a concentração de ácido clorídrico, maior a velocidade da reação. Como a massa de magnésio que reage nos dois casos é a mesma, o volume de gás hidrogênio produzido no final do processo será o mesmo, desde que haja ácido suficiente para completar a reação.

À medida que vai passando o tempo, a concentração de ácido decresce, diminuindo a velocidade da reação em ambos os casos, A e B.

Cálculo da velocidade média de formação do hidrogênio em cm^3/min :

	Curva A	Curva B
intervalo de tempo	$v = \left \frac{\Delta V_{\text{H}_2}}{\Delta t} \right $	$v = \left \frac{\Delta V_{\text{H}_2}}{\Delta t} \right $
(0 → 1) min	$v = \frac{30 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 30 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$	$v = \frac{15 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 15 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$
(1 → 2) min	$v = \frac{10 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 10 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$	$v = \frac{10 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 10 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$
(2 → 3) min	$v = \frac{5 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 5 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$	$v = \frac{5 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 5 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$
(3 → 4) min	$v = \frac{3 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 3 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$	$v = \frac{5 \text{ cm}^3}{1 \text{ min}} = 5 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$

- $\text{Mg}(s) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(aq) + \text{H}_2(g)$

A expressão da velocidade é dada por:

$$v = k [H^+]^x$$

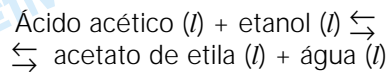
Pelo gráfico observa-se que após 1 minuto de reação, foram formados 15cm^3 de H_2 quando a concentração de ácido era 1 mol/L e o volume de hidrogênio produzido foi de 30cm^3 quando a concentração do ácido era 2 mol/L .

Dobrando a concentração do ácido, dobrou o volume de H_2 produzido. Trata-se de uma reação de primeira ordem em relação ao HCl .

$$v = k [H^+]$$

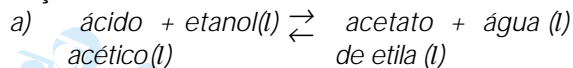
13

Ácido acético e etanol reagem reversivelmente, dando acetato de etila e água.



A 100°C, a constante de equilíbrio vale 4.

- a) Calcule a quantidade, em mol, de ácido acético que deve existir no equilíbrio, a 100°C, para uma mistura inicial contendo 2 mol de acetato de etila e 2 mol de água.
- b) Partindo-se de 1,0 mol de etanol, para que 90% dele se transformem em acetato de etila, a 100°C, calcule a quantidade de ácido acético, em mol, que deve existir no equilíbrio. Justifique sua resposta com cálculos.

Resolução

início	0 mol	0 mol		2 mol	2 mol
reage e forma	x mol	x mol	←	x mol	x mol
equilíbrio	x mol	x mol		(2 - x) mol	(2 - x) mol

$$K_c = \frac{[\text{acetato de etila}] [\text{água}]}{[\text{ácido acético}] [\text{etanol}]}$$

$$4 = \frac{\left(\frac{2-x}{V}\right) \left(\frac{2-x}{V}\right)}{\frac{x}{V} \cdot \frac{x}{V}}$$

$$4 = \frac{(2-x)^2}{x^2}$$

$$\sqrt{2^2} = \sqrt{\left(\frac{2-x}{x}\right)^2}$$

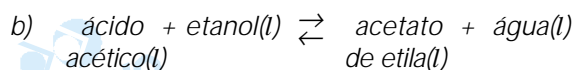
$$2 = \frac{2-x}{x}$$

$$2x = 2 - x$$

$$3x = 2$$

$$x = \frac{2}{3} \text{ mol} = 0,67 \text{ mol}$$

Resposta: quantidade em mol de ácido acético no equilíbrio = 2/3 mol.



início	?	1,0 mol		0	0
reage e forma	0,9 mol	0,9 mol	→	0,9 mol	0,9 mol
equilíbrio	y	0,1 mol		0,9 mol	0,9 mol

$$K_c = \frac{[\text{acetato de etila}] [\text{água}]}{[\text{ácido acético}] [\text{etanol}]}$$

$$4 = \frac{\frac{0,9}{V} \cdot \frac{0,9}{V}}{\frac{y}{V} \cdot \frac{0,1}{V}}$$

$$0,4 y = 0,81$$

$$y = 2,025 \text{ mol} \cong 2,0 \text{ mol}$$

Resposta: quantidade em mols de ácido acético no equilíbrio $\cong 2,0 \text{ mol}$.

Comentário

A prova de Química apresentou grau médio de dificuldade. Os enunciados foram claros e sem interpretação dúbia. Prevalceram questões de química inorgânica e físico-química.

Provavelmente, esta prova selecionou os candidatos mais capacitados.

