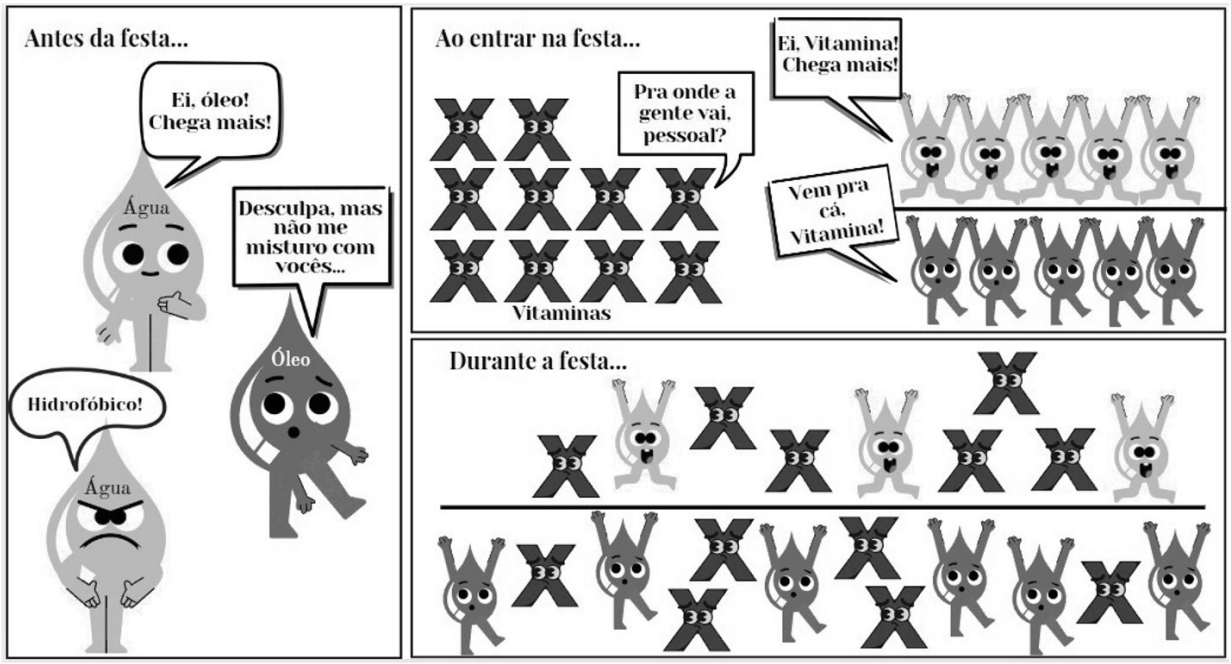
QUÍMICA

1

As vitaminas são essenciais para diversos processos químicos em nosso organismo. Essas substâncias são, tipicamente, classificadas de acordo com seus perfis de solubilidade em água ou em óleos (lipídeos).

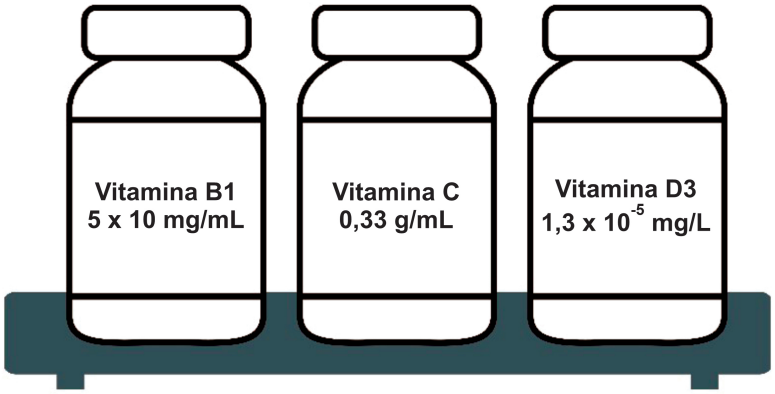
Com base nessas informações, responda aos itens a seguir.

a) Na tirinha a seguir, em que cada molécula de vitamina está representada por X, está ilustrado como pode ser definido o perfil de solubilidade dessas vitaminas.



Para definir o perfil de solubilidade de X, considere essa tirinha e a integração de X com água e óleo durante a festa. Então, suponha que todas as gotas tenham o mesmo volume e determine as concentrações da vitamina em água e em óleo, em número de moléculas de vitamina por volume de solvente (água ou óleo). Considerando esses resultados, explique se X tem maior caráter hidrofílico ou hidrofóbico.

b) Considere os rótulos dos frascos das vitaminas B1, C e D3 ilustrados a seguir.



Os valores presentes nos rótulos correspondem à respectiva solubilidade em água de cada vitamina. Compare os valores e indique a ordem crescente de solubilidade em água, colocando em sequência os nomes das vitaminas.

QUESTÃO 1 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Sistemas Heterogêneos: Solubilidade.

Resposta esperada:

a) A determinação das concentrações da vitamina X é:

Em água:	6 moléculas / 3 gotas de água	–	concentração = 2 moléculas de X / volume de água
Em óleo:	6 moléculas / 6 gotas de óleo	–	concentração = 1 molécula de X / volume de óleo

A determinação dessas concentrações permite identificar que as moléculas da vitamina X têm mais afinidade pela água que pelo óleo, ou seja, **X tem maior caráter hidrofílico**, uma vez que um maior número de moléculas da vitamina "migra" para a água, quando se considera o mesmo volume de solvente no sistema de partição.

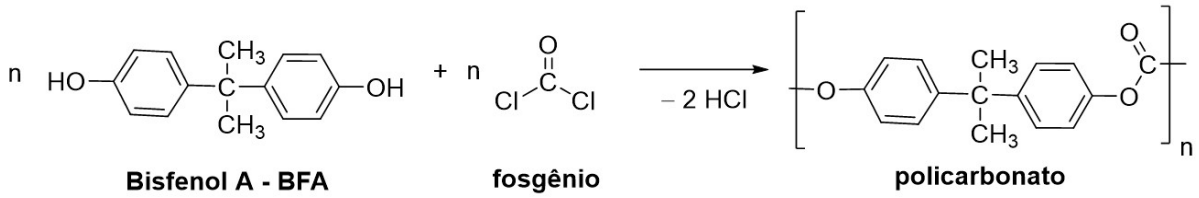
b) Considerando a mesma unidade de solubilidade em água, têm-se:

Vitamina B1	= 5×10 mg/mL		= 50 mg/mL
Vitamina C	= 0,33 g/mL	= $0{,}33 \times 1000$ mg/mL	= 330 mg/mL
Vitamina D3	= $1{,}3 \times 10^{-5}$ mg/L	= $1{,}3 \times 10^{-5}$ mg/1000 mL	= 0,000000013 mg/mL

Deste modo, a ordem crescente de solubilidade em água é: D3, B1 e C.

2

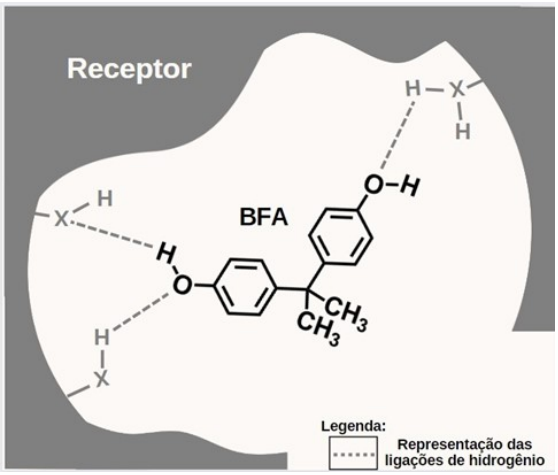
Até 2011, os polímeros policarbonatos foram usados na confecção de mamadeiras. Esses polímeros são sintetizados pela reação de condensação entre Bisfenol-A (BFA) e fosgênio, como descrito na equação a seguir.



A partir dessa informações, responda aos itens a seguir.

a) **Considere a estrutura do policarbonato como um fragmento ($C_{16}H_{14}O_3$)n, onde n = 20000 unidades de repetição.**
Quantas moléculas de policarbonato devem estar presentes em uma mamadeira que tenha sido confeccionada com 50,8 g do polímero?
(Dados: Massas atômicas: C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u; Número de Avogrado = $6{,}02 \times 10^{23}$)

b) **Quando aquecido ou resfriado, o polímero policarbonato libera BFA, que, no organismo, se associa a receptores hormonais por meio de ligações de hidrogênio, principalmente. Atraso no desenvolvimento, puberdade precoce e infertilidade são consequências possíveis dessa associação. Por essa razão, foi proibido, no Brasil e em outras partes do mundo, o uso de policarbonato na fabricação de mamadeiras.**
A figura a seguir representa a cavidade de um receptor hormonal associado ao BFA, em que as ligações de hidrogênio são as linhas tracejadas.



Com base na figura, indique quais poderiam ser os átomos que correspondem a X e fazem ligações de hidrogênio com o BFA.

Justifique sua resposta apresentando os argumentos e os cálculos realizados na resolução de todos os itens desta questão.

QUESTÃO 2 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Substâncias Puras e Misturas: Símbolos e fórmulas na representação de átomos e moléculas; Quantidade de matéria (Mol); Massas atômicas e massas moleculares; Número de Avogadro; massa molar; Número de átomos em uma molécula e fórmulas moleculares. Compostos de Carbono: Noções sobre polímeros.

Resposta esperada:

a) Determinação da massa molar do polímero – ($C_{16}H_{14}O_3$)n:

Massa molar $= [(12 \times 16) + (1 \times 14) + (16 \times 3)] \times 20000$
Massa molar $= (192 + 14 + 48) \times 20000$
Massa molar $= 254 \times 20000$
Massa molar $= 5,08 \times 10^6$ g/mol

Ou seja, 1,0 mol de polímero tem massa de 5,08$\times$10^6 g.

Determinação do número de mols em 50,8 g de polímero:

$$\begin{array}{rcl} 5,08 \times 10^6 \text{ g do polímero} & — & 1,0 \text{ mol} \\ 5,08 \times 10^1 \text{ g do polímero} & — & x \end{array}$$

$$x = \frac{1 \times 5,08 \times 10^1}{5,08 \times 10^6} = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mols.}$$

Determinação do número de moléculas em $1,0 \times 10^{-5}$ mols do polímero (deve-se empregar o número de Avogrado, que corresponde ao número de moléculas em 1 mol).

$$\begin{array}{rcl} 1,0 \text{ mol do polímero} & — & 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\ 1,0 \times 10^{-5} \text{ mols do polímero} & — & y \end{array}$$

$$y = \frac{6,02 \times 10^{23} \times 1,0 \times 10^{-5}}{1,0} = 6,02 \times 10^{18} \text{ moléculas do polímero.}$$

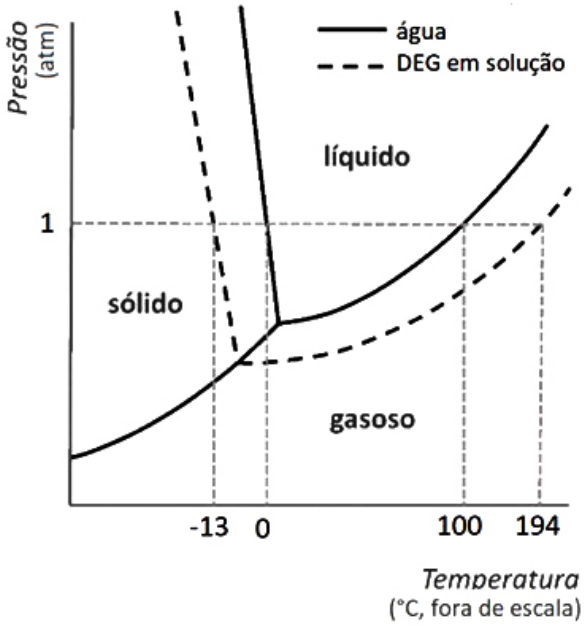
b) Na figura, X pode representar O ou N. As ligações de hidrogênio ocorrem entre átomos eletronegativos, como F, O e N, e hidrogênios ligados a átomos eletronegativos. As ligações covalentes que envolvem hidrogênio e átomos muito eletronegativos são polarizadas, ocasionando uma atração mais intensa entre o átomo de hidrogênio de uma molécula com o átomo eletronegativo (F, O, N) de outra molécula. Como, na figura, os X estão ligados a um ou dois átomos de hidrogênio, os átomos que representam X seriam O e N.

3

O dietilenoglicol, também conhecido por DEG, é um composto não eletrolítico, solúvel em água e álcool. Nas indústrias de alimentos e bebidas, o DEG é utilizado em solução aquosa, formando um fluido refrigerante que passa por tubulações dos tanques de resfriamento, sem contato direto com produtos alimentícios.

A partir dessas informações, responda aos itens a seguir.

a) O diagrama de fases, a seguir, apresenta duas curvas, sendo uma delas da água pura e a outra, da solução aquosa de DEG.



Com base nesse diagrama, explique por que se utiliza DEG em solução, nos sistemas de refrigeração das indústrias, em lugar de água pura.

b) Eletrólitos não voláteis, como o cloreto de sódio (NaCℓ), também podem ser adicionados à água para alterar suas propriedades coligativas.

Calcule qual a massa de NaCℓ necessária para preparar 1 L de solução que tenha o mesmo efeito coligativo de uma solução de DEG de concentração 63,6 g/L.

Suponha dissolução total dos solutos na água e justifique sua resposta apresentando os argumentos e os cálculos realizados na resolução deste item.

(Dados: Massa molar: DEG = 106 g/mol; NaCℓ = 58,5 g/mol)

QUESTÃO 3 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Estudo Geral dos Líquidos e Sólidos: Propriedades dos líquidos e sólidos; Relação entre pressão de vapor e temperatura; Propriedades coligativas.

Resposta esperada:

a) Observa-se, no diagrama de fases, que, à pressão de 1 atm, o ponto de congelamento da água é 0 °C e o da solução de DEG é -13 °C. Portanto, soluções de DEG são empregadas nos sistemas de refrigeração por se manterem na fase líquida em temperaturas mais baixas que a água pura, tornando os processos de troca de calor necessários para a refrigeração do produto mais eficientes. Isso ocorre, pois, ao se adicionar o DEG, um soluto não eletrolítico e não volátil, à água pura, a temperatura de congelamento da solução diminui, pois a adição do soluto dificulta a organização molecular do solvente (água) por fazer novas interações com a água.

b) Determinação da quantidade de matéria de 63,6 g DEG:

106 g de DEG — 1 mol
63,6 g de DEG — x

$$x = \frac{63,6 \times 1}{106} = 0,6 \text{ mols de DEG}$$

Determinação de quantos mols de NaCℓ são necessários em 1 L de solução para manter propriedade coligativa de solução 0,6 mol/L de DEG:
Considera-se que:

- 1 mol de NaC$\ell_{(s)}$ libera 2 mols de íons em meio aquoso (Na$^+_{(aq)}$ e C$\ell^-_{(aq)}$);
- As propriedades coligativas de uma solução dependem da concentração das partículas em solução (e não da natureza do soluto).

Portanto, uma solução 0,6 mol/L de DEG tem o mesmo efeito coligativo de solução 0,3 mol/L.

$$\text{NaC}\ell_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \underbrace{\text{Na}^+_{(aq)} + \text{C}\ell^-_{(aq)}}$$

1,0 mol de NaCℓ	——	2,0 mols de íons aquoso
0,3 mol de NaCℓ	——	0,6 mols de íons aquoso

Determinação da massa 0,3 mol de NaCℓ:

59 g de NaCℓ	—	1,0 mol
x g de NaCℓ	—	0,3 mols

$$x = \frac{59 \times 0,3}{1,0} = 17,7 \text{ g de NaC}\ell$$

São necessários 17,7 g de NaCℓ em 1 L de água para manter o efeito coligativo de abaixamento do ponto de congelamento da solução.

4

O estômago humano é um ambiente hostil para a sobrevivência da maioria dos microrganismos, devido à alta acidez do suco gástrico, composto essencialmente por ácido clorídrico ($HC\ell$) dissociado no meio aquoso. Entretanto, a bactéria *Helicobacter pylori* é capaz de reduzir essa acidez (através da ação de uma enzima), ao transformar ureia (CH_4N_2O) em amônia (NH_3) e gás carbônico (CO_2), usando água presente no meio. Essa reação favorece a multiplicação da bactéria, que pode provocar gastrites e úlceras.

Com base nessas informações, responda aos itens a seguir.

a) Escreva a equação balanceada da reação promovida pela bactéria e considere o balanceamento para indicar quantos mols de amônia seriam formados para o consumo de 3 mols de ureia.

b) A amônia (NH_3) formada nesse processo reage com íons presentes no suco gástrico, gerando cátion amônio (NH_4^+), o que leva à alteração do pH do meio e permite a colonização do estômago pela bactéria.

Classifique o comportamento da amônia nessa reação e justifique sua resposta apresentando os argumentos, de acordo com a teoria de ácidos e bases de Bronsted-Lowry.

QUESTÃO 4 – EXPECTATIVA DE RESPOSTA

Conteúdo programático: Ácidos, Bases, Sais e Óxidos: Conceitos de Bronsted; Reações entre ácidos e bases.

Resposta esperada:

a) Equação balanceada (formação de amônia a partir de ureia):

$$CH_4N_2O + H_2O \rightarrow CO_2 + 2NH_3$$

Determinação do número de mols de amônia formados a partir de 3 mols de ureia:

1 mol de ureia	—	2 mols de amônia
3 mols de ureia	—	x

$$x = \frac{3 \times 2}{1} = 6 \text{ mols de amônia}$$

b) A amônia é uma base, de acordo com a teoria de Bronsted-Lowry. A amônia forma íon amônio por reagir com íons hidrogênio (prótons) liberados no meio pela dissociação do ácido clorídrico ($HC\ell$) em água. Ou seja, a amônia é uma base por ser aceptora de íons hidrogênio (prótons). Dessa forma, a produção de amônia pela *Helicobacter pylori* tem por consequência a redução do pH do meio gástrico.