



Fórmula da
Química

MÓDULO 15

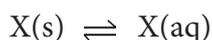
SOLUÇÕES

SOLUÇÕES**SOLUBILIDADE****FENÔMENO DA SATURAÇÃO DE UM SOLVENTE POR SOLUTO**

Por que alguns solutos possuem dissolução infinita em solventes específicos e outros saturam o solvente? Podemos dizer que a solubilidade é decorrente da espontaneidade do processo de dispersão do soluto no solvente. Logo, precisamos analisar as variações de entalpia e de entropia que acompanham a dissolução.

A dispersão de um soluto em um solvente envolve a ruptura das interações que mantêm as partículas do soluto coesas, bem como o rompimento de interações de partículas do solvente. Simultaneamente, são formadas interações entre partículas do soluto e do solvente. Durante o processo de dissolução, podem ocorrer efeitos térmicos diferentes, isto é, tanto pode ser exotérmica como endotérmica. A dispersão do soluto no solvente pode não envolver variações de temperatura, pelo menos, perceptíveis. Se a energia absorvida durante a separação de partículas de soluto e de solvente for maior que a energia liberada na solvatação das partículas do soluto pelo solvente, há transferência de energia das vizinhanças para permitir a dissolução. Caso contrário, a dissolução ocorre liberação de energia promovendo aumento da temperatura. Em alguns processos de dissolução de pequeno efeito térmico, quantidades próximas de energia estão envolvidas na separação das partículas do soluto e na formação de interações entre partículas do soluto e do solvente.

Durante a dissolução, ocorre também variação de entropia global. A dispersão de uma substância promove geralmente aumento da desordem até certo ponto quando a solução torna-se saturada. Alguns solutos podem alterar pouco ou aumentar a entropia do solvente e a dissolução nesses casos é bastante espontânea. O limite de saturação é o estabelecimento do equilíbrio entre as fases sólida e dissolvida do soluto em contato com um solvente específico.



A solução permanece saturada enquanto a velocidade de dissolução é igual à velocidade de precipitação e o equilíbrio de solubilidade é mantido. Nesse estado, a variação de entropia é nula e não há transformação espontânea, isto é, dissolver e precipitar são transformações não espontâneas.

Esse equilíbrio de solubilidade pode ser alterado por diversos fatores como a temperatura, a pressão, a presença de outras substâncias, entre outros. Na realidade, a alteração de solubilidade representa o deslocamento do equilíbrio entre o soluto não dissolvido e o soluto dissolvido.

COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE

Coeficiente de solubilidade ou grau de solubilidade é a quantidade necessária de uma substância (em geral, em gramas) para saturar uma quantidade padrão (em geral 100 g, 1000g ou 1L) de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão.

Em função do ponto de saturação, classificamos as soluções em:

- Não-saturadas ou insaturadas: contêm menos soluto do que o estabelecido pelo coeficiente de solubilidade.
- Saturadas: atingiram o coeficiente de solubilidade.
- Supersaturadas: ultrapassaram o coeficiente de solubilidade.

Note que o ponto de saturação representa um limite de estabilidade. Conseqüentemente, as soluções supersaturadas só podem existir em condições especiais e, quando ocorrem, são sempre instáveis; de fato, em geral basta agitar a solução ou adicionar um pequeno cristal do próprio soluto (chamado de germen de cristalização) para que todo o excesso de soluto precipite e, com isso, a solução supersaturada volte a ser simplesmente saturada.

CURVAS DE SOLUBILIDADE

Curvas de solubilidade são os gráficos que apresentam a variação dos coeficientes de solubilidade em função da temperatura.

SOLUBILIDADE DE GASES EM LÍQUIDOS

Os gases são, em geral, pouco solúveis em líquidos. Assim, por exemplo, 1L de água dissolve apenas cerca de 19 mililitros de ar em condições ambientes. Aumentando-se a temperatura, o líquido tende a expulsar o gás; conseqüentemente a solubilidade do gás diminui. Os peixes, por exemplo, não vivem em águas quentes, por falta de oxigênio dissolvido na água.

Aumentando-se a pressão sobre o gás, estaremos de certo modo, empurrando o gás sobre o líquido, o que equivale a dizer que a solubilidade do gás aumenta. Quando o gás não reage com o líquido, a influência da pressão é expressa pela lei de HENRY, que estabelece: em temperatura constante, a solubilidade de um gás em um líquido é diretamente proporcional à pressão do gás.

Ou matematicamente,

$$S = KP$$

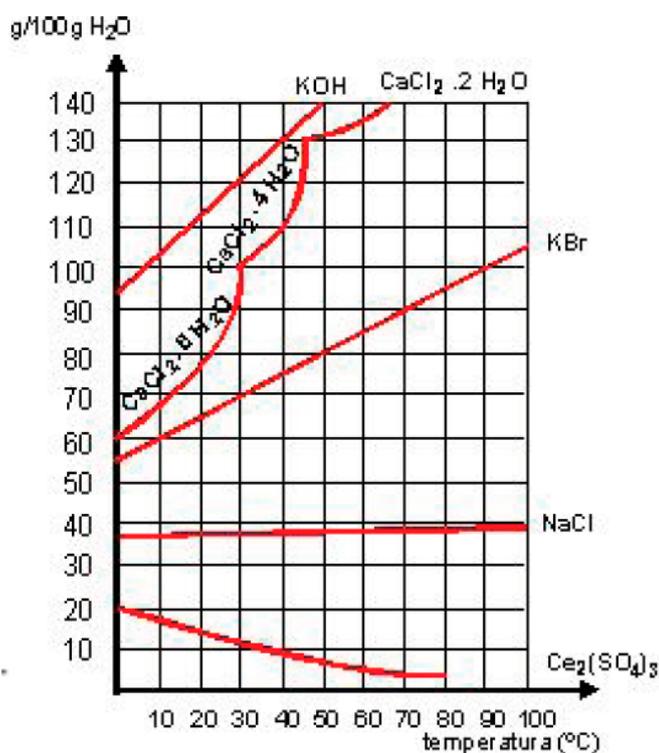
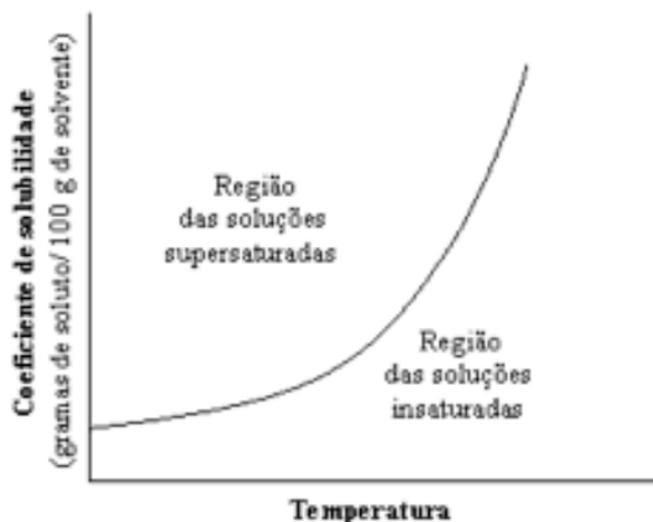
Nessa expressão, K é uma constante de proporcionalidade que depende da natureza do gás e do líquido e, também da própria temperatura.

O aumento da pressão do gás, para fazer com que ele se dissolva em um líquido, é a técnica usada pelos fabricantes de refrigerantes – o gás carbônico é dissolvido sob pressão no refrigerante, e a garrafa é fechada. Abrindo-se a garrafa, principalmente se ela for agitada e o conteúdo não estiver gelado, o líquido vazará com muita espuma. Isso ocorre porque a pressão dentro da garrafa diminui, e o excesso de gás carbônico, antes dissolvido no refrigerante, escapa rapidamente, arrastando líquido e produzindo espuma que saís pela boca da garrafa. Verifica-se fato idêntico quando se abre uma garrafa de champagne: nesse caso, porém, o gás carbônico é produzido pela fermentação da própria bebida.

UNIDADES DE CONCENTRAÇÃO

CONCENTRAÇÃO PERCENTUAL EM MASSA

$$\%m/m = \frac{\text{massa do soluto (g)}}{\text{massa da solução (g)}} \times 100$$



As curvas de solubilidade têm grande importância no estudo das soluções de sólidos em líquidos, pois nesse caso a temperatura é o único fator físico que influi perceptivelmente na solubilidade. Como podemos verificar no gráfico acima, para a maior parte das substâncias, a solubilidade aumenta com a temperatura; isso em geral ocorre quando o soluto se dissolve com absorção de calor (dissolução endotérmica). Pelo contrário, as substâncias que se dissolvem com liberação de calor (dissolução exotérmica) tendem a ser menos solúveis a quente.

CONCENTRAÇÃO PERCENTUAL EM VOLUME

$$\%V/V = \frac{\text{volume do soluto (ml)}}{\text{volume da solução (ml)}} \times 100$$

CONCENTRAÇÃO PERCENTUAL MASSA POR VOLUME

$$\%m/V = \frac{\text{massa do soluto (g)}}{\text{volume da solução (ml)}} \times 100$$

CONCENTRAÇÃO GRAMA POR LITRO

$$C = \frac{\text{massa do soluto (g)}}{\text{volume da solução (L)}}$$

CONCENTRAÇÃO MOL POR LITRO

$$C = \frac{\text{quantidade em mol do soluto}}{\text{volume da solução (L)}}$$

CONCENTRAÇÃO MOLAL

$$W = \frac{\text{quantidade em mol do soluto}}{\text{massa do solvente (Kg)}}$$

FRAÇÃO MOLAR DO SOLUTO

$$X_{\text{soluto}} = \frac{\text{quantidade em mol do soluto}}{\text{quantidade em mol total (soluto+solvente)}}$$

FRAÇÃO MOLAR DO SOLVENTE

$$X_{\text{solvente}} = \frac{\text{quantidade em mol do solvente}}{\text{quantidade em mol total (soluto+solvente)}}$$

PARTES POR MILHÃO (EM MASSA)

$$\text{ppm} = \frac{\text{massa do soluto (mg)}}{\text{massa da solução (Kg)}}$$

PARTES POR MILHÃO (EM VOLUME)

$$\text{ppm} = \frac{\text{volume do soluto (ml)}}{\text{volume da solução (m}^3\text{)}}$$

DILUIÇÃO DE SOLUÇÕES

Diluir uma solução é acrescentar solvente a ela, promovendo a redução de sua concentração, apesar de não alterar a quantidade de matéria do soluto. Considere, inicialmente, uma solução aquosa muito concentrada de sulfato de cobre(II) de coloração azul intenso, mostrada na figura à baixo. Para preparar uma solução diluída desse sal, deve-se medir um pequeno volume da solução concentrada através de uma pipeta e transferir para um balão volumétrico e completar com água. Após homogeneizar a solução, é possível verificar que a intensidade da cor azul é menor na solução diluída, como mostrado na figura à direita.



Para calcular a concentração da solução diluída, pode-se utilizar a seguinte relação:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

- C_1 = concentração inicial (concentrada)
- V_1 = volume inicial.
- C_2 = concentração da solução final (diluída).
- V_2 = volume da solução final.

A justificativa dessa expressão reside no fato que o produto concentração . volume, que é equivalente a quantidade de soluto, permanecer constante durante a diluição, já que apenas solvente foi adicionado.

Observe o exemplo:

Se acrescentarmos 300,00 mL de água a 200,00 mL de solução aquosa de ácido nítrico, 0,1 mol/L. L, a solução final terá a seguinte concentração:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$0,2 \text{ L} \cdot 0,1 \text{ mol/L} = 0,5 \text{ L} \cdot C_2$$

MISTURA DE SOLUÇÕES DO MESMO SOLUTO

Quando duas soluções de concentrações diferentes do mesmo soluto são misturadas, a concentração da solução formada representa a média ponderada das soluções adicionadas. Observe o exemplo:

Vamos misturar as soluções A e B:

- Solução A: 10 mL de solução aquosa de cloreto de potássio, 0,25 mol/L.
- Solução B: 90 mL de solução aquosa de cloreto de potássio, 0,10 mol/L.

Inicialmente, deve-se calcular a quantidade em mol de cloreto de potássio presente em cada solução:

. Solução A:

$$0,25 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ ----- } 10 \text{ mL}$$

$$X = 0,0025 \text{ mol.}$$

. Solução B:

$$0,10 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$Y \text{ ----- } 90 \text{ mL}$$

$$Y = 0,009 \text{ mol}$$

A quantidade em mol total de cloreto de potássio é igual a:

$$0,0025 + 0,009 = 0,0115 \text{ mol.}$$

O volume da solução final é a soma dos volumes das soluções adicionadas e igual a 100,00 mL.

A concentração da solução resultante é determinada da seguinte forma:

$$0,0115 \text{ mol} \text{ ----- } 100,00 \text{ mL}$$

$$Z \text{ ----- } 1000,00 \text{ mL}$$

$$Z = 0,115 \text{ mol}$$

A concentração final é 0,115 mol/L.

MISTURA DE SOLUÇÕES DE SOLUTOS DIFERENTES QUE NÃO REAGEM ENTRE SI

Se os solutos presentes nas soluções misturadas não reagem entre si, os cálculos das concentrações dos reagentes devem ser realizados de forma independente. Observe o exemplo: vamos misturar as soluções A e B:

A. 400,00 mL de solução aquosa de cloreto de sódio de concentração 0,050 mol/L.

B. 600,00 mL de solução aquosa de cloreto de potássio de concentração 0,025 mol/L.

Como determinar as concentrações dos ions potássio, sódio e cloreto na solução resultante?

Primeiro, vamos determinar as quantidades em mol dos sais:

. Quantidade em mol de cloreto de sódio:

$$0,05 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ ----- } 400 \text{ mL.}$$

$$X = 0,02 \text{ mol de NaCl}$$

. Quantidade em mol de cloreto de potássio:

$$0,025 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$Y \text{ ----- } 600 \text{ mL}$$

$$Y = 0,015 \text{ mol de KCl.}$$

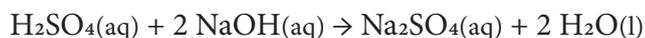
O volume da solução resultante é igual a 1,0 L. Assim, a concentração de ions potássio é igual a 0,015 mol/L. A concentração de ions sódio é igual a 0,02 mol/L. Como os dois sais liberam o ânion cloreto, a concentração do cloreto fica igual a: (0,02 + 0,015) mol de cloreto ----- 1 L 0,035 mol/L.

MISTURA DE SOLUÇÕES DIFERENTES QUE REAGEM ENTRE SI

Quando os solutos reagem entre si, inicialmente, devemos escrever a equação da reação química e estabelecer a proporção estequiométrica entre as quantidades, em mol, consumidas dessas substâncias. Veja o exemplo:

Deseja-se neutralizar 250,00 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico de concentração 0,30 mol/L utilizando uma solução aquosa de hidróxido de sódio com concentração igual a 0,25 mol/L. Qual deve ser o volume da solução básica utilizada?

A equação da reação que ocorre durante a mistura das soluções é representada pela equação química abaixo:



É preciso determinar a quantidade em mol consumida de ácido sulfúrico. Veja como:

$$\begin{array}{l} 0,30 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ X \text{ ----- } 250,00 \text{ mL} \\ X = 0,075 \text{ mol.} \end{array}$$

Como a proporção estequiométrica entre ácido sulfúrico e hidróxido de sódio é 1:2, a quantidade em mol de hidróxido de sódio consumida é o dobro daquela consumida de ácido sulfúrico:

$$2 \times 0,075 \text{ mol} = 0,15 \text{ mol.}$$

Como a concentração da solução de hidróxido de sódio é igual a 0,25 mol/L, seu volume necessário é igual a:

$$\begin{array}{l} 0,25 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ 0,15 \text{ mol} \text{ ----- } Y \\ Y = 600,00 \text{ mL.} \end{array}$$

TITULAÇÃO

É um procedimento de laboratório que permite determinar a concentração do soluto em uma solução a partir da adição de uma outra solução com concentração conhecida em relação ao soluto, com o qual reage. A solução com concentração conhecida é colocada em uma bureta e a solução a ser analisada é colocada em um erlenmeyer, como mostrado na figura abaixo:



Em titulações de neutralização ácido-base, é comum utilizar um indicador, que é uma substância que assume cores diferentes em meios ácidos e básicos. A fenolftaleína é um indicador muito útil nas titulações, assumindo a cor rosa em meio básico e incolor em meio ácido.



01. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

No processo de tratamento de água, usa-se comumente sulfato de alumínio, um sal de fórmula $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ que reage com cal hidratada formando um precipitado gelatinoso, o hidróxido de alumínio. Com a agitação da água, essa substância origina flocos que agregam material particulado. Suponha que um técnico tenha adicionado 50 quilos de sulfato de alumínio a um reservatório contendo 10 m^3 de água. Admita que não houve alteração do volume durante a dissolução. Em relação à solução aquosa de sulfato de alumínio formada no reservatório,

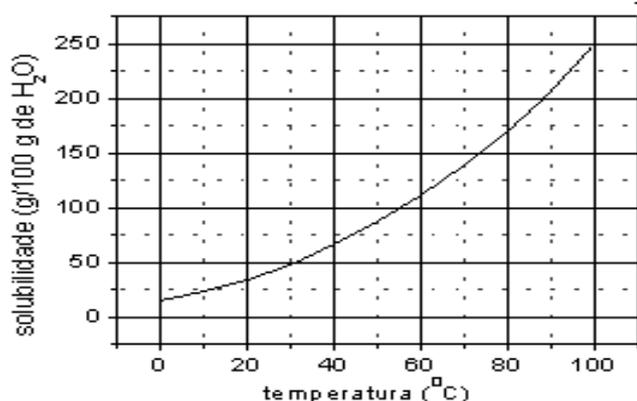
A) Determine a quantidade de matéria de sulfato de alumínio presente, expressa em mol. Apresente os cálculos.

B) Calcule as concentrações dos íons alumínio e de íons sulfato, determinadas separadamente, em mol.L^{-1} . Apresente os cálculos.

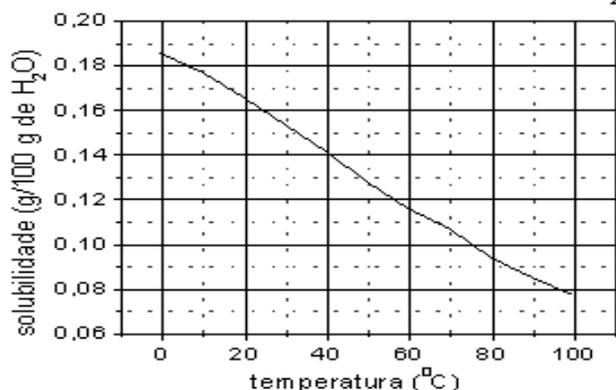
2. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

As curvas de solubilidade das substâncias KNO_3 e $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (em gramas da substância em 100 g de água) em função da temperatura são mostradas abaixo. A partir desses dados, resolva os itens A e B.

curva de solubilidade x temperatura para o KNO_3



curva de solubilidade x temperatura para o $\text{Ca}(\text{OH})_2$



A) Uma solução aquosa saturada de nitrato de potássio de massa igual a 700 gramas, inicialmente a temperatura de $80 \text{ }^\circ\text{C}$, foi resfriada com agitação até atingir a temperatura de $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Calcule a massa do sal cristalizada durante esse processo.

B) Uma solução saturada de hidróxido de cálcio em 100,00 gramas de água, inicialmente a $50 \text{ }^\circ\text{C}$, foi resfriada até atingir a temperatura de $30 \text{ }^\circ\text{C}$. CALCULE a massa de soluto que permanece dissolvida na solução.

03. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

A solução de ácido nítrico que é comprada tem 70% em massa e densidade igual a $1,42 \text{ g.cm}^{-3}$. Todas as soluções de ácido nítrico, HNO_3 , para os experimentos são preparadas por diluição da solução estoque. DETERMINE o volume de solução de ácido nítrico concentrado que deve ser diluído adequadamente para preparar 250,0 mL uma solução aquosa de ácido nítrico $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$

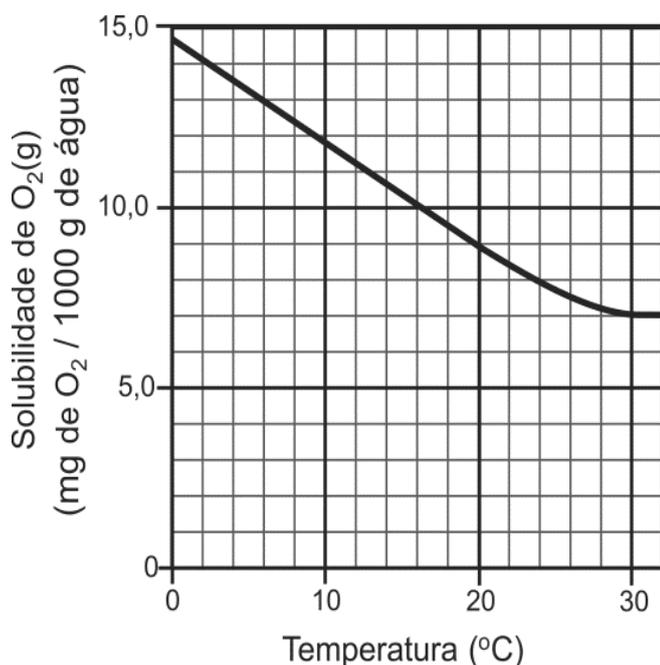
04. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

Uma bebida alcoólica contém 45% em volume de etanol. Um adulto, de volume sanguíneo igual a 7,0 litros, ingeriu duas doses dessa bebida. Cada dose tem o volume de 20,0 mililitros. Sabendo-se que 12% do volume do álcool ingerido é absorvido pela corrente sanguínea, CALCULE as concentrações g.L^{-1} e mol.L^{-1} de etanol no sangue do adulto. Dado: densidade do etanol = $0,8 \text{ g/mL}$.



05. (FUVEST – 2013)

A vida dos peixes em um aquário depende, entre outros fatores, da quantidade de oxigênio (O_2) dissolvido, do pH e da temperatura da água. A concentração de oxigênio dissolvido deve ser mantida ao redor de 7 ppm (1 ppm de $O_2 = 1 \text{ mg de } O_2 \text{ em } 1000 \text{ g de água}$) e o pH deve permanecer entre 6,5 e 8,5. Um aquário de paredes retangulares possui as seguintes dimensões: 40 x 50 x 60 cm (largura x comprimento x altura) e possui água até a altura de 50 cm. O gráfico abaixo apresenta a solubilidade do O_2 em água, em diferentes temperaturas (a 1 atm).



A) A água do aquário mencionado contém 500 mg de oxigênio dissolvido a $25^{\circ}C$. Nessa condição, a água do aquário está saturada em oxigênio? Justifique.

Dado: densidade da água do aquário = $1,0 \text{ g/cm}^3$.

B) Deseja-se verificar se a água do aquário tem um pH adequado para a vida dos peixes. Com esse objetivo, o pH de uma amostra de água do aquário foi testado, utilizando-se o indicador azul de bromotimol, e se observou que ela ficou azul. Em outro teste, com uma nova amostra de água, qual dos outros dois indicadores da tabela dada deveria ser utilizado para verificar se o pH está adequado? Explique.

pH										Indicador				
4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5		9,0	9,5	10,0	10,5
vermelho			laranja			amarelo					Vermelho de metila			
amarelo			verde			azul					Azul de bromotimol			
incolor					rosa claro		rosa intenso				Fenolftaleína			

06. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

O sal inorgânico cloreto de cálcio, $CaCl_2$, é muito usado em bolsas térmicas quentes por atletas durante práticas esportistas. Cloreto de cálcio e água são armazenados em compartimentos diferentes da bolsa. Quando colocados em contato, ocorre aquecimento do material contido na bolsa. Em relação à dissolução do cloreto de cálcio na água, resolva os seguintes itens:

- A) o processo é exotérmico ou endotérmico?
- B) Qual etapa envolve maior quantidade de energia: a dissociação iônica ou a solvatação dos íons em solução? Justifique sua resposta.
- C) o coeficiente de solubilidade do cloreto de cálcio aumenta, não se altera ou diminui diante do aumento da temperatura inicial da água?
- D) EXPLIQUE sob aspectos termodinâmicos por que o cloreto de sódio satura a água quando uma determinada concentração é atingida.

07. (ENEM – 2010)

Todos os organismos necessitam de água e grande parte deles vive em rios, lagos e oceanos. Os processos biológicos, como respiração e fotossíntese, exercem profunda influência na química das águas naturais em todo o planeta. O oxigênio é ator dominante na química e na bioquímica da hidrosfera. Devido a sua baixa solubilidade em água ($9,0 \text{ mg/l}$ a $20^{\circ}C$) a disponibilidade de oxigênio nos ecossistemas aquáticos estabelece o limite entre a vida aeróbica e anaeróbica. Nesse contexto, um parâmetro chamado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi definido para medir a quantidade de matéria orgânica presente em um sistema hídrico. A DBO corresponde à massa de O_2 em miligramas necessária para realizar a oxidação total do carbono orgânico em um litro de água.

BAIRD, C. Química Ambiental. Ed. Bookman, 2005 (adaptado).

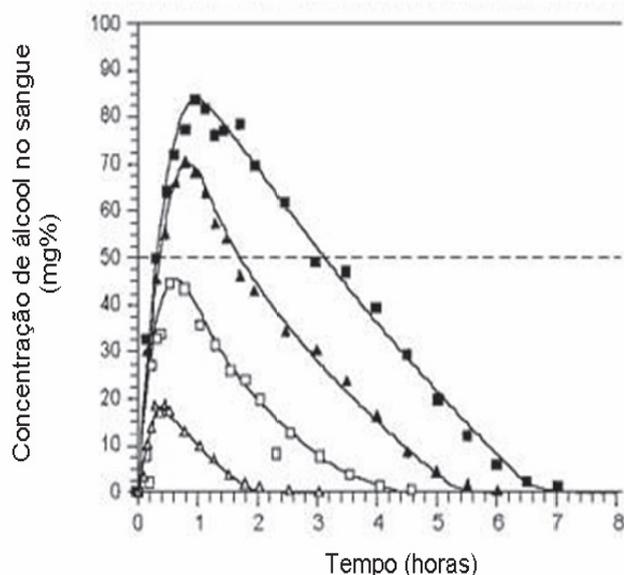
Dados: Massas molares em g/mol : $C = 12$; $H = 1$; $O = 16$. Suponha que 10 mg de açúcar (fórmula mínima CH_2O) e massa molar igual a 30 g/mol são dissolvidos em um litro de água; em quanto a DBO será aumentada?

- A) $0,4 \text{ mg de } O_2/\text{litro}$
- B) $1,7 \text{ mg de } O_2/\text{litro}$
- C) $2,7 \text{ mg de } O_2/\text{litro}$
- D) $9,4 \text{ mg de } O_2/\text{litro}$
- E) $10,7 \text{ mg de } O_2/\text{litro}$



8. (ENEM – 2009)

Analise a figura.



Supondo que seja necessário dar um título para essa figura, a alternativa que melhor traduziria o processo representado seria:

- A) Concentração média de álcool no sangue ao longo do dia.
- B) Variação da frequência da ingestão de álcool ao longo das horas.
- C) Concentração mínima de álcool no sangue a partir de diferentes dosagens.
- D) Estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool.
- E) Representação gráfica da distribuição de frequência de álcool em determinada hora do dia.

9. (ENEM – 2010)

Ao colocar um pouco de açúcar na água e mexer até a obtenção de uma só fase, prepara-se uma solução. O mesmo acontece ao se adicionar um pouquinho de sal à água e misturar bem. Uma substância capaz de dissolver o soluto é denominada solvente; por exemplo, a água é um solvente para o açúcar, para o sal e para várias outras substâncias.

A figura ilustra essa citação.



Suponha que uma pessoa, para adoçar seu cafezinho, tenha utilizado 3,42 g de sacarose (massa molar igual a 342 g/mol) para uma xícara de 50 mL do líquido. Qual é a concentração final, em mol/L, de sacarose nesse cafezinho?

- A) 0,02
- B) 0,2
- C) 2
- D) 200
- E) 2000

10. (ENEM – 2009)

O álcool hidratado utilizado como combustível veicular é obtido por meio da destilação fracionada de soluções aquosas geradas a partir da fermentação de biomassa. Durante a destilação, o teor de etanol da mistura é aumentado, até o limite de 96% em massa. Considere que, em uma usina de produção de etanol, 800 kg de uma mistura etanol/água com concentração 20% em massa de etanol foram destilados, sendo obtidos 100 kg de álcool hidratado 96% em massa de etanol. A partir desses dados, é correto concluir que a destilação em questão gerou um resíduo com uma concentração de etanol em massa

- A) de 0%.
- B) de 8,0%.
- C) entre 8,4% e 8,6%.
- D) entre 9,0% e 9,2%.
- E) entre 13% e 14%.

11. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

Um xarope simples de sacarose constitui uma solução aquosa que contém 850 g de sacarose em cada 1000 mL de solução. Sabendo-se que a massa molar da sacarose é $342,30 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ e que a densidade da solução, a 25°C , é $1,311 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, calcule e expresse a concentração dessa solução nas formas de

- A) Concentração mol.L⁻¹. (apresente os cálculos).
- B) Concentração percentual do soluto em massa (%m/m). (apresente os cálculos).



12. (UFC-2008)

Considere duas soluções de iodo (I_2), sendo uma em água (H_2O) e outra em tetracloreto de carbono (CCl_4), ambas com mesma concentração e em volumes iguais. As duas soluções são misturadas e agitadas por um tempo. Em seguida, elas são separadas por decantação.

A) Assumindo que a concentração de I_2 nas duas soluções é inferior ao ponto de saturação nos dois solventes, o que acontecerá com a concentração do I_2 nas duas soluções após a decantação?

B) Justifique sua resposta ao item A em função das polaridades dos solventes.

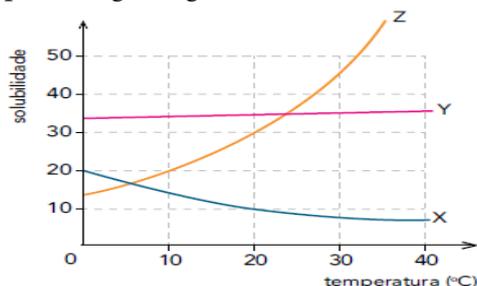
13. (UERJ – 2010)

O sulfato de alumínio é utilizado como clarificante no tratamento de água, pela ação dos íons alumínio que agregam o material em suspensão. No tratamento de 450 L de água, adicionaram-se 3,078 kg de sulfato de alumínio, sem que houvesse variação de volume. Admitindo-se a completa dissociação do sal, a concentração de íons alumínio, em $mol.L^{-1}$, é igual a:

- A) 0,02
- B) 0,03
- C) 0,04
- D) 0,05

14. (UERJ – 2014)

Um laboratorista precisa preparar 1,1 kg de solução aquosa saturada de um sal de dissolução exotérmica, utilizando como soluto um dos três sais disponíveis em seu laboratório: X, Y e Z. A temperatura final da solução deverá ser igual a $20\text{ }^\circ\text{C}$. Observe as curvas de solubilidade dos sais, em gramas de soluto por 100 g de água:



A massa de soluto necessária, em gramas, para o preparo da solução equivale a:

- (A) 100
- (B) 110
- (C) 300
- (D) 330

15. (UERJ – 2012)

Suponha que, em alguns dos locais atingidos pela radiação, as pastilhas disponíveis continham, cada uma, 5×10^{-4} mol de iodeto de potássio, sendo a dose prescrita por pessoa de 33,2 mg por dia. Em razão disso, cada pastilha teve de ser dissolvida em água, formando 1L de solução. O volume da solução preparada que cada pessoa deve beber para ingerir a dose diária prescrita de iodeto de potássio corresponde, em mililitros, a:

- (A) 200
- (B) 400
- (C) 600
- (D) 800

16. (UNESP – 2013)

Um químico, ao desenvolver um perfume, decidiu incluir entre os componentes um aroma de frutas com concentração máxima de 10^{-4} mol/L. Ele dispõe de um frasco da substância aromatizante, em solução hidroalcoólica, com concentração de 0,01 mol/L. Para a preparação de uma amostra de 0,50 L do novo perfume, contendo o aroma de frutas na concentração desejada, o volume da solução hidroalcoólica que o químico deverá utilizar será igual a

- A) 5,0 mL.
- B) 2,0 mL.
- C) 0,50 mL.
- D) 1,0 mL.
- E) 0,20 mL.

17. (UERJ – 2012)

Uma amostra de 5 L de benzeno líquido, armazenada em um galpão fechado de 1500 m^3 contendo ar atmosférico, evaporou completamente. Todo o vapor permaneceu no interior do galpão. Técnicos realizaram uma inspeção no local, obedecendo às normas de segurança que indicam o tempo máximo de contato com os vapores tóxicos do benzeno. Observe a tabela:

TEMPO MÁXIMO DE PERMANÊNCIA (h)	CONCENTRAÇÃO DE BENZENO NA ATMOSFERA ($mg.L^{-1}$)
2	4
4	3
6	2
8	1

Considerando as normas de segurança, e que a densidade do benzeno líquido é igual a $0,9\text{ g.mL}^{-1}$, o tempo máximo, em horas, que os técnicos podem permanecer no interior do galpão, corresponde a:

- (A) 2
- (B) 4
- (C) 6
- (D) 8



18. (UNESP-2008)

O teor de oxigênio dissolvido na água é um parâmetro importante na determinação das propriedades químicas e biológicas da água. Para se determinar a concentração de oxigênio, pode-se utilizar pequenas porções de palha de aço. Colocando uma porção de palha de aço em contato com 1 litro de água, por 5 dias em um recipiente fechado, observou-se que a massa de ferrugem (óxido de ferro III) – Fe_2O_3 – formada foi de 32 mg. Escreva a equação química para a reação de oxidação do ferro metálico e determine a concentração, em $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, de O_2 na amostra analisada.

19. (UERJ – 2014)

Em condições ambientes, o cloreto de hidrogênio é uma substância molecular gasosa de fórmula HCl . Quando dissolvida em água, ioniza-se e passa a apresentar caráter ácido. Admita uma solução aquosa saturada de HCl com concentração percentual mássica de 36,5% e densidade igual a $1,2 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$. Calcule a concentração dessa solução, em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, e nomeie a força intermolecular existente entre o HCl e a água.

Instrução: Leia o texto para responder as questões de números 20 e 21. Não basta matar a sede. Tem de ter grife Existem cerca de 3 mil marcas de água no mundo, mas só um punhado delas faz parte do clube das águas de grife, cujo status equivale ao de vinhos renomados. Para ser uma água de grife, além do marketing, pesam fatores como tradição e qualidade. E qualidade, nesse caso, está ligada à composição. O nível de CO_2 determina o quanto a água é gaseificada. O pH também conta: as alcalinas são adocicadas, as ácidas puxam para o amargo. Outro fator é o índice de minerais: águas com baixo índice de minerais são mais neutras e leves. Águas mais encorpadas têm índice de minerais mais altos.
(O Estado de S.Paulo, 22.03.2010. Adaptado.)

20. (UNESP – 2011)

A classificação de águas como leves e encorpadas, com base no índice de minerais nela encontrados, é

- A) correta, pois as águas que contêm minerais são soluções heterogêneas.
- B) correta, pois a presença de íons dissolvidos modifica a dureza da solução.
- C) correta, pois a presença de cátions e ânions não modifica o pH da solução.
- D) incorreta, pois os cátions originados de metais pesados são insolúveis em água.
- E) incorreta, pois a quantidade de matéria em solução independe da presença de solutos.

21. (UNESP – 2011)

Uma água mineral gasosa, de grande aceitação em todo o mundo, é coletada na fonte e passa por um processo no qual água e gás são separados e recombinados – o gás é reinjetado no líquido – na hora do engarrafamento. Esse tratamento permite ajustar a concentração de CO_2 , numa amostra dessa água, em 7g/L. Com base nessas informações, é correto afirmar que:

- A) a condutividade elétrica dessa água é nula, devido ao caráter apolar do dióxido de carbono que ela contém.
- B) uma garrafa de 750 mL dessa água, posta à venda na prateleira de um supermercado, contém 3 L de CO_2 .
- C) essa água tem pH na faixa ácida, devido ao aumento da concentração de íons $[\text{H}_3\text{O}]^+$ formados na dissolução do CO_2 .
- D) o grau de pureza do CO_2 contido nessa água é baixo, pois o gás contém resíduos do solo que a água percorre antes de ser coletada.
- E) devido ao tratamento aplicado no engarrafamento dessa água, seu ponto de ebulição é o mesmo em qualquer local que seja colocada a ferver

22. (UFJF - 2010)

A concentração em mol/L de uma solução de ácido sulfúrico de concentração 35% em massa e densidade 1,4 g/mL, é aproximadamente igual a:

- (A) 2,5. (B) 10,0. (C) 5,0. (D) 7,5. (E) 20.



23. (ENEM - 2016)

O soro fisiológico é uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) comumente utilizada para a higienização ocular, nasal, de ferimentos e de lentes de contato. Sua concentração é 0,90% em massa e densidade igual a 1,00 g/mL.

Qual a massa de NaCl, em grama, deverá ser adicionada à água para preparar 500 mL desse soro?

- (A) 0,45 (B) 0,90 (C) 4,50 (D) 9,00 (E) 45,00

24. (ENEM - 2013)

A varfarina é um fármaco que diminui a agregação plaquetária, e por isso é utilizada como anticoagulante, desde que esteja presente no plasma, com uma concentração superior a 1,0 mg/L. Entretanto, concentrações plasmáticas superiores a 4,0 mg/L podem desencadear hemorragias. As moléculas desse fármaco ficam retidas no espaço intravascular e dissolvidas exclusivamente no plasma, que representa aproximadamente 60% do sangue em volume. Em um medicamento, a varfarina é administrada por via intravenosa na forma de solução aquosa, com concentração de 3,0 mg/mL. Um indivíduo adulto, com volume sanguíneo total de 5,0 L, será submetido a um tratamento com solução injetável desse medicamento. Qual é o máximo volume da solução do medicamento que pode ser administrado a esse indivíduo, pela via intravenosa, de maneira que não ocorram hemorragias causadas pelo anticoagulante?

- A) 1,0 mL
B) 1,7 mL
C) 2,7 mL
D) 4,0 mL
E) 6,7 mL

25. (ENEM - 2010)

Suponha que uma pessoa, para adoçar seu cafezinho, tenha utilizado 3,42 g de sacarose (massa molar igual a 342 g/mol) para uma xícara de 50 mL do líquido. Qual é a concentração final, em mol/L, de sacarose nesse cafezinho?

- A) 0,02
B) 0,2
C) 2
D) 200
E) 2000

26. (ENEM - 2015)

A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração do íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente. Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- (A) 26 (B) 41 (C) 45 (D) 51 (E) 82

27. (ENEM PPL - 2015)

A utilização de processos de biorremediação de resíduos gerados pela combustão incompleta de compostos orgânicos tem se tornado crescente, visando minimizar a poluição ambiental. Para a ocorrência de resíduos de naftaleno, algumas legislações limitam sua concentração em até 30 mg/kg para solo agrícola e 0,14 mg/L para água subterrânea. A quantificação desse resíduo foi realizada em diferentes ambientes, utilizando-se amostras de 500g de solo e 100 mL de água, conforme apresentado no quadro.

Ambiente	Resíduo de naftaleno (g)
Solo I	$1,0 \times 10^{-2}$
Solo II	$2,0 \times 10^{-2}$
Água I	$7,0 \times 10^{-6}$
Água II	$8,0 \times 10^{-6}$
Água III	$9,0 \times 10^{-6}$

O ambiente que necessita de biorremediação é o (a)

- A) solo I
B) solo II
C) água I
D) água II
E) água III



28. (ENEM PPL 2015)

O vinagre vem sendo usado desde a antiguidade como conservante de alimentos, bem como agente de limpeza e condimento. Um dos principais componentes do vinagre é o ácido acético (massa molar 60 g/mol), cuja faixa de concentração deve se situar entre 4% a 6% (m/v). Em um teste de controle de qualidade foram analisadas cinco marcas de diferentes vinagres, e as concentrações de ácido acético, em mol/L, se encontram no quadro.

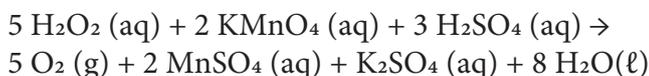
Amostra	Concentração de ácido acético (mol/L)
1	0,007
2	0,070
3	0,150
4	0,400
5	0,700

A amostra de vinagre que se encontra dentro do limite de concentração tolerado é a

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- C) 4
- E) 5

29. (ENEM – 2011)

O peróxido de hidrogênio é comumente utilizado como antisséptico e alvejante. Também pode ser empregado em trabalhos de restauração de quadros enegrecidos e no clareamento de dentes. Na presença de soluções ácidas de oxidantes, como o permanganato de potássio, este óxido decompõe-se, conforme a equação a seguir:



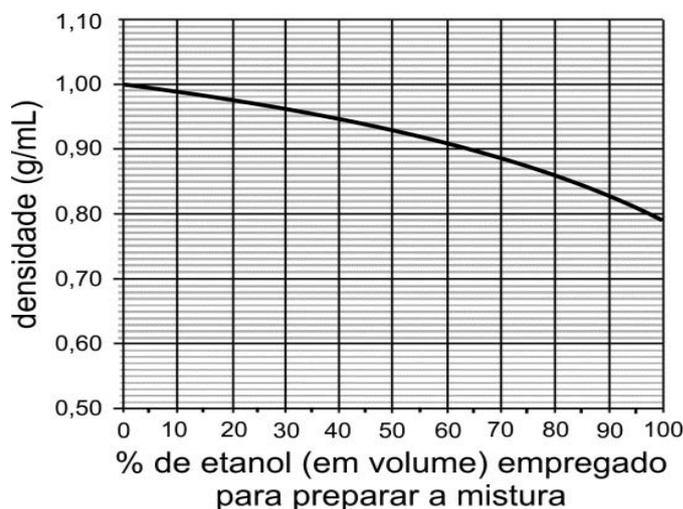
ROCHA-FILHO, R. C. R.; SILVA, R. R. *Introdução aos Cálculos da Química*. São Paulo: McGraw-Hill, 1992.

De acordo com a estequiometria da reação descrita, a quantidade de permanganato de potássio necessária para reagir completamente com 20,0 mL de uma solução 0,1 mol/L de peróxido de hidrogênio é igual a

- A) $2,0 \times 10^0$ mol.
- B) $2,0 \times 10^{-3}$ mol.
- C) $8,0 \times 10^{-1}$ mol.
- D) $8,0 \times 10^{-4}$ mol.
- E) $5,0 \times 10^{-3}$ mol.

30. (FUVEST – 2012)

Água e etanol misturam-se completamente, em quaisquer proporções. Observa-se que o volume final da mistura é menor do que a soma dos volumes de etanol e de água empregados para prepará-la. O gráfico a seguir mostra como a densidade varia em função da porcentagem de etanol (em volume) empregado para preparar a mistura (densidades medidas a 20 °C).



Se 50 mL de etanol forem misturados a 50 mL de água, a 20 °C, o volume da mistura resultante, a essa mesma temperatura, será de, aproximadamente,

- A) 76 mL
- B) 79 mL
- C) 86 mL
- D) 89 mL
- E) 96 mL

31. (FÓRMULA DA QUÍMICA)

Um rótulo de um produto químico conhecido como soda cáustica indica a presença de hidróxido de sódio com 90% em massa. A partir desse produto, uma solução de hidróxido de sódio de determinada concentração mol.L⁻¹ é preparada adequadamente. Uma alíquota de 5,0 mililitros dessa solução consumiu, na titulação, 10,0 mililitros de uma solução aquosa de ácido sulfúrico 0,5 mol.L⁻¹. Em relação à experiência descrita,

- A) ESCREVA a equação da reação química que ocorre durante a titulação da solução de hidróxido de sódio preparada.
- B) CALCULE a concentração em quantidade de matéria de hidróxido de sódio na solução preparada.
- C) CALCULE a massa do produto comercial conhecido como soda cáustica que deve ser medida para preparar a solução de hidróxido de sódio.