

## Soluções (solubilidade e unidades de concentração)

### Resumo

---

#### Solubilidade

Substâncias diferentes dissolvem-se em quantidades diferentes, em uma mesma quantidade de solvente, na mesma temperatura, por exemplo a quantidade máxima de cloreto de sódio que se dissolve em 100g de água a 20 °C é 36g.

A relação entre a quantidade máxima de soluto e a quantidade de solvente é denominada **coeficiente de solubilidade, ou seja:**

$$Cs = m \text{ soluto} / V \text{ solução}$$

$$Cs \text{ NaCl} = 36g / 0,1L$$

$$Cs \text{ NaCl} = 360g/L$$

Em função do ponto de saturação(coeficiente de solubilidade), classificamos as soluções em:

**Solução saturada:** é aquela que contém a máxima quantidade de soluto em uma dada quantidade de solvente, a determinada temperatura; a relação entre a quantidade máxima de soluto e a quantidade de solvente é denominada coeficiente de solubilidade, ou seja, está com o máximo de soluto possível sem precipitar.

**Solução insaturada:** é aquela solução com uma quantidade de soluto inferior ao coeficiente de solubilidade.

**Solução supersaturada:** uma solução que contém maior quantidade de soluto que a solução saturada. Ocorre em situações específicas e é extremamente instável.

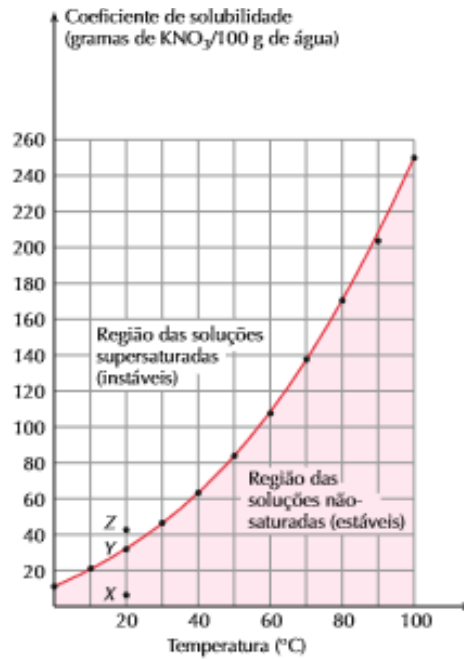
Exemplo:

Um sal tem coeficiente de solubilidade de 40g/ 100g de água, isso indica que:

- Qualquer quantidade de sal dissolvido acima de 40g para cada 100g de água torna a solução **supersaturada**.
- Se a quantidade de sal dissolvido igual de 40g para cada 100g de água torna a solução **satura**.
- Qualquer quantidade de sal dissolvido abaixo de 40g para cada 100g de água torna a solução **insaturada**.

#### Curvas de solubilidade

Curvas de solubilidade são os gráficos que apresentam a variação dos coeficientes de solubilidade das substâncias em função da temperatura. Lembrando que esse coeficiente varia com a substância e condições físicas, principalmente pela variação da temperatura.



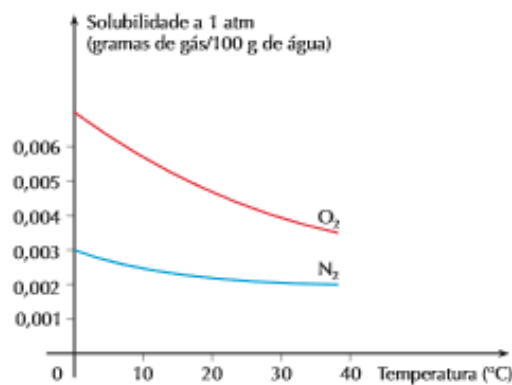
No gráfico acima, notamos que, a 20 ° C, o ponto X representa uma solução não saturada; Y, uma solução saturada; Z, uma solução supersaturada. É importante saber que, a maior parte das substâncias, a solubilidade aumenta com o aumento da temperatura.

**PSIU!**

Uma substância polar tende a se dissolver num solvente polar, uma substância apolar tende a se dissolver num solvente apolar. Lembre-se: “Semelhante dissolve semelhante.”

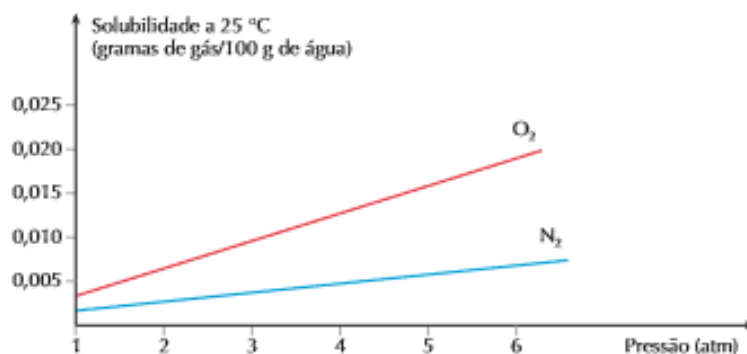
**Solubilidade de gases em líquidos**

Os gases são, em geral, pouco solúveis em líquidos. A solubilidade dos gases em líquidos depende da pressão e da temperatura. Aumentando-se a temperatura, o líquido tende a “expulsar” o gás, conseqüentemente, a solubilidade do gás diminui, como se vê no gráfico abaixo. Os peixes, por exemplo, não vivem bem em águas quentes, por falta de oxigênio dissolvido na água.



Aumentando-se a pressão sobre o gás, estaremos, de certo modo, empurrando o gás para dentro do 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 sobre o gás.**



## Unidades de concentração

**Concentração de soluções – (g/L), % em massa de soluto e ppm**

A definição mais simples é:

**Concentração é a quantidade, em gramas, de soluto existente em 1 litro de solução.**

$$C = \frac{\text{Massa do soluto (gramas)}}{\text{Volume do solvente (litros)}} \Rightarrow C = \frac{m_1}{V}$$

É normal confundir com a expressão da densidade que é muito parecida, porém, atente-se as diferenças conceituais:

|  |               |                     |   |
|--|---------------|---------------------|---|
| $C = \frac{\text{Massa do soluto}}{\text{Volume da solução}}$  | $\Rightarrow$ | $C = \frac{m_1}{V}$ | Unidade (em geral): gramas por litro (g/L)      |
| $d = \frac{\text{Massa da solução}}{\text{Volume da solução}}$ | $\Rightarrow$ | $d = \frac{m}{V}$   | Unidade (em geral): gramas por mililitro (g/mL) |

A densidade da solução relaciona, portanto, a massa com o volume da própria solução. Ela indica a massa da solução correspondente a uma unidade de volume (por exemplo: 1 mililitro).

## Concentração de soluções: mol/L

É a relação entre o número de mol do soluto e o volume da solução em litros.

$$M = \frac{\text{Número de mol do soluto}}{\text{Volume da solução}}$$

Exemplo:

Em cada 100ml ( 0,1L) de suco gástrico produzido pelo estômago durante o processo de digestão, existe 0,001 mol de ácido clorídrico. A molaridade ( concentração em mol/L) dessa solução é dada por:

$$M = \frac{0,001 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,01 \text{ mol/L}$$

## Título ou percentuais (m/m, m/v e ppm)

### - Título em massa (T m/m)

Imagine uma solução formada por 20 g de cloreto de sódio e 80 g de água. A massa total será: 20 g +80 g = 100 g de solução. Assim, podemos dizer que:

20/100 = 0,2 % é a fração da massa total que corresponde ao NaCl

80/100 = 0,8% é a fração da massa total que corresponde ao H<sub>2</sub>O.

A fração em massa do soluto costuma ser chamada de título em massa da solução (T). Assim, definimos:

**Título em massa de uma solução (T) é o quociente entre a massa do soluto e a massa total da solução (soluto + solvente).**

### - Título em volume (T v/v)

Às vezes aparece nos exercícios o título em volume ou a correspondente porcentagem volumétrica de uma solução. As definições são idênticas às anteriores, apenas trocando-se as palavras massa por volume. Isso acontece, por exemplo, em soluções líquido-líquido (dizemos, por exemplo, álcool a 96% quando nos referimos a uma mistura com 96% de álcool e 4% de água em volume)

Exemplo:

A análise de um vinho revelou que ele contém 18 mL de álcool em cada copo de 120 mL. Qual é o título em volume desse vinho?

$$T_{v/v} = \frac{\text{Volume do soluto}}{\text{Volume da solução}} \rightarrow T_{v/v} = \frac{18}{120} \rightarrow T_{v/v} = 0,15$$

Ou seja, corresponde a 15% de álcool, em volume.

## Relações entre Concentração comum, título, densidade e molaridade

$$C = d \cdot T = \mu \cdot M_1$$

Onde

C = Concentração em g/l

d = densidade da solução

T = título

$\mu$  = molaridade

$M_1$  = massa molar

## Ppm (parte por milhão)

Usada para indicar concentrações extremamente pequenas, indica a quantidade, em gramas, do soluto presente em um milhão ( $10^6$ ) de gramas da solução

Exemplo:

Uma solução de 20 ppm contém 20g de soluto em  $10^6$ g de solução.

## Concentração Percentual

A concentração percentual m/m indica, percentualmente, a relação entre massa de soluto e massa da solução.

% m/m =  $\frac{\text{gramas de soluto (ou outra variação de massa, como kg ou mg)}}{\text{gramas de solução (ou outra variação de massa, kg, mg)}} \times 100$

Situação: 100g (massa exemplo) de uma liga metálica contendo Cu e Al em uma concentração de 15% de Cu indica que 15g daquela mistura é Cu e 85g, Al.

% m/v =  $\frac{\text{gramas de soluto (ou outra unidade de massa, como kg ou mg)}}{\text{litros de solução (ou outra unidade de volume, mL, m}^3)} \times 100$

% v/v =  $\frac{\text{litros de soluto (ou mililitros ou outra unidade de volume)}}{\text{litros de solução (ou mililitros ou outra unidade de volume)}} \times 100$

## Exercícios

---

1. A toxicidade de algumas substâncias é normalmente representada por um índice conhecido como  $DL_{50}$  (dose letal mediana). Ele representa a dosagem aplicada a uma população de seres vivos que mata 50% desses indivíduos e é normalmente medido utilizando-se ratos como cobaias. Esse índice é muito importante para os seres humanos, pois ao se extrapolar os dados obtidos com o uso de cobaias, pode-se determinar o nível tolerável de contaminação de alimentos, para que possam ser consumidos de forma segura pelas pessoas.

O quadro apresenta três pesticidas e suas toxicidades. A unidade mg/kg indica a massa da substância ingerida pela massa da cobaia.

| Pesticidas | $DL_{50}$ (mg/kg) |
|------------|-------------------|
| Diazinon   | 70                |
| Malation   | 1.000             |
| Atrazina   | 3.100             |

Sessenta ratos, com massa de 200 g cada, foram divididos em três grupos de vinte. Três amostras de ração, contaminadas, cada uma delas com um dos pesticidas indicados no quadro, na concentração de 3 mg por grama de ração, foram administradas para cada grupo de cobaias. Cada rato consumiu 100 g de ração.

Qual(ais) grupo(s) terá(ão) uma mortalidade mínima de 10 ratos?

- O grupo que se contaminou somente com atrazina.
- O grupo que se contaminou somente com diazinon.
- Os grupos que se contaminaram com atrazina e malation.
- Os grupos que se contaminaram com diazinon e malation.
- Nenhum dos grupos contaminados com atrazina, diazinon e malation.

2. De acordo com um comunicado emitido pela Academia Americana de Pediatria, em 2015, não existem problemas na higienização dos dentes dos bebês e das crianças com cremes dentais que contêm flúor em sua composição. No entanto, esses produtos devem apresentar uma concentração de flúor entre 0,054 e 0,13 (título em massa), para se obter uma proteção adequada contra as cáries.

Foram realizados testes de qualidade relativos à presença do flúor nos seguintes cremes dentais recomendados para bebês e crianças:

| Creme dental | Concentração de flúor (ppm) |
|--------------|-----------------------------|
| I            | 500                         |
| II           | 750                         |
| III          | 1.000                       |
| IV           | 1.350                       |
| V            | 1.800                       |

Passaram, no teste de qualidade, apenas os cremes dentais

- a) I e II.
  - b) III e IV.
  - c) II e III.
  - d) III, IV e V.
  - e) II, III e IV.
3. O estudo da concentração de soluções aquosas faz-se necessário em muitos ramos da indústria química onde há necessidade de quantidades exatas de componentes químicos reacionais. Entre os ramos da indústria química que utilizam conhecimentos de concentrações podem ser citados o de tratamento de água e efluentes e a indústria cosmética. Um volume de 50,00 mL de uma solução de  $\text{MgCl}_2$  a 2,0 mol/L é diluído até 1 litro de volume final. Sabendo que soluções diluídas de  $\text{MgCl}_2$  são totalmente solúveis e dissociáveis ( $\alpha = 1$ ), podemos afirmar que a concentração, em mol/L, de íons cloreto na nova solução após a diluição será de:
- a) 0,1
  - b) 0,2
  - c) 1,0
  - d) 2,0
  - e) 4,0

4. O glifosfato ( $C_3H_8NO_5P$ ) é bastante utilizado no cultivo da soja, um dos pilares do agronegócio mundial. Em 2015, a Organização Mundial de Saúde (OMS) classificou o produto como “provavelmente cancerígeno para seres humanos”, o que causou eventual efervescência no mercado e interferiu na legislação dos países. No Brasil, o limite de glifosfato aceito é de 10 ppm. As concentrações de glifosfato, informadas nos rótulos de três produtos comercializados para a cultura da soja, estão indicadas no quadro a seguir:

| Produto | Concentração de glifosfato |
|---------|----------------------------|
| I       | 480 g/L                    |
| II      | $2,80 \times 10^{-4}$ M    |
| III     | 0,9 g/mL                   |

Considerando que todos os produtos recomendam diluição de 1 para 100 L antes da aplicação na lavoura da soja, está(ao) de acordo com a legislação atual apenas

Dados: C = 12 g/mol; H = 1 g/mol; N = 14 g/mol; O = 16 g/mol; P = 31 g/mol

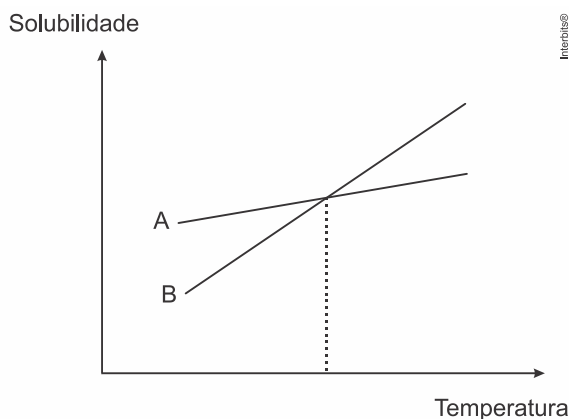
- a) I.  
b) II.  
c) III.  
d) I e II.  
e) II e III.
5. O ibuprofeno ( $C_{13}H_{18}O_2$ ) é um fármaco bem conhecido e amplamente utilizado, pertencente à classe dos anti-inflamatórios não esteroidais. Cerca de 90% do ibuprofeno ministrado diariamente é excretado pela urina. Sabendo que um paciente ingeriu cerca de 2400 mg de ibuprofeno/dia, qual a concentração (em mol/L) deste fármaco presente na urina de 24 horas cujo volume total foi de aproximadamente 2 L?
- a)  $6,0 \times 10^{-3}$   
b)  $3,2 \times 10^{-3}$   
c)  $2,5 \times 10^{-3}$   
d)  $1,1 \times 10^{-3}$   
e)  $5,2 \times 10^{-3}$



6. A análise de uma amostra de sangue determinou que ela contém 0,14 equivalentes de íons  $\text{Na}^+$  por litro. Assumindo que todos os íons  $\text{Na}^+$  originam-se somente da presença de  $\text{NaCl}$  dissolvido, a massa, em gramas, de  $\text{NaCl}$  em 500 mL de sangue é de aproximadamente

Dados: Massas molares ( $\text{g mol}^{-1}$ ):  $\text{Na} = 23$ ;  $\text{Cl} = 35,5$ .

- a) 1,6.
  - b) 2,0.
  - c) 4,1.
  - d) 5,0.
  - e) 6,1.
7. Observe o gráfico e a tabela abaixo, que representam a curva de solubilidade aquosa (em gramas de soluto por 100 g de água) do nitrato de potássio e do nitrato de sódio em função da temperatura.



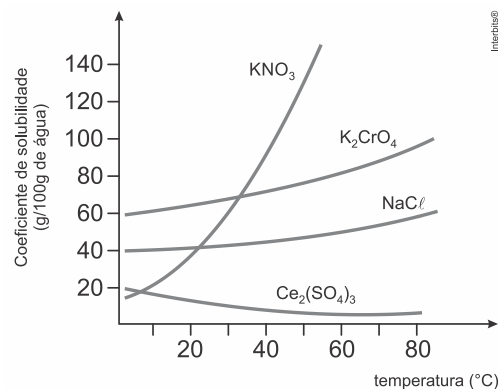
| T (°C) | $\text{KNO}_3$ | $\text{NaNO}_3$ |
|--------|----------------|-----------------|
| 60     | 115            | 125             |
| 65     | 130            | 130             |
| 75     | 160            | 140             |

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A curva A diz respeito ao \_\_\_\_\_ e a curva B, ao \_\_\_\_\_. Considerando duas soluções aquosas saturadas e sem precipitado, uma de  $\text{KNO}_3$  e outra de  $\text{NaNO}_3$ , a 65 °C, o efeito da diminuição da temperatura acarretará a precipitação de \_\_\_\_\_.

- a) nitrato de potássio – nitrato de sódio – nitrato de potássio
- b) nitrato de potássio – nitrato de sódio – nitrato de sódio
- c) nitrato de sódio – nitrato de potássio – nitrato de sódio
- d) nitrato de sódio – nitrato de potássio – ambas
- e) nitrato de potássio – nitrato de sódio – ambas

8.

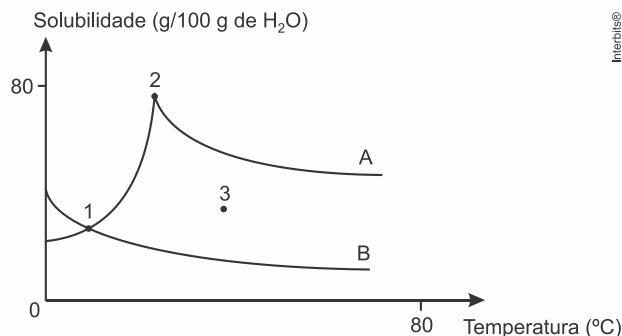


O conhecimento da solubilidade de sais em água é importante para a realização de atividades em laboratórios e nos procedimentos médicos que envolvam a utilização desses compostos químicos. A dissolução dessas substâncias químicas em água é influenciada pela temperatura, como mostra o gráfico que apresenta as curvas de solubilidade do nitrato de potássio,  $\text{KNO}_3(\text{s})$ , do cromato de potássio,  $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{s})$ , do cloreto de sódio,  $\text{NaCl}(\text{s})$ , e do sulfato de cério,  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_2(\text{s})$ .

A análise do gráfico permite afirmar:

- O processo de dissolução dos sais constituídos pelos metais alcalinos, em água, é endotérmico.
- A mistura de 120 g de cromato de potássio com 200 g de água forma uma solução saturada a 60 °C.
- O coeficiente de solubilidade do sulfato de cério aumenta com o aquecimento do sistema aquoso.
- A solubilidade do nitrato de potássio é maior do que a do cromato de potássio a temperatura de 20 °C.
- O nitrato de potássio e o cloreto de sódio apresentam o mesmo coeficiente de solubilidade a 40 °C.

9. A figura a seguir representa as curvas de solubilidade de duas substâncias A e B.



Com base nela, pode-se afirmar que:

- No ponto 1, as soluções apresentam a mesma temperatura mas as solubilidades de A e B são diferentes.
- A solução da substância A está supersaturada no ponto 2.
- As soluções são instáveis no ponto 3.
- As curvas de solubilidade não indicam mudanças na estrutura dos solutos.
- A solubilidade da substância B segue o perfil esperado para a solubilidade de gases em água.

10. A tabela abaixo mostra a solubilidade do sal X, em 100 g de água, em função da temperatura.

| Temperatura (°C)              | 0  | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Massa (g) sal X/100 g de água | 16 | 18 | 21 | 24 | 28 | 32 | 37 | 43 | 50 | 58 |

Com base nos resultados obtidos, foram feitas as seguintes afirmativas:

- A solubilização do sal X, em água, é exotérmica.
- Ao preparar-se uma solução saturada do sal X, a 60 °C, em 200 g de água e resfriá-la, sob agitação até 10 °C, serão precipitados 19 g desse sal.
- Uma solução contendo 90 g de sal e 300 g de água, a 50 °C, apresentará precipitado.

Assim, analisando-se as afirmativas acima, é correto dizer que

- nenhuma das afirmativas está certa.
- apenas a afirmativa II está certa.
- apenas as afirmativas II e III estão certas.
- apenas as afirmativas I e III estão certas.
- todas as afirmativas estão certas.

## Gabarito

### 1. D

Cálculo da massa de pesticida ingerida por cada rato:

1 g de ração — 3 mg de pesticida

100 g de ração —  $m_{\text{pesticida para cada rato}}$

$m_{\text{pesticida para cada rato}} = 300 \text{ mg}$

Como cada rato tem 200 g em massa ou “pesa” 200 g, podemos fazer a seguinte relação e comparar com o quadro fornecido:

$$\frac{300 \text{ mg de pesticida}}{200 \text{ g de rato}} = \frac{5 \times 300 \text{ mg de pesticida}}{5 \times 200 \text{ g de rato}} = \frac{1.500 \text{ mg}}{1.000 \text{ g de rato}} = 1.500 \text{ (mg/kg)}$$

| Pesticidas | DL <sub>50</sub> (mg/kg) | Comparação em (mg/kg)     |
|------------|--------------------------|---------------------------|
| Diazinon   | 70                       | 1.500 > 70 (letal)        |
| Malation   | 1.000                    | 1.500 > 1.000 (letal)     |
| Atrazina   | 3.100                    | 1.500 < 3.100 (não letal) |

### 2. C

Os limites são:

0,054% a 0,13%, ou seja, 0,054 g a 0,13 g em 100 g de solução.

Assim, teremos:

I. 500 ppm = 500 mg em 1.000 g ou 0,05 g em 100 g (abaixo do limite)

II. 750 ppm = 750 mg em 1.000 g ou 0,075 g em 100 g

III. 1.000 ppm = 1.000 mg em 1.000 g ou 0,10 g em 100 g

IV. 1350 ppm = 1.350 mg em 1.000 g ou 0,135 g em 100 g

V. 1800 ppm = 1.800 mg em 1.000 g ou 0,180 g em 100 g

} dentro do limite

} acima do limite

3. B

$$[\text{MgCl}_2] = 2,0 \text{ mol/L}$$

$$V_{\text{inicial}} (\text{solução de MgCl}_2) = 50,00 \text{ mL}$$

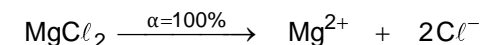
$$V_{\text{final}} = 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

$$[\text{MgCl}_2]_{\text{inicial}} \times V_{\text{inicial}} = [\text{MgCl}_2]_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

$$2,0 \text{ mol/L} \times 50,00 \text{ mL} = [\text{MgCl}_2]_{\text{final}} \times 1000 \text{ mL}$$

$$[\text{MgCl}_2]_{\text{final}} = \frac{2,0 \text{ mol/L} \times 50,00 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$

$$[\text{MgCl}_2]_{\text{final}} = 0,1 \text{ mol/L}$$



$$0,1 \text{ mol/L} \qquad \qquad 0,1 \text{ mol/L} \quad 2 \times 0,1 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = 2 \times 0,1 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = 0,2 \text{ mol/L}$$

4. B

$$\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P} = 169; \text{M}_{\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}} = 169 \text{ g/mol.}$$

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ g}}{1.000 \text{ L}}$$

Considerando que todos os produtos recomendam diluição de 1 para 100 L antes da aplicação na lavoura da soja, vem:

| Produto | Concentração de glifostato  |
|---------|---|
| I       | $480 \text{ g/L} \times 1 \text{ L} = c \times 100 \text{ L} \Rightarrow c = 4,8 \text{ g/L}$   |
| II      | $2,80 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = \mu \times 100 \text{ L} \Rightarrow \mu = 2,80 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ |
| III     | $0,9 \text{ g/mL} \times 1 \text{ L} = c' \times 100 \text{ L} \Rightarrow c' = 0,009 \text{ g/mL}$                                   |

| Produto | Concentração de glifostato  |
|---------|---|
| I       | $4,8 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 4,8 \frac{\times 1.000 \text{ g}}{\times 1.000 \text{ L}} = 480 \times 10 \times \frac{1 \text{ g}}{1.000 \text{ L}} = 480 \times 10 \text{ ppm} > 10 \text{ ppm}$<br>$\underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{10 \text{ ppm}}$   |
| II      | $2,80 \times 10^{-6} \times \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 2,80 \times 10^{-6} \times \frac{169 \text{ g}}{\text{L}} = 473,2 \times 10^{-6} \times \frac{1.000 \times \text{g}}{1.000 \times \text{L}}$<br>$= 473,2 \times 10^{-4} \times 10 \times \frac{\text{g}}{1.000 \times \text{L}} = 0,04732 \times 10 \text{ ppm} < 10 \text{ ppm}$<br>$\underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{10 \text{ ppm}}$ |
| III     | $0,009 \times \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 0,009 \times \frac{1.000 \times \text{g}}{\text{L}} = 0,009 \times \frac{1.000 \times 1.000 \times \text{g}}{1.000 \times \text{L}} = 900 \times 10 \times \frac{\text{g}}{1.000 \times \text{L}}$<br>$= 900 \times 10 \text{ ppm} > 10 \text{ ppm}$<br>$\underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{10 \text{ ppm}}$   |

5. E

$$1 \text{ mol de } (\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) \text{ ——— } 206\text{g}$$

$$x \text{ mol ——— } 2,4\text{g}$$

$$x = 0,011 \text{ mol / dia}$$

$$\text{conc.} = \frac{0,011}{2} = 5,82 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Porém, 90% será excretado, assim:

$$5,82 \cdot 10^{-3} \text{ ——— } 100\%$$

$$y \text{ ——— } 90\%$$

$$y = 5,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

6. C

$$0,14 \text{ eq. de } \text{Na}^+$$

Relação entre concentração e normalidade:

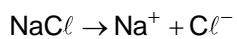
$$N = M \cdot k$$

Onde k é a valência do cátion ou do ânion:

$$M = \frac{0,14}{1} = 0,14 \text{ mol/L}$$

Proporção:

$$1:1:1$$



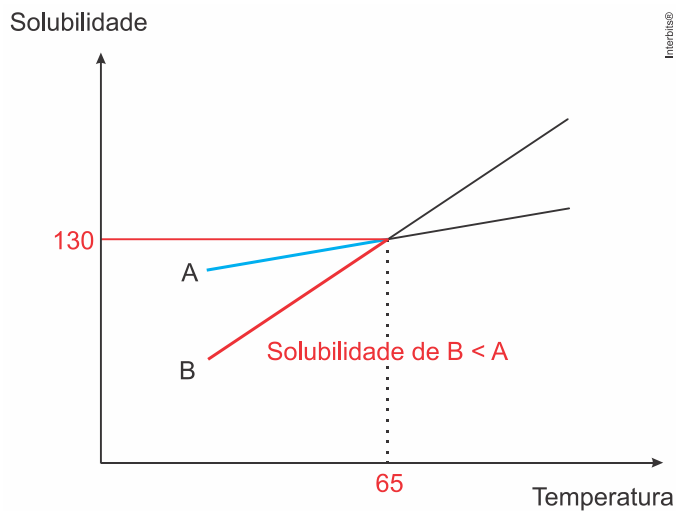
$$0,14 \quad 0,14 \quad 0,14$$

$$M = \frac{m}{MM \cdot V} \Rightarrow 0,14 = \frac{m}{58,5 \cdot 0,5}$$

$$m = 4,09 \text{ g}$$

## 7. D

De acordo com as curvas de solubilidade e com a tabela fornecida, vem:



←  
Diminuição da temperatura

| T (°C) | KNO <sub>3</sub> | NaNO <sub>3</sub> |
|--------|------------------|-------------------|
| 60     | 115              | 125               |
| 65     | 130              | 130               |
| 75     | 160              | 140               |

← 115 < 125  
(B) (A)

Conclusão: a curva A diz respeito ao nitrato de sódio (NaNO<sub>3</sub>), pois apresenta maior solubilidade abaixo de 65 °C e a curva B, ao nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), pois apresenta menor solubilidade abaixo de 65 °C. Considerando duas soluções aquosas saturadas e sem precipitado, uma de KNO<sub>3</sub> e outra de NaNO<sub>3</sub>, a 65 °C, o efeito da diminuição da temperatura acarretará a precipitação de ambas.

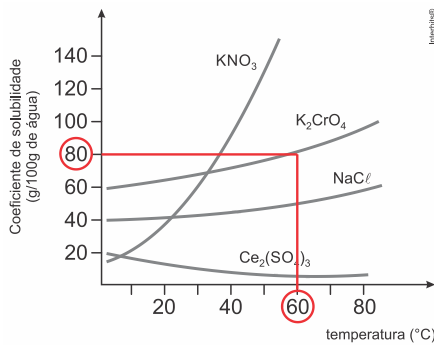
KNO<sub>3</sub> : 130 g – 115 g = 15 g (precipitação).

NaNO<sub>3</sub> : 130 g – 125 g = 5 g (precipitação).

8. A

[A] Correta. De acordo com as curvas representadas, o processo de dissolução dos sais constituídos pelos metais alcalinos ( $\text{KNO}_3$  e  $\text{NaCl}$ ), em água, é endotérmico, pois a solubilidade aumenta com a elevação da temperatura.

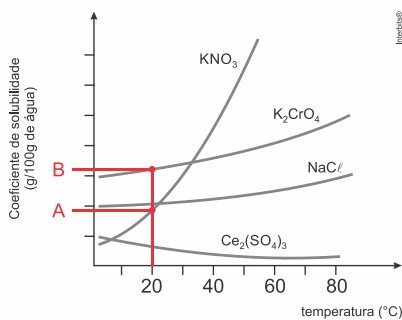
[B] Incorreta. A mistura de 120 g de cromato de potássio com 200 g de água forma uma solução insaturada a  $60^\circ\text{C}$ .



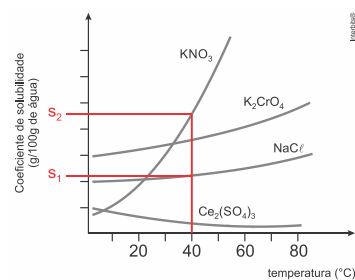
80 g ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) ————— 100 g de  $\text{H}_2\text{O}$   
 160 g ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) ————— 200 g de  $\text{H}_2\text{O}$   
 120 g de  $\text{K}_2\text{CrO}_4 < 160$  g de  $\text{K}_2\text{CrO}_4 \Rightarrow$  Solução insaturada.

[C] Incorreta. O coeficiente de solubilidade do sulfato de cério diminui com o aquecimento do sistema aquoso, pois a curva representativa do processo é decrescente.

[D] Incorreta. A solubilidade do nitrato de potássio (A) é menor do que a do cromato de potássio (B) a temperatura de  $20^\circ\text{C}$ .



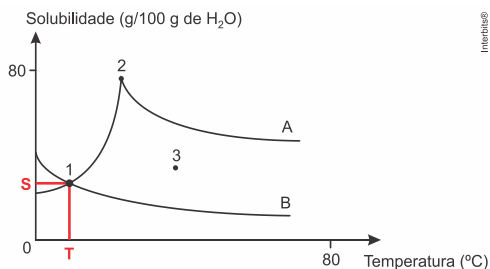
[E] Incorreta. O nitrato de potássio ( $S_2$ ) e o cloreto de sódio ( $S_1$ ) apresentam diferentes coeficientes de solubilidade a  $40^\circ\text{C}$ .





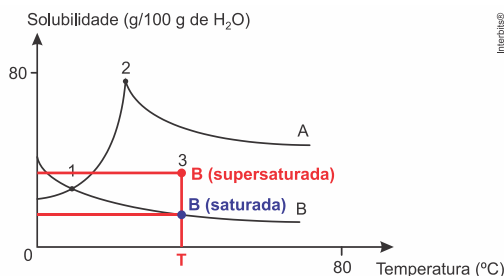
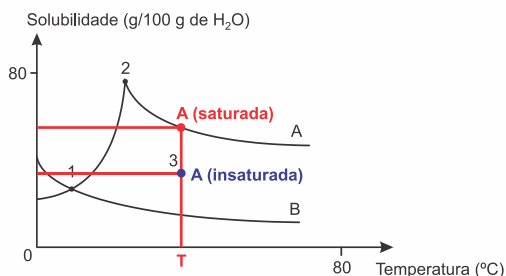
9. E

[A] Incorreta. No ponto 1, as soluções A e B apresentam a mesma temperatura e as mesmas solubilidades.



[B] Incorreta. A solução da substância A está saturada no ponto 2 no qual ocorre um pico na solubilidade de A.

[C] Incorreta. No ponto 3, a solução A está insaturada, ou seja, estável e a solução B estará supersaturada, ou seja, instável.



[D] As curvas de solubilidade podem indicar mudanças na estrutura dos solutos. Por exemplo, no ponto 2, a estrutura cristalina pode ter sido alterada com a hidratação do composto, antes, anidro.

[E] A solubilidade da substância B segue o perfil esperado para a solubilidade de gases em água, ou seja, com a elevação da temperatura a solubilidade dos gases diminui em água, pois a constante de Henry depende da temperatura. Observe:

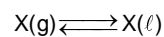
A partir da equação de estado de um gás ideal, vem:

$$p_X \times V = n \times R \times T$$

pressão parcial

$$\frac{n}{V} = \frac{p_X}{R \times T}$$

$$[X(g)] = \frac{p_X}{R \times T}$$



$$K_{eq} = \frac{[X(l)]}{[X(g)]}$$

$$K_{eq} = \frac{[X(l)]}{\frac{p_X}{R \times T}} \Rightarrow [X(l)] = K_{eq} \times \frac{p_X}{R \times T}$$

$$[X(l)] = \frac{K_{eq}}{R \times T} \times p_X$$

Constante de Henry (K<sub>H</sub>)

$$[X(l)] = K_H \times p_X$$

## 10. A

[I] Incorreta. A solubilização do sal X, em água, é endotérmica, pois quanto maior a temperatura, maior a massa de sal solubilizada.

[II] Incorreta. Ao preparar-se uma solução saturada do sal X, a 60 °C, em 200 g de água e resfriá-la, sob agitação até 10 °C, serão precipitados 38 g desse sal.

|                                  |    |    |
|----------------------------------|----|----|
| Temperatura (°C)                 | 10 | 60 |
| Massa (g)<br>sal X/100 g de água | 18 | 37 |

60 °C

100 g de água ————— 37 g de sal

200 g de água —————  $\underbrace{2 \times 37 \text{ g de sal}}_{74 \text{ g}}$

10 °C

100 g de água ————— 18 g de sal

200 g de água —————  $\underbrace{2 \times 18 \text{ g de sal}}_{36 \text{ g}}$

74 g – 36 g = 38 g (precipitado)

[III] Errada. Uma solução contendo 90 g de sal e 300 g de água, a 50 °C, não apresentará precipitado.

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Temperatura (°C)                 | 50 |
| Massa (g)<br>sal X/100 g de água | 32 |

100 g de água ————— 32 g de sal

300 g de água —————  $\underbrace{3 \times 32 \text{ g de sal}}_{96 \text{ g}}$

90 g – 96 g = –6 g (sem precipitado)