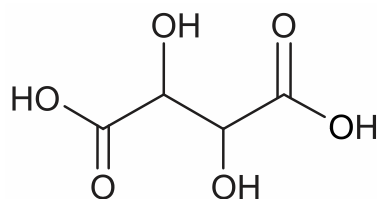


1. (Ufjf-pism 2 2018) Um estudante recolheu 1 litro de solução saturada de sulfato de cobre e, após deixar o recipiente por uma semana na temperatura ambiente, verificou a presença de cristais de sulfato de cobre e um volume de solução final de 700 mL. Sabendo-se que a solubilidade do sulfato de cobre é de 22,3 g em 100 mL de água, nessa temperatura, qual a massa (em gramas) de sulfato de cobre precipitada?

- 10,0
- 66,9
- 22,3
- 156,1
- 223,0

2. (Famema 2018) Considere a fórmula estrutural e as informações sobre o ácido tartárico.

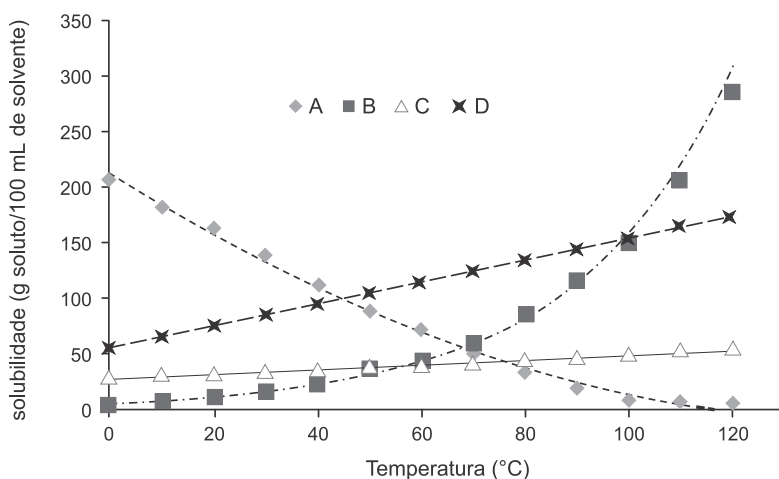


ácido tartárico

Dados: massa molar = 150 g/mol // solubilidade em água a 20°C = 139 g/100 mL de água

- A adição de 100 g de ácido tartárico em 100 mL de água a 20 °C resultará em solução saturada ou insaturada? Justifique sua resposta.
- Sabendo que a molécula do ácido tartárico apresenta dois átomos de hidrogênio ionizáveis, escreva a equação que representa a neutralização completa do ácido tartárico com KOH. Calcule o volume, em mililitros, de solução aquosa 0,5 mol/L de KOH necessário para neutralizar completamente 3,0 g de ácido tartárico.

3. (Unioeste 2018) A recristalização é uma técnica de purificação de sólidos. Ela consiste na solubilização à quente do produto em um solvente adequado, filtração da solução para retirada dos contaminantes insolúveis e permite que a solução atinja a temperatura ambiente (20 °C) para formação dos cristais purificados. Um produto X deve ser recristalizado. Estão disponíveis quatro solventes, A, B, C e D, e a curva de solubilidade de X nesses quatro solventes (em g soluto/100 mL de solvente) é mostrada abaixo.



De acordo com as informações, assinale a opção que apresenta o solvente mais adequado para a recristalização de X, na temperatura de 100 °C, de forma a otimizar o rendimento deste procedimento.

- A
- B
- C
- D
- Nenhum solvente é adequado

4. (Uefs 2018) O coeficiente de solubilidade do cloreto de sódio (NaCl) em água, a 20°C , é cerca de 36 g/100 g. A fração em mol do soluto em uma solução aquosa saturada a essa temperatura é aproximadamente

Dados: $\text{Na} = 23$; $\text{Cl} = 35,5$; $\text{H} = 1$; $\text{O} = 16$.

- 0,1.
- 0,2.
- 0,3.
- 0,4.
- 0,5.

5. (Fuvest 2018) No acidente com o cézio-137 ocorrido em 1987 em Goiânia, a cápsula, que foi aberta inadvertidamente, continha 92 g de cloreto de cézio-137. Esse isótopo do cézio sofre decaimento do tipo beta para bário-137, com meia-vida de aproximadamente 30 anos.

Considere que a cápsula tivesse permanecido intacta e que hoje seu conteúdo fosse dissolvido em solução aquosa diluída de ácido clorídrico suficiente para a dissolução total.

- Com base nos dados de solubilidade dos sais, proponha um procedimento químico para separar o bário do cézio presentes nessa solução.
- Determine a massa do sal de bário seco obtido ao final da separação, considerando que houve recuperação de 100% do bário presente na solução.

Note e adote:

Solubilidade de sais de bário e de cézio (g do sal por 100 mL de água, a 20°C).

	Cloreto	Sulfato
Bário	35,8	$2,5 \times 10^{-4}$
Césio	187	179

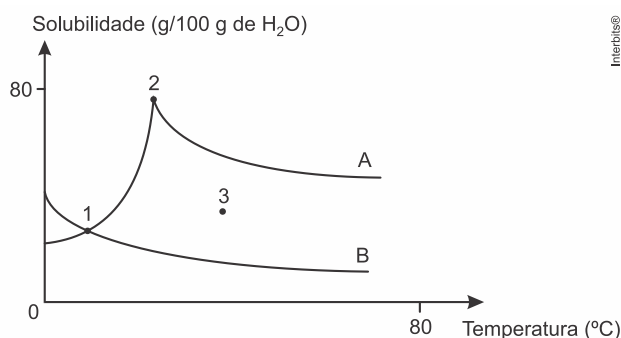
Massas molares:

cloro 35,5 g/mol

enxofre 32 g/mol

oxigênio 16 g/mol

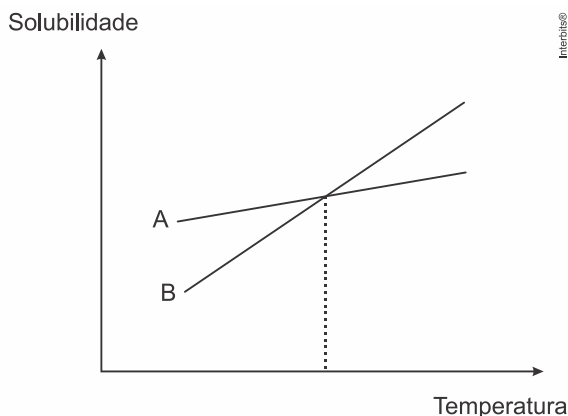
6. (Ime 2017) A figura a seguir representa as curvas de solubilidade de duas substâncias A e B.



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.

7. (Ufrgs 2017) 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.



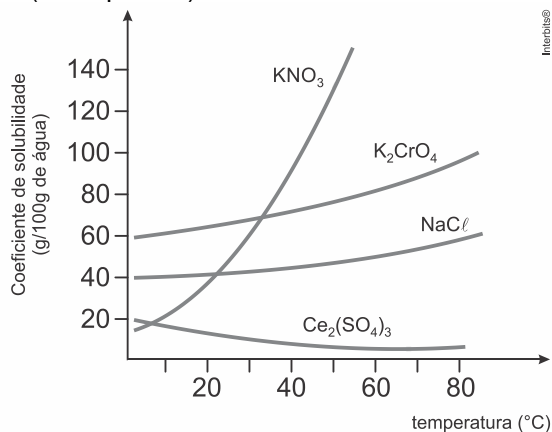
T (°C)	KNO ₃	NaNO ₃
60	115	125
65	130	130
75	160	140

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 KNO₃ e outra de NaNO₃, a 65 °C, o efeito da diminuição da temperatura acarretará a precipitação de _____.

- nitrato de potássio – nitrato de sódio – nitrato de potássio
- nitrato de potássio – nitrato de sódio – nitrato de sódio
- nitrato de sódio – nitrato de potássio – nitrato de sódio
- nitrato de sódio – nitrato de potássio – ambas
- nitrato de potássio – nitrato de sódio – ambas

8. (Ebmsp 2017)

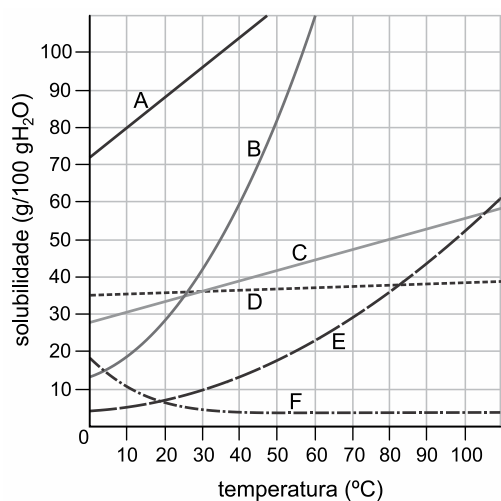


O conhecimento da solubilidade de sais em água é importante para a realização de atividades em laboratórios e nos procedimentos médicos que envolvam a utilização desses compostos químicos. A dissolução dessas substâncias químicas em água é influenciada pela temperatura, como mostra o gráfico que apresenta as curvas de solubilidade do nitrato de potássio, KNO_{3(s)}, do cromato de potássio, K₂CrO_{4(s)}, do cloreto de sódio, NaCl_(s), e do sulfato de cério, Ce₂(SO₄)_{2(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. (Unicid - Medicina 2017) O gráfico apresenta as solubilidades dos sais A, B, C, D, E e F em função da temperatura.



(www.preuniversitycourses.com. Adaptado.)

- Indique o sal cuja solubilidade em água é menos afetada pelo aumento de temperatura.
- Considere uma solução preparada com 33 g do sal B em 50 g de água, a 40 °C. A mistura resultante apresenta corpo de fundo? Justifique sua resposta.

10. (Mackenzie 2017) 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:

Resposta da questão 1: [B]

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

$$V_{\text{final}} = 700 \text{ mL}$$

$$\text{Variação de volume} = 1000 \text{ mL} - 700 \text{ mL} = 300 \text{ mL}$$

$$22,3 \text{ g de sulfato de cobre} \text{ ————— } 100 \text{ mL (solução ou água)}$$

$$m_{\text{sulfato de cobre}} \text{ ————— } 300 \text{ mL (solução ou água)}$$

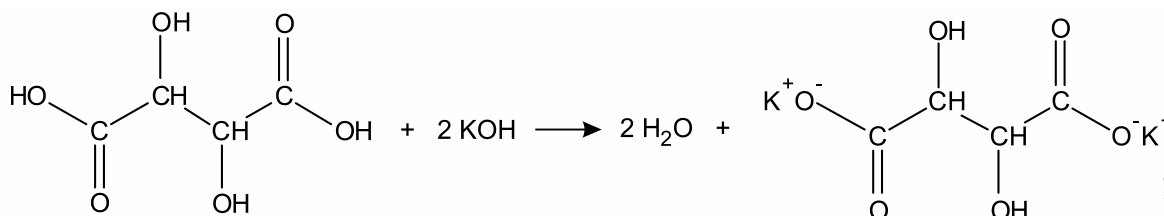
$$m_{\text{sulfato de cobre}} = \frac{22,3 \text{ g de sulfato de cobre} \times 300 \text{ mL (solução ou água)}}{100 \text{ mL (solução ou água)}}$$

$$m_{\text{sulfato de cobre}} = 66,9 \text{ g}$$

Resposta da questão 2:

a) Como os 100 g de ácido tartárico adicionados em 100 mL de água a 20 °C estão abaixo dos 139 g que podem ser dissolvidos, conclui-se que a solução resultante será insaturada.

b) Equação que representa a neutralização completa do ácido tartárico com KOH:



$$M_{\text{ácido tartárico}} = 150 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{ácido tartárico}} = 3,0 \text{ g}$$

$$n_{\text{ácido tartárico}} = \frac{m_{\text{ácido tartárico}}}{M_{\text{ácido tartárico}}} = \frac{3,0 \text{ g}}{150 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,02 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol (ácido tartárico)} \text{ ————— } 2 \text{ mol (KOH) (vide equação)}$$

$$0,02 \text{ mol (ácido tartárico)} \text{ ————— } n_{\text{KOH}}$$

$$n_{\text{KOH}} = \frac{0,02 \text{ mol} \times 2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}}$$

$$n_{\text{KOH}} = 0,04 \text{ mol}$$

$$[\text{KOH}] = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$1 \text{ L} \text{ ————— } 0,5 \text{ mol (KOH)}$$

$$V \text{ ————— } 0,04 \text{ mol (KOH)}$$

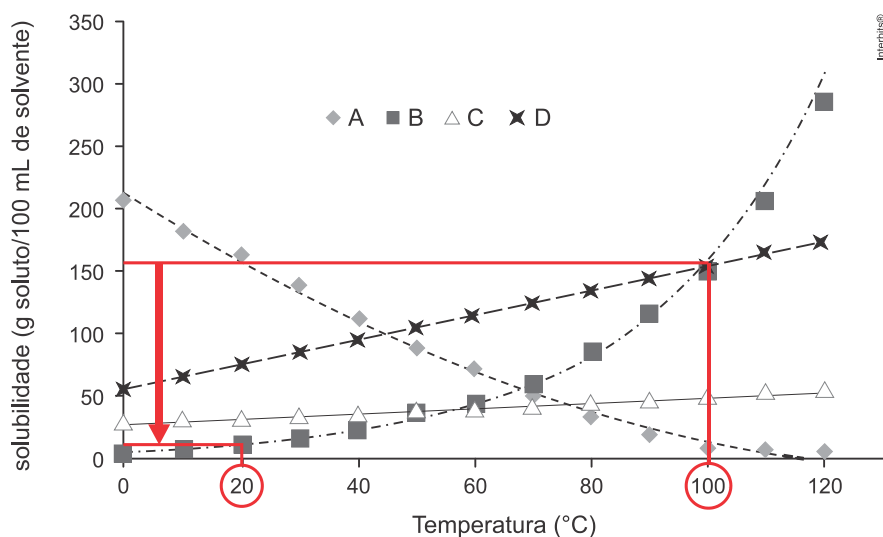
$$V = \frac{1 \text{ L} \times 0,04 \text{ mol}}{0,5 \text{ mol}}$$

$$V = 0,08 \text{ L} = 80 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$V = 80 \text{ mL}$$

Resposta da questão 3: [B]

O solvente mais adequado para a recristalização de X, na temperatura de 100 °C, é o B, pois apresenta a curva mais inclinada, ou seja, verifica-se maior variação de solubilidade.



Resposta da questão 4: [A]

$$\left. \begin{array}{l} \text{NaCl} = 23 + 35,5 = 58,5 \\ M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right\} n_{\text{NaCl}} = \frac{36 \text{ g}}{58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{36}{58,5} \text{ mol} \approx 0,6 \text{ mol}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{H}_2\text{O} = 2 \times 1 + 16 = 18 \\ M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right\} n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{100 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{100}{18} \text{ mol} \approx 5,55 \text{ mol}$$

$$X_i = \frac{n_i}{n_{\text{total}}}$$

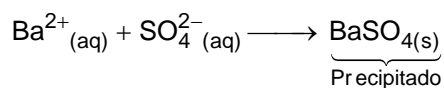
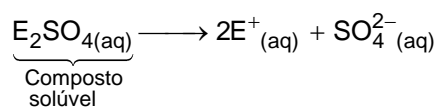
$$X_{\text{NaCl}} = \frac{n_{\text{NaCl}}}{(n_{\text{NaCl}} + n_{\text{H}_2\text{O}})}$$

$$X_{\text{NaCl}} = \frac{0,6 \text{ mol}}{(0,6 + 5,55) \text{ mol}} \approx \frac{0,6}{6}$$

$$X_{\text{NaCl}} \approx 0,1$$

Resposta da questão 5:

a) Um procedimento químico para separar o bário do cério presentes na solução seria a adição de um sulfato solúvel em água que provocasse a precipitação do bário na forma de sulfato de bário (BaSO_4), que apresenta baixa solubilidade em água. Solubilidade do BaSO_4 ; $20^\circ\text{C} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ g} / 100 \text{ mL de H}_2\text{O}$.



b) O isótopo do cério sofre decaimento do tipo beta para bário-137 ($^{137}_{55}\text{Cs} \longrightarrow ^0_{-1}\beta + ^{137}_{56}\text{Ba}$), com meia-vida de aproximadamente 30 anos, ou seja, cério se transforma em bário, na mesma proporção estequiométrica.

Então,

$$\left. \begin{array}{l} \text{CsCl} = 172,5 \\ m_{\text{CsCl}} = 92 \text{ g} \end{array} \right\} n_{\text{CsCl}} = \frac{92}{172,5} \text{ mol} = 0,5333 \text{ mol}$$

0,5333 mol de CsCl ——— 0,5333 mol de Cs

$$1 \text{ mol de Cs} \xrightarrow{30 \text{ anos}} \frac{1 \text{ mol de Cs}}{2}$$

$$0 \text{ mol de Ba} \xrightarrow{30 \text{ anos}} \frac{1 \text{ mol de Ba}}{2}$$

$$0,5333 \text{ mol de Cs} \xrightarrow{30 \text{ anos}} \frac{0,5333}{2} \text{ mol de Cs} = 0,267$$

$$0 \text{ mol de Ba} \xrightarrow{30 \text{ anos}} \frac{0,5333}{2} \text{ mol de Ba} = 0,267$$

0,267 mol de Ba ——— 0,267 mol de BaSO₄

$$M_{\text{BaSO}_4} = 233 \text{ g/mol}$$

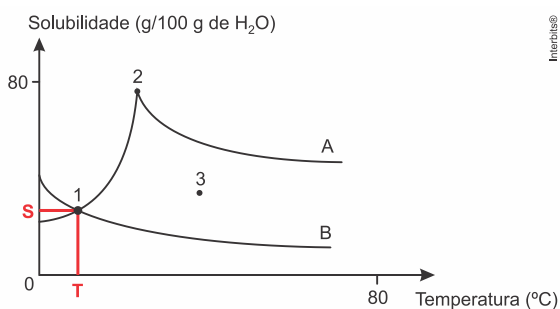
$$n_{\text{BaSO}_4} = \frac{m_{\text{BaSO}_4}}{M_{\text{BaSO}_4}} \Rightarrow m_{\text{BaSO}_4} = n_{\text{BaSO}_4} \times M_{\text{BaSO}_4}$$

$$m_{\text{BaSO}_4} = 0,267 \text{ mol} \times 233 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{BaSO}_4} = 62,21 \text{ g}$$

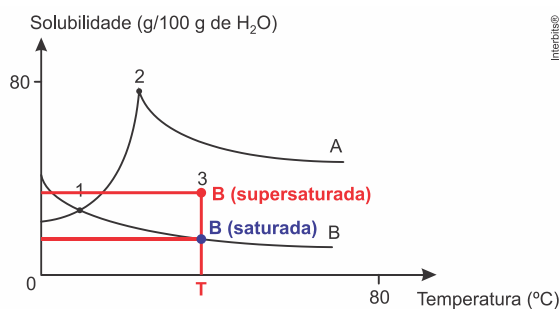
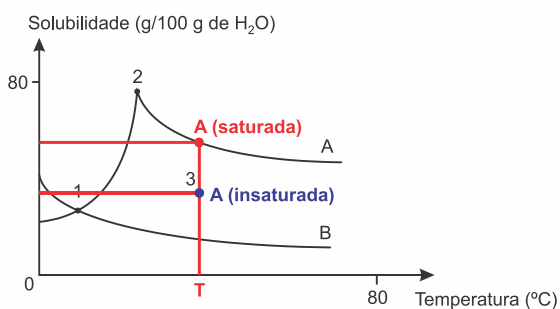
Resposta da questão 6: [E]

[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:

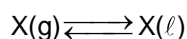
A partir da equação de estado de um gás ideal, vem:

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

pressão
parcial

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

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



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

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

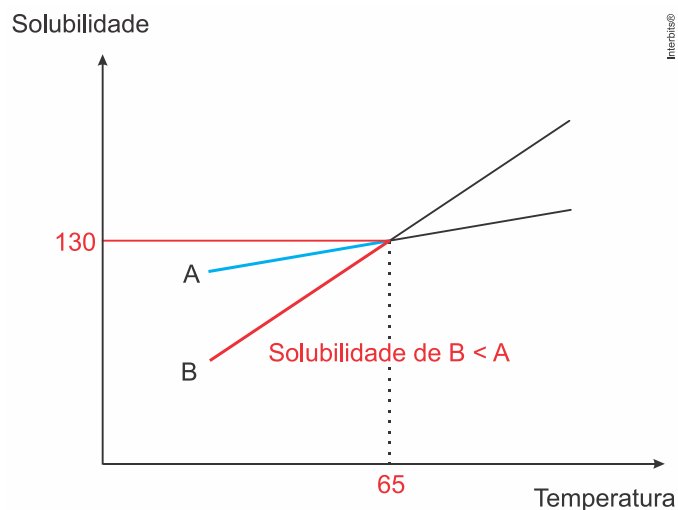
$$[X(\ell)] = \frac{K_{eq}}{R \times T} \times p_X$$

Constante de
Henry (K_H)

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

Resposta da questão 7: [D]

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



Diminuição da temperatura

T (°C)	KNO ₃	NaNO ₃
60	115	125
65	130	130
75	160	140

115 < 125
(B) (A)

Conclusão: a curva A diz respeito ao nitrato de sódio (NaNO_3), pois apresenta maior solubilidade abaixo de 65°C e a curva B, ao nitrato de potássio (KNO_3), pois apresenta menor solubilidade abaixo de 65°C . Considerando duas soluções aquosas saturadas e sem precipitado, uma de KNO_3 e outra de NaNO_3 , a 65°C , o efeito da diminuição da temperatura acarretará a precipitação de ambas.

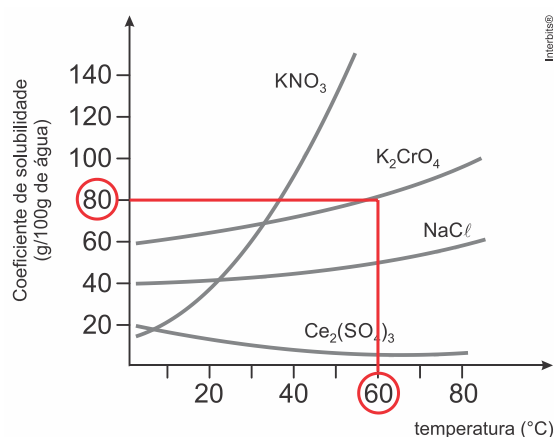
KNO_3 : $130\text{ g} - 115\text{ g} = 15\text{ g}$ (precipitação).

NaNO_3 : $130\text{ g} - 125\text{ g} = 5\text{ g}$ (precipitação).

Resposta da questão 8: [A]

[A] Correta. De acordo com as curvas representadas, o processo de dissolução dos sais constituídos pelos metais alcalinos (KNO_3 e 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°C .



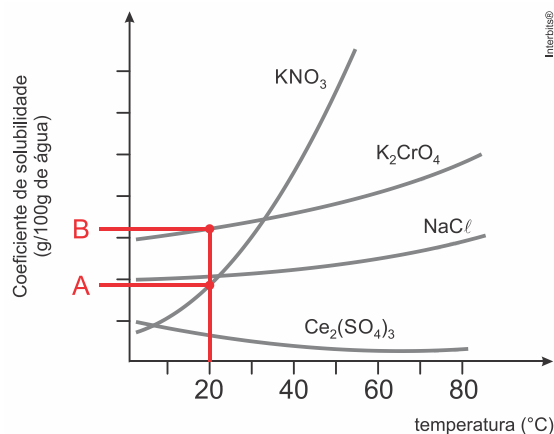
$80\text{ g} (\text{K}_2\text{CrO}_4) \text{ ————— } 100\text{ g de H}_2\text{O}$

$160\text{ g} (\text{K}_2\text{CrO}_4) \text{ ————— } 200\text{ g de H}_2\text{O}$

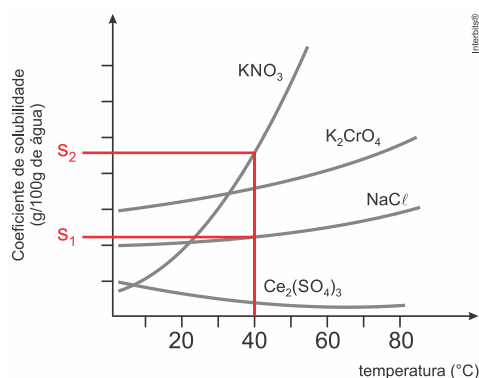
$120\text{ g de K}_2\text{CrO}_4 < 160\text{ g de K}_2\text{CrO}_4 \Rightarrow \text{Solução insaturada.}$

[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°C .



[E] Incorreta. O nitrato de potássio (S_2) e o cloreto de sódio (S_1) apresentam diferentes coeficientes de solubilidade a 40°C .



Resposta da questão 9:

a) O sal cuja solubilidade em água é menos afetada frente ao aumento da temperatura foi o sal [D].

b) A 40 °C :

60 g — 100 g de H₂O

x g — 50 g de H₂O

x = 30 g é dissolvido

Assim restará 3 g de sal que não se solubilizará, formando corpo de fundo.

Resposta da questão 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) sal X/100 g de água	18	37

60 °C

100 g de água — 37 g de sal

200 g de água — 2×37 g de sal
74 g

10 °C

100 g de água — 18 g de sal

200 g de água — 2×18 g de sal
36 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) sal X/100 g de água	32

100 g de água — 32 g de sal

300 g de água — 3×32 g de sal
96 g

90 g – 96 g = –6 g (sem precipitado)