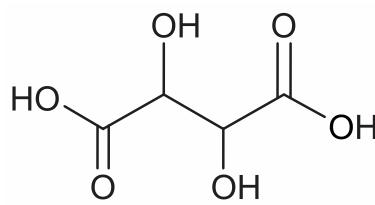


1. (Ufjf-pism 2 2018) Um estudante recolheu 1 litro de solução saturada de sulfato de cobre e, após deixar o recipiente por uma semana na temperatura ambiente, verificou a presença de cristais de sulfato de cobre e um volume de solução final de 700 mL. Sabendo-se que a solubilidade do sulfato de cobre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

- a) 10,0
- b) 66,9
- c) 22,3
- d) 156,1
- e) 223,0

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



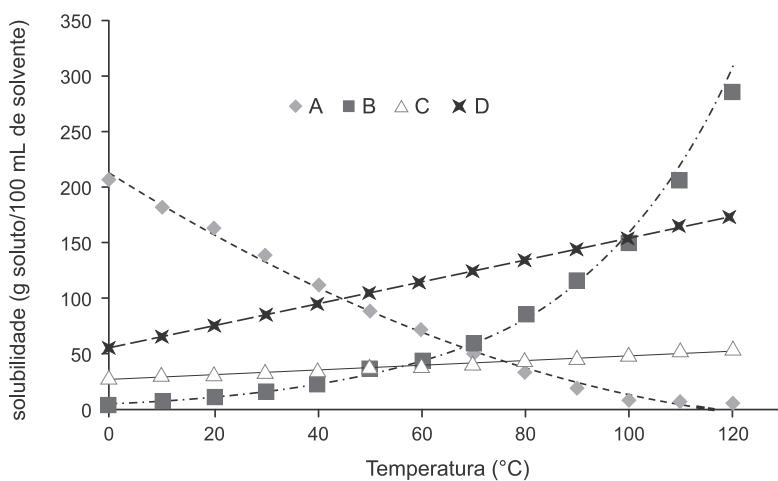
ácido tartárico

Interdisc®

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

- a) 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.
- b) 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) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) 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: Na = 23; Cl = 35,5; H = 1; O = 16.

- a) 0,1.
- b) 0,2.
- c) 0,3.
- d) 0,4.
- e) 0,5.

5. (Fuvest 2018) No acidente com o césio-137 ocorrido em 1987 em Goiânia, a cápsula, que foi aberta inadvertidamente, continha 92 g de cloreto de césio-137. Esse isótopo do césio 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.

- a) Com base nos dados de solubilidade dos sais, proponha um procedimento químico para separar o bário do césio presentes nessa solução.
- b) 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 césio (g do sal por 100 mL de água, a 20°C).

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

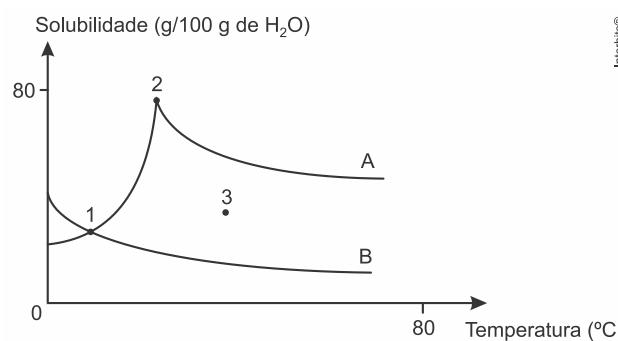
Massas molares:

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.

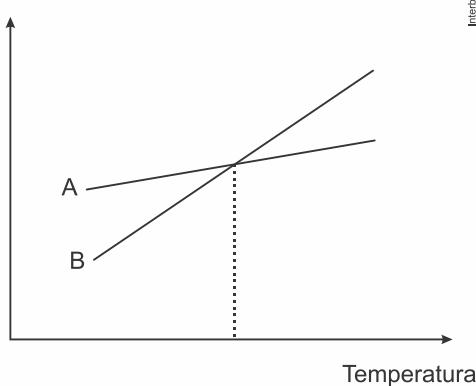


Com base nela, pode-se afirmar que:

- a) No ponto 1, as soluções apresentam a mesma temperatura mas as solubilidades de A e B são diferentes.
- b) A solução da substância A está supersaturada no ponto 2.
- c) As soluções são instáveis no ponto 3.
- d) As curvas de solubilidade não indicam mudanças na estrutura dos solutos.
- e) 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.

Solubilidade



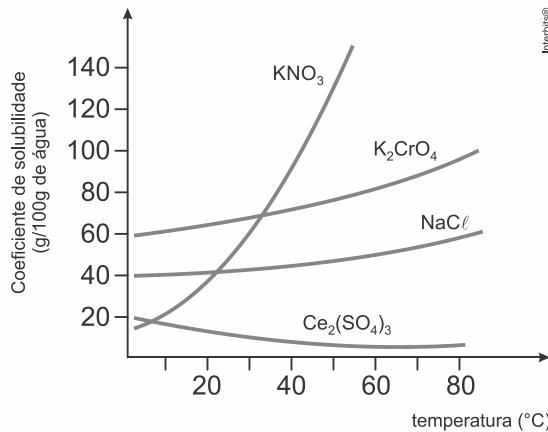
T (°C)	KNO ₃	NaNO ₃
60	115	125
65	130	130
75	160	140

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 _____.

- 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. (Ebmsp 2017)

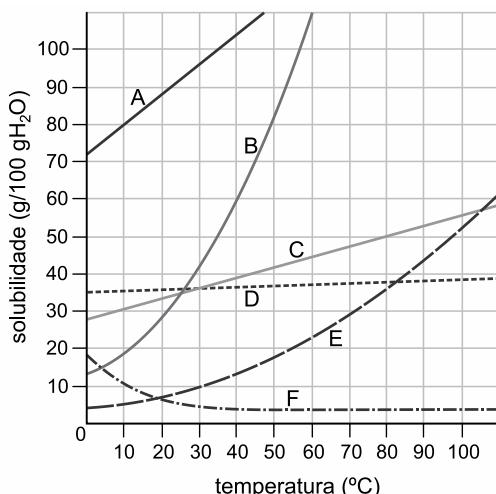


O conhecimento da solubilidade de sais em água é importante para a realização de atividades em laboratórios e nos procedimentos médicos que envolvem a utilização desses compostos químicos. A dissolução dessas substâncias químicas em água é influenciada pela temperatura, como mostra o gráfico que apresenta 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:

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

- a) Indique o sal cuja solubilidade em água é menos afetada pelo aumento de temperatura.
b) 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:

- I. A solubilização do sal X, em água, é exotérmica.
II. 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.
III. 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

- a) nenhuma das afirmativas está certa.
b) apenas a afirmativa II está certa.
c) apenas as afirmativas II e III estão certas.
d) apenas as afirmativas I e III estão certas.
e) 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 g de sulfato de cobre ————— 100 mL (solução ou água)

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

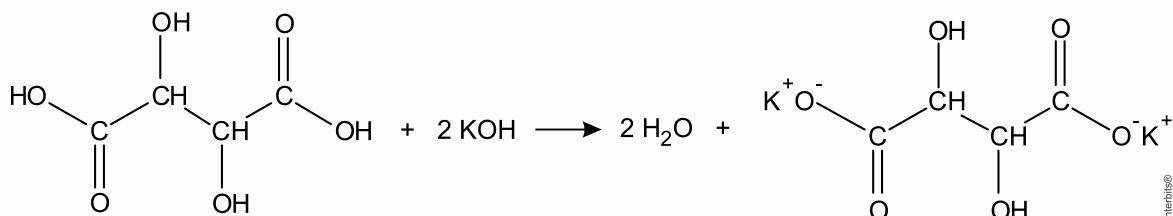
$$m_{\text{sulfato de cobre}} = \frac{22,3 \text{ g de sulfato de cobre} \times 300 \text{ mL} (\text{solução ou água})}{100 \text{ mL} (\text{solução ou água})}$$

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

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 mol (ácido tartárico) ————— 2 mol (KOH) (vide equação)

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

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

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

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

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

$$V ————— 0,04 \text{ mol (KOH)}$$

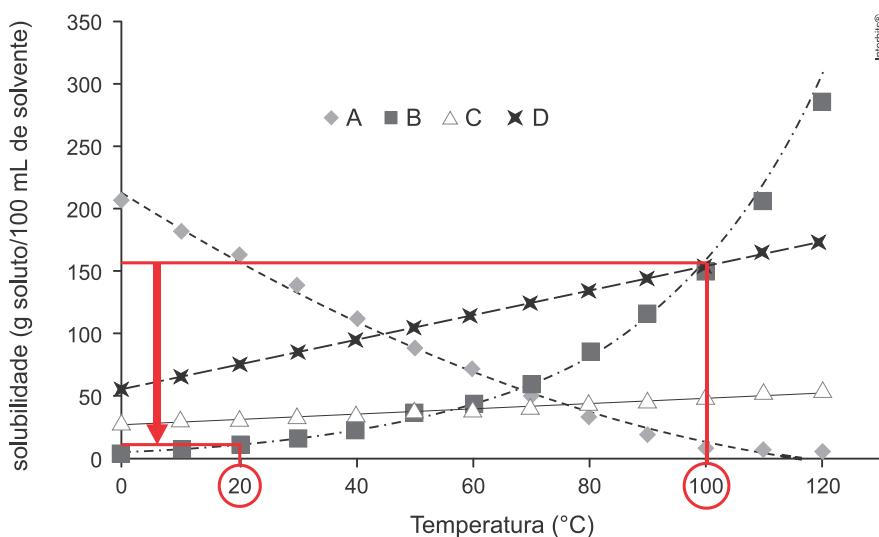
$$V = \frac{1 \text{ L} \times 0,04 \text{ mol}}{0,5 \text{ mol}}$$

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

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

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]**

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

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

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

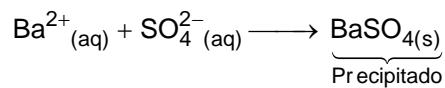
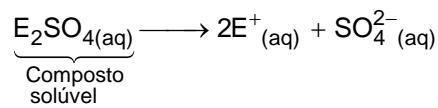
$$X_{\text{NaCl}} = \frac{n_{\text{NaCl}}}{(n_{\text{NaCl}} + n_{\text{H}_2\text{O}})}$$

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

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

Resposta da questão 5:

a) Um procedimento químico para separar o bário do césio 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 césio sofre decaimento do tipo beta para bário-137 (${}_{55}^{137}\text{Cs} \xrightarrow{-1\beta} {}_{56}^{137}\text{Ba}$), com meia-vida de aproximadamente 30 anos, ou seja, césio se transforma em bário, na mesma proporção estequiométrica.

Então,

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

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

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

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

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

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

0,267 mol de Ba —— 0,267 mol de BaSO₄

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

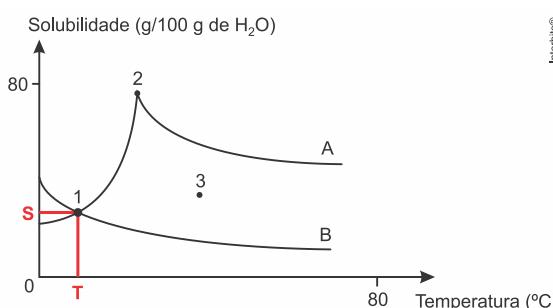
$$n_{\text{BaSO}_4} = \frac{m_{\text{BaSO}_4}}{M_{\text{BaSO}_4}} \Rightarrow m_{\text{BaSO}_4} = n_{\text{BaSO}_4} \times M_{\text{BaSO}_4}$$

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

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

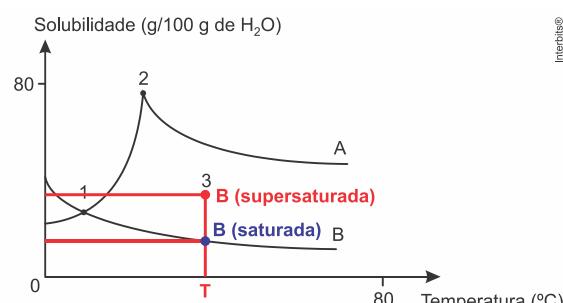
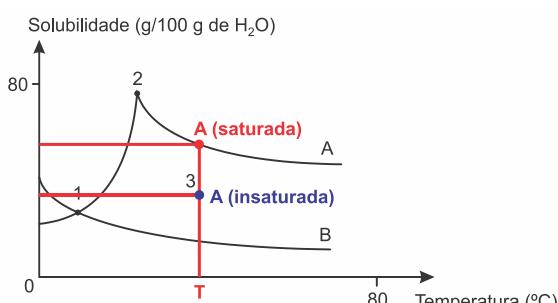
Resposta da questão 6: [E]

[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:

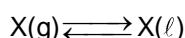
A partir da equação de estado de um gás ideal, vem:

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

pressão parcial

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

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



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

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

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

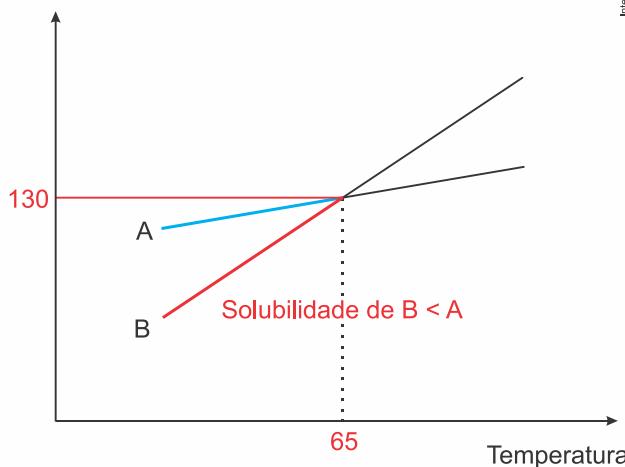
Constante de Henry (K_H)

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

Resposta da questão 7: [D]

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

Solubilidade



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.

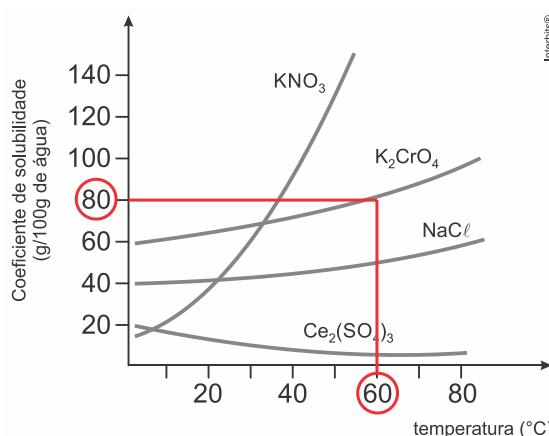
KNO_3 : 130 g – 115 g = 15 g (precipitação).

NaNO_3 : 130 g – 125 g = 5 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.



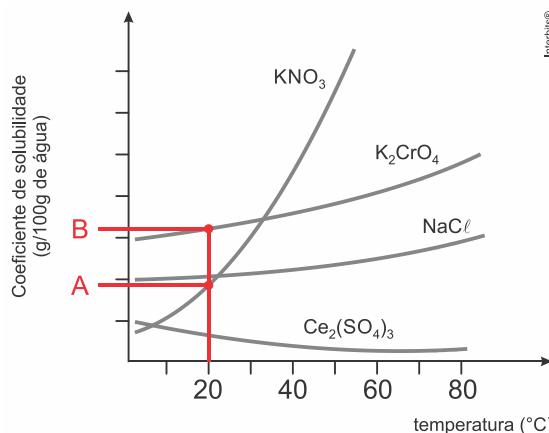
80 g (K_2CrO_4) ——— 100 g de H_2O

160 g (K_2CrO_4) ——— 200 g de H_2O

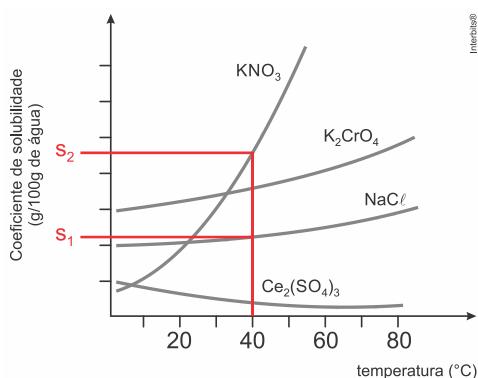
120 g de K_2CrO_4 < 160 g de $\text{K}_2\text{CrO}_4 \Rightarrow$ Solução insaturada.

[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 °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 ——— $\underbrace{2 \times 37 \text{ g de sal}}_{74 \text{ g}}$

10 °C

100 g de água ——— 18 g de sal

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

$$74 \text{ g} - 36 \text{ g} = 38 \text{ g} \text{ (precipitado)}$$

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

$$90 \text{ g} - 96 \text{ g} = -6 \text{ g} \text{ (sem precipitado)}$$