

QUÍMICA

COM
**PEDRO
NUNES**

Química é a ciência que estuda a composição, estrutura, propriedades da matéria, as mudanças sofridas por ela durante as reações químicas e sua relação com a energia. É considerada uma ciência exata e é considerada muitas vezes de ciência central porque é a ponte entre outras ciências, como a física, matemática e a biologia. A química possui particularidades, como a utilização dos conceitos de moléculas, átomos, iões, álco-

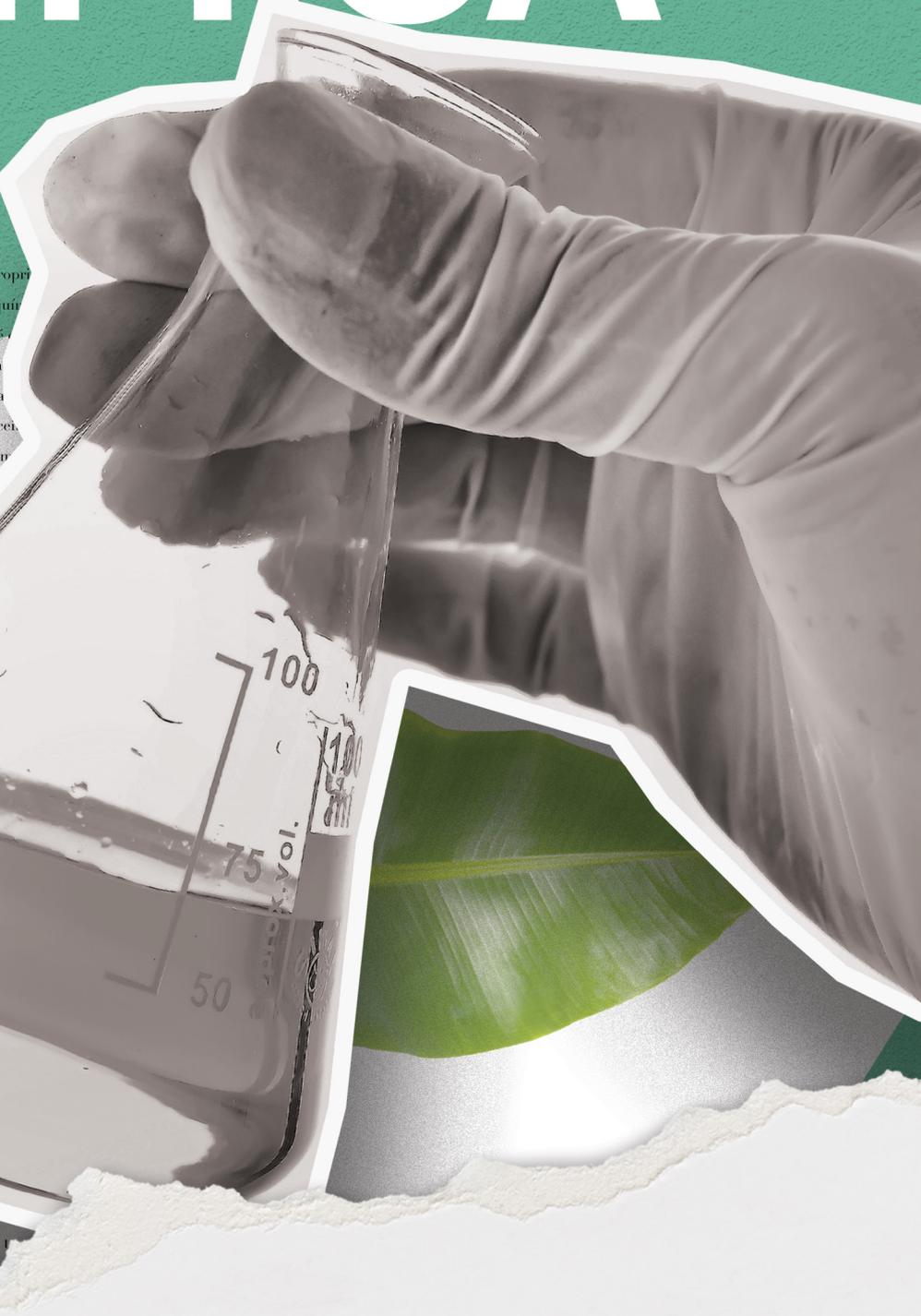
química
os com
energético
escalas macroscópicas
materiais e ajuda a compreender a natureza dos materiais (químicos). Áreas interdisciplinares
ensino de química

No Brasil são conhecidos
com registros
químicos
industriais
gregos
formas
discorria

por átomos, partícula
mínima da matéria

Abdera, não foi popularizado
Aristóteles na Europa. No entanto, a ideia ficou presente até o presente

Entre os séculos III a.C. e o século XV, a química foi considerada uma arte pela alquimia. O objetivo de investigação mais conhecido era a procura da pedra filosofal, um método hipotético capaz de transformar metais e o elixir da longa vida. Na investigação a



COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE
EXERCÍCIOS

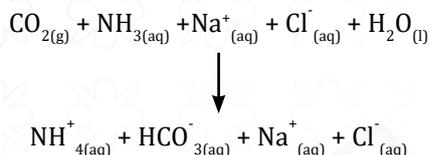


CURSO
FERNANDA PESSOA
ONLINE



Exercícios

1. (Unesp 2023) A “barrilha leve”, carbonato de sódio (Na_2CO_3), é um produto de grande uso industrial, sendo também utilizado no tratamento da água de piscinas. A obtenção da barrilha leve envolve o processo Solvay, no qual dióxido de carbono gasoso (CO_2) é borbulhado em uma solução aquosa que contém amônia (NH_3) e cloreto de sódio (NaCl), de acordo com a reação:



A solução iônica resultante desse processo é resfriada de modo que apenas o bicarbonato de sódio, NaHCO_3 (s), forma um precipitado, e os demais íons permanecem em solução. O NaHCO_3 (s) é separado da mistura por filtração e submetido a aquecimento, decompondo-se e originando o carbonato de sódio, Na_2CO_3 (s).

Em princípio, como resultado do processo Solvay, seria possível obter várias substâncias iônicas por precipitação. Entretanto, nessa etapa, somente o bicarbonato de sódio sólido, NaHCO_3 (s), se separa como precipitado. Isso ocorre porque, dentre as demais substâncias possíveis de serem formadas no processo Solvay, o NaHCO_3 (s) é a substância iônica que apresenta a

- menor temperatura de fusão.
- menor pressão de vapor.
- maior temperatura de ebulição.
- menor solubilidade em água.
- maior densidade.

2. (Ufjf-pism 2 2022) Na tabela a seguir estão representados alguns solutos e seus respectivos coeficientes de solubilidade.

SOLUTO	COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE EM G/100ML DE ÁGUA A 20 °C
NaCl	36
Ca(OH) ₂	0,16
CuSO ₄	20,7
KCl	7,4
NaHCO ₃	9,6

Considerando os valores de coeficiente de solubilidade, o soluto que Na_2CO_3 forma uma solução saturada quando uma massa de 41,7g é adicionada em 200mL de água a 20 °C é:

- Ca(OH)_2
- CuSO_4
- NaCl
- NaHCO_3
- KCl

3. (Fmcsps 2021) Em um experimento de química, foram adicionados em um béquer 400 mL de água destilada ($d = 1 \text{ g/mL}$) em temperatura ambiente e certa quantidade de sacarose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), até formar uma solução saturada com corpo de fundo. Essa mistura foi aquecida até a completa solubilização do sólido, que ocorreu quando a temperatura da mistura atingiu 55°C. O experimento prosseguiu deixando-se a solução resfriar até 30°C, momento em que se verificou novamente a presença do sólido cristalizado no fundo do béquer.

Os dados de solubilidade da sacarose nas duas temperaturas do experimento são apresentados na tabela:

TEMPERATURA	COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE (MASSA DE SACAROSE EM 100 G DE H ₂ O)
30 C	219 g
55 C	273 g

A massa de sacarose na solução a 55°C e a massa de sacarose cristalizada a 30°C correspondem, respectivamente, a

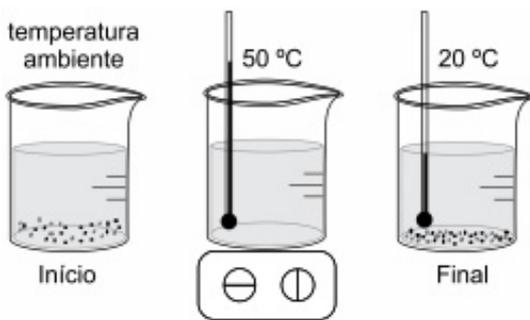
- 1092 g e 876 g.
- 273 g e 219 g.
- 273 g e 54 g.
- 1092 g e 216 g.
- 673 g e 619 g.

4. (Fmc 2021) Uma solução aquosa saturada de acetato de chumbo, preparada a 18°C com os cuidados necessários, pesou 45.0 g e, por evaporação, forneceu um resíduo sólido de 15.0 g de massa.

O coeficiente de solubilidade do sal na temperatura de preparo será de:

- 5.0 g / 50.0 g de H₂O
- 15.0 g / 30.0 g de H₂O
- 45.0 g / 50.0 g de H₂O
- 45.0 g / 100.0 g de H₂O
- 50.0 g / 100.0 g de H₂O

5. (Inspere 2019) Em uma aula de laboratório de química, foi realizado um experimento que consistiu em adicionar em um béquer 300 g de água, em temperatura ambiente, e certa quantidade do sal sulfato de magnésio hexaidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) até formar uma solução saturada com corpo de fundo. Essa mistura foi aquecida até completa solubilização do sal, que ocorreu quando a temperatura atingiu 50°C . Na sequência, deixou-se a solução resfriar até 20°C e verificou-se novamente a presença do sal cristalizado no fundo do béquer.



Foram fornecidos aos alunos os dados de solubilidade desse sal nas duas temperaturas medidas.

COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE DE MASSA DO SOLUTO EM 100G DE H_2O

	20 C	50 C
$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	44,5g	53,5g

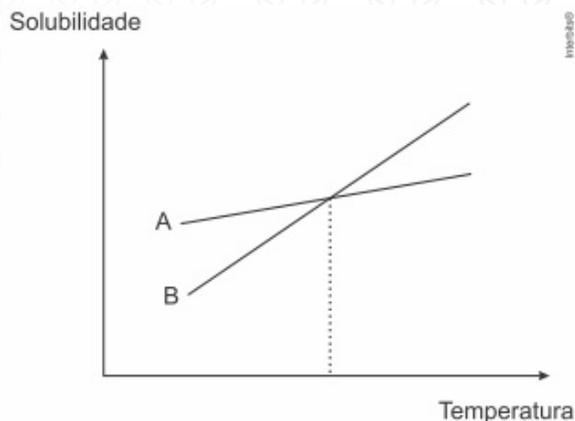
Com as informações fornecidas, foram calculadas as massas do sal presente na solução a 50°C e do sal cristalizado a 20°C . Esses resultados são corretamente apresentados, nessa ordem, em:

- 53,5 g e 9,0 g.
- 160,5 g e 9,0 g.
- 294,0 g e 27,0 g.
- 97,0 g e 9,0 g.
- 160,5 g e 27,0 g.

6. (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

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 KNO_3 e outra de NaNO_3 , 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

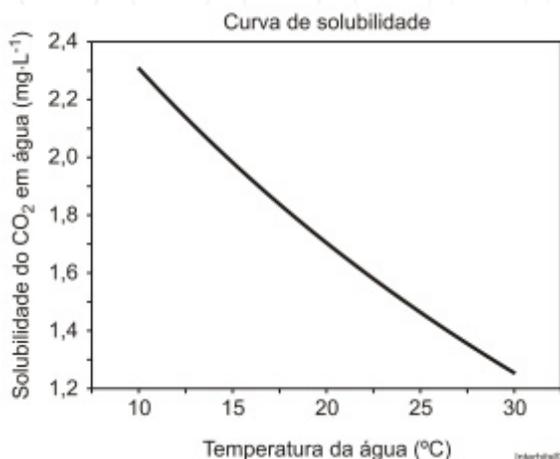
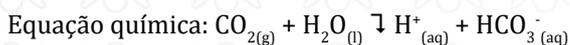
8. (Acafe 2016) O cloreto de potássio é um sal que adicionado ao cloreto de sódio é vendido comercialmente como "sal light", com baixo teor de sódio. Dezoito gramas de cloreto de potássio estão dissolvidos em 200g de água e armazenados em um frasco aberto sob temperatura constante de 60°C .

Dados: Considere a solubilidade do cloreto de potássio a 60°C igual a 45 g/100 g de água.

Qual a massa mínima e aproximada de água que deve ser evaporada para iniciar a cristalização do soluto?

- 160 g
- 120 g
- 40 g
- 80 g

9. (Ucs 2014) Os refrigerantes possuem dióxido de carbono dissolvido em água, de acordo com a equação química e a curva de solubilidade representadas abaixo.

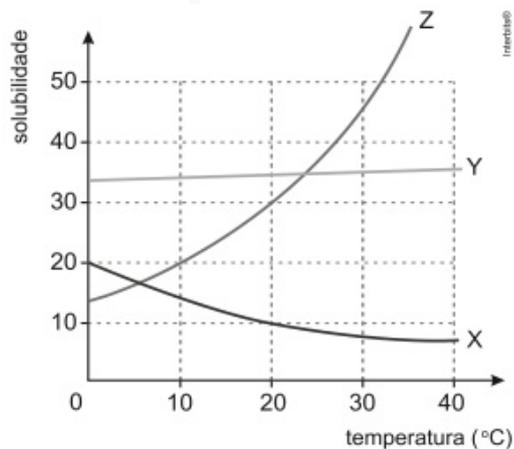


No processo de fabricação dos refrigerantes,

- o aumento da temperatura da água facilita a dissolução do CO_{2(g)} na bebida.
- a diminuição da temperatura da água facilita a dissolução do CO_{2(g)} na bebida.
- a diminuição da concentração de CO_{2(g)} facilita sua dissolução na bebida.
- a dissolução do CO_{2(g)} na bebida não é afetada pela temperatura da água.
- o ideal seria utilizar a temperatura da água em 25°C, pois a solubilidade do CO_{2(g)} é máxima.

10. (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 °C.

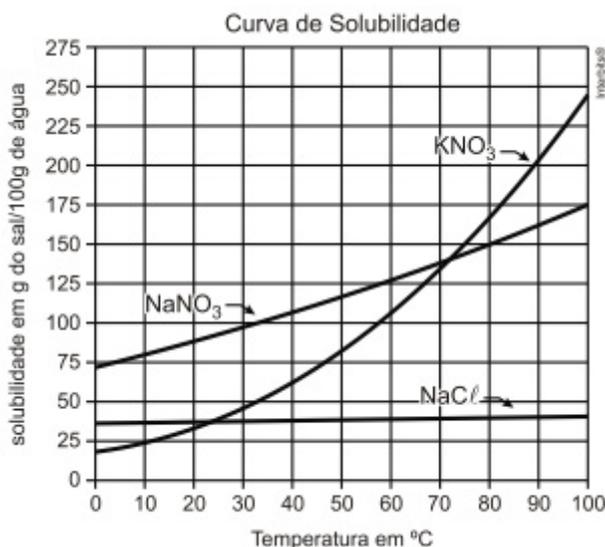
Observe as curvas de solubilidade dos sais, em gramas de soluto por 100 g de água:



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

- 100
- 110
- 300
- 330

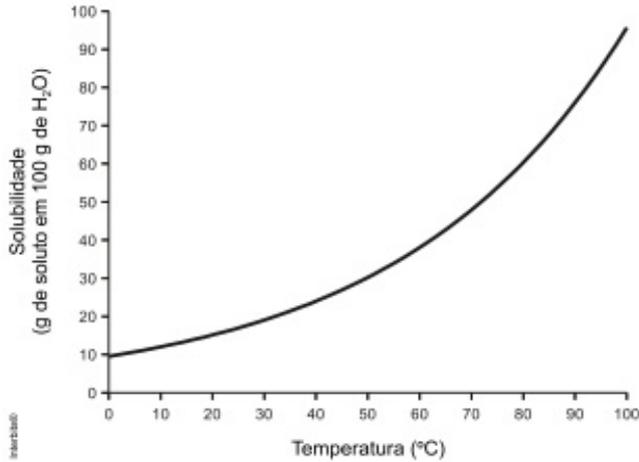
11. (Upe 2013) O gráfico a seguir mostra curvas de solubilidade para substâncias nas condições indicadas e pressão de 1 atm.



A interpretação dos dados desse gráfico permite afirmar CORRETAMENTE que

- compostos iônicos são insolúveis em água, na temperatura de 0°C.
- o cloreto de sódio é pouco solúvel em água à medida que a temperatura aumenta.
- sais diferentes podem apresentar a mesma solubilidade em uma dada temperatura.
- a solubilidade de um sal depende, principalmente, da espécie catiônica presente no composto.
- a solubilidade do cloreto de sódio é menor que a dos outros sais para qualquer temperatura.

12. (Ufg 2012) Uma solução saturada de K₂Cr₂O₇ foi preparada com a dissolução do sal em 1,0 kg de água. A influência da temperatura sobre a solubilidade está representada na figura a seguir.



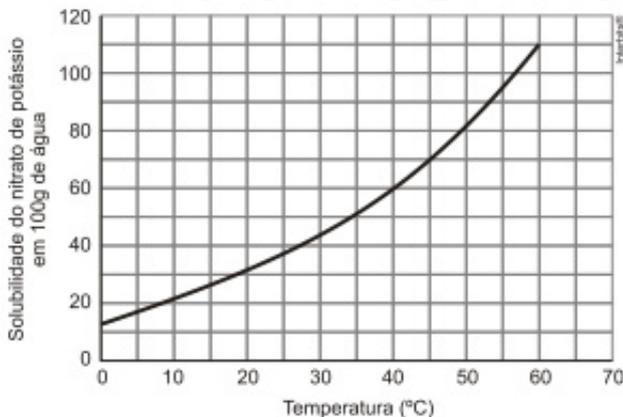
Com base nos dados apresentados, as massas dos dois íons resultantes da dissociação do $K_2Cr_2O_7$ a $50^\circ C$, serão aproximadamente, iguais a:

Dado: Densidade da água: $1,0 \text{ g/mL}$

- a) 40 e 105 g
- b) 40 e 260 g
- c) 80 e 105 g
- d) 80 e 220 g
- e) 105 e 195 g

13. (Acafe 2012) Um técnico preparou 420 g de uma solução saturada de nitrato de potássio (KNO_3 , dissolvida em água) em um béquer a uma temperatura de $60^\circ C$. Depois deixou a solução esfriar até uma temperatura de $40^\circ C$ verificando a presença de um precipitado.

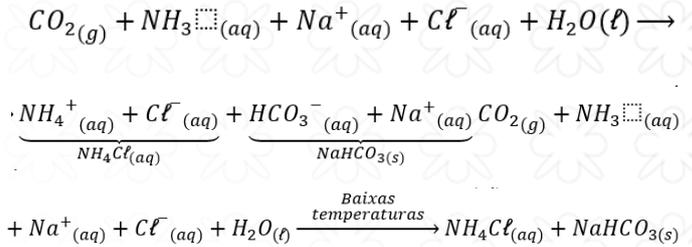
A massa aproximada desse precipitado é:
(desconsidere a massa de água presente no precipitado)



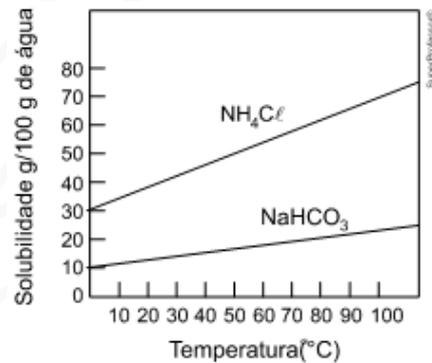
- a) 100 g.
- b) 60 g.
- c) 50 g.
- d) 320 g.

Gabarito:

Resposta da questão 1: [D]



O bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) é um composto menos solúvel do que o cloreto de amônio (NH_4Cl) a baixas temperaturas, por isso precipita.



Resposta da questão 2: [C]

Tem-se a seguinte proporção:

$$41,7 \text{ g} \text{ — } 200 \text{ mL}$$

$$m \text{ — } 100 \text{ mL}$$

$$m = \frac{41,7 \text{ g} \times 100 \text{ mL}}{200 \text{ mL}} = 20,85 \text{ g}$$

Soluto	Coefficiente de solubilidade em g/100mL de água a $20^\circ C$
$NaCl$	$20,85 \text{ g} < 36 \text{ g}$ (insaturada)
$Ca(OH)_2$	$20,85 \text{ g} > 0,16 \text{ g}$ (saturada com corpo de chão)
$CuSO_4$	$20,85 \text{ g} > 20,7 \text{ g}$ (saturada com corpo de chão)
KCl	$20,85 \text{ g} > 7,4 \text{ g}$ (saturada com corpo de chão)
$NaHCO_3$	$20,85 \text{ g} > 9,6 \text{ g}$ (saturada com corpo de chão)

O soluto que não forma uma solução saturada quando uma massa de 41,7 g é adicionada em 200 mL de água ou 20,85 g em 100 mL de água (a $20^\circ C$) é o NaCl.

Resposta da questão 3: [D]

$$d_{H_2O} = 1 \text{ g/mL}$$

$$1 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ mL } (H_2O)$$

$$400 \text{ g} \text{ — } 400 \text{ mL } (H_2O)$$

$$30^\circ C \Rightarrow 219 \text{ g de sacarose em } 100 \text{ g de } H_2O$$

$$219 \text{ g de sacarose} \text{ — } 100 \text{ g } (H_2O)$$

$$m_{\text{sacarose}} \text{ — } 400 \text{ g } (H_2O)$$

$$m_{\text{sacarose}} = \frac{219 \text{ g} \times 400 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 876 \text{ g}$$

$$55^{\circ}\text{C} \Rightarrow 273 \text{ g desacarose em } 100 \text{ g de } \text{H}_2\text{O}$$

$$273 \text{ g desacarose} - 100 \text{ g}(\text{H}_2\text{O})$$

$$m'_{\text{sacarose}} = \frac{400 \text{ g}(\text{H}_2\text{O})}{273 \text{ g} \times 400 \text{ g}}$$

$$m'_{\text{sacarose}} = \frac{100 \text{ g}}{273 \text{ g} \times 400 \text{ g}} = 1092 \text{ g}$$

$$m'_{\text{sacarose}} = 1092 \text{ g}(\text{massa desacarose na solu\c{c}o a } 55^{\circ}\text{C})$$

$$m_{\text{cristalizada}} = \frac{m'_{\text{sacarose}}}{55^{\circ}\text{C}} - \frac{m_{\text{sacarose}}}{30^{\circ}\text{C}}$$

$$m_{\text{cristalizada}} = 1092 \text{ g} - 876 \text{ g} = 216 \text{ g}$$

Resposta da quest\c{a}o 4: [E]

$$m_{\text{solu\c{c}o}} = 45,0 \text{ g}$$

$$m_{\text{Pb}(\text{COOH})_2} = 15,0 \text{ g} \text{ (acetato de chumbo)}$$

$$m_{\text{solu\c{c}o}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{Pb}(\text{COOH})_2}$$

$$45,0 \text{ g} = m_{\text{H}_2\text{O}} + 15,0 \text{ g}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 45,0 \text{ g} - 15,0 \text{ g} = 30,0 \text{ g}$$

$$15,0 \text{ g de } \text{Pb}(\text{COOH})_2 \text{ ————— } 30,0 \text{ g de } \text{H}_2\text{O}$$

$$m_{\text{Pb}(\text{COOH})_2} \text{ ————— } 100,0 \text{ g de } \text{H}_2\text{O}$$

$$m_{\text{Pb}(\text{COOH})_2} = \frac{15,0 \text{ g} \times 100,0 \text{ g}}{30,0 \text{ g}} = 50,0 \text{ g}$$

$$\text{Coeficiente de solubilidade} = 50,0 \text{ g} / 100,0 \text{ g de } \text{H}_2\text{O}$$

Resposta da quest\c{a}o 5: [E]

$$\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} (50^{\circ}\text{C})$$

$$100 \text{ g de \u00e1gua} \text{ ————— } 53,5 \text{ g}$$

$$300 \text{ g de \u00e1gua} \text{ ————— } m_{50^{\circ}\text{C}}$$

$$m_{\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} (50^{\circ}\text{C})} = \frac{300 \text{ g} \times 53,5 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 160,5 \text{ g}$$

$$\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} (20^{\circ}\text{C})$$

$$100 \text{ g de \u00e1gua} \text{ ————— } 44,5 \text{ g}$$

$$300 \text{ g de \u00e1gua} \text{ ————— } m_{20^{\circ}\text{C}}$$

$$m_{\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} (20^{\circ}\text{C})} = \frac{300 \text{ g} \times 44,5 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 133,5 \text{ g}$$

$$m_{\text{cristalizada}} (50^{\circ}\text{C a } 20^{\circ}\text{C}) = 160,5 \text{ g} - 133,5 \text{ g} = 27,0 \text{ g}$$

Resposta da quest\c{a}o 6: [B]

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

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

$$\text{Varia\c{c}o de volume} = 1000 \text{ mL} - 700 \text{ mL} = 300 \text{ mL}$$

$$22,3 \text{ g de sulfato de cobre} \text{ ————— } 100 \text{ mL (solu\c{c}o ou \u00e1gua)}$$

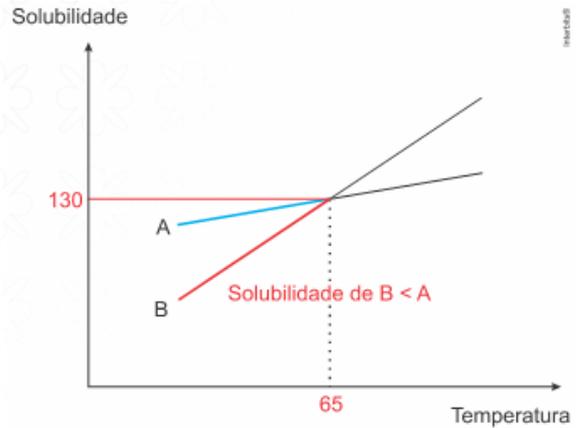
$$m_{\text{sulfato de cobre}} \text{ ————— } 300 \text{ mL (solu\c{c}o ou \u00e1gua)}$$

$$m_{\text{sulfato de cobre}} = \frac{22,3 \text{ g de sulfato de cobre} \times 300 \text{ mL (solu\c{c}o ou \u00e1gua)}}{100 \text{ mL (solu\c{c}o ou \u00e1gua)}}$$

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

Resposta da quest\c{a}o 7: [D]

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



Diminui\c{c}o da temperatura

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

115 < 125 (B) (A)

Conclus\c{a}o: a curva A diz respeito ao nitrato de s\u00f3dio (NaNO₃), pois apresenta maior solubilidade abaixo de 65 °C e a curva B, ao nitrato de pot\u00e1ssio (KNO₃), pois apresenta menor solubilidade abaixo de 65 °C.. Considerando duas solu\c{c}oes aquosas saturadas e sem precipitado, uma de KNO₃ e outra de NaNO₃, a 65 °C, o efeito da diminui\c{c}o da temperatura acarretar\u00e1 a precipita\c{c}o de ambas.
KNO₃: 130 g - 115 g = 15 g (precipita\c{c}o).
NaNO₃: 130 g - 125 g = 5 g (precipita\c{c}o).

Resposta da quest\c{a}o 8: [A]

Solubilidade (KCl; 60 °C) = 45 g / 100 g de \u00e1gua, ent\c{a}o :

$$45 \text{ g de KCl} \text{ ————— } 100 \text{ g de \u00e1gua}$$

$$90 \text{ g de KCl} \text{ ————— } 200 \text{ g de \u00e1gua}$$

$$18 \text{ g de KCl} \text{ ————— } m_{\text{\u00e1gua (dissolve 18 g)}}$$

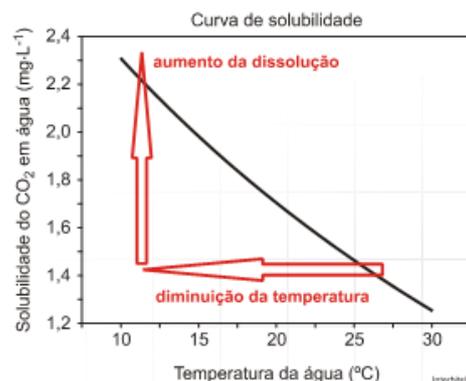
$$m_{\text{\u00e1gua (dissolve 18 g)}} = 40 \text{ g}$$

$$m_{\text{(total de \u00e1gua)}} = 200 \text{ g}$$

$$m_{\text{evaporada}} = 200 \text{ g} - 40 \text{ g} = 160 \text{ g}$$

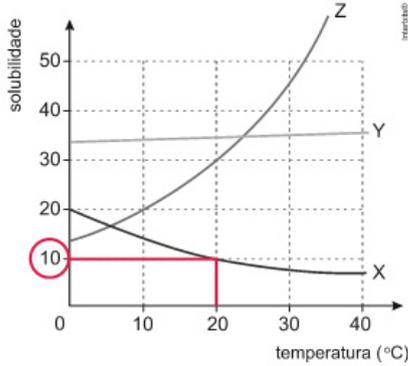
Resposta da quest\c{a}o 9: [B]

No processo de fabrica\c{c}o dos refrigerantes, a diminui\c{c}o da temperatura da \u00e1gua facilita a dissolu\c{c}o do CO₂ (g) na bebida, ou seja, a dissolu\c{c}o aumenta com a diminui\c{c}o da temperatura e vice-versa.



Resposta da questão 10: [A]

Teremos:



10g soluto — 100g (água)
De acordo com o gráfico, a 20°C, têm-se 110g de solução (10g + 100g).
110g (solução) — 10g (soluto)
1100g (solução) — m_{soluto}
 $\frac{1.1\text{kg}}{m_{\text{soluto}}} = 100\text{g}$

Resposta da questão 11: [C]

Comentários das alternativas:

[A] Falsa. As curvas mostram que os compostos iônicos apresentam certa solubilidade em água, que varia com a temperatura.

[B] Falsa. A curva do cloreto de sódio é ligeiramente crescente, o que mostra que sua solubilidade aumenta com a temperatura.

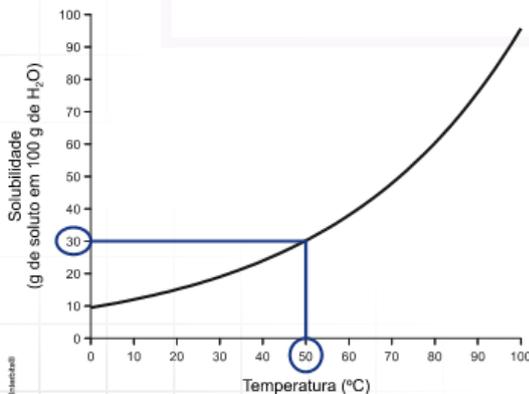
[C] Verdadeira. Note que a 70°C as curvas dos sais KNO_3 e NaNO_3 se interceptam, mostrando que nessa temperatura as solubilidades desses sais são iguais.

[D] Falsa. Note que dois sais de sódio (NaNO_3 e NaCl) apresentam solubilidades muito diferentes, apesar de possuírem a mesma espécie catiônica.

[E] Falsa. A temperatura abaixo de 20°C o sal que apresenta menor solubilidade é o KNO_3 .

Resposta da questão 12: [D]

De acordo com o gráfico:



50 °C

30 g ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) — 100 g (água)

300 g ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) — 1000 g (água)



294 g — 2×39 g — 216 g

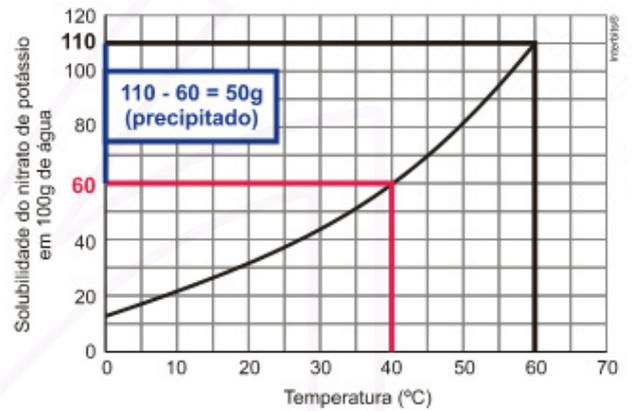
300 g — m_{K^+} — $m_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$

$m_{\text{K}^+} = 79,59 \text{ g} \approx 80 \text{ g}$

$m_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 220,41 \text{ g} \approx 220 \text{ g}$

Resposta da questão 13: [A]

De acordo com o gráfico, teremos:



(110 g – 60 g) precipitado — (100 g + 110 g) solução

$m_{\text{precipitado}}$ — 420 solução

$m_{\text{precipitado}} = 100 \text{ g}$