

## Mistura Gelo/NaCl: um Experimento Simples sobre o Efeito Crioscópico – 2ª. parte

Haroldo Lúcio de Castro Barros. (FM).

Colégio Técnico, Universidade Federal Minas Gerais (Coltec/UFMG). [haroldo@coltec.ufmg.br](mailto:haroldo@coltec.ufmg.br)

Palavras Chave: mistura refrigerante, efeito crioscópico, propriedades coligativas, cálculos calorimétricos.

### Introdução

Na primeira parte deste trabalho<sup>1</sup>, foram discutidos a preparação da mistura refrigerante de gelo/NaCl e alguns dos objetivos desse experimento, desenvolvido no Coltec, voltado para o Ensino Médio e que utiliza materiais de fácil aquisição.

Nesta segunda parte, outro objetivo do experimento é discutido – efetuar cálculos calorimétricos dentro de um contexto experimental, em que os estudantes mostram-se muito motivados ao observar a rápida e enorme diminuição da temperatura da mistura.

### Resultados e Discussão

De acordo com a literatura<sup>2</sup>, a mistura refrigerante gelo/NaCl pode ser convenientemente preparada pela adição de 33 g de NaCl(s) a 100 g de gelo bem triturado, seguida de vigorosa agitação. Parte do gelo se funde e parte do NaCl se dissolve na água líquida formada, dando origem a uma solução saturada. Como essa mistura é feita em um frasco termicamente isolado (calorímetro), observa-se que, rapidamente, a sua temperatura cai a  $-21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Nesse experimento, podem ser distinguidos processos que ocorrem com absorção de energia e outros com liberação. Deve ser ressaltado que, em sistemas termicamente isolados, como o que está em discussão, não há troca de energia na forma de calor com a vizinhança, de modo que os termos *endotérmico* e *exotérmico* não se aplicam – a transformação é adiabática. Os processos que ocorrem com absorção de energia são: (a) fusão de parte do gelo; (b) dissolução de parte do NaCl. Os que liberam energia são 4 resfriamentos: (c) gelo que não se funde, (d) NaCl que não se dissolve; (e) solução aquosa de NaCl; (f) calorímetro.

Cálculos calorimétricos, a partir das massas das substâncias envolvidas, deveriam confirmar que, em módulo, a soma das energias perdidas é igual à soma das energias ganhadas.

Tentou-se, no Coltec, a determinação dessas massas. Entretanto, dificuldades experimentais, impediram, até o momento, que se obtivessem resultados consistentes. Optou-se, então, por um enfoque teórico/prático: Qual é a massa de gelo que, no experimento, deve fundir-se para que a temperatura do sistema caia a  $-21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Qual é a massa de NaCl que se dissolve?

Considerou-se a mistura de 33 g de NaCl a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 100 g de gelo a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , em um calorímetro com capacidade térmica de  $16,3\text{ cal/}^{\circ}\text{C}$ . Seja  $m_g$  a massa de gelo que se funde e  $m_s$  a massa de NaCl que se dissolve. Utilizando-se dados calorimétricos da literatura, podem ser escritas as seguintes equações para as energias  $E$ , na forma de calor, envolvidas nos processos listados, entre as partes do sistema:

- (a)  $E_a = 80\text{ cal/g} \times m_g\text{ g}$
- (b)  $E_b = 20\text{ cal/g} \times m_s\text{ g}$
- (c)  $E_c = 0,48\text{ cal/g} \times (100 - m_g)\text{ g} \times (-21,1 - 0)\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (d)  $E_d = 0,20\text{ cal/g} \times (33 - m_s)\text{ g} \times (-21,1 - 25)\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (e)  $E_e = 0,79\text{ cal/g} \times (m_g + m_s)\text{ g} \times (-21,1 - 0)\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (f)  $E_f = 16,3\text{ cal/g} \times (-21,1 - 0)\text{ }^{\circ}\text{C}$

Como em uma solução saturada de NaCl há 35,7 g do soluto em 100 g de água, obtém-se

$$35,7/(35,7+100) = 0,263 = m_s / (m_g + m_s) \\ \Rightarrow m_s = 0,357 m_g.$$

Outra relação entre  $m_g$  e  $m_s$  vem de

$E_a + E_b = |E_c + E_d + E_e + E_f|$ , de onde resulta  $m_g = 21,3\text{ g}$  e  $m_s = 7,61\text{ g}$  (35,7%), proporção quase igual à utilizada. Com esses valores, podem-se obter as contribuições de cada processo:

- (a)  $E_a = 1706\text{ cal}$  (89%)
- (b)  $E_b = 152\text{ cal}$  (11%)
- (c)  $E_c = -797\text{ cal}$  (43%)
- (d)  $E_d = -234\text{ cal}$  (13%)
- (e)  $E_e = -482\text{ cal}$  (26%)
- (f)  $E_f = -344\text{ cal}$  (18%)

Assim, a absorção de energia necessária à fusão do gelo é a principal responsável pelo resfriamento da mistura e, de longe, a maior parcela entre todas.

### Conclusões

Mesmo tendo sido ignoradas as variações da solubilidade e das capacidades térmicas com a temperatura, os resultados obtidos foram razoáveis e o objetivo didático foi atingido. Percebeu-se que a motivação e o envolvimento dos alunos foram maiores do que os observados em anos anteriores, quando cálculos calorimétricos eram feitos fora do contexto de um experimento.

### Agradecimentos

À FAPEMIG (auxílio financeiro) e aos profs. W. F. Magalhães e P. S. Silva pelas valiosas discussões.

<sup>1</sup> BARROS, H. L. C. Painel apresentado na 33ª. RASBQ, 2010.

<sup>2</sup> Gordon, A.J. e Ford R. A. *The Chemist's Companion*. New York: Wiley, 1972.