

Mistura Gelo/NaCl: um Experimento Simples sobre o Efeito Crioscópico

Haroldo Lúcio de Castro Barros. (FM)

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

Palavras Chave: mistura refrigerante, efeito crioscópico, propriedades coligativas, entropia, energia interna.

Introdução

Experimentos envolvendo propriedades coligativas são pouco comuns – principalmente, aqueles voltados para o Ensino Médio. Um experimento que tem sido desenvolvido no Coltec é o preparo de uma mistura refrigerante de gelo e NaCl. Os estudantes mostram-se extremamente surpresos ante a rápida e enorme diminuição da temperatura – dependendo da proporção dos componentes, a temperatura da mistura pode cair de 0 a $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ em cerca de 40 s!

Alguns dos objetivos do experimento são investigar o efeito, na diminuição da temperatura do sistema, da variação da massa de NaCl para uma dada massa de gelo, e se existe um valor a partir do qual a adição de mais NaCl não provoca efeito ulterior.

Os materiais utilizados são de fácil aquisição. A mistura é preparada em calorímetro descrito por Braathen *et al.*¹. Usam-se, ainda, balança, termômetro, sal de cozinha, gelo e cronômetro (de celular)².

Resultados e Discussão

Resultados típicos encontram-se na fig. 1. Nota-se que houve rápida diminuição da temperatura nos segundos iniciais, que esta se estabilizou em cerca de 3 minutos e que há um valor limite da massa de NaCl além do qual a temperatura não diminui mais. A temperatura mínima observada foi $\approx -21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Natureza entrópica da diminuição da temperatura de fusão (tf) do gelo

O gelo se funde porque sua tf é diminuída pela adição de NaCl. Esse fenômeno – como, qualquer propriedade coligativa – é essencialmente entrópico, pouco afetado pelas interações intermoleculares, dependendo basicamente do número de partículas dissolvidas.

No sistema água líquida/gelo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a rapidez com que o gelo se funde é igual àquela com que a água³ se congela, pois o sistema encontra-se em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio é perturbado pela adição de qualquer soluto como, por exemplo, NaCl. Este se dissolve na água, diminuindo o número de moléculas de água na interface líquido/sólido, uma vez os íons Na^+ e Cl^- ocupam algumas das posições em que estavam moléculas de água. Como esses íons não conseguem empacotar-se no gelo, resulta que a rapidez de congelação da água diminui, sem que seja alterada a rapidez de fusão do sólido. Mais gelo se funde do que água se congela, até que novo equilíbrio seja atingido em temperatura menor.

33^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

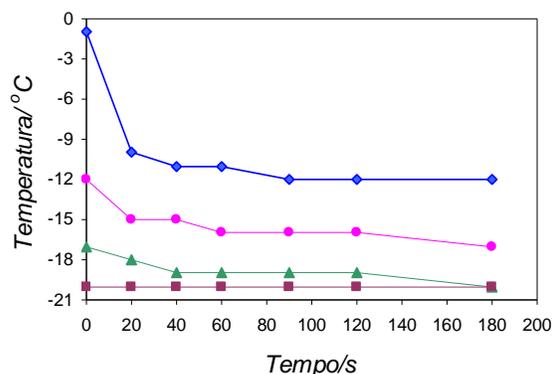


Figura 1. Adições sucessivas de 10 g de NaCl à mesma mistura de 100 g de gelo e 25 g de água.

Por que ocorre a diminuição da temperatura da mistura refrigerante?

Na formação dessa mistura, em um sistema isolado, a energia interna total U do sistema não se altera. Todavia, podem ser identificadas variações de U que ocorrem em cada constituinte, as quais serão mais bem compreendidas se o processo total for considerado como o resultado de várias etapas: (I) fusão de parte do gelo, a temperatura t constante, (II) dissolução de parte do NaCl, a t constante, e diminuições de temperatura (III) do gelo que não se fundiu, (IV) do NaCl que não se dissolveu, (V) da solução salina formada e (VI) do calorímetro.

Uma análise detalhada dessas etapas, à luz das considerações feitas em artigo recente⁴, permite concluir que a energia potencial da água líquida e do NaCl aquoso aumenta à custa da energia cinética perdida pela mistura e pelo calorímetro.

Conclusões

Durante a realização do experimento e em discussões posteriores, percebeu-se grande participação dos alunos na elaboração de uma explicação para o efeito crioscópico, bem como para a diminuição de temperatura. O envolvimento desses alunos foi maior do que o observado em anos anteriores, quando a discussão do mesmo fenômeno era feita sem a realização do experimento.

1 BRAATHEN, P. C. *et al.* *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 42-44, 2008.

2 Um manuscrito está em preparo, em que os experimentos serão detalhados e ampliadas as discussões e conclusões aqui apresentadas.

3 Deste ponto em diante, a palavra *água* significará *água líquida*.

4 BARROS, H. L. C. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 241-245, 2009.