

Entalpia de vaporização do Nitrogênio Líquido em uma Balança?

José de Alencar Simoni (PQ) e Matthieu Tubino

¹caja@iqm.unicamp.br; ²tubino@iqm.unicamp.br

Palavras Chave: *Calorimetria, Entalpia de Vaporização, Experimentação*

Introdução

O conhecimento de propriedades fundamentais de substâncias é a base do conhecimento sobre a organização da matéria no que diz respeito à energia. Grandezas como: energias de reação e de transição de fases estão entre as mais importantes. Quando se abre qualquer livro texto em sua contar capa, o que se vê é uma tabela de grandezas termodinâmicas fundamentais como: entalpia, entropia e energia livre de formação e capacidades caloríficas, além da massa molar. Para a surpresa dos menos avisados, dificilmente se encontram entalpias de formação de uma substância numa fase pouco estável a 25 °C, a temperatura de referência. É assim para a entalpia de formação da água sólida, do gelo seco e também para o nitrogênio no estado líquido. Quando precisa desses dados, o usuário, aluno ou professor deve recorrer a outras fontes ou então fazer a sua determinação. Ficamos maravilhados em 1987 com um artigo sobre a entalpia de vaporização do nitrogênio líquido¹. Naquele momento, o uso de nitrogênio líquido era restrito à pesquisa e seu custo muito elevado. É claro que a periculosidade inerente ao seu uso era importante e continua sendo, entretanto o seu uso mais popular tornou essa periculosidade menos preocupante. Inspirado naquele artigo e nos problemas anteriormente atribuídos ao uso do nitrogênio líquido publicamos, em 1989², um experimento adaptado para a determinação da entalpia de sublimação do gelo seco, que continua um sucesso de aplicação aqui na Unicamp e em muitas outras Universidades. Agora, ao reler os dois artigos citados, vislumbramos com um experimento muito interessante e simples para a determinação da entalpia de vaporização do nitrogênio.

Resultados e Discussão

O experimento consiste em um frasco de vidro para cerca de 50 mL, que está inserido em um bloco de isopor e coberto com uma tampa também de isopor. No interior desse frasco há uma resistência elétrica, acoplada a uma fonte de tensão e a um multímetro. O nitrogênio líquido é colocado no frasco de vidro de modo a cobrir a resistência completamente. O sistema é fechado com a tampa de isopor e colocado sobre uma balança técnica. Como o sistema não é adiabático, uma pequena troca de

energia faz o nitrogênio evaporar à sua temperatura de ebulição e uma perda de massa constante com o tempo é registrada pela balança. A cada 15 segundos a massa total é observada e após 2 minutos é possível conhecer a perda de massa de nitrogênio em função do tempo (dm/dt). Após esses dois minutos a resistência é ligada e um novo fluxo de massa (dm_2/dt), agora maior, é observado. A diferença entre esses dois fluxos deve-se à entrada de calor no sistema advindo da resistência (dE/dt). Observe que a relação entre a derivada de energia elétrica por tempo e a diferença entre as derivadas de massa antes de ligar a resistência e depois de ligada fornece ($dE/(dm_2-dm)$), que nada mais é que a entalpia de vaporização por massa de nitrogênio, o que permite determinar experimentalmente a sua entalpia de vaporização por mol.

Utilizando o equipamento descrito, usando-se uma resistência de 47 ohms e uma tensão de 15 volts, dez resultados foram obtidos, sendo o valor de entalpia de vaporização do N_2 igual a $(198,7 \pm 4,3) \text{ J g}^{-1}$ contra $1991,1 \text{ J g}^{-1}$ da literatura, o que mostra uma incerteza relativa da ordem de 2% e uma exatidão da ordem de 0,2%. No momento estamos procurando determinar a entalpia de sublimação do gelo seco pelo mesmo método, entretanto os valores experimentais não se mostraram, ainda, com a mesma repetibilidade que aqueles do nitrogênio. A questão do contacto térmico entre a amostra sólida de gelo seco e a resistência de aquecimento tem sido a origem desse problema.

Conclusões

Agradecimentos

O experimento é muito simples, usa materiais de fácil aquisição e baixo custo, pode ser realizado num período de 2 horas e dá resultados bastante confiáveis. Uma resistência de chuveiro pode ser utilizada no experimento, bastando diminuir a voltagem aplicada para cerca de 5 volts. Esse procedimento é completamente diferente das referências citadas nesse texto.

1- Hamlet, P. "Heat of vaporization of nitrogen", J. Chem. Educ. **1987**, 64, 100 *Paramentos Curriculares Nacional*. Brasil **1999**.

2- Simoni, J.A. "Entalpia de Sublimação do Gelo Seco", Quím. Nova, **12**, 376 (1989).