



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG
Paper CREEM2010-EE-02

MONTAGEM, EXECUÇÃO E ROTEIRO DE UMA PRÁTICA DE ENSINO NA DISCIPLINA LABORATÓRIO DIDÁTICO DE ENGENHARIA QUÍMICA I PARA DETERMINAÇÃO DE CALORES ESPECÍFICOS SÓLIDOS

Edelize Angélica Gomes e Mariana Ricken Barbosa; Luiz Gustavo Martins Vieira

UFU, Universidade Federal Uberlândia, Curso de Engenharia Química
Campus Santa-Mônica – Santa-Mônica - CEP 38401-136 - Uberlândia – Minas Gerais
E-mail para correspondência: edelizeg@hotmail.com

Introdução

Vários campos da engenharia lidam frequentemente com projetos envolvendo transferência de energia, sejam estes em ramos petroquímicos, fertilizantes, metalúrgicos, tratamento de efluentes, alimentícios e minerais (Silva, A. M., 2005). Dentre os parâmetros que constituem a solução de equações para tais projetos pode-se ressaltar o calor específico de compostos sólidos e líquidos.

O quociente entre o calor cedido, que é o mesmo recebido por outrem desde que não haja perda de energia para a vizinhança, e a diferença de temperatura de um sistema pode ser denominado por capacidade térmica (Zemansky et al., 1966). No entanto, caso o sistema seja constituído por uma substância qualquer, a divisão entre a capacidade térmica e a massa dessa é definida como calor específico. (Phywe, 1967).

Entretanto, devido à dificuldade comumente encontrada na elaboração de técnicas adequadas e de baixo custo para a determinação precisa do calor específico, o número de práticas didáticas torna-se limitado (Bejan *et al.*, 2005).

Objetivos

Este trabalho tem por objetivo demonstrar uma maneira de determinar calores específicos dos sólidos e proporcionar um aumento do número de práticas disponíveis em disciplinas tais como Laboratório de Engenharia Química I e demais disciplinas que envolvem conhecimentos termodinâmicos nas diversas áreas de Engenharia bem como um aprimoramento das habilidades e aprendizado dos discentes.

Metodologia

Foi determinado empiricamente o calor específico de cinco amostras sólidas, que são cobre, zinco, alumínio, latão, aço inoxidável e nylon por diversos métodos, os quais se diferiram no tempo de execução, no procedimento experimental e na precisão obtida.

O procedimento experimental foi bastante simples. O método 1 consistiu em pesar a água, a carcaça do calorímetro e as peças de sólidos as quais foram calculados seus calores específicos determinando as suas massas. Em seguida transferiu-se a água para o recipiente de alumínio do calorímetro e ligou-se a fonte. Aqueceu-se a água a uma temperatura de 60 °C. Desligou-se a fonte e observou-se a temperatura em intervalos de um minuto até a temperatura ficar constante. No momento em que a temperatura ficou constante adicionou-se a peça, que estava à temperatura ambiente, e observou-se a temperatura em intervalos de 15 segundos até que se cessasse a troca térmica, leu-se, então, em intervalos de um minuto até a temperatura estabilizasse. Utilizando os dados obtidos experimentalmente determinou-se a capacidade calorífica de cada peça.

Foi verificada a presença de um orifício próprio da tampa do calorímetro pelo qual ocorreu perda de energia e massa do sistema para a vizinhança. Além disto, o uso de termômetro de mercúrio dificultou a leitura da temperatura quanto às variações decimais da mesma. No intuito de solucionar isto, utilizou-se um termômetro digital, vedou-se o orifício e anterior a introdução da amostra pesou-se a quantidade de água presente no vaso do calorímetro, sendo este definido como método 2.

O método 3 foi baseado na repetição do método 1 acrescido de algumas alterações. Após a pesagem da água esperou-se esta atingir o equilíbrio térmico com o ambiente. Introduziu-se, então, a peça em um banho termostático a uma temperatura fixa de 60°C. Transferiu-se rapidamente a peça do banho para dentro do calorímetro, e esperou-se um determinado tempo necessário para que se alcançasse a temperatura de equilíbrio. Neste caso não se utilizou a fonte.

E, por último, o método 4 constitui na análise do decaimento da temperatura do sistema com o tempo. Mediu-se a temperatura de cada peça. Colocou-se água em um béquer e aqueceu-se a uma temperatura em torno dos 60°C. Adaptou-se o termômetro de mercúrio no interior do béquer contendo água e acompanhou-se a variação da temperatura em intervalos de um minuto. Acrescentou-se ao sistema o sólido estudado quando a temperatura da água atingiu 55°C. Anotou-se a cada 5 segundos a temperatura do sistema até que taxa de decréscimo tornou-se gradativa e após isso se mediu a temperatura em intervalos de um minuto. Dessa forma não se fez necessário o uso do calorímetro.

Resultados

As etapas que constituíram o processo de transferência de energia foram basicamente três, que se iniciaram e terminaram com a troca térmica do sistema para a vizinhança e apresentou como etapa intermediária a permuta energética entre os constituintes do sistema, ou seja, água e sólido.

Portanto, os valores que são relevantes para estimar o calor específico são temperatura: de introdução imediata da peça, da estabilização e do ambiente, sendo que a primeira e a segunda são obtidas graficamente e a última foi experimental, cujo valor obtido foi 24,8 °C para todas as amostras exceto para o latão que foi de 25,8°C.

A partir das informações coletadas, foi possível efetuar o cálculo do calor específico baseado na igualdade do fluxo de energia cedida com recebida, que por definição é expresso pela Eq. (1).

$$c_{p\ sol} = \frac{(m_{agua} c_{p\ agua})(T_o^m - T_E)}{m_{sol}(T_E - T_o^s)} \quad (1)$$

Conclusões

Observou-se que em alguns métodos o erro encontrado foi pequeno, isto se deve pela adoção de técnicas experimentais eficazes, que pode ser, por exemplo, o cuidado e a velocidade de introdução e retirada da peça e a locação em zonas próprias tais que não interferem no fluxo convectivo.

Além disso, o procedimento que apresentou melhores resultados e despendeu menor tempo para a execução foi o terceiro. Dessa forma esse modo é o mais viável para a realização da estimativa experimental de calor específico de sólido.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Luiz Gustavo Martins Vieira pela orientação e à PROGRAD/UFU pelo financiamento do projeto.

Referências Bibliográficas

- Bejan, Adrian. "Advanced engineering thermodynamics". 2ª Edição, 850p., 1997. Centre national de la recherche scientifique. Les développements récents de la microcalorimétrie et de la thermogenése.
- Halliday, D., Resnick, R.; Krane K. S. Física. Editora LTC, vol.3, 4ª Edição, 434 p., 1996.
- Incropera, F. P., Dewitt, D. P. "Transferência de Calor e Massa". Editora LTC, 5ª Edição, 698 p., 2003.
- Mattos, Cristiano, Gaspar, Alberto. "Uma medida de calor específico sem calorímetro". Rev. Bras. Ens. Fis. vol.25 no.1 São Paulo, 2003.
- Silva, A. M., Pinheiro, M. S. F., França, M. N. "Guia para normalização de trabalhos técnicos-Científicos": projetos de pesquisa, trabalhos acadêmicos, dissertações e teses. 5. ed. rev. Uberlândia: EDUFU, 144 p., 2005.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M. "Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química". Editora LTC, 5ª Edição, 697 p., 2000.
- Phywe. Kompaktkasten Termologia. "Phywe Aktiengesellschaft Gottingen", 107 p., 1967.
- Zemansky, Mark Waldo. "Basic engineering thermodynamics". McGraw-Hill, 380p., 1966.
- Zemansky, Mark Waldo. "Heat and thermodynamics". McGraw-Hill, 484p., 1968.