



XVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 02 a 06/08/2010 - Viçosa – MG  
Paper CREEM2010-EE-04

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

**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

Calor é definido como o processo de transferência de energia de um corpo a outro exclusivamente devido à diferença de temperatura entre eles (Incropera *et al.*, 2003). Caloria é definida pela quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de um grama de água de 14,5 °C para 15,5 °C (Bejan *et al.*, 1997).

O quociente da quantidade de energia fornecida na forma de calor a um corpo pelo correspondente acréscimo de temperatura é definido como a capacidade térmica deste corpo (Smith *et al.*, 2000). Para caracterizar não o corpo, mas a substância que o constitui, define-se o calor específico como a capacidade térmica por unidade de massa do corpo.

### Objetivos

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia que possibilite a determinação experimental de calores específicos de gases mediante a combinação de expansões adiabáticas com aquecimentos isocóricos, consolidados pelo Método de Clément-Desormes. Tal método consiste em aplicar sobre o gás, suposto ideal, dois processos: uma expansão adiabática e um aquecimento isocórico.

Dessa forma concretizaram-se os conhecimentos teóricos vistos nas disciplinas de graduação (Fenômenos de Transporte, Físico-Química e Termodinâmica) numa unidade-piloto típica de calorimetria e propagar-se-á tal conhecimento, mediante roteiro de prática, aos novos discentes que passarão pelo Laboratório de Engenharia Química I da FEQUI.

### Metodologia

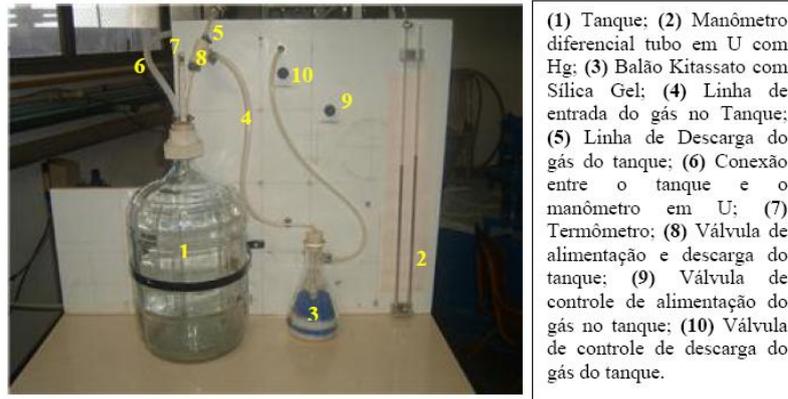
O recipiente utilizado para conter o gás (ar) foi um garrafão de vidro (tanque) juntamente com os demais acessórios que podem ser visualizados na Figura: O procedimento seguido está indicado a seguir:

**a. Preparação:** com garrafão vedado lê-se a temperatura inicial e, utilizando uma válvula manual, certa quantidade de ar é injetada para aumentar a pressão interna. Espera-se o sistema entrar em equilíbrio (observa-se o manômetro) em um estado com temperatura ambiente e pressão  $P_1$  (e altura  $h_1$  lida no manômetro). Este é o primeiro estado (1). Registra-se o valor de  $h_1$ .

**b. Processo adiabático:** libera-se rapidamente a “mangueira” que transmitirá o ar de dentro do garrafão e fecha-se rapidamente. Desta forma a pressão interna deve ficar igual à pressão atmosférica:  $P_2 = P_{ATM}$ . Como o processo de abertura/tampado é rápido, o gás que está no interior do garrafão não tem tempo de trocar calor com o ambiente nesse intervalo de tempo: a condutividade térmica do vidro é baixa.

Portanto, o processo pode ser considerado adiabático. Quando a “mangueira” é fechada, estamos no estado (2).

**c. Processo isocórico:** imediatamente após a expansão adiabática o gás deve estar numa temperatura  $T_2$  menor que a temperatura inicial (ambiente). Espera-se um certo tempo até a temperatura do sistema atingir a temperatura ambiente. Como a garrafa é rígida, o processo ocorre a volume constante  $V_2$ . Quando o gás atingir a temperatura ambiente, o sistema se encontra no estado final (3). Registra-se a pressão  $P_3$  nessa condição (altura  $h_3$ ).



(1) Tanque; (2) Manômetro diferencial tubo em U com Hg; (3) Balão Kitassato com Sílica Gel; (4) Linha de entrada do gás no Tanque; (5) Linha de Descarga do gás do tanque; (6) Conexão entre o tanque e o manômetro em U; (7) Termômetro; (8) Válvula de alimentação e descarga do tanque; (9) Válvula de controle de alimentação do gás no tanque; (10) Válvula de controle de descarga do gás do tanque.

Figura 1 – Unidade experimental montada na FEQ/UFU.

## Resultados

Para calcular o fator ( $\gamma$ ) do gás necessário para calcular o calor específico ( $C_p$ ), utiliza-se a Eq. (1).

$$\gamma = \frac{h_1 - h_3}{h_3} \quad (1)$$

Tendo base nas medições feitas durante a prática calculou-se o valor médio de  $\gamma$  igual a 1,1955 com desvio padrão de 0,0394 e variância de  $1,5544 \times 10^{-3}$ .

Obtido o valor de  $\gamma$  calculou-se o calor específico do gás pela Eq. (2).

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{(C_v + R)}{C_v} = \frac{(1 + R)}{C_v} \quad (2)$$

Onde  $C_p = C_v + R$  e  $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ .

Encontraram-se os valores de  $C_p = 50,84 \text{ J/mol. K}$  e  $C_v = 42,5269 \text{ J/mol. K}$

## Conclusões

De acordo com o que a literatura dispõe o valor esperado para o  $\gamma$  do ar é de aproximadamente 1,4. O experimento nos deixou concluir que o  $\gamma$  experimental foi de 1,1955. Tal valor trás consigo um erro relativo de 14,61%. Já o  $C_p$  encontrado na literatura tem o valor de  $1005 \text{ J/kg.K}$  e o  $C_p$  experimentalmente calculado é de  $1765,28 \text{ J/kg.K}$ . O erro relativo que se apresenta neste caso é de 75%.

Ao realizar o experimento, a prática fica muito suscetível a erros de natureza humana e ambiental. Uma vez que a umidade do ar utilizado interfere no processo, há perda de calor do frasco para o ambiente, e tal vez não há liberação suficiente do excesso de pressão e a ponto de atingir a pressão atmosférica da garrafa. E tempos longos demais para que ocorra a evacuação do gás são inconvenientes, pois o ar trocará calor com o ambiente, e o processo já não será adiabático. Isto posto, foi notado durante o experimento, que algumas das mangueiras da unidade possuíam locais que havia escape do gás, o que interfere de forma acentuada nos resultados experimento.

## Agradecimentos

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

## Referências Bibliográficas

Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott M. M. “Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química”.

Editora LTC, 5ª edição, 697p. 2000.

Incropera, F. P.; DeWitt, D. P. “Fundamentos de Transferência de Calor e Massa”. Editora LTC, 5ª edição, 698 p. 2003.

Bejan, Adrian. “Advanced engineering thermodynamics”. John Wiley, 2ª Edição, 850p., 1997.

Incropera, F. P., Dewitt, D. P. “Transferência de Calor e Massa”. Editora LTC, 5ª Edição, 698 p., 2003.