



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

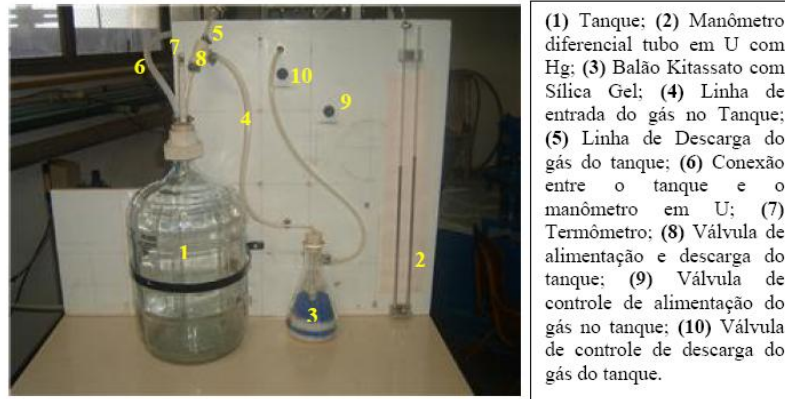
O recipiente utilizado para conter o gás (ar) foi um garrafão de vidro (tanque) juntamente com os demais acessórios que podem ser visualizados na Figura: O procedimento seguido está indicado a seguir:

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 (γ) 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 γ igual a 1,1955 com desvio padrão de 0,0394 e variância de $1,5544 \times 10^{-3}$.

Obtido o valor de γ 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 γ do ar é de aproximadamente 1,4. O experimento nos deixou concluir que o γ 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 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.