

GASES IDEAIS

INTRODUÇÃO

O estado de uma certa quantidade de um gás fica determinado quando se especificam sua temperatura Kelvin T , sua pressão p e seu volume V . Um gás diz-se ideal quando essas grandezas macroscópicas, denominadas variáveis de estado, estão relacionadas de acordo com a equação

$$pV = nRT, \quad (1)$$

onde n o número de moles e $R = 8,3145 \text{ J/mol.K}$ é a constante universal dos gases. Em baixas densidades, um gás real tem um comportamento próximo ao de um gás ideal.

PARTE EXPERIMENTAL

Objetivo

- Verificar a validade da equação de estado dos gases ideais para uma certa quantidade de ar.

Material utilizado

O equipamento necessário para este experimento deve permitir variar a pressão, o volume e a temperatura de uma certa quantidade fixa de gás. Os procedimentos indicados baseiam-se em um dispositivo do tipo ilustrado na Fig. 1.

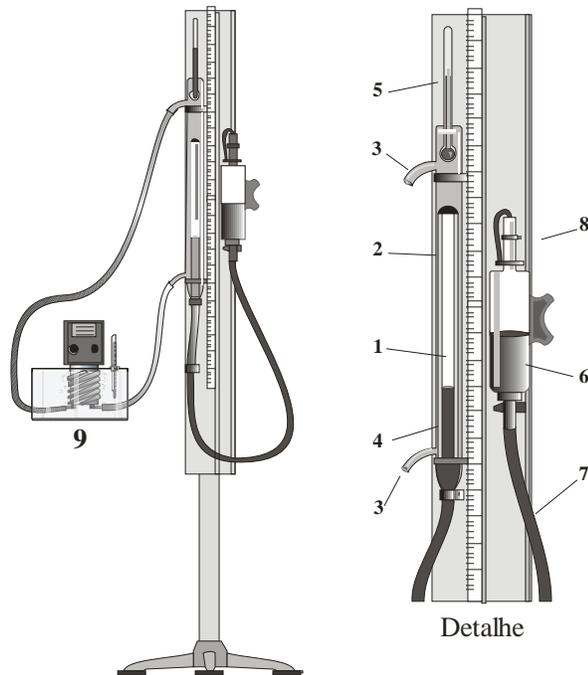


Figura 1 - O dispositivo, utilizado neste experimento, que permite variar e medir a pressão, o volume e a temperatura de uma certa quantidade de gás é composto por:

1. bulbo contendo o gás a ser analisado;
2. câmara externa ao bulbo, por onde passa um fluxo de água para manter a temperatura do gás no valor desejado;
3. entrada e saída do fluxo de água;
4. coluna de mercúrio;
5. termômetro;
6. reservatório móvel de mercúrio;
7. mangueira flexível;
8. tampa do reservatório de mercúrio;
9. banho térmico com circulador de água e controlador de temperatura.

Procedimentos

Este experimento é constituído de três etapas distintas e, em cada uma delas mantém-se constante uma das variáveis de estado — p , V ou T . Nas descrições que se seguem, os números

apresentados entre parêntesis referem-se aos itens assinalados na Fig.1. Para a obtenção das medidas de temperatura, volume e pressão, devem ser consideradas as seguintes observações:

- Os valores da temperatura T usados nas equações são os da escala Kelvin.
- O volume de ar a ser medido é o volume interno do tubo (1), limitado pela coluna de mercúrio (4). Especificações para o cálculo deste volume — como por exemplo o diâmetro do tubo — devem acompanhar a montagem.
- Para variar a pressão do ar no tubo (1), deve-se mover o reservatório de mercúrio (6) para cima ou para baixo. Inicialmente, é preciso remover a tampa do reservatório móvel (8) para que a pressão na superfície do mercúrio, neste reservatório, seja igual à pressão atmosférica local.

A pressão do ar no tubo (1) é dada por

$$p = p_o + \rho gh, \quad (2)$$

em que p_o é a pressão atmosférica local, $\rho = (13,59 \pm 0,01) \text{ g/cm}^3$ é a densidade do mercúrio, g é a aceleração da gravidade local e h é a diferença de altura entre os níveis do mercúrio em (4) e (6).

Nestes procedimentos, não se pressupõe o conhecimento prévio da pressão atmosférica local; assim, a grandeza possível de ser medida será o acréscimo, ou decréscimo, nessa pressão, dado pelo termo ρgh da equação 2. Dessa forma, a análise de variação da pressão deve ser feita pela equação:

$$\rho gh = \frac{nRT}{V} - p_o, \quad (3)$$

que resulta da combinação das equações 1 e 2.

Medida da pressão de um gás em função de seu volume, mantendo-se a temperatura constante

Nesta etapa do experimento, a temperatura do ar dentro do tubo (1) deve ser mantida constante pelo banho térmico (2) e (9). Essa temperatura é medida pelo termômetro (5) e poderá ser a própria temperatura ambiente.

- Varie a altura do reservatório (6) de mercúrio para obter um conjunto de dados que relacionem a variação de pressão ρgh com o volume V de ar no tubo.
- Faça o gráfico de ρgh versus V e, por meio de um processo de linearização (ou ajuste direto da curva obtida), verifique a validade da equação 3 para descrever o comportamento desse gás.
- A partir da análise desse gráfico, determine:
 - a pressão atmosférica local e compare o valor encontrado com o valor medido por um barômetro no laboratório; e
 - o número de moles de ar na amostra analisada.
 Considerando que, nas condições normais de temperatura e pressão, 1 mol de gás ocupa um volume de 22,4 ℓ , avalie se o resultado encontrado corresponde ao esperado.

Medida do volume de um gás em função de sua temperatura, mantendo-se a pressão constante

A pressão constante pode ser escolhida como sendo a pressão atmosférica local. Para isso, as colunas de mercúrio (4) e (6) devem ser mantidas no mesmo nível.

Para se manter o gás no tubo (1) em uma determinada temperatura, utiliza-se o dispositivo (9), mostrado na Fig. 1. Esse dispositivo consiste em um controlador de temperatura e em uma bomba que faz a água, na temperatura desejada, circular pela câmara (2), através das aberturas (3).

- Ajuste a temperatura do banho térmico (9) próxima à temperatura ambiente e faça a água circular pela câmara (2). Meça a temperatura e o volume correspondente do gás. Em seguida, varie a temperatura de 5 °C em 5 °C, até cerca de 80° C e, para cada uma, registre os valores de V e T . Antes de cada registro, verifique se a pressão do gás está constante, ajustando a altura do reservatório (6) para nivelar as colunas de mercúrio. Antes de cada medida, espere o tempo necessário para que a temperatura da água se estabilize.
- Faça o gráfico de V versus T e verifique se nesse caso a dependência entre essas duas grandezas corresponde ao previsto na equação 1.

Medida da pressão de um gás em função da temperatura, mantendo-se o volume constante.

- Varie a temperatura do ar, como descrito no item anterior, e meça a variação de pressão ρgh com a temperatura T do ar no tubo (1). Note que, para manter o volume do gás constante, o nível da coluna (4) de mercúrio no tubo (1) deverá estar na mesma posição para todas as leituras de pressão e temperatura.
- Faça o gráfico de ρgh versus T e verifique se, nesse caso, a dependência entre p e T corresponde ao previsto na equação 1.