

Equação de estado dos Gases Ideais

IF/UnB - Física 2 Experimental

Objetivo: Verificar experimentalmente a dependência entre a pressão (P) e o volume (V) de um gás (ar) à temperatura (T) constante e a dependência entre volume e temperatura à pressão constante e, a partir dessas medidas, determinar a pressão ambiente e estimar a temperatura do zero absoluto.

MATERIAIS

- Recipiente de medida (Figura 1-3) com controle de temperatura contendo um determinado volume de ar que pode ser variado com auxílio de coluna de mercúrio,
- Reservatório de armazenamento de mercúrio (Figura 1-4) cuja posição vertical pode ser variada,
- Régua graduada para medida da coluna de mercúrio (Figura 1-2.1),
- Aquecedor com circulador de água para alterar a temperatura do volume de ar (Figura 2),
- Termômetro.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

Sabemos que se confinarmos, em recipientes de volumes idênticos, amostras de vários gases com 1 mol cada e os mantivermos à mesma temperatura, as pressões medidas em cada recipiente serão aproximadamente iguais.

Para gases com densidades suficientemente baixas, todos os gases reais tendem a obedecer à relação

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

onde P é a pressão absoluta, V é o volume ocupado pelo gás, n é o número de moles, T é a temperatura absoluta e R é a constante universal dos gases. Esta é a equação de estado dos gases ideais também conhecida como lei dos gases perfeitos. A constante R tem o mesmo valor para todos os gases, aproximadamente

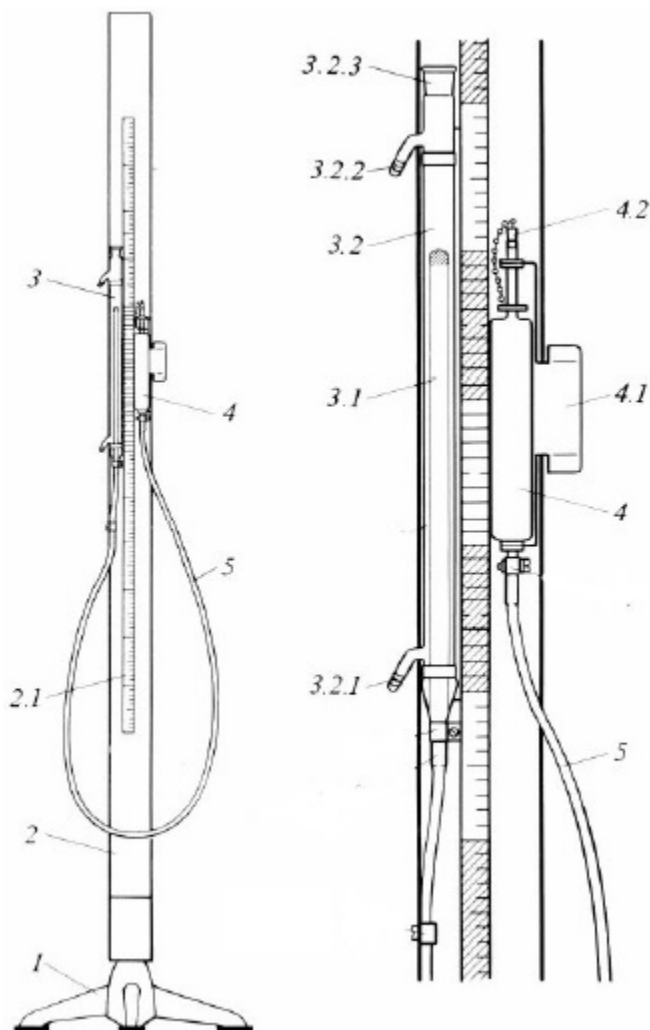
$$R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}. \quad (2)$$

Embora nenhum gás real obedeça exatamente a esta equação de estado, ela é uma boa aproximação para a maioria dos gases, sendo que será tanto melhor quanto mais rarefeito o gás e mais longe estiver do seu ponto de liquefação. Neste experimento serão desenvolvidos procedimentos e análises fundamentadas essencialmente na equação de estado para os gases ideais.

PROCEDIMENTOS

1. Dependência entre a pressão e o volume à temperatura constante: Lei de Boyle-Mariotte.

- (a) Certifique-se de que a rolha que cobre o reservatório de mercúrio (Fig.1-4.2) esteja solta.
- (b) Ajuste o botão de ajuste da temperatura do circulador (Fig.2-4) para uma temperatura menor que a temperatura ambiente. Isso fará com que a água circule sem ativar o aquecimento, mantendo assim o sistema à temperatura ambiente.



Legenda:

- 1 - Pedestal
- 2 – Suporte : 2.1 – Régua graduada
- 3 – Recipiente de medida : 3.1 – Volume de medida : 3.2 – Volume externo para circulação de água
3.2.1 – Entrada de água : 3.2.2 – Saída de água ; 3.2.3 – Local de inserção de termômetro
- 4 – Reservatório de mercúrio: 4.1 – Suporte para movimentação vertical: 4.2 – Rolha de segurança
- 5 – Mangueira de conexão entre o reservatório e o recipiente de medida

Figura 1. Coluna de Mercúrio

- (c) Posicione o reservatório de forma que o seu nível de mercúrio se iguale ao nível de mercúrio no recipiente de medida. Estime o valor do volume de gás à pressão ambiente dentro do recipiente de medida. Para isso, basta medir (com uma régua) o comprimento da coluna com ar, uma vez que a área no interior do tubo é constante. Observe que a parte superior do tubo é pintada de marrom. O volume contido desde o topo do tubo até a parte inferior dessa faixa marrom corresponde ao volume de um tubo cilíndrico de 1cm de comprimento. Assim, o comprimento da coluna de ar corresponde à distância do nível do mercúrio até a parte inferior da faixa marrom acrescida de 1cm.
- (d) Varie a posição vertical do reservatório, anotando as posições dos níveis de mercúrio no reservatório e no êmbolo fechado. **Escolha 10 posições do reservatório que permitam uma máxima variação.** Para isso, você deverá definir uma posição de referência para as medidas.
- (e) Faça uma tabela com duas colunas para anotar a posição dos níveis de mercúrio do reservatório (1ª coluna) e dentro do recipiente de medida (2ª coluna). Varie a posição do reservatório nas posições escolhidas e anote na tabela os valores correspondentes.
- (f) Determine, para cada ponto da tabela, o acréscimo de pressão ΔP , em cm ou mm de Hg, que é dada pela diferença entre os níveis de mercúrio do reservatório e no recipiente de medida e determine também o respectivo comprimento da coluna de ar dentro do recipiente de medida, que é proporcional ao volume V .
- (g) Faça um gráfico de ΔP (em cmHg ou mmHg) $\times 1/V$ (V expresso em cm ou mm, visto que o comprimento da coluna de ar é proporcional ao volume) e faça um ajuste linear dos dados obtidos. Determine o coeficiente angular e o ponto de corte desse gráfico. Lembrando que a pressão exercida pelo gás na coluna, ou pressão

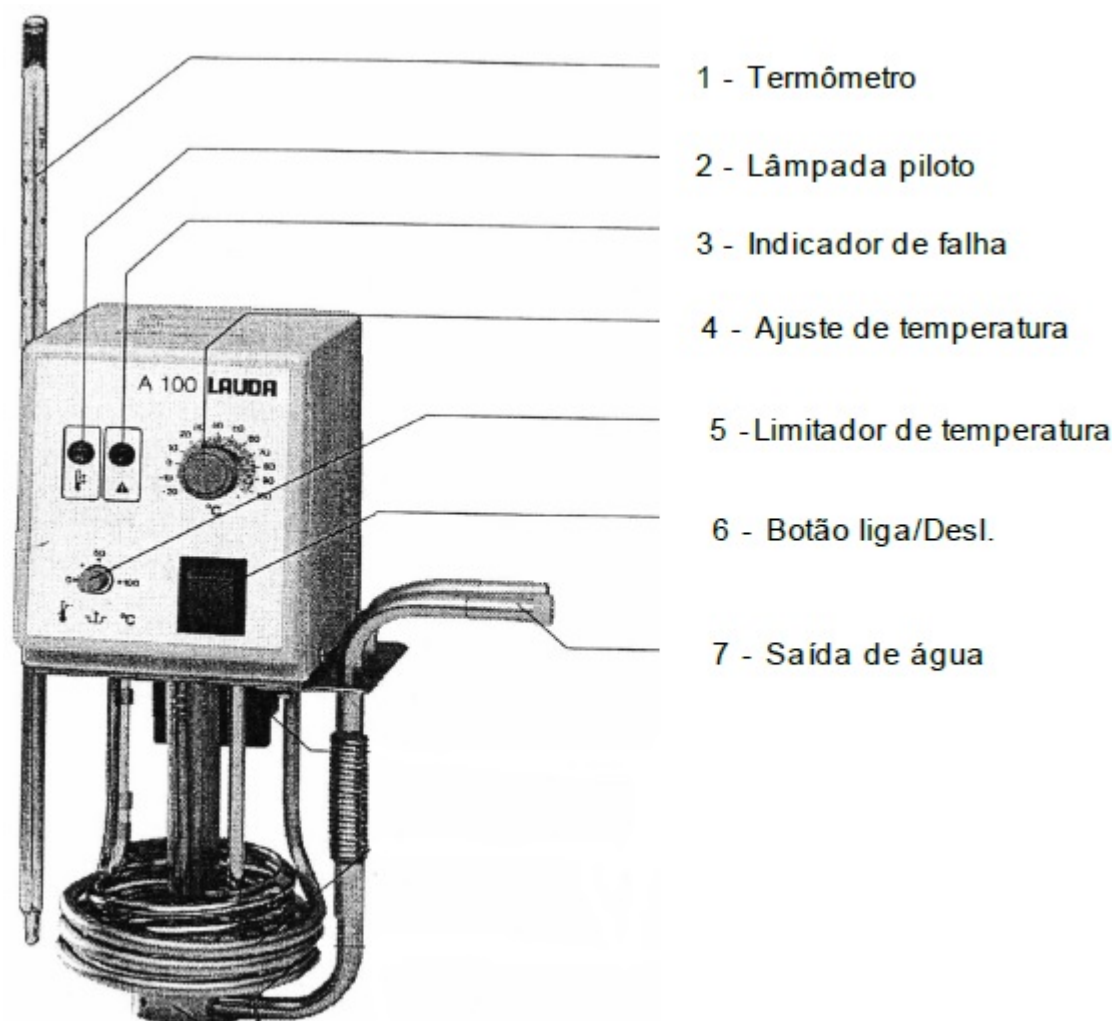


Figura 2. Aquecedor/circulador de água

absoluta, é igual à pressão ambiente mais a variação ΔP , discuta o significado físico dos valores encontrados na análise gráfica.

2. Dependência entre o volume e a temperatura à pressão constante: Lei de Gay-Lussac

- Faça uma nova tabela contendo duas colunas para registrar a temperatura em graus Celsius (1ª coluna) e o volume de gás no recipiente de medida (Fig. 1-3.1) em mm ou cm, proporcional ao comprimento (2ª coluna).
- Recomenda-se não utilizar gelo nesta parte do experimento para começar de uma temperatura mais baixa, já que o vapor d'água contido no ar dentro da coluna pode atingir o ponto de orvalho, trazendo complicações para o experimento ao variar o número de moles do gás.
- Ainda em temperatura ambiente, posicione o reservatório de forma que o seu nível de mercúrio se iguale ao nível dentro do recipiente de medida. Estime o valor do volume de gás à pressão ambiente dentro do recipiente. Para isso, basta determinar o comprimento da coluna com ar. Anote na tabela.
- Mude a posição do reservatório de forma que os níveis de mercúrio fiquem desiguais em pelo menos 5 cm. Isto é necessário para evitar que o mercúrio fique aderido ao vidro e pouco se mova, causando imprecisão nas medidas.
- Aumente a temperatura e espere-a estabilizar, escolhendo um intervalo que permita coletar de 8 a 10 pontos experimentais, sem exceder 70°C. O aquecimento provoca um aumento de pressão no gás, que impulsiona

a coluna de mercúrio, aumentando o seu volume. Como a pressão deve ser mantida constante, só então movimentar o reservatório de forma a igualar os níveis de mercúrio no recipiente de medida e no reservatório. Isso garante que a pressão do gás no interior do recipiente é igual à pressão ambiente. Anote o comprimento da coluna de gás no reservatório.

- (f) Repita até coletar todos os pontos, lembrando de desnivelar as colunas de mercúrio antes de aumentar a temperatura. Não exceda os 70°C .
- (g) Construa um gráfico $V \times T$ e efetue um ajuste linear dos pontos obtidos. Anote a equação da reta ajustada.
- (h) Analise o gráfico $V \times T$ e determine o valor da temperatura na qual o volume V extrapolado seria zero. Discuta o significado dessa temperatura.

3. Dependência entre a pressão e a temperatura a volume constante: Lei de Amontons

Com base na prática e nos conhecimentos adquiridos nos itens **1** e **2**, proponha um procedimento de medida que permita estudar a dependência de P com T a volume constante.

BIBLIOGRAFIA

- Halliday, D. & Resnick, R. Fundamentos de Física – 2 - Gravitação, Ondas e Termodinâmica, LTC.
 - Nussenzveig, H. M. Curso de Física Básica – 2 – Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor. Editora Edgard Blücher LTDA.
-