



Roteiro de Experimento

Disciplina: Física Básica Experimental I

Lei de Boyle e Mariotte

Habilidades e Competências.

Ao término desta atividade o(a) aluno(a) deverá ter competência para:

- Identificar o comportamento do volume de um gás em função da pressão, em um processo isotérmico;
- Enunciar a Lei de Boyle e Mariotte;
- Avaliar a Lei de Boyle e Mariotte para um gás ideal e real através da interpretação de dados e gráficos obtidos em um experimento.

Material

Conjunto Emília com manômetro:

- Um tripé com haste e sapatas niveladoras;
- Uma haste metálica com 400 mm;
- Um painel posicionador;
- Um parafuso micrométrico com escala espelhada e manípulo;
- Uma seringa em vidro resistente com escala volumétrica;
- Uma pinça de Hoffman (válvula);
- Um tubo de conexão (flexível);
- Um manômetro com fundo de escala de 2,0 kgf/cm² (~ 28,45 psi).

Teoria

A equação de estado para um gás ideal é dada por:

$$PV = nRT \quad ,$$

ou ainda:

$$P = \frac{nRT}{V} \quad ,$$

onde n representa o número de mols, R é a constante universal dos gases (8,3144 J/mol.K), T a temperatura, V o volume e P a pressão.

Se a temperatura for mantida constante temos que:

$$P \propto \frac{1}{V} \quad ,$$

ou ainda: $PV = K \quad , \quad (1)$

sendo K uma constante. Variando a pressão e o volume, em diferentes etapas, temos que:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots = P_n V_n = K \quad . \quad (2)$$

Nos experimentos, a pressão total P , é a soma da pressão atmosférica (P_0) com a pressão manométrica (P_m) que é uma sobrepressão provocada pela compressão do gás. Assim,

$$P = P_0 + P_m \quad . \quad (3)$$

(Ao fechar a válvula, a pressão na seringa inicialmente é a pressão atmosférica, logo $P_m = 0$).

Combinando (3) e (1) temos:

$$(P_0 + P_m)V = K \quad . \quad (4)$$

Como o volume diminui, logo a variação de volume é negativa, então:

$$-\Delta V = V_2 - V_1 \quad , \quad (5)$$

então:

$$V_2 = V_1 - \Delta V \quad . \quad (6)$$

Combinando (6), (3) e (2), chegamos a:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad , \quad (7)$$

$$P_0 V_1 = (P_0 + P_m)(V_1 - \Delta V) \quad , \quad (8)$$

e assim:

$$V_1 = \frac{\Delta V (P_0 + P_m)}{P_m} \quad . \quad (9)$$

Andamento das Atividades

Você receberá o equipamento montado, antes de iniciar as atividades aguarde as instruções do professor. Inicialmente faça o teste de vedação:

- Abra a válvula, eleve o êmbolo e introduza ar na seringa até obter um volume inicial V_0 de aproximadamente $15 \text{ mL} = 15 \text{ cm}^3$.
- Feche a válvula e gire o manípulo até a pressão de $0,6 \text{ kgf/cm}^2$. Espere 60s e verifique se a pressão do ar permanece constante.
- Em caso positivo, prossiga com o roteiro, em caso negativo, solicite ao professor outro equipamento para a realização do experimento.

Realizando o experimento

Na condução do experimento devem ser seguidos os seguintes passos:

- Abra a válvula, eleve o êmbolo, introduza certa quantidade de ar na seringa (15 mL), segure o êmbolo para não baixar e feche a válvula. Gire 2 voltas para ajustar o sistema (sem efetuar medidas).
- Inicie o experimento girando o manípulo 3 voltas para comprimir o gás, a cada três voltas o volume diminui em $1,35 \text{ mL}$, ou seja ($0,45 \text{ mL}$ por volta). Faça a leitura da pressão manométrica anotando-a na Tabela 1. Para cada nova medida, gire 3 vezes o manípulo.
- Calcule a pressão total em cada medida, preenchendo a quarta coluna da Tabela 1 (adicionando $1,03 \text{ kgf/cm}^2$ para cada medida de pressão manométrica).

- Calcule o volume inicial V_1 usando a eq (9) e os dados da medida 7 na Tabela 1 (com $\Delta V = 9,45 \text{ mL} = 9,45 \text{ cm}^3$)
- Com o valor de V_1 , obtenha os valores do volume em cada medida na segunda coluna da Tabela 1, escrevendo o resultado na segunda coluna da Tabela 2.
- Copie os valores da quarta coluna da Tabela 1 para a terceira coluna da Tabela 2.
- Na Tabela 2 preencha a quarta coluna efetuando os cálculos com os respectivos valores de pressão e volume para cada medida.
- Calcule o inverso do volume para cada medida e preencha a quinta coluna da Tabela 2.

Questões:

1. Com os dados da Tabela 2, faça o gráfico 1, pressão versus o volume. Faça um ajuste e obtenha a equação que descreve a curva.
2. Descreva o que seria esperado para o gráfico 1 em função da equação de estado dos gases ideais.
3. Usando novamente os dados da Tabela 2, faça o gráfico 2, da pressão versus o inverso do volume. Faça um ajuste e obtenha a equação que descreve a curva.
4. Interprete fisicamente o valor obtido da inclinação da curva no gráfico $P \times 1/V$.
5. Extrapole o valor de $1/V$ para uma tendência a zero e tire conclusões.
6. Comente sobre os resultados da quarta coluna da Tabela 2.
7. Comente o intervalo de validade da Lei de Boyle e Mariotte para os gases reais.

Tabela 1

Medida	Volume (cm^3)	Pressão Manométrica (kgf/cm^2)	Pressão Total (kgf/cm^2)
0	V_1	0,00	1,03
1	$V_1 - 1,35$		
2	$V_1 - 2,70$		
3	$V_1 - 4,05$		
4	$V_1 - 5,40$		
5	$V_1 - 6,75$		
6	$V_1 - 8,10$		
7	$V_1 - 9,45$		

Tabela 2

Medida	Volume (cm ³)	Pressão Total (kgf/cm ²)	$P_n \cdot V_n$ (kgf.cm)	$\frac{1}{V_n}$ (cm ⁻³)
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1,0332 \text{ kgf/cm}^2 (= 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa})$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3 .$$