

INTRODUÇÃO

Na presente atividade iremos investigar a Lei de Boyle-Mariotte e sua possível comprovação experimental. Essa lei, que estabelece a relação entre pressão e volume de um gás, foi inicialmente proposta por Richard Towneley e Henry Power. Entretanto, foi em 1661 que Robert Boyle confirmou experimentalmente tal descoberta. Segundo alguns historiadores, foi o assistente de Boyle, Robert Hooke (aquele da lei de Hooke), quem construiu o aparato experimental utilizado. Contudo, Edme Mariotte propôs independentemente a mesma relação em 1679, estabelecendo adicionalmente a influencia da temperatura. Assim, essa lei é comumente referida como a lei de Boyle-Mariotte.

OBJETIVOS

- Comprovar experimentalmente a lei de Boyle-Mariotte e
- Estudar a relação entre pressão e volume de um gás.

MATERIAL UTILIZADO

- Conjunto dedicado ao experimento de Boyle-Mariotte.

RESUMO DAS BASES TEÓRICAS

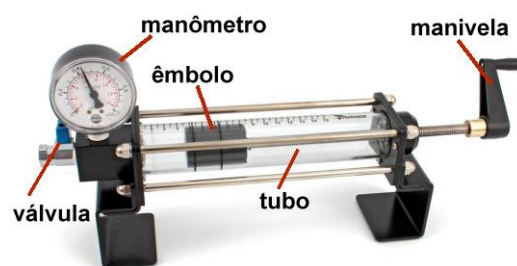
A lei de Boyle-Mariotte estabelece que, à temperatura constante, T , para uma quantidade fixa de moléculas (ou massa) de um dado gás (ar - assumido como sendo ideal), n , a pressão, P , e o volume, V , são inversamente proporcionais. Tal lei também pode ser alternativamente formulada estabelecendo que, em uma temperatura constante, o produto entre o volume e a pressão de uma dada quantidade de gás é constante. Isso pode ser expresso por:

$$P \propto 1/V \quad \text{ou} \quad P \cdot V = \text{constante}$$

TÓPICOS PRINCIPAIS DOS PROCEDIMENTOS

(i) **IMPORTANTE:** Conhecendo o equipamento

O aparato experimental é ilustrado na figura abaixo. Cabe salientar que, na realidade, o manômetro indica somente a diferença de pressão entre o interior do tubo e o seu exterior. Sendo assim, antes de proceder qualquer manipulação do equipamento, siga as instruções dadas em aula e observe as recomendações a seguir.



(a) Ao iniciar o experimento, nunca retorne o pistão para traz com a válvula fechada, ou seja, no início da atividade prática não aumente o volume dentro do tubo com a válvula fechada. Caso isso fosse feito, provocaria uma expansão forçada do gás dentro do tubo. Sendo assim, a pressão dentro do tubo passaria a ser inferior a pressão atmosférica. Consequentemente, o ponteiro do manômetro irá se deslocar no sentido anti-horário, fornecendo uma leitura negativa, algo que pode danifica-lo.

(b) Ao final do experimento retorne o êmbolo para sua posição inicial com a válvula fechada, ou seja, ao final retorne o êmbolo para traz até que a leitura no manômetro seja nula. Caso isso não for observado, o ponteiro do manômetro pode bater fortemente no fundo de escala e danifica-lo.

(c) Durante o experimento, não ultrapasse 80% da capacidade máxima do manômetro.

(ii) Executando o experimento

1. Abrir a válvula e ajustar o êmbolo até que a coluna de ar tenha um comprimento L_0 em torno de 15 cm, lida na escala impressa no tubo. Anote com cuidado esse comprimento, o valor da temperatura ambiente, T_{amb} , e a pressão atmosférica local, P_{atm} . Lembre que 1 hPa (hectopascal) corresponde a $0.001019716212978 \text{ kgf/cm}^2$. Além disso, não esqueça que a válvula estando aberta a pressão do ar no interior do tubo é igual à pressão atmosférica.

$$L_0 = \text{_____ cm} \quad T_{amb} = \text{_____ } ^\circ\text{C} \quad P_{atm} = \text{_____ kgf/cm}^2$$

Observação: Em Vitória da Conquista a pressão atmosférica varia durante o dia (manhã e tarde) aproximadamente entre 916 e 920 hPa. Caso o valor exato dessa pressão não estiver disponível no momento do experimento, assuma $P_{atm} = 0.94 \text{ kgf/cm}^2$.

2. Fechar a válvula e anotar na tabela abaixo o valor da pressão exercida pelo ar no interior do tubo enquanto movimentamos o êmbolo. Para movimentar esse pistão, gire a manivela lentamente até obter acréscimos de pressão de 0.1 kgf/cm^2 , anotando o respectivo comprimento da coluna de ar, L , usando a escala impressa no tubo. Complete o preenchimento da tabela calculando a pressão P e o volume V usando:

$$P = P_{atm} + \Delta P_{man} \quad V = A_{tubo} \times L \quad A_{tubo} = \pi \times (D/2)^2 = 9.0792 \text{ cm}^2 \quad D = 3.4 \text{ cm}$$

onde ΔP_{man} é a diferença de pressão lida no manômetro, A_{tubo} é a área da secção reta do interior do tubo e D o respectivo diâmetro interno do tubo.

OBSERVAÇÃO: Antes de fazer qualquer anotação espere pelo menos 10 segundos até que a leitura no manômetro se estabilize. Isso se mostra necessário, pois a resposta desse tipo de manômetro é usualmente lenta. Se necessário, faça pequenos ajustes no posicionamento do embolo para obter o valor de ΔP_{man} desejado. Mantenha sua atenção durante as medidas.

$\Delta P_{man} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$	$L \text{ (cm)}$	$P \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$	$V \text{ (cm}^3\text{)}$	$P \times V \text{ (kgf.cm)}$
0.1				
0.2				
0.3				
0.4				
0.5				
0.6				
0.7				
0.8				

Ao final, depois de realizar todas as medidas, retorne o embolo para o comprimento L_0 , ou seja, até o manômetro indicar uma diferença de pressão nula. **Só então abra a válvula!**

3. Calcule o valor médio e o desvio padrão da medida do produto $P \times V$. Com base nesses resultados é possível dizer que o tal produto se mantém constante? Qual a variação percentual apresentada? Considere as expressões abaixo.

$$P \times V = [\text{valor médio}] \pm [\text{desvio padrão da medida}] = \text{_____} \pm \text{_____ kgf.cm}$$

$$\text{com } \Delta\% = 100 \times [\text{desvio padrão da medida}] / [\text{valor médio}]$$

$$\Rightarrow P \times V = [\text{valor médio}] \pm \Delta\% = \text{_____ kgf.cm} \pm \text{_____}\%$$

4. Faça um gráfico de P versus $1/V$. Qual é o aspecto do gráfico? Baseado em tal indicação seria possível inferir que a lei de Boyle-Mariotte é válida? Explique detalhadamente.

SUGESTÕES PARA REFERENCIAS

- Apostilas sobre teoria de erros (UFBA) e unidades de medida (INMETRO) – Ver <http://physika.info>
- Livro de Física II – ex. Halliday, Resnick e Walker Vol.2 – Gravitação, Ondas e Termodinâmica.