

Experimento 2-CONDUTÂNCIA DE TUBOS DE VÁCUO

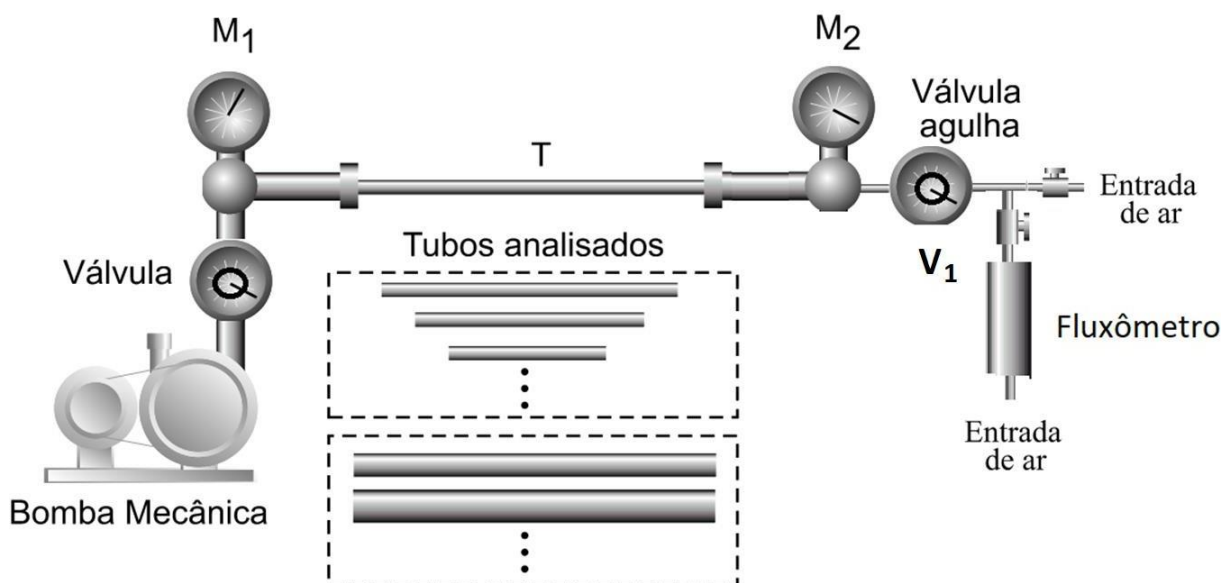
Introdução

Todo tubo apresenta uma resistência à passagem de gás. É fácil imaginar que essa resistência será tanto maior quanto mais longo for o tubo e quanto menor o seu diâmetro. Assim, o efeito que um tubo tem na passagem de um fluxo de gás é análogo ao efeito de um resistor na passagem da corrente elétrica. Por causa dessa analogia, chamamos a resistência do tubo de impedância, que denotaremos com a letra **Z**. Por uma questão de hábito, é mais comum em tecnologia de vácuo se falar em condutância **C** de um tubo; sendo esta, evidentemente, o inverso da impedância.

Em geral, a condutância de um dado tubo depende do seu comprimento **L**, do seu diâmetro **D**, das pressões **P₁** e **P₂** nas suas extremidades e da massa molecular **M** do gás e sua temperatura **T**. Não existe uma fórmula única para se determinar a condutância de um dado tubo. Temos diferentes fórmulas dependendo da pressão média do gás no tubo e das dimensões do tubo. Para pressões altas, próximas à atmosférica, essas expressões podem ser bastante complicadas, ao passo que à medida que a pressão média diminui, as expressões tonam-se mais simples. O objetivo da presente experiência é medir a condutância de alguns tubos, comparar os valores medidos com os calculados pelas fórmulas dadas na apostila do curso e verificar o comportamento nas associações de tubos em série e em paralelo.

Experimento

A figura abaixo esquematiza o sistema experimental que deverá ser usado.



onde **M₁** e **M₂** são medidores tipo capacitivo, **T** = tubo cuja condutância deve ser medida. Se **V₁** estiver aberta e a bomba estiver funcionando, temos uma corrente molecular **Q** passando pelo tubo, e podemos medir uma diferença de pressão entre suas extremidades através dos medidores **M₁** e **M₂**. Se medirmos a quantidade de gás que passa por unidade de tempo pelo tubo, podemos determinar a condutância de um tubo experimentalmente utilizando a expressão:

$$C = \frac{Q}{\Delta P}$$

$$\text{onde } \Delta P = P_2 - P_1$$

que é a própria definição de condutância do tubo.

Para determinar **Q (corrente molecular)**, abre-se a válvula **V₁**, deixando passar um **fluxo** de ar pelo fluxômetro. O ar passará a ser sugado pela bomba através do tubo **T**. A leitura do equipamento está em sccm (*standard centimeter cubic per minute*) que pode ser convertido em corrente molecular usando a expressão **Q = P_a.fluxo**, onde **P_a** é a pressão atmosférica e o **fluxo** é dado por unidade de **[volume]/[tempo]**. Assim, 1 sccm corresponde a uma corrente molecular de 1,27x10⁻² Torr.litro/segundo.

Utilizando esse procedimento:

- determine a condutância de tubos de diferentes diâmetros em função da pressão média entre suas extremidades. Faça diversas medidas de $\Delta P \times Q$, determine **C** a partir desses dados, e faça um gráfico de **C x P_{médio}** para os tubos em um mesmo gráfico (**P_{médio} = (P₂+P₁)/2**). Ajuste uma reta a esses dados. Ela passa pela origem?
- determine a condutância de alguns tubos com mesmo diâmetro, mas em função do comprimento do tubo. Repita o procedimento do item **a**.
- Compare os dados experimentais obtidos acima com valores teóricos de **C**. Para isto primeiro determine que tipo de escoamento ocorre nos tubos usados no experimento e leve em conta estas condições de escoamento para determinar quais expressões usar para essa comparação com os dados experimentais (pesquise as expressões nos textos apoio ou online, levando-se em conta as condições de suas aplicações).
- Determine a condutância dos arranjos de tubos em paralelo, soldados na mesma estrutura. A condutância equivalente para *n* tubos em paralelo é dada pela expressão:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (1)$$

Verifique os resultados dos dados experimentais com os do modelo teórico, equação (1).

- Determine a condutância de arranjos de tubos em série. A condutância equivalente para *n* tubos em série é dada pela expressão:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (2)$$

Verifique os resultados dos dados experimentais com os do modelo teórico, equação (2).

- f) Represente os dados experimentais do experimento (b), com mesmo diâmetro, mas de comprimentos diferentes, em um gráfico **1/C vs. L**. Para isto, escolha uma pressão fixa e comum aos gráficos obtidos no item (b) acima (Obs.: se necessário, faça interpolações para determinar os valores de 1/C para a pressão escolhida para os casos em que não foram obtidos valores experimentais). Verifique que o resultado pode ser representado por uma reta, que pode ser representada pela equação:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} L \quad (3)$$

Obtenha, assim, 1/C₀ a partir do gráfico utilizando regressão linear (ou mesmo fazendo um ajuste visual dos pontos obtidos). Utilizando esta constante, verifique se é possível calcular o valor da condutância da associação em série realizada no item (e) acima.

RELATÓRIO (seguir o modelo)

Resumo – Faça um resumo do relatório (em poucas linhas)

I – Introdução – destaque os objetivos e a motivação para o estudo do experimento

II – Descrição do procedimento – descreva como fez o experimento com informações de dados utilizados.

III - Resultados

- a) Apresente as tabelas para todos os tubos estudados.
- b) Faça um gráfico (Condutância vs. Pressão) colocando juntos todos os valores da condutância dos tubos de mesmo diâmetro e comprimentos diferentes e outro gráfico com todos os tubos de mesmo comprimento mas com diâmetros diferentes.
- c) apresente todos os resultados solicitados nos itens (a) a (f) acima.

IV - Discussão – discuta os resultados obtidos

V – Conclusão – apresente as principais conclusões

Referências