

Experimento 5 – 2º Semestre de 2023

MEDIDAS DE CONDUTÂNCIAS E DE VELOCIDADES DE BOMBEAMENTO

1. Objetivos

a). Determinar a velocidade de bombeamento de uma bomba rotativa de palhetas pelo *método da corrente molecular*.

b). Investigar fenomenologicamente condutâncias (tubos) diversos e seu efeito na velocidade de bombeamento de uma câmara de vácuo.

2. Introdução

Na maioria dos sistemas de vácuo, condutâncias (tubos, válvulas e outros acessórios) conectam a(s) bomba(s) às outras diversas partes do sistema (câmaras, espectrômetros, etc.). De um modo geral, as condutâncias tem o maior valor possível, para que a velocidade de bombeamento nos locais do sistema onde se quer baixas pressões seja o mais elevado possível.

Neste experimento, as condutâncias interpostas entre a bomba e a câmara são propositalmente reduzidas para que se consiga investigar, de uma forma mais incisiva, e com razoável precisão, seu efeito no bombeamento de uma câmara. Serão inicialmente feitas medidas de pressão e fluxo de gás (ar) para determinar a velocidade de bombeamento de uma bomba e essas medidas também utilizadas para o estudo de condutâncias.

Nas medidas de velocidade de bombeamento pelo *método da corrente molecular*, admite-se gás na bomba num fluxo contínuo. A pressão, P , na entrada (boca) da bomba, depende desse fluxo, que normalmente chamamos de *corrente molecular*, Q . Q e P estão ligados pela relação

$$Q = PS \quad (1)$$

onde S é a velocidade de bombeamento. A partir dessa equação determina-se S .

Numa condutância (tubo, por exemplo) o valor da condutância, C , é dado pela equação

$$C = Q/(P_1 - P_2) \quad (2)$$

onde P_1 e P_2 são as pressões nas extremidades da condutância.

Considerando a continuidade da corrente molecular ao longo de uma condutância, as velocidades de bombeamento S_1 e S_2 nas extremidades da condutância estão relacionadas com P_1 e P_2 pela relação

$$P_1 S_1 = P_2 S_2 \quad (3)$$

3. Sistema de vacuo

Encontra-se representado esquematicamente na Fig. 1. A condutância é interposta entre a bomba de vácuo e a câmara e as pressões nas extremidades da condutância são medidas por manômetros Pirani.

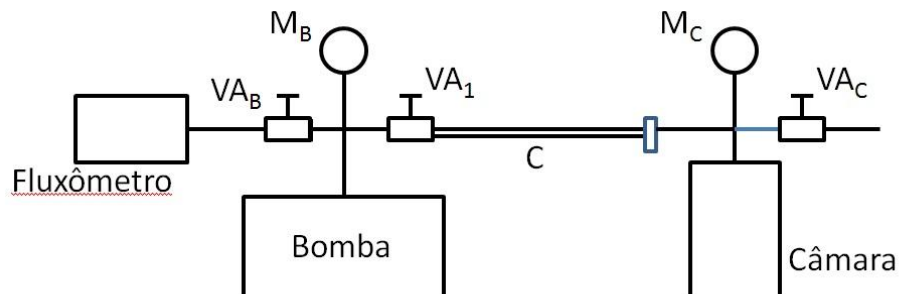


Figura 1. Representação esquemática do sistemas de vácuo. C – condutância (tubo); VA_1 – válvula de vácuo; VA_B e VA_C – válvulas agulha; M_B e M_C – manômetros Pirani.

4. Procedimento experimental

Aquisição de dados

Nas etapas 1 a 2 abaixo, os símbolos P_B , P_C , S_B e S_C correspondem, respectivamente, às pressões na bomba e na câmara e às velocidades de bombeamento na bomba e na câmara. C corresponde à condutância do tubo empregado. Atenção para as unidades das grandezas físicas do experimento: pressão (Torr), corrente molecular (Torr litro s^{-1}), condutância (litro s^{-1}), velocidade de bombeamento (litro s^{-1}), tempo (s).

1. Ligue a bomba e, com a válvula VA_1 fechada, admita ar com a válvula agulha VA_B e faça medidas de Q em função de P_B para Q no intervalo entre 0 e 50 sccm. Recomenda-se que sejam feitas cerca de 40 medidas bem distribuídas nesse intervalo. Coloque os resultados numa tabela. (Estes dados serão necessários para a determinação da velocidade de bombeamento da bomba, S_B).

2. Com a válvula VA_1 aberta e VA_B fechada, quando se admite ar com a válvula agulha VA_C , uma corrente molecular se estabelece na condutância C . Controle a válvula agulha de modo a estabelecer pressões P_B no intervalo entre 0,2 e 1,3 Torr. Anote os valores de P_C correspondentes e construa a tabela com as colunas P_C e P_B . Recomenda-se que sejam feitas cerca de 20 medidas bem distribuídas nesse intervalo.

Tratamento de dados

A partir da tabela da etapa 1, determine S_B para cada par (Q, P_B) empregando a Eq. (1). Construa a tabela com as colunas Q , S_B e P_B , e levante os gráficos Q x P_B e S_B x P_B na mesma escala de eixos.

No gráfico com Q x P_B e S_B x P_B , tome os valores de P_B da etapa 2 e determine, para cada um desses valores, os valores de Q correspondentes. (Se empregou um programa de construção de gráficos, a tarefa é facilitada com o uso do cursor desse programa). Construa uma tabela com as colunas Q , P_B e P_C .

Empregando os dados desta última tabela, use a Eq. (2) para determinar a condutância do tubo. Construa a tabela com as colunas C , Q , P_B e P_C e P_m onde P_m é a pressão média $P_m = (P_C + P_B)/2$. A seguir, levante o gráfico C x P_m .

Tome o último par de valores da tabela com as colunas P_C e P_B da etapa 2 e no gráfico de S x P_B que já deve ter construído, meça o valor de S_B para a pressão

P_B desse par. Tendo S_B , e P_C e P_B do par, determine a velocidade de bombeamento S_C empregando a Eq. (3).

5. Para o relatório

Apresente todas as tabelas e todos os gráficos e indique claramente seus cálculos.

Apresente o valor S_C determinado pela Eq. 3 mostrando os valores P_B , P_C e S_B que empregou.

A curva $S_B \times P_B$ é compatível com o que você espera para o comportamento geral de uma curva de velocidade de bombeamento em função da pressão para uma bomba rotativa de palhetas? Explique. (No texto “Bombas de Vácuo”, no site da disciplina F-640 você encontrará uma descrição sobre bombas rotativas de palhetas com o respectivo gráfico $S \times P$).

Suas determinações estão de acordo com o que se espera para a velocidade nominal da bomba (ver o valor especificado na própria bomba). Explique. (A velocidade nominal é especificada pelos fabricantes de bombas e é o valor máximo das curvas $S \times P$).

BIBLIOGRAFIA

Texto de F-640 de Vácuo, (<http://sites.ifi.unicamp.br/labvacrio>), tag Material Didático), pp. 22 –23 e Cap. IV, p. 56.

G. Lewin, *Fundamentals of Vacuum Science and Technology*, (McGraw-Hill, 1965) pp. 126-127.

C. M. Van Atta, *Vacuum Science and Engineering*, (McGraw-Hill, 1965), pp. 169 – 177.