

# Ciência e Tecnologia do Vácuo

4300323

Setembro 2024

## 3ª Lista de Exercícios

1. Como funciona o medidor McLeod? Obtenha matematicamente as duas escalas.
2. A partir de qual pressão pode ser considerado regime molecular?
  - a) Calcule para uma câmara com diâmetro  $D = 30$  cm
  - b) Calcule para um duto de  $D = 2''$  ( $\sim 5$  cm)
3. Ao se bombear um sistema de vácuo de 700 Torr até  $10^{-2}$  Torr, qual a ordem de grandeza de massa molecular removida?
4. Considere a pressão de  $P = 2.5 \times 10^{-4}$  Torr e calcule:
  - a) O tempo de formação de uma mono-camada
  - b) Livre caminho médio
  - c) velocidade média
5. Descreva os tipos de vazamentos. Dê exemplos práticos.
6. Como podemos obter as características dos vazamentos através da curva  $P = P(t)$ ? Comente os modelos matemáticos para alguns tipos de vazamentos.
7. Considere uma câmara esférica de  $D = 30$  cm conectada a uma bomba mecânica, com velocidade de bombeamento  $S = 60$  l/min, por um tubo de comprimento  $L = 80$  cm e diâmetro  $D = 2,54$  cm. Qual o tempo para se reduzir a pressão de um sistema de vácuo por um fator 100? Considere tanto o regime molecular como o regime viscoso.
8. Qual o tempo necessário para se reduzir a pressão de uma câmara de  $V = 1000$  l a partir da pressão atmosférica até 1 Torr, com uma bomba de vácuo de 20 l/s?
9. Dimensione uma bomba para ser instalada em um sistema de vácuo, com um volume total de 10000 l, a fim de reduzir a pressão desde a pressão atmosférica até 1,0 Torr num tempo máximo de 5 min.
10. Determine qual o menor vazamento que se pode ser verificado com um detector de vazamentos (*leak detector*) com sensibilidade de  $10^{-10}$  Torr l/s.
11. Na medida da velocidade de bombeamento de uma bomba difusora pelo método da pipeta (injeção de um *throughput*), avalie o erro cometido se houver um vazamento de  $10^{-4}$  cm, além do *throughput* injetado.
12. No método da pipeta, como podemos corrigir a medida da velocidade de bombeamento de uma bomba difusora, levando-se em conta o *throughput* de desgaseificação?
13. Como obter a velocidade de bombeamento  $S$  sabendo-se a curva  $P(t)$ ?
14. Como pode ser feita a medida da velocidade de bombeamento de uma bomba difusora, conhecendo-se uma das condutâncias do sistema de vácuo?
15. Para que servem as armadilhas num sistema de vácuo? Como elas funcionam e quais as consequências para um sistema de vácuo? Dê exemplos.
16. Considere uma bomba difusora com diâmetro de  $3''$  ( $\sim 7,5$  cm). Entre a boca da Bomba difusora e a boca do sistema de vácuo são colocados em série:
17. Uma válvula do tipo gaveta. Considere que essa válvula possa ser aproximada por um tubo de 8 cm de diâmetro e 5 cm de comprimento.
18. Uma armadilha de nitrogênio líquido. Considere que essa armadilha possa ser aproximada por uma abertura anular em série com um duto anular, com as seguintes dimensões:  $D_1 = 20$  cm,  $D_2 = 16$  cm e  $L = 30$  cm.
19. Um anteparo (*baffle*) com condutância de 500 l/s
  - a. Calcule a velocidade de bombeamento efetiva ( $S_{ef}$ ) da Bomba difusora na boca do sistema, sem nitrogênio líquido na armadilha.
  - b. Calcule a velocidade de bombeamento efetiva da Bomba difusora na boca do sistema, com nitrogênio líquido na armadilha. Discuta qual hipótese você teve que fazer para calcular a  $S_{ef}$  neste caso.
  - c. Qual deve ser a taxa de desgaseificação de uma câmara com forma esférica ( $D = 30$  cm) para se manter a pressão operacional de  $10^{-6}$  Torr.