

PQI 3303 – FENÔMENOS DE TRANSPORTE III

LISTA 3 - MEMBRANAS

1) Deseja-se determinar a área de membrana necessária para separar oxigênio de nitrogênio do ar. Será empregada uma membrana com espessura de $2,54 \times 10^{-3}$ cm. A permeabilidade do oxigênio no material da membrana é:

$$P'_A = 500 \times 10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg}).$$

O fator de separação ideal, α^* , é 10 (para a permeabilidade do oxigênio dividida pela permeabilidade do nitrogênio). A vazão da alimentação é 1×10^6 cm³(STP)/s e a fração de corte é $\theta = 0,20$. As pressões selecionadas para operação são: 190 cmHg e 19 cmHg. Considere o modelo de mistura perfeita. Calcule:

- a) a composição do permeado.
- b) a composição do concentrado.
- c) a área de membrana necessária.

2) Uma mistura multicomponente gasosa (componentes A, B e C) apresenta a seguinte composição: $x_{fA} = 0,25$; $x_{fB} = 0,55$; $x_{fC} = 0,20$. Deseja-se realizar um processo de separação utilizando uma membrana com espessura de $2,54 \times 10^{-3}$ cm. A vazão da alimentação é de $1,0 \times 10^4$ cm³(STP)/s e as permeabilidades são:

$$P'_A = 200 \times 10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg});$$

$$P'_B = 50 \times 10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg});$$

$$P'_C = 25 \times 10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg}).$$

A pressão do lado da alimentação é de 300 cmHg e a do lado do permeado é de 30 cmHg. A fração de permeado desejada é de 0,25. O modelo de mistura perfeita é adequado a este sistema. Calcular a composição do permeado e do concentrado e a área de membrana necessária.

3) As mesmas condições para separar uma corrente de ar dadas no exercício 1 serão empregadas numa operação em escoamento cruzado. Os valores a serem considerados são:

-composição da alimentação: 0,209 (fração molar do oxigênio);

-corte: 0,20;

$-\alpha^* = 10$;

-pressão do lado da alimentação: 190 cmHg;

-pressão do lado do permeado: 19 cmHg;

-vazão da alimentação: 1×10^6 cm³(STP)/s;

$-P'_A = 500 \times 10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg})$ – para o oxigênio;

-espessura da membrana: $2,54 \times 10^{-3}$ cm.

Calcular:

- a) as composições do permeado e do concentrado.
- b) a área de membrana necessária.
- c) comparar com os resultados do exercício 1.

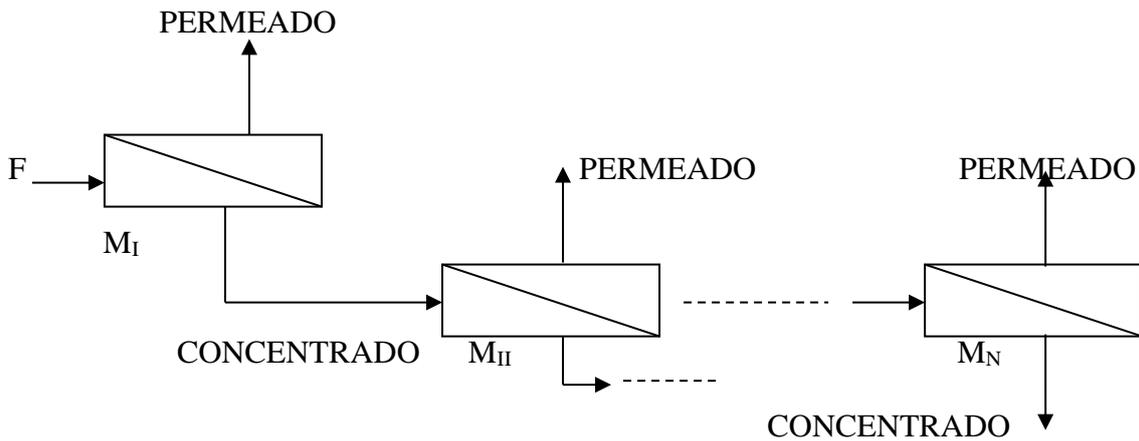
4) Deseja-se recuperar hidrogênio de uma corrente de gás que é composta por 70% de hidrogênio, 24% de metano e 6% de etano (composição molar) e cuja vazão é de 20×10^4 cm³(STP)/s. A proposta é que se empreguem módulos de membranas para essa separação. Dentre as diversas possibilidades de membranas indicadas, optou-se por uma que apresenta as seguintes permeabilidades aos componentes citados:

$100 \times 10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg})$ para o hidrogênio;

$1 \times 10^{-10} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg})$ para o metano.

$1 \times 10^{-20} \text{ cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm} / (\text{s} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{cmHg})$ para o etano.

A permeabilidade dessa membrana para o etano é desprezível e pode, assim, ser considerada nula. A espessura adequada de membrana para o processo é de $2,54 \times 10^{-3}$ cm. Para se manter a estrutura íntegra da membrana, os níveis de pressões a serem aplicados são 600 cmHg para o lado da alimentação e 30 cmHg para o lado do permeado. O corte da membrana é de 0,20 (valor adequado em função das condições de processo). O que se pretende é recuperar pelo menos 35% do hidrogênio presente na corrente de alimentação do processo. Uma proposta é que se faça um procedimento em cascata como mostrado na figura a seguir:



O concentrado de cada módulo passa a ser a alimentação do módulo seguinte. M_I, M_{II}, \dots, M_N indicam módulos de membranas individuais. F é a alimentação do primeiro módulo, M_I . Para uma primeira abordagem do problema, o modelo de mistura perfeita é adequado.

Para a recuperação de hidrogênio proposta, indique:

- hipóteses adotadas e justifique.
- quantos módulos são necessários para se obter a recuperação desejada de Hidrogênio.
- caracterize cada módulo: vazão da alimentação, composição da alimentação, vazão de cada componente na alimentação, vazão do permeado, composição do permeado, vazão de cada componente no permeado, vazão do concentrado, composição do concentrado, vazão de cada componente no concentrado, área de membrana necessária em cada módulo.

Considere que se emprega a mesma membrana em todos os módulos necessários, mantendo-se o corte, as pressões e as permeabilidades.