PQI 3303 - FENÔMENOS DE TRANSPORTE III
EXPERIÊNCIA DE LABORATÓRIO N° 3 – Prof. Wilson
COLUNA DE ABSORÇÃO

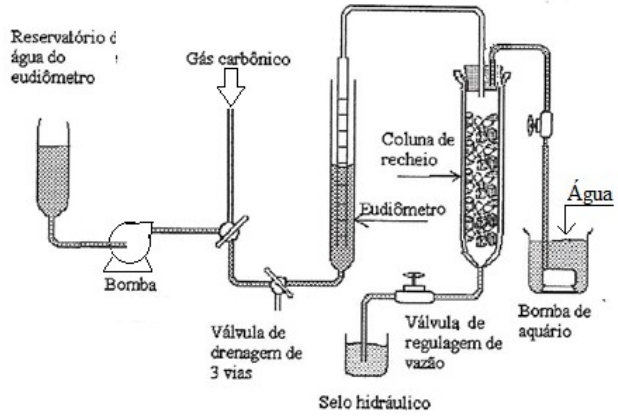
1 - INTRODUÇÃO

Operações de absorção gasosa envolvem a transferência de um (ou mais) componente(s) da fase gasosa para a fase líquida, empregando-se um dispositivo de contato que proporciona uma alta área de contato e significativa velocidade de transferência de massa.

2 - OBJETIVO DA EXPERIÊNCIA

- Estudar a transferência de massa entre em um gás puro (CO_2) e uma fase líquida (água) diluída empregando-se uma coluna de vidro recheada com anéis de Raschig.
- Determinar o coeficiente convectivo de transporte de massa da fase líquida, para a absorção de CO_2 em água.
- Comparar os resultados com correlações da literatura.

3 - PROCEDIMENTO E APARATO EXPERIMENTAL



Na coluna de absorção com recheios de anéis de Raischig é feita uma atmosfera de CO_2 pura. Água isenta de CO_2 é alimentada pelo topo da coluna e sua vazão é medida na saída com proveta e cronômetro. A taxa de absorção de CO_2 é medida diretamente pelo eudiômetro, em cujo interior tem-se CO_2 puro. É importante que o nível de água na saída da coluna de absorção seja constante.

O eudiômetro é constituído de dois tubos, um dentro do outro com um selo hidráulico no seu fundo. O nível da água dentro do eudiômetro é controlado manualmente. À medida que o CO_2 é consumido o nível sobe e é por ele que se mede a taxa de absorção de CO_2.

Procedimento experimental:

3.1 - Ligar o sistema de alimentação de água, ajustando a vazão medida a partir de desnível em um tanque;
3.2 - Ligar o sistema de alimentação de CO_2;
3.3 - Aguardar a condição de regime pseudo permanente
3.4 - Medir as temperaturas e pressão do sistema;
3.5 - Medir o consumo de CO_2;

4- DADOS EXPERIMENTAIS OBTIDOS

Vazão de CO_2 absorvido =

Vazão de água =

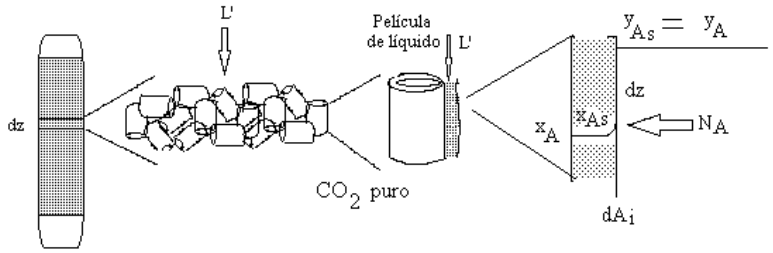
Temperatura =

Pressão =

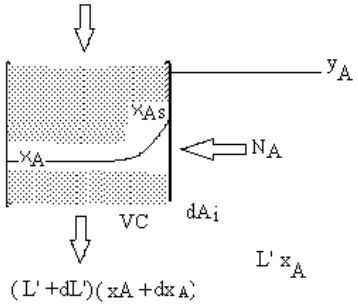
Altura de recheio =

Diâmetro da coluna =

5 - OBTENÇÃO DA EXPRESSÃO PARA CÁLCULO DO COEFICIENTE DE TRANSPORTE DE MASSA.



O balanço de massa é feito no volume de controle na fase líquida para o contaminante A.



ENTRA - SAI +PRODUZ = VARIAÇÃO (em termos de vazões molares)

$$L' x_A + N_A dA_i - (L' + dL')(x_A + dx_A) = 0$$

Abrindo os parênteses e operando:

$$N_A dA_i = dL' x_A + dL' dx_A + L' dx_A$$

L' é constante para soluções diluídas então *dL'* = 0. Assim:

$$N_A dA_i = L' dx_A$$

N_A é o fluxo de A do gás para o líquido e dA_i é a área interfacial do volume de coluna de altura dz.

Substituindo a equação do fluxo: $N_A = k_x(x_{As} - x_A)$

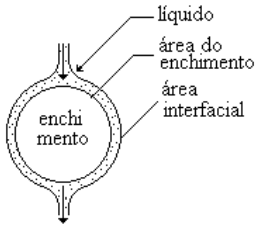
Sendo k_x o coeficiente convectivo individual de transporte de massa na fase líquida e x_{As} a fração molar de A na interface do lado do líquido.

$$k_x(x_{As} - x)dA_i = L'dx_A$$

Aqui é feita outra simplificação: as composições de ambas as fases são constantes ao longo do raio da coluna, ou seja: $y_A = f(z)$ onde z é a altura da coluna.

Para se poder achar a altura da coluna temos que relacionar a área interfacial com a altura, para isto lançamos mão de um novo parâmetro designado por *a*, área interfacial específica, definida como: *a* = área interfacial/volume de recheio, (m^2/m^3).

É importante notar que a área interfacial é diferente da área da superfície externa do enchimento. Analisando um enchimento esférico:



a seria a somatória de todas as áreas externas das películas que envolvem todos os enchimentos existentes em 1 m^3 de coluna. Esta área é normalmente desconhecida.

É a película de líquido escoando que determina a área interfacial, de modo que podemos dizer que a área interfacial A_i é função das vazões de gás e líquido assim como das propriedades do fluido tais como a densidade, viscosidade e tensão superficial.

$$A_i = f(\rho, \mu, \tau, G', L')$$

Novamente aqui se faz mais uma hipótese, o parâmetro *a* é constante ao longo da altura *z*. Isto é verdade para soluções diluídas, onde as vazões e as propriedades físicas não variam muito ao longo da altura da coluna. Assim podemos escrever:

$$dA_i = adV \qquad\qquad dA_i = a.A.dz$$

onde *A* é a área transversal da coluna. Substituindo-se na expressão do balanço obtemos:

$$N_A a A dz = L' dx_A$$

Rearranjando-se:

$$N_A a\, dz = \frac{L'}{A} dx_A$$

Sendo: $L = L'/A$ a, vazão molar por área transversal (kgmol/(h.m^2))

Lembrando que: $N_A = k_x(x_{AS} - x_A)$

Substituindo-se, tem-se: $dz = \frac{L}{k_x a} \frac{dx_A}{x_{As} - x_A}$

Integrando-se, dado que o líquido entra isento de A:

$$Z = \frac{L}{k_x a} \int_{x_{A1}}^{0} \frac{dx_A}{x_{AS} - x_A}$$

$$Z = -\frac{L}{k_x a} \int_{x_{A1}}^{0} \frac{d(-x_A)}{x_{AS} - x_A}$$

$$k_x a = \frac{L}{Z} \int_{x_{A1}}^{0} \frac{d(-x_A)}{x_{AS} - x_A}$$

$$k_x a = -\frac{L}{Z} \ln\left(\frac{x_{AS} - x_{A1}}{x_{AS}}\right)$$

Como o gás é puro CO_2 sua fração molar na fase gás será igual a 1, então

$$x_{AS} = \frac{P}{H_A}$$

Sendo: *P* a pressão atmosférica e H_A aconstante de Henry na temperatura da experiência.

O valor de x_{A1} sai por balanço.

Admitindo que a água entra isenta de CO_2 :

$$x_{A1} = \frac{N_{CO}}{L^1}$$

N_{CO2} vazão molar de CO_2 medida no eudiômetro.

$$N_{CO} = \frac{P\Delta V}{tRT}$$

ΔV = variação de volume lida no eudiômetro.

.t = tempo decorrido para a variação de volume ΔV

P = pressão ambiente

T = temperatura ambiente

R = constante universal dos gases.