Difusão em Estado Estacionário

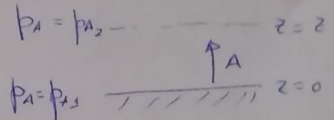
Um componente A difunde-se através de uma camada em repouso de um componente B de espessura Z. A pressão parcial de A num dos lados da camada é p_{A1} e no outro lado $p_{A2} < p_{A1}$.
Mostre que o fluxo máximo possível de A através dessa camada é dado por:

$$N_{A\,max} = \frac{D\,P}{R\,T\,Z} \ln\left(\frac{P}{P - p_{A1}} \right)$$

Sendo P a pressão total

1. $N_{B_z} = 0$

$$N_{A_z} = y_A\left(N_{A_z} + \cancel{N_{B_z}}^{\,0}\right) - \frac{P}{RT} D_{AB} \frac{dy_A}{dz}$$



$$N_{A_z} - y_A N_{A_z} = -\frac{P D_{AB}}{RT} \frac{dy_A}{dz}$$

$$N_{A_z}(1 - y_A) = -\frac{P D_{AB}}{RT} \frac{dy_A}{dz}$$

$$N_{A_z} \int_{z=0}^{z=Z} dz = -\frac{P D_{AB}}{RT} \int_{y_{A1}}^{y_{A2}} \frac{dy_A}{1 - y_A}$$

$$N_{A_z} \times Z = -\frac{P D_{AB}}{RT} \times (-1) \Big[\ln(1 - y_A)\Big]_{y_{A1}}^{y_{A2}}$$

$$N_{A_z} \times Z = \frac{P D_{AB}}{RT} \ln \frac{1 - y_{A2}}{1 - y_{A1}}$$

$y_{A2} = p_{A2}/P$

$y_{A1} = p_{A1}/P$

$$N_{A_z} = \frac{P D_{AB}}{RTZ} \ln \frac{1 - p_{A2}/P}{1 - p_{A1}/P}$$

$$N_{A_z} = \frac{P D_{AB}}{RTZ} \ln \frac{P - p_{A2}}{P - p_{A1}}$$

o fluxo é máximo quando $p_{A2} = 0$

$$\boxed{N_{A_z\,MAX} = \frac{P D_{AB}}{RTZ} \ln \frac{P}{P - p_{A1}}}$$

1. Moldou-se naftaleno sob a forma de um cilindro de raio R_1 que se deixou sublimar no ar em repouso. Mostre que a velocidade de sublimação é dada por:

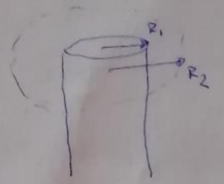
$$Q = \frac{2\,\pi\,L\,D\,P}{R\,T}\ln\left(\frac{1 - y_{A2}}{1 - y_A^*}\right) / \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

Sendo y_A^* a fracção molar correspondente à pressão de vapor do naftaleno e y_{A2} a fracção molar correspondente a R_2.

Explique o que sucede à velocidade de sublimação quando R_2 se torna muito grande.

2. E se a geometria for esférica?

3.



ar em repouso $\Rightarrow \vec{N}_{B_r} = 0$

$$N_{Ar} = y_A \left(N_{Ar} + \cancel{N_{Br}}^{\,0} \right) - \frac{P D_{AB}}{RT} \frac{dy_A}{dr}$$

$$N_{Ar} (1 - y_A) = - \frac{P D_{AB}}{RT} \frac{dy_A}{dr}$$

$$N_{A_1} \times R_1 \int_{r=R_1}^{r=R_2} \frac{dr}{r} = - \frac{P D_{AB}}{RT} \int_{y_A = y_{A1}}^{y_A = y_{A2}} \frac{dy_A}{1 - y_A}$$

$$N_{A_1} \times R_1 \ln \frac{R_2}{R_1} = - \frac{P D_{AB}}{RT} \times (-1) \Big[\ln (1 - y_A) \Big]_{y_{A1}}^{y_{A2}}$$

$$= \frac{P D_{AB}}{RT} \ln \frac{1 - y_{A2}}{1 - y_{A1}}$$

$$\frac{Q}{2\pi L} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{P D_{AB}}{RT} \ln \frac{1 - y_{A2}}{1 - y_{A1}}$$

$$\boxed{Q = \frac{2\pi L P D_{AB}}{RT} \ln \left(\frac{1 - y_{A2}}{1 - y_{A1}} \right) \Big/ \ln \left(\frac{R_2}{R_1} \right)}$$

$N_{Ar} \times r = N_{A_1} R_1$

$= N_{A_2} \times R_2$

$N_{Ar} = N_{A_1} \times R_1 \times \frac{1}{r}$

$Q = N_A \times S$

$Q = N_{A_1} \times 2\pi R_1 L$

$Q = N_{A_1} \times R_1 \times 2\pi L$

$N_{A_1} R_1 = \frac{Q}{2\pi L}$

À velocidade de sublimação não acontece nada. É constante.

A densidade de fluxo (N_{Ar}) diminui com R_2

Um tubo com 1 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento está cheio com uma mistura de CO_2 e H_2 a uma pressão total de 2 atm e a uma temperatura de 0ºC. O coeficiente de difusão do CO_2 – H_2 nestas condições é 0.275 cm^2 /sec. Se a pressão parcial do CO_2 for 1.5 atm num dos lados do tubo e 0.5 atm no outro extremo, calcule a velocidade de difusão para:

i) Contradifusão equimolar ($N_{CO_2} = - N_{H_2}$)

ii) A seguinte relação entre os fluxos $N_{H_2} = -0.75\ N_{CO_2}$