Transport 2 Summary

2022 / 2023

Dr. Zayed Al hamamre

madarju.com

Transport Phenomena II

Lec 1

الأمثلة بداية السلايدات للفهم فقط

Diffusion in gases

N_A = Constant (t, Z ما بتغير مع) ①
- Steady state ②

في حال ① و② تحققوا بسوا بحل السؤال على ال general

* اشتقاق ال general مش مطلوب.

علاقات بتربط N_A و N_B وبقدر احدد قيمتهم.

① $$N_A = \frac{N_A}{(N_A+N_B)} \frac{C_T D_{AB}}{Z} \ln \left(\frac{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A2}}{C_T}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A1}}{C_T}} \right)$$ بنحل ← Trial and error

* مش مهم

② No Flow or No Bulk Flow → $N_B = 0$

مثال: نشفان الغسيل من بره هوا

③ Flow through stagnant (net movment = 0) → $N_B = 0$

مثال: نشفان الغسيل مع هوا

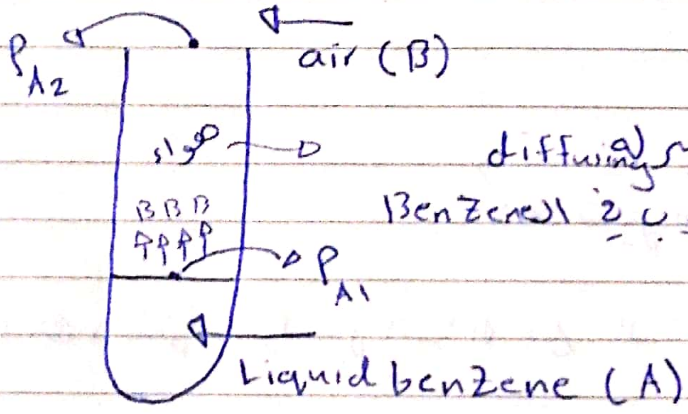
$R = 8.20573 \times 10^{-5}$ $m^3 . atm / mol . K$

$R = 8.314$ $Pa . m^3 / mol . K$

مع الانتباه للوحدات المعطاة

في حالتين مشروحات بالسلايدات وهم كالتالي :-

(A)



في هواء بصير diffusing

بس ما بذوب في الBenzene

	source	sink
air	✓	X
Benzene	✓	✓

لما معناه أنه الهواء تركيزه ثابت

وفي حالتين ذكرناهم سابقاً ②,③ كلاهما $N_B=0$

بس . الانتشار للBenzene رح تختلف

P_{A_1} = Vaper Prusser للمادة

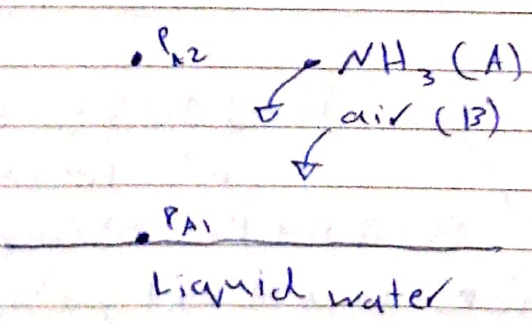
وهي التركيز الأعلى

$P_{A2} = 0$ → No Benzene in air

(no concentration gradient)

$P_{B_1} = 1 - P_{A1}$

(B)



* الهواء ما بذوب في الماء

NH_3 بذوب

	source	sink
air	✓	X
NH_3	✓	✓

- رح أحط الاشتقاقات المهمة فقط
- الا دخل فهمها فهم مش مهم

دايما بنبلش من الـ general

$$N_A = -C_T D_{AB} \frac{dx_A}{dZ} + X_A (N_A + N_B) \rightarrow$$ (الشروط)

- Throught stagnat, non-diffusing B :-

$$N_A = -C_T D_{AB} \frac{dx_A}{dZ} + X_A (N_A + \cancel{N_B})$$ بنقل $X_A N_A$ عالجهة الثانية وبرتب المعادلة

$$N_A = -C_T D_{AB} \frac{dx_A}{dZ} / (1 - X_A)$$

$$\int_{Z_1}^{Z_2} dZ\, N_A = -C_T D_{AB} \int_{x_{A1}}^{x_{A2}} \frac{dX_A}{1 - X_A}$$

$$\Delta Z\, N_A = C_T D_{AB} \ln \frac{1 - X_{A2}}{1 - X_{A1}}$$ (مفضل لقدام)

فيه ٣ اشكال حسب شو عندي X أو C أو P وبالعادة منحول عالـ P

$$N_A = \frac{C_T D_{AB}}{\Delta Z} \ln \frac{C_T - C_{A2}}{C_T - C_{A1}}$$ (التحويل بينفع مفضل لقدام)

$$N_A = \frac{P_T D_{AB}}{\Delta Z\, RT} \ln \frac{P_T - P_{A2}}{P_T - P_{A1}}$$

رح اشكال أمرك للقانون الجواب بس ما تعرف كثير حل عن الي بدك إياه :-

$$N_A = \frac{C_T D_{AB}}{\Delta Z} \frac{X_{A1} - X_{A2}}{X_{B,Lm}} \rightarrow$$ عالأغلب يساوي ١

رح قانون بصيغة الـ P (موجود لقدام)

Diffusivity

مهم تعرفوا كيف تحسبوا عن القانون وركزي ع الوحد القانون العام مش حفظ افهم واحفظ العلاقات التالية :

$$D_{AB} \propto \frac{1}{P}$$

$$D_{AB} \propto T^{3/2}$$

$$D_{AB\,(new)} = D_{AB} \frac{P_1}{P_2} \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{3/2} \rightarrow \text{حفظ}$$

Diffusivity in Liquid فقط للاطلاع

هيك يكون خلص lec 1 وهو مقدمة للمادة وراح نكمل لقدام .

Lec 2

ادرسه من السلايدات كامل مع حفظ جميع الاشتقاقات.
أمثلته مهمة جداً.

Lec. 3.

Diffusion in gases.

3 Asumbtion:-

* at steady state.

* one-D

* no chemical reaction.

عندي ثلاث حركات للـ Bulk بكون stagnant

$N_B = 0$ flow

① الهواء ثابت ما بتحرك (No Flow)

② الهواء بتحرك بس net movment = zero (Flow through stagnant)

③ الهواء ما بعمل diffusion (non-diss.)

$\frac{\partial N_A}{\partial x} = 0 \rightarrow N_A = \text{constant} \rightarrow$ شو يعني ثابت

ما بتتغير مع t و z

diffusion path.

$\frac{\partial N_A r}{\partial r} = 0 \rightarrow N_A r = \text{constant}.$

$\frac{\partial r^2 N_A}{\partial r} = 0 \rightarrow N_A r^2 = \text{constant}.$

General flux equation:-

$$N_A = -C_T D_{AB} \frac{dx_A}{dz} + x_A (N_A + N_B)$$

Bulk Flow

molecular diffusion.

$\Rightarrow$ بما أنه N_B موجودة في المعادلة

وفي حالة كانت $N_B \neq 0$ بدي أكونها

عندي علاقة بين N_A و N_B معطاة.

$$N_A = \frac{N_A}{(N_A + N_B)} \frac{C_T D_{AB}}{Z} \ln \left(\frac{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A2}}{C_T}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A1}}{C_T}} \right)$$

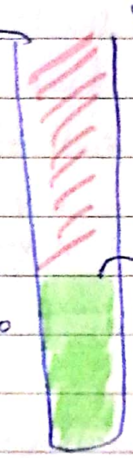
وبحلها

Trail and error.

$\leftarrow$ air

[Benzene الهواء ما فيه] $P_{A2} = 0$

يعني Pure air



— air (B)

— Liquid benzene (A)

$\Delta Z \to$ بنفرض إنها ثابتة مع انه في تبخر

$\to P_{A1}$ = Vaper prusser (أعلى قيمة) للتركيز

* air ال source بيعمله sink

* Benzene ال source والـ sink

$\to C_{A1} = \dfrac{P_{A1}}{P_T}$

$\to C_{A2} = \dfrac{P_{A2}}{P_T}$

$\to$ ما ذكر P_T بحكي انه

** 1atm

$\to P_{B1} = P_T - P_{A1}$

$P_{B2} = P_T - P_{B1}$

⇐ اشتقاق قانون الحل عن diffusion in gases:

$$N_A = -C_T D_{AB} \frac{dx_A}{dZ} + X_A (N_A + \cancel{N_B})$$

$$-N_A X_A + N_A = -C_T D_{AB} \frac{dx_A}{dZ}$$

$$N_A = \frac{-C_T D_{AB}\, dx_A}{(1 - x_A)\, dZ}$$

$$N_A \, dZ = \frac{-C_T D_{AB}}{1 - X_A} \, dX_A \qquad N_A > J_A^*$$

$$N_A \int_{Z=Z_1}^{Z=Z_2} dZ = -C_T D_{AB} \int_{X_{A1}}^{X_{A2}} \frac{dX_A}{1 - X_A}$$

$$N_A (Z_2 - Z_1) = -C_T D_{AB} \left[-Ln(1 - X_A) \right]_{X_{A1}}^{X_{A2}}$$

$$\rightarrow \ominus \left[Ln(1 - X_{A2}) - Ln(1 - X_{A1}) \right] = Ln \frac{1 - X_{A2}}{1 - X_{A1}}$$

$$N_A = \frac{C_T D_{AB}}{\Delta Z} Ln \frac{1 - X_{A2}}{1 - X_{A1}} \quad \text{---} \; 1$$

$$C_T = \frac{P_T}{RT} \rightarrow N_A = \frac{P_T D_{AB}}{RT \Delta Z} Ln \frac{P_T - P_{A2}}{P_T - P_{A1}} \quad \text{---} \; 2$$

$$N_A = \frac{C_T D_{AB}}{\Delta Z} Ln \frac{C_T - C_{A2}}{C_T - C_{A1}} \quad \text{---} \; 3$$

F: نكتب forms بدلالة ال concentrations هيك :-

Log mean average concentration.

$$X_{B,Lm} = \frac{X_{B2} - X_{B1}}{Ln \frac{X_{B2}}{X_{B1}}} , \quad X_B = 1 - X_A$$

$$\rightarrow N_A = \frac{C_T D_{AB}}{\Delta Z} \frac{(X_{A1} - X_{A2})}{X_{B,Lm}} \quad \text{---} \; 1$$

if A dilute in B

$X_{B,Lm} = P_T$

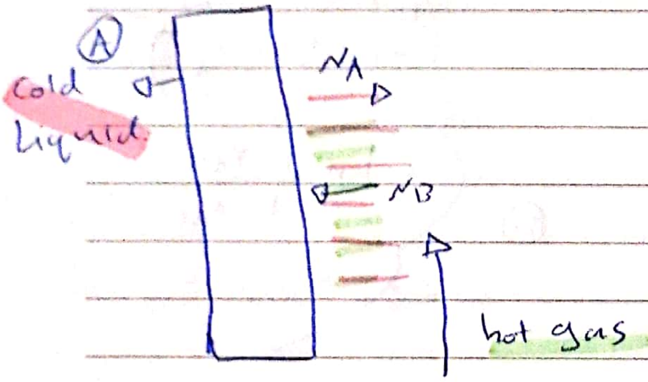
نضع في الدال نقدر اما

simple Avarege $\dfrac{X_{B1} + X_{B2}}{2}$

$$N_A = \frac{P_T D_{AB}}{RT\,\Delta Z}\,\frac{P_{A1}-P_{A2}}{P_{B,Lm}} \;,\quad P_{B,Lm} = \frac{P_{A2}-P_{A1}}{\ln \frac{P_{A2}}{P_{A1}}} \;,\quad P_B = P_T - P_A$$

⟹ Equimolar counter diffusion ##

متساويان في الكمية متعاكسان في الاتجاه



$$N_A = -N_B$$

اشتقاق قانون الـ equ-cou

$$Z=Z_2 \quad N_A = -C_T D_{AB}\frac{dX_A}{dZ} + X_A\,(N_A + N_B)$$

$$\int_{Z=Z_1} dZ\, N_A = -C_T D_{AB} \int_{X_{A1}}^{X_{A2}} dX_A$$

$$X_A = \frac{C_A}{C_T}$$

$$N_A = \frac{C_T D_{AB}}{\Delta Z}\,(X_{A1} - X_{A2}) \quad \text{---} \; (1)$$

$$N_A = \frac{D_{AB}}{\Delta Z}\,(C_{A1} - C_{A2}) \;\#\# \quad \text{---} \; (2)$$

$$N_A = \frac{D_{AB}}{RT\,\Delta Z}\,(P_{A1} - P_{A2}) \qquad C_T = \frac{P_T}{RT} \;,\quad C_A = \frac{P_A}{P_T}$$

$$\frac{d}{dZ}(N_A) = 0$$

$$\frac{d}{dZ}\left(-D_{AB}\frac{dC_A}{dZ}\right) = 0 \quad , \quad \frac{d^2C_A}{dZ^2} = 0$$

$$\boxed{\frac{C_A - C_{A1}}{C_{A1} - C_{A2}} = \frac{Z - Z_1}{Z_1 - Z_2}}$$

مش مهم كثير

⟹ Other Relations (مهم)

① $mA \rightarrow nB$

$$\frac{N_A}{m} = \frac{-N_B}{n} \rightarrow N_B = -(n/m)\, N_A$$

② $H_A N_A \rightarrow H_B N_B$

$$N_A H_A = -H_B N_B \rightarrow N_B = -(H_A / H_B)\, N_A$$

⟹ Pseudo steady state. (مش مهم كثير)

- N_A = slow.
- through stagnant
- Δt very Long time

هو قانون دمج بين ال Steady و unsteady

① $N_A = \frac{C_T D_{AB}}{Z\, X_{B,Lm}}(X_{A1} - X_{A2})$

② $\frac{\rho_{AL}}{M_A}\frac{dZ}{dt} = \frac{C_T D_{AB}}{Z}\left(\frac{X_{A1} - X_{A2}}{X_{B,Lm}}\right)$

الاشتقاق مهم وضروري معظم

$$N_A = \frac{C_T D_{AB}}{Z} \frac{(X_{A1} - X_{A2})}{X_{B,Lm}}$$

$$N_A = \frac{\rho_{A,L}}{M_A} \frac{dZ}{dt}$$

$$\frac{C_T D_{AB} (X_{A1} - X_{A2})}{\Delta Z \, X_{B,Lm}} = \frac{\rho_{A,L}}{M_A} \frac{dZ}{dt}$$

$$\int_0^t dt = \frac{\rho_{A,L} \, X_{B,Lm}}{C_T D_{AB} (X_{A1} - X_{A2})} \int_{Z_{t,0}}^{Z_t} \Delta Z \, dZ$$

$$t = \frac{\rho_{A,L} \, X_{B,Lm}}{C_T D_{AB} (X_{A1} - X_{A2})} \left(\frac{Z_t^2 - Z_{t,0}^2}{2} \right) \quad \text{---} \; (1)$$

القانون ما إله صيغة في الـ pm
انتبهي تحولي لو المعطى ضغط

$* \; X_A = \frac{P_A}{P_T}$

$* \; C_T = \frac{P_T}{RT}$

⟹ an infinite standard medium

① Vaporization of Liquid drop.

② sublimation of solid spheres.

infinite = diffusion in Larg eniveroment.

* the vaper diffuse by molecular motion into the Larg body of stagnant gas.

مساحة الدائرة = πr^2

مهم

rate = Amount

rate = Flux × Area

$$N_{A_0} = \frac{C_T D_{AB}}{r_0} \ln\left(\frac{1-x_{A\infty}}{1-x_{As}}\right)$$ (1)

المعادلة ١

$$C_T = \frac{P}{RT}$$

جزء من قوانين السلايدات و معظمها مش مهم

$$N_{A_0} = \frac{D_{AB} P}{R T r_0} \frac{(P_{A1} - P_{A2})}{P_{B,Lm}}$$

$P_{B,Lm} = P_T$ if A dulit in B

$$t = \frac{\rho_A}{M_A} \frac{1}{2 C_T D_{AB}} \frac{r_1^2}{\ln\left(\frac{1-x_{A\infty}}{1-x_{As}}\right)}$$

⟹ Varying Cross-sectional Area

$$\bar{N}_A = \frac{\pi D_{AB} P}{RT} \frac{r_1}{Z} \left[r_1 - (r_1 - r_2)\frac{Z}{L}\right] \ln\frac{P}{P - P_r}$$

⇒ Diffusion in Liquid

diffusion in Liquids is considerably slower ther in gas.

① equimolar counter diffusion

$N_A = -N_B$

* قيم D_{AB} بتختلف وبدل ما استخدم التركيز العادي بستخدم average.

$$N_A = \frac{C_{av} D_{AB}}{\Delta Z} (X_{A1} - X_{A2})$$

$$C_{av} = \frac{\frac{\rho}{M_1} + \frac{\rho}{M_2}}{2}$$

② non-diffusing

$N_B = 0$

$$N_A = \frac{D_{AB} C_{av}}{\Delta Z X_{B,Lm}} (X_{A1} - X_{A2}) \quad , C_{av} = \frac{\frac{\rho}{M_1} + \frac{\rho}{M_2}}{2}$$

$$X_{B,Lm} = \frac{X_{A2} - X_{A1}}{\ln \frac{X_{A2}}{X_{A1}}}$$

Lec 4

① Diffusion doesn't depend on the structure. لا شقوق ومصمت

planner → $N_A = D_{AB}\, C_{A1} - C_{A2} / \Delta Z$

cylindrical

$$N_A = \frac{w_A}{2\pi r L}$$

$$w_A = -D_{AB} * 2\pi r L \times \frac{dc_A}{dr}$$

$$w_A \int_{r_i}^{r_o} \frac{dr}{r} = -D_{AB} * 2\pi L \int_{C_{A_i}}^{C_{A_o}} dc_A$$

$$w_A = -D_{AB} * 2\pi L \frac{C_{A_o} - C_{A_i}}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} \Rightarrow w_A = D_{AB} * 2\pi L \frac{C_{A_i} - C_{A_o}}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}$$

conc. profile

$$dc_A = \frac{-w_A}{D_A 2\pi L} \int_{r_i}^{r} \frac{dr}{r}$$

spherical

$$N_A = \frac{w_A}{4\pi r^2} \Rightarrow w_A = -D_{AB} \frac{dc_A}{dr} * 4\pi r^2$$

$$w_A \int_{r_i}^{r_o} \frac{dr}{r^2} = -D_{AB} * 4\pi \int_{C_{A_i}}^{C_{A_o}} dc_A \Rightarrow w_A$$

$$\int_{C_{A_i}}^{C_A} dc_A = \frac{-w_A}{4\pi D_A} * \int_{r_i}^{r} \frac{dr}{r^2}$$

$$w_A = -D_{AB} * 4\pi (r_i r_o) * \frac{C_{A_o} - C_{A_i}}{r_o - r_i}$$

② depend on structure.

Liquids in solid

$$D_{Aef} = (\varepsilon / \tau^2) D_{AB}$$

$$N_A = \frac{\varepsilon}{\tau^2} D_{AB} \frac{C_{A_1} - C_{A_2}}{\Delta Z}$$

أهم قانون :.

$$\frac{1}{D_{AC}} = \frac{1}{D_{AB}} + \frac{1}{D_{KA}}$$

(رابع اهمها قدر ما تقدر)

Lec 5

→ Transient Diffusion

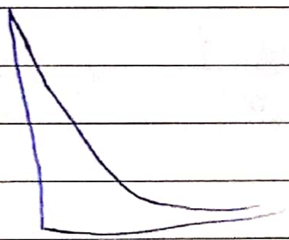
(1) Semi-infinte

medium sink for A

$C_{A_0} = 0$

$C_{A_s} = \cancel{\times}$

من sur للجسم



medium source for A

$C_{A_0} = \cancel{\times}$

$C_{A_s} = 0$

من الجسم لل sra

$$Z^* = 4\sqrt{D_{AB}\, t}$$

if Z^* equal or Lower L (thikness)
so the Q semi infint

إذا semi بطلع الرقم من التشارت وبساوي Y ← قيمة

$$Y = \frac{C_{A_s} - C_A}{C_{A_s} - C_{A_0}}$$

* بقدر أحل أسئلة الـ Finite عالـ infinite بس العكس لا

(2) finite

(I) $m = 0$, $Bi > 40$

مهم أفهم من السؤال قيمة m

(i) Imperemeable
- source $C_{A_s} < C_{A_0}$
- sink $C_{A_s} > C_{A_0}$

(v) Symmetry

(1) (2) (3) Finite, $m = 0$

نحسب فوريير بعد $F_{om} = \frac{D_{AB} t}{a^2}$ ونقرأ من اليمين بعامل Y.

(II) $m > 0$, $0.1 < Bi < 40$
- $C_{A_s} \neq C_{A_\infty}$

$$Y = \frac{C_{A_\infty} - C_A}{C_{A_\infty} - C_{A_0}}$$

الحساب الأبعاد

X = Leangth at any location
- one side ($X_1 = L$)
- both side ($X_1 = L/2$) آخر ring

$n = \frac{X}{X_i}$

- Cylinder
$X_1 = R$
$n = \frac{r}{R}$

- sphere
$X_i = R$, $n = r/R$

Gurney-Lurie chart (m=0 or m > 0)

$m = \frac{1}{B_i} = \frac{D_{AB}}{K_c X_i}$

⑧ ⑤ ⑥ Local concentration

⇒ Average (Heisler chart) ← اذا مكاني مركز

$B_i > 0$, $m = 0$

⑦ ⑧ ⑨ ⑩

3D

slab $\frac{C_{A_s} - C_{A_{avg}}}{C_{A_s} - C_{A_0}} = f\left(\frac{D_{AB}\, t}{a^2}\right)$ F_o

وإذا أكثر ما دايمينشن بضربها الأبعاد ع بعض

⇒ Cylindrical 2D

وممكن تكون c^2

slab

⇒ sphere 1D

☆ آخر مثال مهم جداً الدكتور بكرر مثله

☆ أهم اشي في الكتير هم ال chart وكيف أطلع منهم وكل chart لشو وأفكاره بتكون واضحة.

(القوانين كلها مهمة) بس معظمها موجودة بال charts

Lec6: [Tow immiscible fluid + fluid and solid surfase]

Tow modes of mass transfer

① diffusion ([illegible]) → no buoyancy force
no natural convection

② convection ([illegible]) → moving fluid - natural convetion
↳ immiscible fluib or by solid surface.

⇒ convection occurs in Turbulent and Buffer Layer
↳ mixing

Two different cases of convective:-

① single phase (sublimation of naphtalen)

② Two contacting phase (extraction + absorption)

$$\Rightarrow N_A = K_c A (C_{As} - C_A) \rightarrow$$ إذا كانت gas phase ال

↳ إلها أشكال: بدل ادك بعض

$1/K_c \rightarrow$ resistance. كثرة مقدار

$$K'_c = \frac{N_A}{\Delta C_A}$$

$$C_A = \frac{P_A}{RT}, \quad N_A = K'_c (P_{A1} - P_{A2}) / RT$$

$$= K'_G (P_{A1} - P_{A2})$$

$$K'_G = K'_c / RT$$

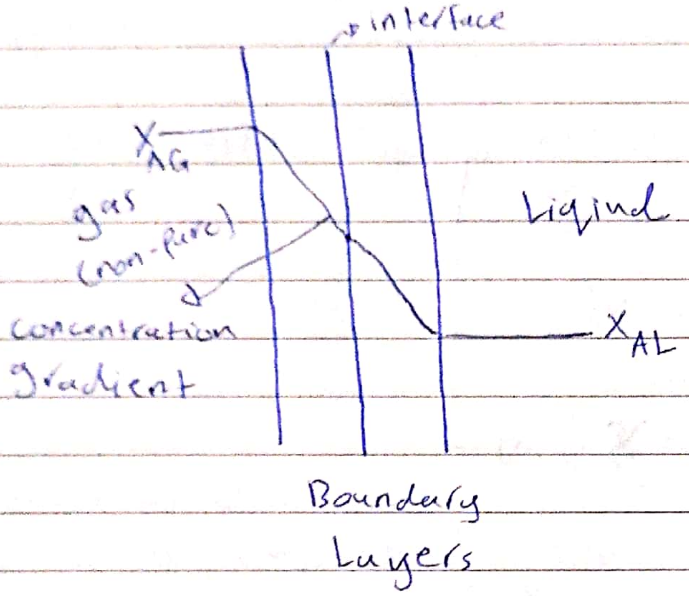
N_{sh}

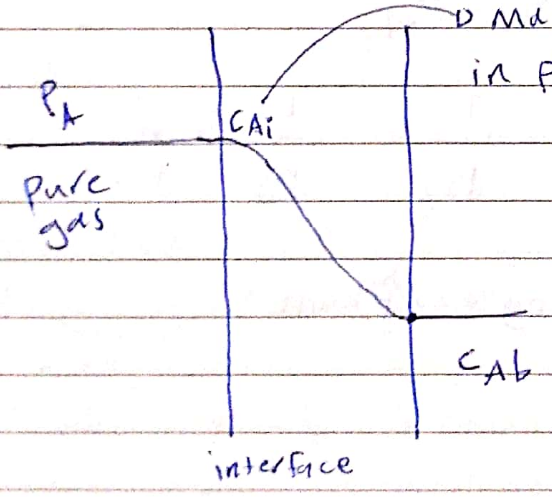
$$Sh = \frac{K'_c L}{D_{AB}}$$

$$Sc = \frac{\nu}{D_{AB}} = \frac{\mu}{\rho D_{AB}}$$

Lec 7

between Tow phases





→ Maximum concenrntration achievable in phase 1.

concentration] بالعادة بكون at equlibrum [with Phas 1

$N_A = K_c (C_{A,i} - C_{Ab})$, Bulk concentration ثابت

⇒ at steady state

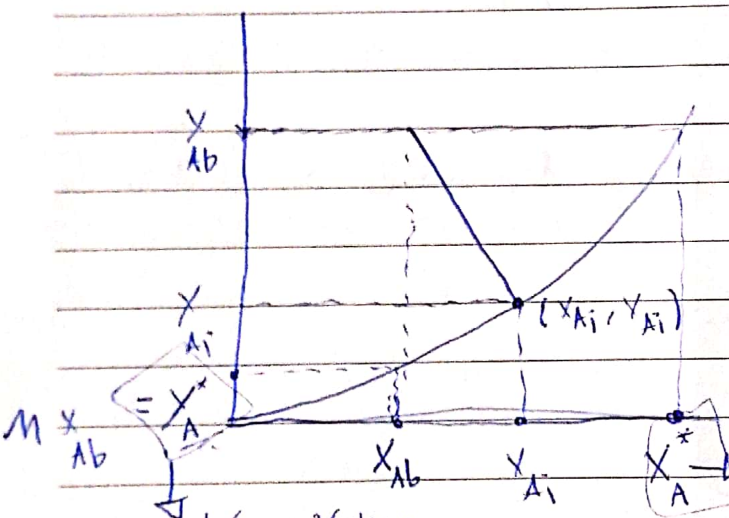
gas Liquid

$N_A = K_y (y_{Ab} - y_{Ai}) = K_x (x_{Ai} - x_{Ab})$

$\frac{1}{K}$: resistance.

Gas phase flux = Liquid phase flux

$\frac{-K_x}{K_y} = y_{Ab} - y_{Ai} / x_{Ab} - x_{Ai}$ (ميل)



$\to$ equilibrume Value

x_{Ab} بدلالة

equilibrum Value

x_{Ab} بدلالة

(علاقة رياضية) equilibrium distributiaon relation x_{Ai} و y_{Ai} بين علاقة

slope K

$y_{Ai} = H' x_{Ai}$, $H' = H/P$

M

$\Rightarrow$ Overall mass-transfer coefficients.

gas

$K_y = \frac{N_A}{y_{Ab} - y_A^*}$, $K_x = \frac{N_A}{x_A^* - x_{Ab}}$

$$N_A = K_y (y_{Ab} - y_{Ai}) = K_x (x_{Ai} - x_{Ab}) = K_x (x_A^* - x_{Ab}) = K_y (y_{Ab} - y_A^*)$$

⇒ Non-Linear equilibrium

$$m' = \frac{y_{Ai} - y_A^*}{x_{Ai} - x_{Ab}} , \quad m'' = \frac{y_{Ab} - y_{Ai}}{x_A^* - x_{Ai}} \qquad \text{Slope} = -\frac{K_x}{K_y}$$

$$y_{Ab} - y_A^* = (y_{Ab} - y_{Ai}) + (y_{Ai} - y_A^*)$$

$$x_A^* - x_{Ab} = (x_{Ai} - x_{Ab}) + (x_A^* - \cancel{x_{Ai}})$$

$$\Rightarrow y_{Ab} - y_A^* = (y_{Ab} - y_{Ai}) + m' (x_{Ai} - x_{Ab})$$

$$\frac{N_A}{K_y} = \frac{N_A}{k_y} + m' \frac{N_A}{k_x} \rightarrow \frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x}$$

⇒ The fractional resistance by gas Phase :-

$$\frac{1/k_y}{1/K_y}$$

⇒ The fractional mass transfer offered by Liquid phase :-

$$\frac{m'/k_x}{1/K_y}$$

Values of m'

m' very small → major resistance in gas phase

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y}$$

m' is Larg resistance in Liquid phase.

for m'

$\Rightarrow X_A^* - X_{Ab} = (X_{Ai} - X_{Ab}) + \frac{Y_{Ab} - Y_{Ai}}{m''}$

$\frac{N_A}{K_x} = \frac{N_A}{k_x} + \frac{N_A}{m'' k_y}$ or $\underbrace{\frac{1}{K_x}} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_y}$

$\hookrightarrow$ overall mass transfer resistance on Liquid Phase.

Values of m''

m'' is very Larg $\rightarrow \frac{1}{m'' k_y}$ small and resistance in Liquid phase.

$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x}$

$\Rightarrow$ Linear equilibrium

$P_{Ai} = H\, C_{AL,i}$ $\rightarrow$ bar / Kg.m^3

$P_A^* = H\, C_{Ab}$, $P_A = H\, C_{Ab}^*$

$N_A = K_G (P_{Ab} - P_A^*)$, $N_A = k_G (P_{Ab} - P_{Ai})$

$N_A = k_L (C_{Ai} - C_{Ab})$

$\Rightarrow \frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{H}{k_L}$

ratio of heat and mass = Lewis number

$$Le = \frac{\alpha}{D_{AB}} = \frac{k}{\rho c_p D_{AB}}$$

$$Sh = \alpha Re^{\beta} Sc^{\gamma}$$

$$Re_L = \frac{4\Gamma}{\mu L}$$

$$\delta_H / \delta_c = Sc^{1/3}$$

for very Low Re the sherwood number ≈ 2

أهم قوانين Lec6 (مهمين)

$K_G = K_c / RT$ ⇒ المعادلة الطويلة إلي بتحمل تحويلات K_c مهمة

$N_A = K_c (C_{As} - C_A)$

اعتبروا دايمًا $K_c = K_c'$

مافي فرق كبير

$N_{sh} = K_c \frac{L}{D_{AB}}$ ← بتغير D إلى D اذا عندي دائرة

$Sc = \frac{\mu}{\rho D_{AB}}$

السابق حاولوا احفظوا قدر الإمكان

ممكن يجي منه كل اشي

أهم قوانين Lec7

$y_{Ai} = H x_{Ai}$

$K_y = \frac{N_A}{y_{Ab} - y_A^*}$

$K_x = \frac{N_A}{x_A^* - x_{Ab}}$

$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x}$, $1/k_y / 1/K_y$, $m'/k_x / 1/K_y$

وقانون حالة الدبل

$P_A = H\, C_{Ab}^*$, $N_A = K_G (P_{Ab} - P_{Ai})$

$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{H}{k_L}$