

- Hvilke figurer kan brukes til å beskrive en ideell blandingsmodell, og hva betyr de

- * Transfer rate eq - kombinasjon av de kinetiske fluxene til A og B gjennom membranen.

$$y_{Ar} = \frac{(R(1 - y_{Ap})(\alpha - 1) + 1)y_{Ap}}{\alpha - (\alpha - 1)y_{Ap}}$$

- * Drøftelinje - omformulert balanseligning kombinert med stage set

$$y_{Ap} = \frac{y_{Ain} - y_{Ar}(1 - \Theta)}{\Theta}$$

- * Volumetrisk fluxligning - beskriver hastigheten for masseoverføring gjennom membranen.

$$J_{AV} = \frac{V_{Ap}}{A} = \frac{P_A}{L} (p_{r,y_{Ar}} - p_{p,y_{Ap}})$$

- Hva er hovedforskjellen på absorpsjon og stripping

- * Absorpsjon: Rengjer gass via væske.

- * Stripping: Rengjer væske via gass.

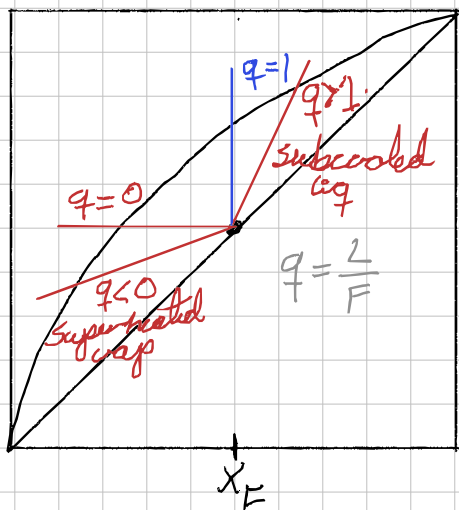
- Hva blir høyden til en packed column?

- * $H = N_{\text{side}} \cdot \text{HETP}$

HETP: 1: Masseoverføringsmodell

2: $18 \cdot D_p$

- Hvordan ser q line ut i ulike tilfeller?



Sat liq: $q = 1$

Sat vap: $q = 0$

$$y = \frac{q}{q-1} x_N - \frac{x_E}{q-1}$$

- Hvordan endres pakkehojden H hvis absorberer opereres ved høyere trykk?

* Pakkehojden reduseres hvis absorberer opereres ved et høyere trykk

- Drivkraften øker

$$K = \frac{H}{P} \text{ (Henrys lov)}$$

$$K = \frac{P^{sat}}{P} \text{ (Raoult's lov)}$$

- Absorpsjonsfaktor A øker

$$A = \frac{L/V}{K}$$

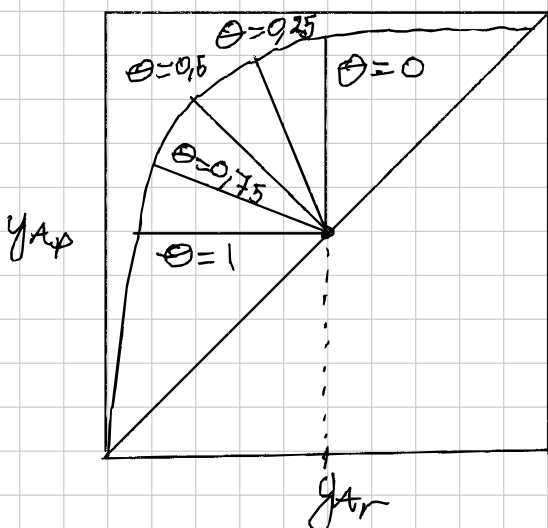
- Hvilke forutsetninger er gjort for en partialtrykk / konsentrasjonsprofil ved brykk av prinsippet om motstand i serie?

* Antagelse:

- Steady state

- Likevekt ved grensesnittene beskrevet av Henrys lov.

- Hvordan kan man finne max/min permeat andel grafisk?



Platte gap mot $y_{A,r}$

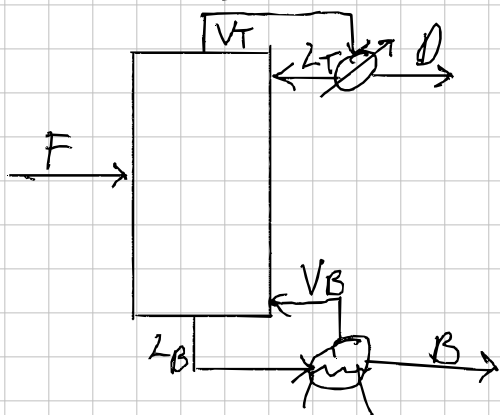
- Hvordan finne nødvendig membranareal?

* Bruketter følgende sammenhenger

$$\Theta = \frac{V_p}{V_g}$$

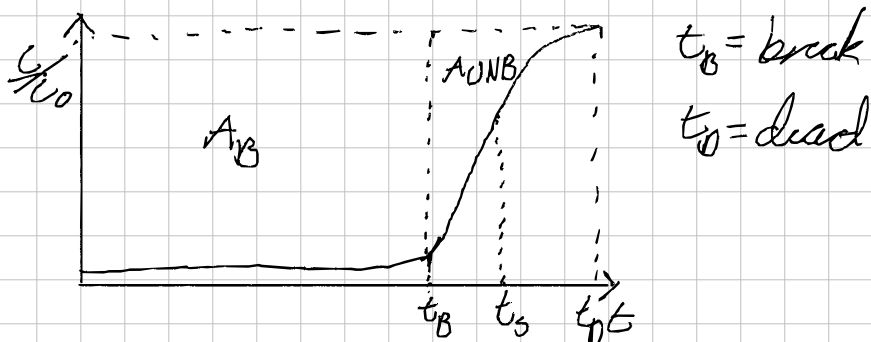
$$J_{AV} = \frac{PA}{L}(p_{r,gv} - p_{p,gv}) = \frac{V_p g_{AP}}{A}$$

- Hvordan ser et prosessflytskjema ut for destillasjon?



- Hvordan tegne en break-through-kurve?

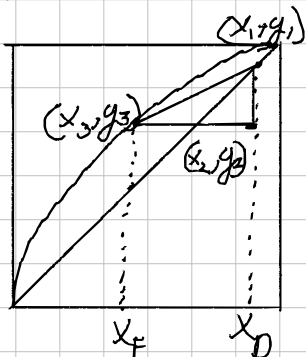
* Plottet C/C_0 mot t



$$A_T = A_B + A_{ONB}$$

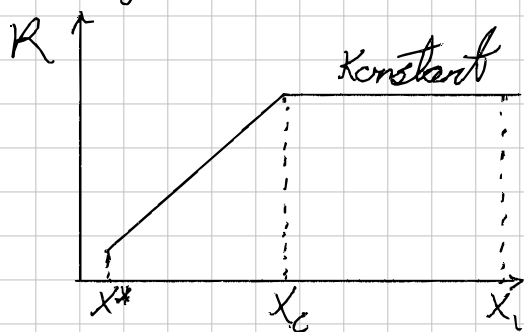
- Hvordan finner man R_{min} grafisk?

$\frac{R_{min}}{R_{min}+1} = \text{stigningstall for } q\text{-line til } x_D$

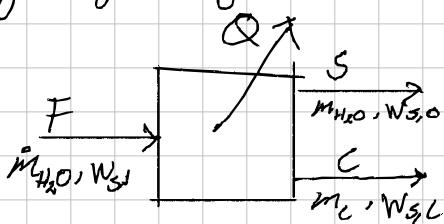


$$\frac{y_1 - y_3}{x_2 - x_3} = \frac{R_{min}}{R_{min}+1}$$

- Hvordan ser en tørkekurve ud og hva betyr de ulike punktene og delene?



- Hvordan ser et system for en kontinuerlig kjedings krystallisator?



- Hvordan finne L'_{min} (L_{min} uten vinkelbiter)

$$\frac{L_{min}}{V} = \text{slope} \quad X_{N+1}^* = \frac{y_{N+1}^*}{R} \quad (y = R \cdot x)$$

$$\frac{L_{min}}{V} = \frac{y_{N+1}^* - y_1}{x_{N+1}^* - x_0} \quad L'_{min} = L_{min}(1 - X^*)$$

- Hvordan finne varme fra reboiler og kondensator?

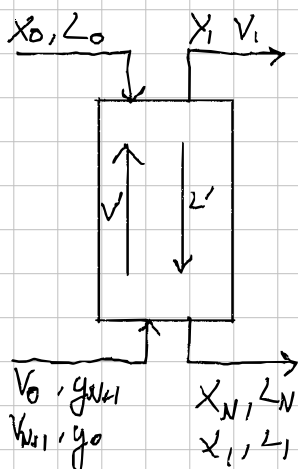
$$* Q_B = V_B \cdot \Delta H_B^{vap}$$

$$Q_C = V_T \cdot \Delta H_0^{vap}$$

Hvis feed er væsk og total kondensator

$$Q_B \approx Q_C$$

- Hvordan ser et prosessflytskjema for absorpsjon med motstrøm ut?



- Hvordan lage McCabe-Thiele diagram

* EQ-linje: x-y-diagram

$$y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_D}{R+1} \quad (\text{Top})$$

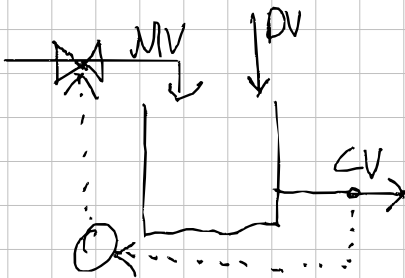
$$y = \frac{L_B}{V_B}x - \frac{B}{V'}x_B \quad (\text{Bottom})$$

$$y = \frac{q}{q-1}x - \frac{x_F}{q-1} \quad (\text{Feed})$$

- Hvordan finne R_{min} ?

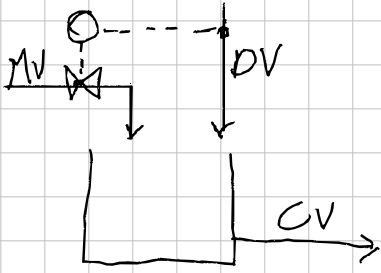
$$R_{min} = \frac{L_{min}}{D} = \frac{(L/V)_{min}}{1 - (L/V)_{min}}$$

- Forklar konseptet for tilbakobling (Feedback)



* Bruker data fra utstrøm til å regulere.

- Forklar konseptet foroverkobling.
(Feed forward)



* Foroverkobling bruker data fra DV til å regulere

- Hvordan finne V_{min}

$$* \frac{L_{min}}{D} = R_{min}$$

$$V_{min} = L_{min} + qF - B$$

- Hva er input, u ?

* Variabelen er kontrollmanipulere (MV)

- Hva er PID-kontrollen?

$$u(t) = u_0 + K_c \left[e(t) + \frac{1}{\tau_i} \int_0^t e(t) dt + \tau_d \frac{de(t)}{dt} \right]$$

τ_i : Integral time

τ_d : Derivative time

- Hvordan finne gap gitt v_s , y_{AS} , Θ , y_{AR}

$$* v_s = v_r + v_p$$

$$v_s y_{AS} = v_r y_{AR} + v_p y_{gap}$$

$$\Theta = \frac{v_p}{v_s} \Rightarrow v_p = \Theta v_r$$

$$v_r = v_s - v_p$$

$$y_{gap} = \frac{v_s y_{AS} - v_r y_{AR}}{v_p}$$

• Hva er "process gain", K ?

*
$$K = \frac{\Delta y(\infty)}{\Delta u}$$

• Hvilke antagelser er nødvendig for fullstendig blandings-modellen.

* Antar at det ikke eksisterer en konsentrasjonsgradient langs membranen.

* Antar ingen masseoverføringsmotstand i gassfasene.

=> Ingen konsentrasjonsgradient i bulk.

• Hvordan bruke grafisk løsning på Flash?

* 1. Løsepunktcurve for gitt p . Enten fra tabell eller fra $y = \frac{\alpha x}{1 + (\alpha - 1)x}$

2. Lag en fedelinje (q -line)

$$y = -\frac{q}{1-q}x + \frac{x_F}{1-q}$$

• Hva er separasjonsfaktoren, α ?

$$\alpha = \frac{K_A}{K_B} = \frac{y_A/x_A}{y_B/x_B}$$

$$\alpha = \frac{p_A^{\text{sat}}(T)}{p_B^{\text{sat}}(T)}$$

α kan ofte bli antatt til å være konstant.

• Hvordan finne antall trays?

$$N_{\text{trays}} = \frac{N_{\text{insid}}}{E_0}$$

$$E_0 \approx 0,7$$

- Hva er forstyrrelser (DV)
 - * Uønskede variabler utenfor oss
inflytelse

- Hva er proportional control?

- * Pådrag ($u - u_0$) er proporsjonal med kontrollfeil e

$$(P) \quad u = u_0 + K_c (y_s - y)$$

- Hva er fordeler og ulemper med trays vs. packing?

Trays:

- + Enklere å vaske
- + Bedre for kolonner med stor kapasitet
- + Langer holdetid

Packing:

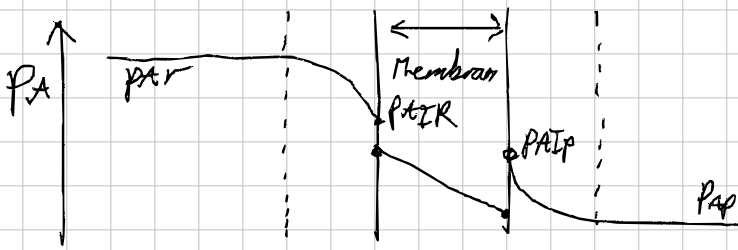
- + Lavere trykktapp
- + Ofte flere steg for en gitt høyde
- Flooding

- Hva er Henrys law?

$$p_A = x_A \cdot H_A(T)$$

$$K_A = \frac{H_A(T)}{p}$$

- Hva er total masseoverføringsmotstand?



$$N_{A1} = k_{g1}(p_{A1} - p_{A2}), \quad N_{A2} = \frac{D_{A1}}{L}(p_{A2} - p_{A3})$$

$$N_{A3} = k_{g2}(p_{A3} - p_{A4})$$

$$N_{A1} = N_{A2} = N_{A3}$$

$$N_A \left(\frac{1}{k_{g1}} + \frac{L}{D_{A1}} + \frac{1}{k_{g2}} \right) = p_{A1} - p_{A2} + p_{A2} - p_{A3} + p_{A3} - p_{A4} \\ = p_{A1} - p_{A4}$$

$$N_A = \frac{p_{A1} - p_{A4}}{\left(\frac{1}{k_{g1}} + \frac{L}{D_{A1}} + \frac{1}{k_{g2}} \right)}$$

- Hvilke fysiske prosesser som påvirker formen på en "breakthrough" kurve

* Adsorpsjonslikevekt = adsorpsjonsisoterm

* Strømningsregime

* Masseoverføring

* Diffusjon fra bulk til overflate

* Diffusjon i membran

* Overflatediffusjon.

- Hva er drivkrefter bak adsorpsjon?

* Forskjeller i partielltrykk i gassfase og metningstrykk i løsemiddel.

- Hva er PI-kontroll

$$u(t) = u_0 + K_c e(t) + K_c \int_0^t \frac{e(t) dt}{\tau_I}$$

τ_I = integral time

$$e = y_s - y$$

• Hva er membranselektivitet?

* Forholdet mellom komponentgjennomsnittet og den ytre mål på forskjellen i hastigheten på komponentmasseoverføring gjennom membranen.

$$\alpha = \frac{P_A}{P_B}$$

• Hva står MESH for?

* M: Mass balances

$$F_x = Lx_i + Vy_i$$

* E: Equilibrium eq

$$y_i = K_i x_i$$

* S: Summation of eq

$$\sum x_i = x_1 + x_2 + \dots = 1$$

$$\sum y_i = y_1 + y_2 + \dots = 1$$

* H: Heat/energy balance

$$H_F + Q = H_L + H_V$$

• Hvordan finne høyden på ubrukt kolonne vha. en break-through-kurve?

* Leser av t_b av kurve. H_{TOT} er gitt.

$$\frac{H_B}{H_T} = \frac{t_B}{t_T}$$

$$t_T = t_B + \frac{t_d - t_b}{2}$$

$$H_{UNB} = H_T - H_B$$

- Høytk antagelse er nødvendig for denne likningen

$$\Delta G = \frac{\Delta L}{\Delta t} = K_G A \quad (\text{rate of crystal growth})$$

* McCabe low om vekst

- Veksthastighet uavhengig av størrelse
- Konstant overmettet løsning
- I diffusjon-integrasjons modellen antar rekkefølgen av integrasjonsreaksjoner like.

- Hvordan finne L_T, L_B, V_T, V_B ?

* $L_T = R \cdot D$

$V_T = L_T + D$

$L_B = L_T + q \cdot F$

$V_B = L_B - B$

- Hvordan regne ut antall hydratkrystaller som dannes i turen.

*
$$\begin{aligned} \dot{m}_{H_2O, in} &= \dot{m}_{H_2O, ut} + \dot{m}_{H_2O, cryst} \\ &= \dot{m}_{H_2O, ut} + \dot{m}_{cryst} W_{H_2O, cryst} \end{aligned}$$

$$W_{H_2O, cryst} = \frac{3 M_{W_{H_2O}}}{M_{W_{salt}} + 3 M_{W_{H_2O}}}$$

- Hvordan finne N_{min} analytisk?

*
$$N_{min} = \frac{\ln(S)}{\ln(\alpha)}$$

(Husk å trekke fra eventuell rekøler eller kondensator)

$$S = \frac{(X_2/X_H)_T}{(X_2/X_H)_B}$$

- Hva er Raoult's lov?

*
$$p_A = X_A p_A^{sat}(T)$$

$$K_A = \frac{p_A^{sat}(T)}{p}$$

- Fordeler og ulemper ved bruk av membranseparator som absorber.

* Fordeler

- Ikke spredende kontakt
- Høyt grensesnittområde
- Lav sannsynlighet for at løsemiddel holdes igjen.
- Forutsigbar gittelse
- Enkel lineær oppskallering.

* Ulemper

- Motstand fra membran
- Problemer med langsiktig membran stabilitet
- Sensitivt trykkforhold.

- Hvordan implementere SIMC

$$* K_c = \frac{1}{K} \frac{\tau}{\tau_c + \theta}$$

$$\tau_1 = \min(\tau, 4(\tau_c + \theta))$$

- Hvorfor faller tørkekraften etter kritisk fuktighetsinnhold?

* Det vil ikke lenger være noe "fritt" vann. Alt vil være bundet til tørkestoff ved kappelerkrefter.

- Hva betyr tidskonstanten (τ)?

* Tiden det tar fra det påføres et pådrag til systemet er på 63% av sin endelige verdi.

$$y(t) = y_0 + (1 - e^{-t/\tau}) K \Delta u$$

- Hva er absorpsjonsfaktoren, (A)?

$$* A = \frac{L}{KV} = \frac{(L/V)}{K}$$

- Nødvendige antagelser McCabe-Thiele.

* Konstant molare strømmer

* Ideell gass

* Ideelle likevektstrinn

* Konstant trykk i kolonner