



* همان طور که مشاهده می شود، ران های پیست بینی شده توسط دول Maxwell ایره آل
 م خوبی نتوانسته عمل کند و قالیچه پیست بینی شده به مراتب بیسکولز ران های آرکاسید می است.
 * اگر ران های آرکاسید می از قالیچه پیست بینی شده بیسکولز بود، باز هم حالت غیر ایره آل
 می را یکم اچامی نتوانسیم حل کنیم که نوع غیر ایره آل Void است.

* مباحث مربوط به انتقال جرم عسای گازی تمام شد. میان کرم تا این جا می

حد اعلازی عسای در فضا جمع:
 (فصل ۵ و ۷ و ۸ کتاب Mulder)

انواع فرآیندهای عسای فضا جمع:

۱) فرآیندهای که نیرو محرکه مان اختلاف فشار است و برای آن مانده عسای متخلخل porous

استفاده می کنند. مانند:

۱) Micro filtration: MF (a) → قطر مان فیلترامون است. particle های بزرگتر از ۱۰۰۰ nm

را جدا می کنند. (قطر particle معمولی لازم در آن است). قطر حفرات برای MF بین ۱-۱۰ μm

۵۰٪ تا ۱۰۰٪ است. اختلاف فشار لازم برای فرآیند MF ۲ bar است.

۲) Ultrafiltration UF (b) → نیرو محرکه فشاری با دین ۱۰ تا ۱۰۰ bar

SUBJECT:

DATE:

Ed Du Mo Tu We Th Fr



مولد باقی مانده مسرک با گهوه (۲) هستند:

GS (e) (gas separation) RO (d) NF (c)
(Reverse osmosis) (nanofiltration)

(۲) فرآیندهایی که نیرو محرکه شان فعالیت (activity) است. برای فرآیندهای غشایی و

(Nonporous) استاده می شود:

GS (a) NF (b) RO (c) (d) ترکیدگی بخیری (e) دیالیز (dialysis)
(pervaporation)

* فعالیت را بر اساس پتانسیل شیمیایی تعریف می کنند که خود از مجموع (۱) T ، μ و غلظت C آتی

* معیار NF، RO و GS می تواند هم جزو فرآیندهای با نیرو محرکه فشار (P.D.P) باشند

و هم جزو فرآیندهای با نیرو محرکه فعالیت (A.D.P) باشند. پس این دو در یک دسته بندی

تکلیف با هم می آید.

* برای اطلاعات بیشتر به فصل ۲ کتاب Basic principles of Membrane

Technology, Marcel Mulder

مراجعه شود. شکل های (Figure VI-2 در صفحه ۲۸۵، Figure VI-3 در صفحه ۲۸۶) کتاب

را مطالعه کنید.

* فرآیند MF همان فیلتراسیون دارد که کارشایی است و در این جا در دو موضوع نویز مهم. جلسه بعد

Seminar

فرآیند UF را توضیح خواهیم داد. (۲۰۴)

عشای زیر را در نظر بگیرید. جریان عبور کردن از عشا بدین است که از:

Membrane



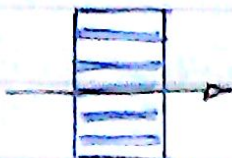
$$J_i = C_i (V_i + u)$$

سرعت نفوذی

سرعت جابجایی

با توجه به این عشا، انتقال یا طلال باشد و حالت داریم:

① عشا انتقال



عشا انتقال

در این حالت سیال از داخل عشا عبور می کند. در این حالت با جریان

جابجایی (Convective) روبه رو هستیم. سرعت عبور جریان از عشا عبور می کند چون مقاومت کشی

در مقابل عبور جریان دارد. در این حالت $V_i \gg u$ است و می توان از V_i صرف نظر کرد.

$$J_i = C_i u$$

بنا بر این:

$$J = A \Delta P$$

در این معادله برای ضرایب می توان به سادگی رابطه سرعت مقابل تغییر کرد:

$$A = \frac{P}{L}$$

به چاه است. A permeability یا توانایی می گویند که به چاه است با:

که P همان توانایی پذیرایی است که می بینیم که در معادله ضرایب به چاه است A ، توانایی گفته می شود.

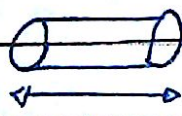
☆ برای ضرایب و اعداد J ، A و ΔP به صورت مقابل است:

$$J \left[\frac{m^3}{m^2 \cdot s} \right] \quad A \left[\frac{m^3}{m^2 \cdot s \cdot bar} \right] \quad \Delta p [bar]$$

(در بعضی کتابها پارامتر A را با L_p نشان می دهند)

* می خواهیم A را برای غشای مختلف بدست بیاوریم. بین منفره حفره‌ی زیر در نظر

بسیار که از داخل آن آب خارج می‌گردد:



تقریباً می‌توانیم که برای این حالت می‌توان از رابطه‌ی رادی (هالین یونزول) استفاده کرد:

$$J_w = \frac{r^2 E}{8 \eta L} \frac{\Delta p}{L} \quad (\text{رابطه رادی و هالین یونزول برای غشای مسطح راسته})$$

$$J_w = \frac{r^2 E}{8 \eta L} \frac{\Delta p}{L} = A \Delta p \rightarrow A = \frac{E r^2}{8 \eta L}$$

بنابراین permeability برای غشای مختلف را بدست آوریم.

مثال: یک Cone داریم که طولش $h = 100 \mu m$ و قطر فکانش $d_p = 0.1 \mu m$ ، $\eta = 1$

$\Delta p = 1 bar$ و غشای $E = 1/4$ است. سار و تکه‌ای را محاسبه کنید.

$$h = 100 \mu m$$

$$d_p = 0.1 \mu m$$

$$\eta = 1$$

$$\Delta p = 1 bar$$

$$E = 1/4$$

$$\eta = 10^{-4} Pa \cdot s$$

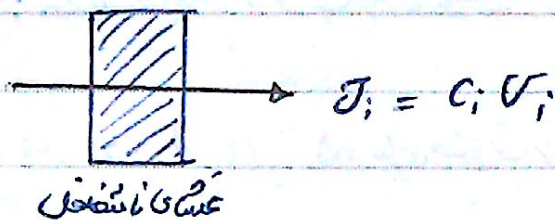
$$J_w = A \Delta p = \frac{E r^2 \Delta p}{8 \eta L} = \frac{0.1/4 \times 0.1^2 \times (10^{-4})^2 \times 10^5}{8 \times 10^{-4} \times 10^{-6} (cm)} = 2 \times 10^{-4} \frac{m^3}{m^2 \cdot s}$$

KABIR

$$\rightarrow A = 2 \times 10^{-4} \left(\frac{m^3}{m^2 \cdot s \cdot bar} \right)$$

(10)

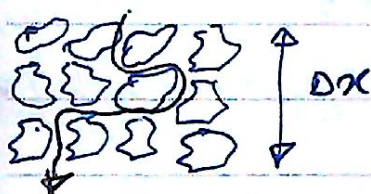
۷) نرخهای نامتغایر انتقال:



در این حالت سرعت جابجایی (۱۱) را ندریم.

در ادامه خواهیم دید که V_i تابعی از پتانسیل شیمیایی است که خود بر تابع T و P و C_i بستگی دارد.

* برای عسلای معدنی مانند آلومینا (Al_2O_3) یک حفره منظم نداریم، همچنین



ذرات معدنی کروی نیستند. حادثه شش مقابل:

لذا برای ذرات جامد آن عبور می کنند. در این حالت از رابطه Kozeny Carman J_w

$$J_w = \frac{\varepsilon^3}{K \eta S^2} \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

که برای بسته های پر شده است، استفاده می کنیم.

K : ثابتی که تابع شکل ذره است ε : تخلخل

Δx : ضخامت لایه متغایر

S : سطح ویژه که برابر است با: $S = \frac{A_p}{V_p} \left(\frac{m^2}{m^3} \right)$ و η : ویسکوزیته پال

* برای ذرات کروی $K=9$ است و S برابر است با: $S = \frac{6(1-\varepsilon)}{d_p}$

بنابراین برای ذرات کروی، سامر صورت زیر در دست می آید:

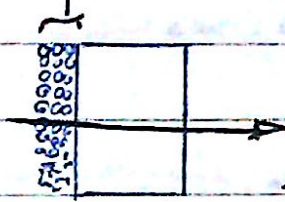
$$J_w = \frac{\varepsilon^3 d_p^2}{\eta 180 (1-\varepsilon)^2} \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

* از رویا گفته شد می توان برای عشی UF استفاده کرد. در این حالت permeability به معنوی

$\frac{m^3}{m^2 \cdot day \cdot bar}$ است. ۵-۵ در برای غشای ریز و ۵ برای غشای ندرگند است.

* چیزی که در این فرآیند بیان مهم است، شیب است. عشی UF زیر برادرتلریدید

gel layer



$$J_w = \frac{\text{Driving Force}}{\text{Resistance}}$$

چرا می توان به سرت شیب نیرو محرکه م مجموع مقاومت فاشان داد.

((عشی UF))

$$J_w = \frac{\Delta P}{\eta \sum R}$$

به عبارت دیگر:

← R یا مقاومت می تواند چند نوع باشد. مثلاً اگر همان عبوری آن ضلع باشد، در این صورت

فقط مقاومت عشی را خواهم داشت. R_m مربوط به ذات عشی است. یا بیان اگر (مقاومت باشد)، R_m

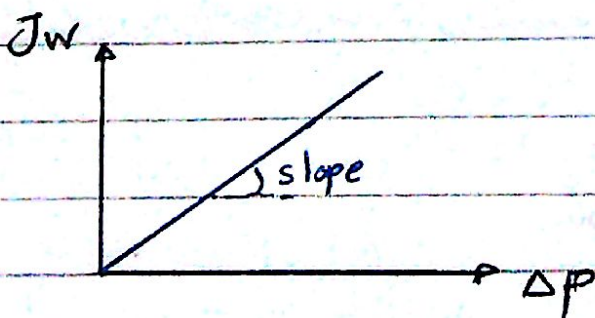
در نتیجه چ ثابت خواهد بود و R_m به جنس عشی وابسته است. اگر ΔP را افزایش دهیم

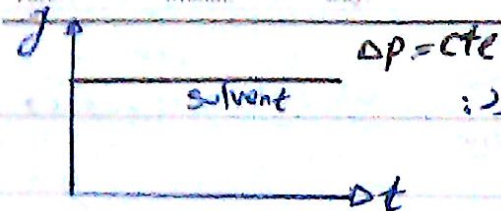
تغییرات چ با ΔP خطی خواهد بود و شیب خط برابر است با:

$$\text{slope} = \frac{1}{\eta R_m}$$

نمودار شیب در حسب استیفا فشار ΔP :

برای حالت (slope)



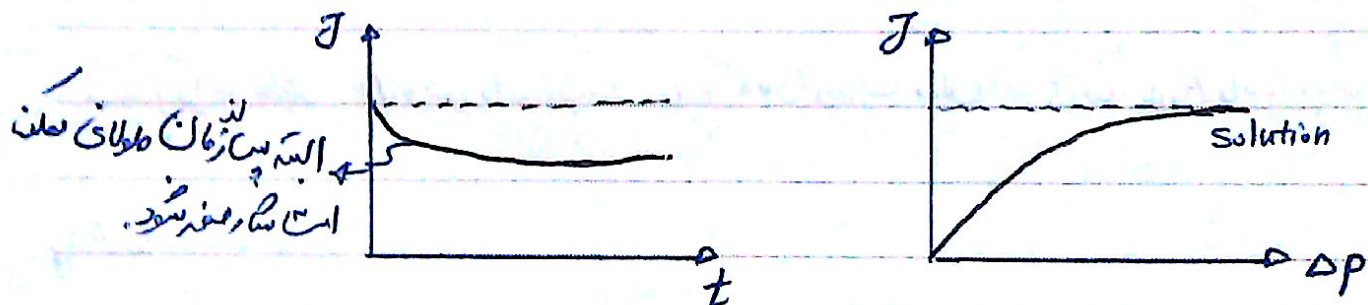


معین نمودن Δp به حسب زمان به صورت مقابل خواهد بود:

البته در این حالت اختلاف فشار ثابت است.

اما در واقعیت عصاره‌گیری خالص سازی و جداسازی محلول ها به کار می‌بریم. نمودارهای رسم شده

در صفحه قبل و برای تغییر برای مثال خالص بود. همین نمودارهایی محلول ها به صورت زیر خواهند بود:



* همان طور که مشاهده می‌شود، مقدار Δp کم شده و بدین معنای که مقاومت های دیگری نیز وجود دارند.

مقاومت دیگری که می‌تواند وجود داشته باشد این است که ذرات وارد حفرات شوند و قطر حفره را کم کنند.

در این حالت به این مقاومت، R_{ads} یا مقاومت جذب سطحی می‌گویند.

مکانی است که ذرات داخل محلول یافت شوند که می‌تواند به صورت کامل مسدود شود. در این حالت pore blocking

خواصم داشته و با R_{pb} نمایش می‌دهند.

آنگاه موکول های داخل محلول بزرگ باشند، ممکن است که میان به تری یک عصاره‌گیری شود (به شکل صفحه قبل

مراجعه کنید). این مقاومت به چاه موکول های با حجم موکولی زیاد می‌دهد. $KABIR (R_{gl})$

→ مقاومت ریندر سطح غشایی $polarization$ است و با R_{cp} نشان می دهند.

((البته با مقاومت $fouling$ هم هست که در VF رخ نمی دهد. بلکه در فرآیند NF رخ می دهد که با

R_c نمایش می دهیم. با فیلتر شش لایه که ایجاد می شود.))

توجه شود که مقاومت های R_{cp} ، R_{gl} ، R_{pb} ، R_{ads} قابل ریزش است که به طور معمول در زمان

درتق فرآیند های VF وجود داشته باشد. به گاه اوقات ممکن است مثلاً R_{pb} داشته باشیم ولی

R_{cp} نداشته باشیم.

* بعضی از غشاهای مذکور برگشت پذیر و بعضی برگشت ناپذیر است. منظور از برگشت پذیر این

است که می توان مقاومت را از بین برد. مثلاً مقاومت R_{gl} ناشی از برگشت پذیر است چون

می توانیم با جریان $backwash$ مقاومت را ناشی از لایه بین ببریم.

بنابراین برای فرآیند VF سایر مدل زیر درست می آید:

$$J_w = \frac{\Delta p}{\eta (R_m + R_{ads} + R_{pb} + R_{gl} + R_{cp})}$$

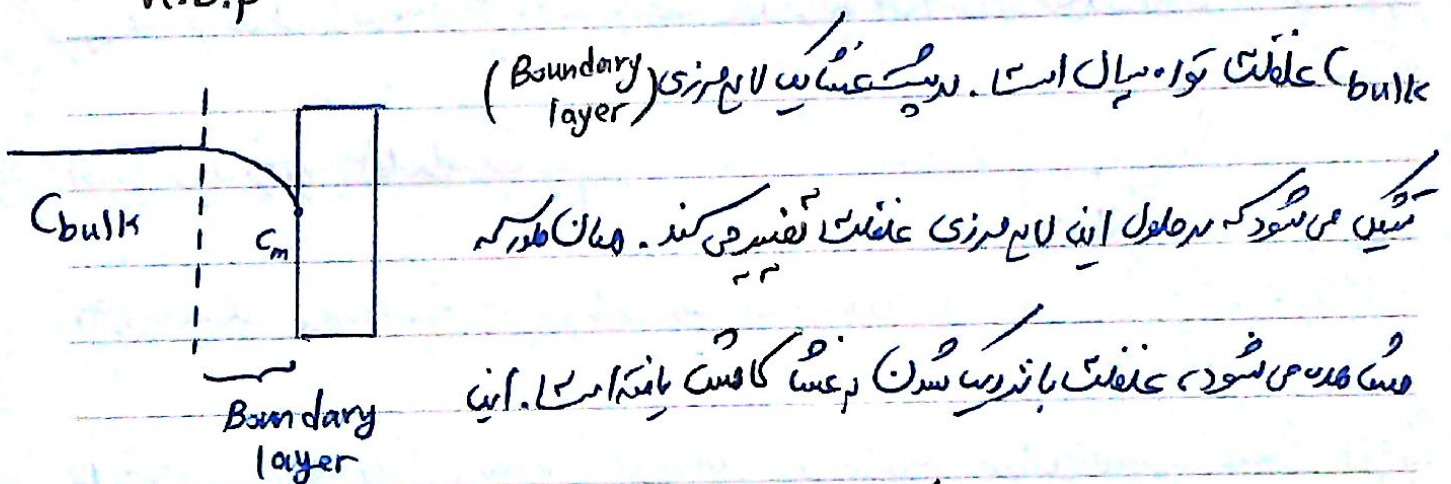
* کاهش سرازمان (نمودار $J-t$) بیشتر در فرآیند های با نیرو محرکه فشاری مشاهده می شود تا

فرآیندهای که نیرو محرکه شان فعالیت است

در ادامه می خواهیم ببینیم قطبش غلظتی (CP) را توضیح دهیم.

Concentration polarization:

عسای زیر را در نظر بگیرید. فرین کنید که فرآیند gas separation است (فرآیند با نیرو محرکه فعالیت) A.D.P

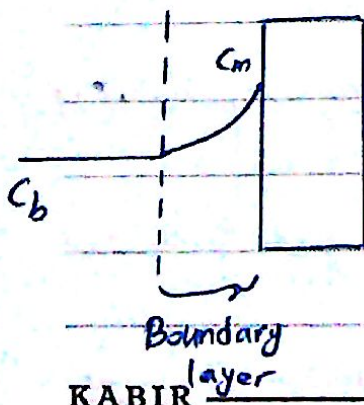


کاهش غلظت در فرآیندهای با نیرو محرکه فعالیت رخ می دهد. غلظت روی سطح عسای C_m است.

* در فرآیندهای A.D.P انتقال جرم در عسای از انتقال جرم در لایه مرزی سریع تر است یعنی

مقاومت اصلی در لایه مرزی است.

* اما حالای فرآیند P.D.P مانند UF را در نظر بگیرید:



در این حالت پروپانی غلظت در لایه مرزی افزایش است. یعنی انتقال

از عسای کندتر از لایه مرزی است. برای تسین با تجمع مولکول ها روی سطح

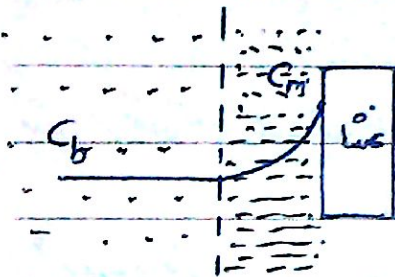
عشای مواجه هستیم.

+ در فرآیندهای P.O.P انتقال حجم در لایه مرزی پیوسته از انتقال حجم در عشا است.

* همین تفاوت های گفته شده باعث تفاوت در فرآیندهای A.O.P و P.O.P می شود.

عشای مقابل را در نظر بگیرید. حفرات عمیق در فرآیند UF است. محلول را در کم می خواهیم

آن را به وسیله فرآیند UF جدا سازی کنیم:



اکثر ذرات محلول از عشا عبور نمی کند. بنابراین در یک عشا تجمع ذرات

حل می شوند را خواهیم داشت. بنابراین لایه مرزی علفی شکل خواهد شد. در داخل لایه مرزی علفی، افزایش

حالت و در خارج از آن علفی C_b را داریم. با این فرآیند تجمع ذرات حل می شوند در یک عشا

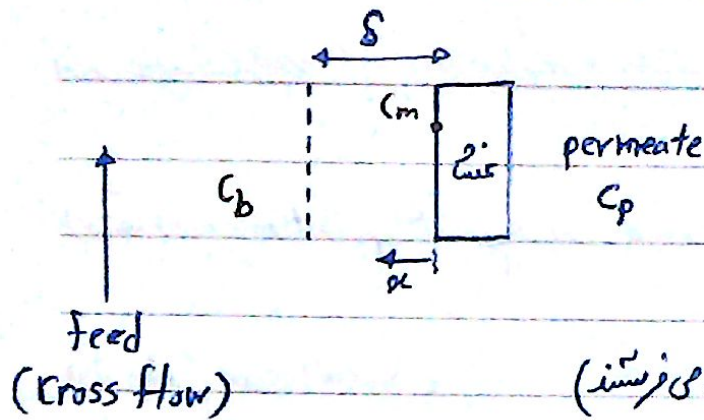
قطبش علفی می گویند که باعث کاهش عبور از عشا می شود. این پدیده یک گسست پذیر است مثلاً با

استفاده از مواد هذلول می توانیم این لایه مرزی علفی را از بین ببریم.

* می خواهیم بدان پدیده قطبش علفی روابط ریاضی را بدست بیاوریم و توزیع علفی را در داخل لایه

مرزی بدست بیاوریم.

عشای مثل شعری بعد از در نظر بگیرید. ضخامت لایه مرزی علفی δ است:



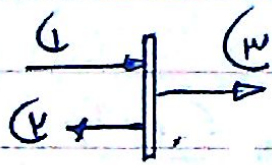
جریان خوراک را به صورت موازی با سطح غشایی

یعنی cross flow است. (ایستادن دبی و عبور)

رادر که dead end نام دارد خوراک را عبور بر سطح غشایی فرستند

C_b : غلظت در خوراک، C_p : غلظت در تراو، C_m : غلظت در سطح غشایی است.

مبدأ مقصود را در سطح غشایی در نظر می گیرند. یک امکان را در داخل α به مریز غلظتی در نظر می گیریم که در داخل



α از سطح غشایی عبور دارد؛ جریان های عبوری عبارت اند از:

جریان (۱): جریان کنوکتیو (convective) که از سمت خوراک به سمت غشایی رود: $J C(\alpha)$

جریان (۲): جریانی که از غشایی خارج می شود به تراو می رود: $J C_p$

جریان (۳): جریان نفوذ معکوس به داخلین رخ می دهد چون غلظت در داخل α به مریز غلظتی افزایش

$(C_m \times \alpha)$ است. برای همین یک نفوذ معکوس از سمت غشایی به سمت خوراک داریم که برابر است با: $-DVC$

را قبل می کشند:))

زمانی که جریان خوراک صاف باشد، J برابر است با: $J = \frac{\Delta P}{\eta R_m}$ و J وی زمانی که خوراک

مخلوطی از مواد حل شوند است بسیار عبوری است و مقدار J برابر است با: $J = \frac{\Delta P}{\eta (R_m + R_{cp})}$

KABIR

در این حالت سازه عبوری از عسل برابر با سازه عبوری از لایه مرزی عسل است و مقدارش همان J است چون

(و تفاوت R_{cp} و R_m با هم مولاری هستند)

$$Jc + D \frac{dc}{dx} = Jc_p \quad \text{معادله جرم برای لایه}$$

$$x=0 \rightarrow C = C_m \quad \text{شرایط مرزی:}$$

$$x=\delta \rightarrow C = C_b$$

حال معادله را برای C حل می‌کنیم:

$$D \frac{dc}{dx} = J(c_p - C)$$

$$\rightarrow \int_{C_m}^{C_b} \frac{dc}{C_p - C} = \int_0^\delta \frac{J}{D} dx \rightarrow \boxed{\ln \frac{C_m - C_p}{C_b - C_p} = \frac{J\delta}{D}}$$

D : ضریب نفوذ در C حل می‌شوند در داخل حلال است. J : شار مولی عبوری δ : ضخامت لایه مرزی

$$\frac{C_m - C_p}{C_b - C_p} = e^{\frac{J\delta}{D}} \quad \text{* همچنین می‌توان رابطه فوق را به صورت مقابل باز نویسی کرد:}$$

* و عبارت $\frac{J\delta}{D}$ را با f نشان می‌دهند:

$$\boxed{f = \frac{J}{\frac{D}{\delta}} = \frac{J}{K}}$$

K در این جا ضریب انتقال جرم با واحد $\frac{m}{s}$ است.

بنابراین عسلک در سطح عسل برابر است با:

$$C_m = C_p(1 - e^f) + C_b e^f$$

$$\text{KABIR} \quad \frac{C_m}{C_b} = \frac{C_p}{C_b} e^f + \frac{C_p}{C_b} e^f \quad \text{حال طرفین را به } C_b \text{ تقسیم می‌کنیم:}$$

$$\frac{C_m}{C_b} = \frac{C_p}{C_b} + e^f - \frac{C_p}{C_b} e^f$$

نیایدین:

تعریف: همان طور که در فرآیندهای گازی α (انتخاب پذیری) را می نامیم. در فرآیندهای مایع Rejection factor

Retention factor) نام و آن را با R نشان می دهند:

$$R = \frac{C_b - C_p}{C_b} = 1 - \frac{C_p}{C_b} \rightarrow R = 1 - \frac{C_p}{C_b}$$

مثلاً اگر ضریب دفع یا Rejection یک غش ۱۰۰٪ است. این بدین معناست که غش توانسته از هر ۱۰۰٪

موکول حل شوند، ۰٪ عبور را به باقی می گذارد و از خود عبور دهد. اگر $R = 1$ باشد، بدین

معناست که $C_p = 0$ است و غش اجازه عبور هیچیک از حل شوندگان را ندهد.

لذین غش های C_b ، C_p و C_m ، غشک های C_b و C_p قابل اندازه گیری هستند اما

C_m را نمی توان به آسانی اندازه گرفت. برای همین (نوع Rejection) تعریف می شود:

(عبارت حاصل غشک را از C_m به C_p کاهش می دهد و) R_{Int} (آن چیزی که در آن غشک است) R_{Obs} (مشاهده می شود) است

R_{Int} و R_{Obs} به صورت زیر تعریف می شوند:

$$R_{Obs} = 1 - \frac{C_p}{C_b}$$

$$R_{Int} = 1 - \frac{C_p}{C_m}$$

بنابر تعریف R_{Int} می توان به صورت زیر عمل کرد:

$$\frac{C_m}{C_b} = \frac{C_m}{C_m} \frac{C_p}{C_b} + e^f - \frac{C_m}{C_m} \frac{C_p}{C_b} e^f$$

$$\frac{C_m}{C_b} = \frac{C_m}{C_b} (1 - R_{Int}) + e^f - \frac{C_m}{C_b} e^f (1 - R_{Int})$$

بنابراین:

$$\frac{C_m}{C_b} = \frac{e^f}{R_{Int} + e^f (1 - R_{Int})}$$

و برعکس:

به نسبت $\frac{C_m}{C_b}$ مدول قطبش غلظتی یا Concentration polarization می گویند. هرچه این مقدار بیشتر باشد

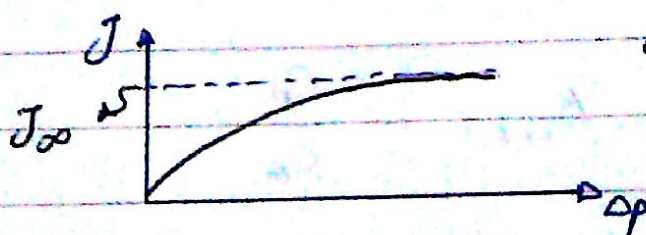
به معنای گوی تر بودن قطبش غلظتی است. و اگر $\frac{C_m}{C_b} = 1$ باشد به معنای عدم وجود قطبش غلظتی

است.

اگر Rejection کامل باشد، به این صورت $C_p = 0$ و $R_{Int} = 1$ است. بنابراین:

$$\frac{C_m}{C_b} = \exp(f) = \exp \frac{J}{K}$$

فونکشنهای یک سیستم غشایی، UF ، J و Δp



به سبب چه به صورتی معادل باشد:

معین فرقی کنید که تشریحی که باعث کاهش بار J شده، پدید می آید یا نه (یعنی فقط)

R_m و R_{cp} دانسته باشیم. بیان حالت J_{∞} که Limiting flux نام دارد برابر است با:

$$J_{\infty} = K \ln \frac{C_m}{C_b} \quad \text{و} \quad K = \frac{D}{\delta}$$

اما J_{∞} به حالت حدی است. اگر بخواهیم J را در ناحیه بین C_m و C_b بدانیم، به جای C_b ،

$$J = K \ln \frac{C_m}{C(x)} \quad K = \frac{D}{\alpha} \quad C(x) \text{ خواهیم داشت:}$$

$$\rightarrow \frac{C_m}{C(x)} = \exp\left(+\frac{J\alpha}{D}\right) \quad \text{و بنا براین:}$$

$$C(x) = C_m \exp\left(-\frac{J\alpha}{D}\right) \quad \alpha \text{ فاصله از سطح غشاء است. برای همین:}$$

$$\alpha = 0 \rightarrow C(0) = C_m \quad \checkmark, \quad \alpha = \delta \rightarrow C(\delta) = C_b \quad \checkmark$$

توجه: اگر پدیده فیلتر غشایی در فرآیندهای MF و UF بیسند که فرآیندهای رسیده است چون هم J

زیاد و هم K کم است و مقدار $\frac{C_m}{C_b}$ زیاد خواهد بود و پدید مذکور قوی تر است.

علت آنکه J زیاد است، به خاطر مقدار بزرگ J در غشای MF و UF است و علت آنکه K

کم است این است که زمان حل شونده در غشاء کم است و منتهی به نفوذ (D) کسی خواهیم داشت.

$$f = \frac{J}{K}$$

ضریب انتقال حرارت (f) را به صورت مقابلی تعریف کردیم:

K ضریب انتقال حرارت است که با شرایط هیدرودینامیک و ترمودینامیک وابسته است. برای محاسبه K باید رابطه را

$$Sh = \frac{K d_h}{D}$$

مشروعیت را از رابطه تجربی محاسبه کنیم:

$$Sh = f(Re, Sc, \frac{d_h}{L}) \quad (d_h: \text{قطر هیدرولیک است})$$

$$Sh = a Re^b \cdot Sc^c \cdot \left(\frac{d_h}{L}\right)^d$$

بنابراین عدد مشروعیت را می توان به صورت گامی تعریف کرد:

که ضرایب a, b, c, d باید مشخص شوند. d_h قطر هیدرولیک و L طول عینا است

گفتیم که d_h قطر هیدرولیک است که به صورت مقابلی تعریف می شود:

$$d_h = d_e = \frac{F \times \text{مساحت ترسیده}}{\text{محیط ترسیده}} = \frac{FA}{P}$$

قطر d_h برای ورودی های مختلف تعاریف مختلفی دارد:

برای عین های لوله ای و انشعاق های: $d_h = d_p$ قطر لوله یا لایه



$$d_h = \frac{4 \cdot w \cdot h}{2(w+h)} = \frac{2wh}{w+h}$$

برای عین های قلاب و صفحه:

ضرایب a, b, c, d در رابطه عدد مشروعیت با توجه به رژیم جریان مشخص می شوند

صفحه جدید را رابطه تجربی برای عدد مشروعیت ارائه شده است:

Laminar

Turbulent

لولای

↑ tube

که اینجایی
توخالی

$$Sh = 1.74 \left(Re \cdot Sc \cdot \frac{d_h}{L} \right)^{1/4}$$

$$Sh = 0.023 Re^{1/2} Sc^{1/4}$$

channel

(قاب و صفحه ای)

$$Sh = 1.85 \left(Re \cdot Sc \cdot \frac{d_h}{L} \right)^{1/4}$$

$$Sh = 0.023 Re^{1/2} Sc^{1/4}$$

باید این ضریب انتقال جرم تابعی از سرعت میان، ضریب نفوذ و شش مارشول است.

$$K = f(u, D, \text{شش مارشول})$$

اعتبار مستقیم: در محاسبه لولای و اینفا توخالی و مقادیر صفحه، این ضریب وجود دارد.

$$\Delta P = \frac{1}{2} f \frac{L}{d_h} \rho u^2$$

$$f = \frac{A}{Re^n}$$

ضریب اصطكاك

به طور خلاصه، برای جریان آلام و آشفته و برای مارشول های کناری (قاب و صفحه) و مارشول لولای روابط

channel

توخالی برای لولای شش مارشول:

Laminar

$$f = 64 Re^{-1}$$

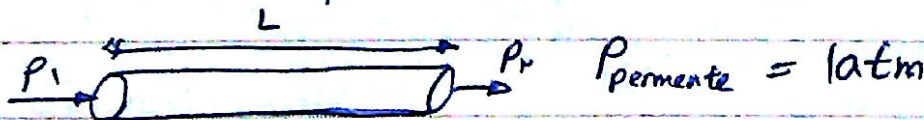
$$f = 16 Re^{-1}$$

Turbulent

$$f = 0.046 Re^{-1/4}$$

$$f = 0.079 Re^{-1/4}$$

اگر طول شش قابل ملاحظه باشد! ΔP (افت شش)، الحافه کشیم. شش ششای لولای زیر را در نظر بگیرید:



$$J = \frac{\Delta P}{\eta R_t}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta P = P_i - P_p \\ \Delta P = P_v - P_p \end{array} \right.$$

کدام یک درست است؟

$$P_{av} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$
 پیدار اویانیت کے لئے $\Delta P = P_{av} - P_p$ افتداز کے لئے

$$J = \frac{\Delta P}{\eta (R_m + R_{bl})}$$

برای نفوذ Solvent، نیاز به صورت فعال شدن باندهای سولفور:

برای اندازه گیری R_{bl} به صورت زیر عمل می کنند:

محلول $R_{c.p}$ و حلال

(boundary layer)

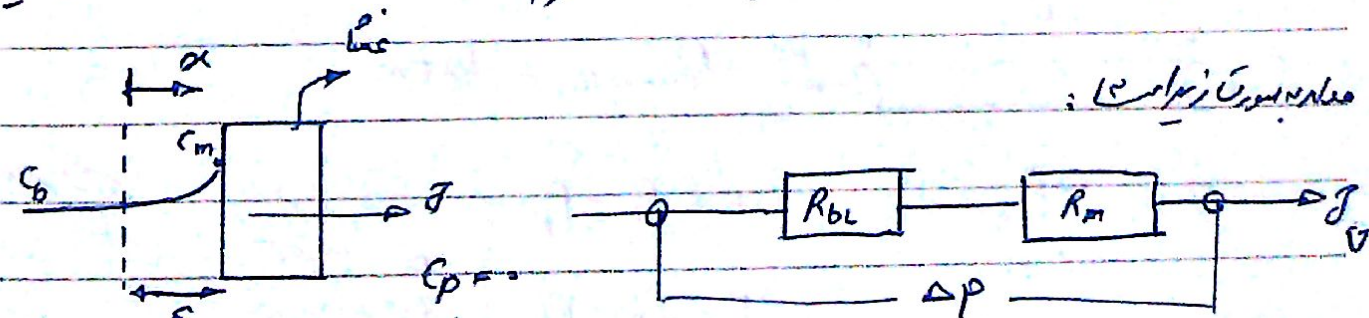
Solvent

اگرچه این رابطه برای تمام حالتها درست است. اما در حالتی که R_m را به عنوان مقاومت داخلی موتور می‌دانیم، داریم:

$$J_w = \frac{AP}{\eta R_m}$$

$J = \frac{\Delta P}{\eta (R_m + R_{bl})}$ ، مقدار جريان ، رابطه مستقيم با رانندگی R_m ، R_{bl} در دست می آید .

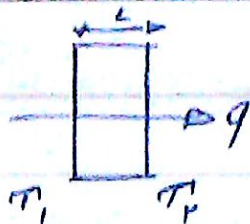
* خواص: R_{bl} را باقی‌مانده a بر b می‌نامیم و آن را به صورت $a \bmod b$ می‌نویسند.



KABIR

مساواة : $T = T_V = T$: بتساوي

۲۲۰



* در انتقال حرارت، مقاومت هدایت را به صورت زیر بیان می‌کنند:

$$q = \frac{\Delta T}{R} \Rightarrow R = \frac{L}{K A}$$

ضخامت $\rightarrow L$
قابلیت هدایت $\rightarrow K$
مساحت $\rightarrow A$

لذا هدایت مشابه بین انتقال حرارت و انتقال جریان می‌توان R_{bl} را به صورت معادل به دست آورد:

$$R_{bl} = \frac{S}{P}$$

S : ضخامت لایه مرزی و P : توانایی هدایت است. ($\rho = 1$) است و فقط هدایت عبور می‌کند.

لذا هدایت چون P تابعی از α است. بنابراین:

$$P = f(\alpha) \Rightarrow R_{bl} = \int_0^S \frac{d\alpha}{P(\alpha)}$$

بنابراین رابطه‌ی (عقده) زیر رابطه‌ی آنتروپی است.

اما باید تابعیت P را با α تعیین کنیم و در رابطه‌ی بالا قرار دهیم و انتگرال گیری کنیم.

* یکی از دانشندان تداوایی را به صورت تابعی از تغییرات زیر بیان کرده:

$$P = f \left(\begin{array}{l} \text{علاقه‌ی حل شونده} \\ \text{و حل شونده و هدایت} \\ \text{و حجم‌های فضا مولی} \\ \text{و تغییرات دما و دما} \end{array} \right)$$

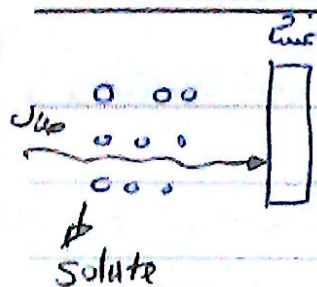
(C) (S)

رابطه‌ی تداوایی به صورت معادل به دست آمده:

$$P = \frac{\eta S}{\left(1 - \frac{V_1}{V_0}\right) C}$$

هرچه دما بیشتر باشد، هدایت بیشتر می‌شود. با α به دور، تداوایی افزایش می‌یابد. ($S \uparrow \rightarrow P \uparrow$)

حال آنتروپی هدایت را به شکل زیر می‌نویسند:



بنابراین می‌توانیم اگر غلظت حل شونده افزایش یابد، S کم می‌شود.

همچنین رابطه‌ای بین S و C بیان شده است:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{S_0} (1 + K_1 C + K_2 C^2)$$

بنابراین رابطه مهم می‌توان در یافت که با افزایش C ، S کاهش می‌یابد.

در نتیجه اگر C افزایش یابد، ضریب رابطی منفعه‌کشی، تراوایی کاهش می‌یابد و ضریب نفوذ بالا

S هم کاهش می‌یابد که کاهش S خود را باعث کاهش P می‌شود.

* حالا اگر رابطه P ، در رابطه‌ای آنی برای R_{bl} جایگزین کنیم:

$$R_{bl} = \int_0^S \frac{(1 - \frac{V_1}{V_0}) C}{\eta S} dx = \int_0^S \frac{(1 - \frac{V_1}{V_0})}{\eta S_0} (C + K_1 C^2 + K_2 C^3) dx$$

اما حالا باید ضریب غلظت با x را رابطه‌ای کنیم. ضریب غلظت را با x می‌توانیم به صورت زیر بیان

$$C(x) = C_b \exp\left(\frac{Jx}{D}\right)$$

که در (مورد ۲۱۷ فون) :

(البته اگر وقت کنید، رابطه‌ی مورد ۲۱۷ که متفاوت است)

بنابراین رابطه‌ی $C(x)$ را در معادله‌ی آنی جایگزین می‌کنیم:

استرال قابل به فواری آید :

$$C_b^n \int_0^{\delta} \exp\left(\frac{n j \alpha}{\sigma}\right) d\alpha$$

که n می تواند ۱ و ۲ و ۳ باشد. حاصل استرال فوق برابر است با :

$$C_b^n \int_0^{\delta} \exp\left(\frac{n j \alpha}{\sigma}\right) d\alpha = \frac{\sigma}{n j} C_b^n \left(\exp\left(\frac{n j}{K}\right) - 1 \right) =$$

$$\frac{\sigma}{n j} (C_m^n - C_b^n)$$

در بیان حاصل استرال R_{bl} برابر است با :

$$R_{bl} = \frac{(1 - \frac{V_1}{V_0}) \sigma}{\eta s j} \left[(C_m - C_b) + \frac{K_1}{\gamma} (C_m^{\gamma} - C_b^{\gamma}) + \frac{K_2}{\epsilon} (C_m^{\epsilon} - C_b^{\epsilon}) \right]$$

HW 24 * رابطه R_{bl} را اثبات کنید.

آقا منی که بیان مهم است این است که یک مقدار R_{bl} با افتخار نذرانه های آرسید می

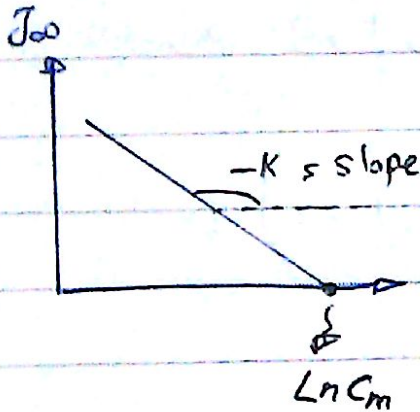
درست می آوریم (بر طبق معادله ۲۳ فوق) همچنین یک مقدار R_{bl} تئوری از رابطه فوقی درست

می آید. در نهایت آن ها را با هم مقایسه کنیم.

چونیک رویت رسیده برای پیدا کردن K (ضریب انتقال جرم) و C_m (غلظت روی غشا) این است که

یک سری آزمایش های را در C_b های مختلف انجام دهیم. از طرف راستیم :

$$J_{\infty} = K \ln \frac{C_m}{C_b} \rightarrow J_{\infty} = \underbrace{K \ln C_m}_{\text{intercept}} - \underbrace{K}_{\text{slope}} \ln C_b$$

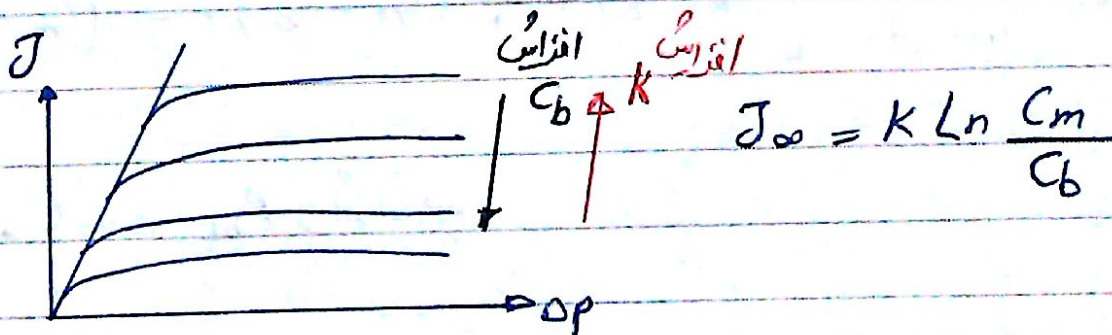


یعنی اگر J_{∞} را به حساب $\ln C_b$ رسم کنیم:

J_{∞} و C_b ها را به آن نقطه بدست آورده بودیم و با رسم

این نمودار K و C_m بدست می آید.

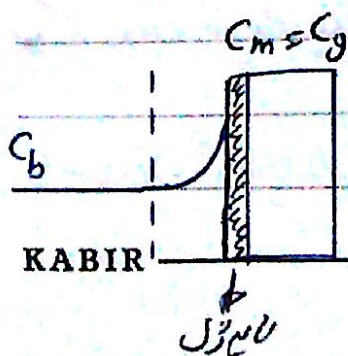
همان طور که مشاهده می شود، با افزایش C_b ، J_{∞} کاهش می یابد. به عبارت دیگر:



پس با افزایش C_b و یا کاهش K ، مقدار J_{∞} کاهش می یابد.

در بعضی از حالت ها مقصود برای Macro molecule ها (مانند دست بویکول ها، پلیمرها، پروتئین ها)

آزاد می شوند، عاملی که باعث کاهش شار می شود، **شکل لایه ژل** است (gel layer)



بنابراین $J = f(\text{gel})$ و غلظت سطحی با C_b برابر است.

در این حالت سه مقاومت داریم: R_m ، R_g ، R_{bl}

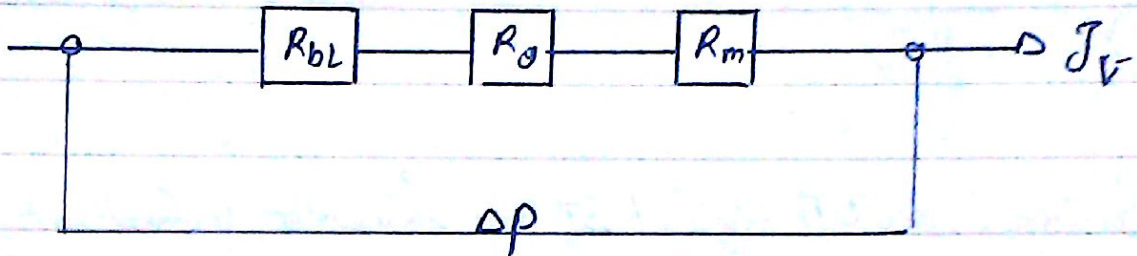
R_m : مقاومت غشایی

R_{bl} : مقاومت لایه بلندی

R_g : مقاومت لایه گازی

$$J_v = \frac{\Delta p}{\eta(R_{bl} + R_g + R_m)}$$

این J_v برابر است با:



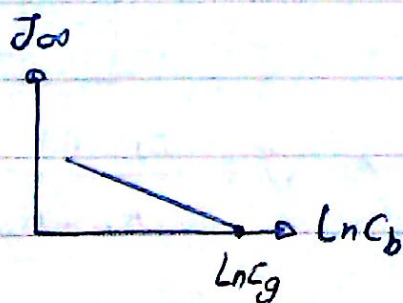
معمولاً مقاومت R_g آنقدر بالاست که می‌توان آن را نادیده گرفت. $R_{bl} \approx 0$:

در این حالت اطلاعات gel layer model داریم و:

$$J_{\infty} = \frac{\Delta p}{\eta(R_m + R_g)}$$

$$J_{\infty} = k \ln \frac{C_g}{C_b} \quad \text{معین}$$

در این حالت اگر مقدار J_{∞} آزمایشی را به رسم $\ln C_b$ رسم کنیم، داریم صورت:



لذا اینجایی که C_g را به صورت آزمایشی می‌توانیم پیدا کنیم:

* R_g که مقاومت لایه ژل است تابعی از اندازه ذرات موکول‌های درشت، شش موکول، فاصله موکول

و در مجموع موکول‌ها است. برای R_g مدل‌های زیادی شده که فقط معرفی کنیم.

این مدل عمدتاً برای حل شونده‌های کوچک بیان می‌شود چون حل شونده‌های بزرگ فشار اسمزی کمی

دارند. اما حل شونده‌های کوچک فشار اسمزی قابل توجهی دارند.

$$J_v = \frac{\Delta P - \Delta \pi}{\eta R_m}$$

برای این مدل فرمول معکاب معرفی شده است:

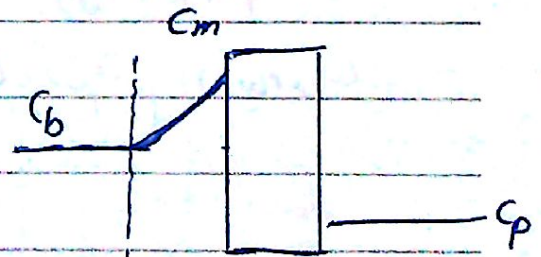
اگر سیال عبوری لزج نباشد، آب خالص باشد $\Delta \pi = 0$ است چون $\Delta \pi$ تابعی از غلظت حل شونده

است.

* توجه کنید که برای محاسبه‌های درست اگر سار (J) زیاده باشد، فشار اسمزی قابل توجه خواهد بود.

$\Delta \pi$: اختلاف فشار اسمزی است که به عنوان یک عامل منفی در حالت می‌شود و بدین است:

$$\Delta \pi = \pi(c_m) - \pi(c_p)$$



در صورتی که تفاوت بالا نول مهم دانسته باشد

$$J = \frac{\Delta P - \Delta \pi}{\eta(R_m + R_g)}$$

بنابراین در محاسبه‌های درست افزایش سار، اهمیت فشار اسمزی را زیاده‌کنانه است که برای سار با

باید اختلاف سار زیاده‌تر در ششیم غلظت بیشتری روی سطح غشاء داریم که این باعث افزایش

جلسه نهم و دوم : ۱۹، ۲، ۹۵

گفتیم که فشار اسمزی برای مولکول‌های با حجم مولکولی پایین‌تر از این اهمیت بیشتری دارد (حالا به شما عرض می‌کنم که چرا باید زیاد باشد) اما برای حل شونده‌های درست، فشار اسمزی زمانی مهم می‌شود که بسیار زیاد باشد.

گفتیم که $\Delta \pi$ برابر است با: $\Delta \pi = \pi(C_m) - \pi(C_p)$

و اگر مذاب رفع ۱۰۰٪ باشد: $R = 100\% \rightarrow C_p = 0 \rightarrow \pi(C_p) = 0$

بنابراین: $R = 100\% \rightarrow \Delta \pi = \pi(C_m)$

* برای زرات حل شونده درست، π به صورت معکوس بیان می‌شود:

$$\pi = aC^n$$

a ثابت و n یک پارامتر تئوریک است و واحد C بدین رابطه $\frac{\theta}{lit}$ است. (تبع غلظت)

* برای زرات حل شونده ریز، π به صورت معکوس بیان نمی‌شود (رابطه دانت هوف)

Vant Hoff eq:

$$\pi = \frac{C_j R T}{M_j}$$

صفتی رابطه دانت هوف هر چه غلظت حل شونده (C_j) بالا باشد، π هم بالا خواهد بود.

هر چه M_j بالا باشد، π (فشار اسمزی) بالا خواهد بود.

و هر چه M_j (مجموعه مولکولی) پایین باشد، باز هم فشار اسمزی بالا است.

فرض کنید که حل شونده درست داریم و $R = 100\%$ است. باین صورت:

$$\Delta\pi = \pi(C_m)$$

$$\rightarrow \Delta\pi = a C_m^n$$

از طرفی مقادیر C_m را می توان از رابطه ای که قبلاً درست آوردیم جایگزین کرد:

$$\Delta\pi = a \left(C_b \exp\left(\frac{J}{K}\right) \right)^n = a C_b^n \exp\left(\frac{nJ}{K}\right)$$

حال این $\Delta\pi$ را در معادله شارش قرار می دهیم.

$$J = \frac{\Delta p - \Delta\pi}{\eta R_m} = \frac{\Delta p - a C_b^n \exp\left(\frac{nJ}{K}\right)}{\eta R_m}$$

می خواهیم Δp و C_b را بر روی J بیابیم.

ابتدا از معادله فوق نسبت به Δp مشتق می گیریم:

$$\frac{\partial J}{\partial \Delta p} = \left[\eta R_m + a C_b^n \frac{n}{K} \exp\left(\frac{nJ}{K}\right) \right]^{-1}$$

((صحت رابطه ی فوق را بررسی کنید. HW می باشد و می باید بلد باشید که این رابطه بدست آید))

بنابراین رابطه اخذ را می توان به صورت مقابل هم نوشت:

$$\frac{\partial J}{\partial \Delta p} = \left(\eta R_m + \frac{n}{K} \Delta\pi \right)^{-1} \Rightarrow \frac{\partial J}{\partial \Delta p} = \frac{1}{\eta R_m} \left(1 + \frac{n \Delta\pi}{\eta R_m K} \right)^{-1}$$

((اگر وقت کم باشد بدون حد ایجاز شده است: $\left(\eta R_m \frac{\partial J}{\partial \Delta p}, \frac{n \Delta\pi}{\eta R_m K} \right)$ KABIR))

عبارت $\frac{n \Delta T}{\eta R_m K}$ بیانگر نسبت مقاومت فشاری است (است)

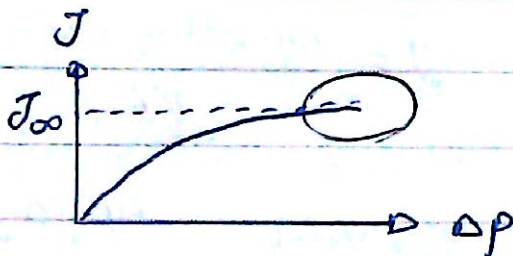
$$\frac{\partial J}{\partial \Delta p} = \frac{1}{\eta R_m} \left(1 + \frac{n \Delta T}{\eta R_m K} \right)^{-1}$$

در رابطه‌ای که به دست می‌آید:

۱- عبارت داریم:

$$\frac{\partial J}{\partial \Delta T} \rightarrow 0$$

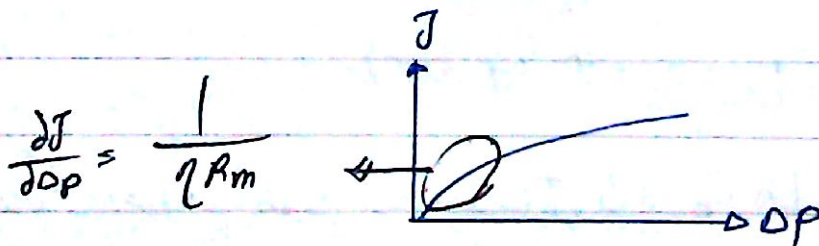
۱- اگر $\Delta T \uparrow$ باشد، بیان صورت:



۲- عبارت داریم:

$$\frac{\partial J}{\partial \Delta p} = \frac{1}{\eta R_m}$$

۲- اگر $\Delta T \downarrow$ باشد، بیان صورت:

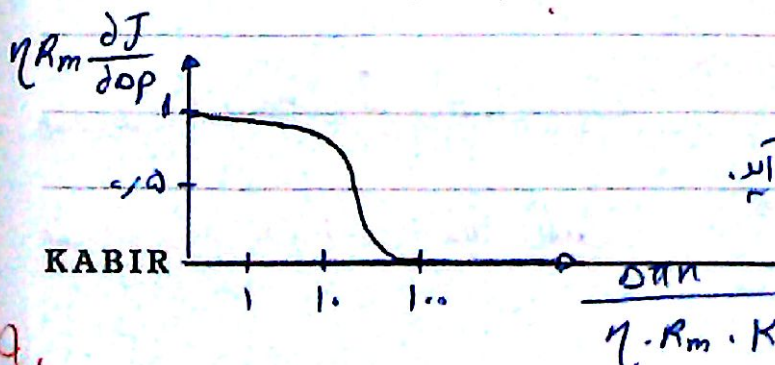


۳- عبارت داریم:

$$\eta R_m \frac{\partial J}{\partial \Delta p} = \frac{1}{1 + \frac{n \Delta T}{\eta R_m K}}$$

* از رابطه‌ی بالای منتهی داریم:

نیم ۲ با مقاومت فشاری است (است)



اگر نمودار $\eta R_m \frac{\partial J}{\partial \Delta p}$ را بچسب

رسم کنیم، نمودار مقابل به دست می‌آید.

از نمودار اخیر هم به همین نتایج می‌رسیم:

$$\frac{\partial J}{\partial \Delta p} = \frac{1}{\eta R_m}$$

$$\frac{\partial J}{\partial \Delta p} \rightarrow 0$$

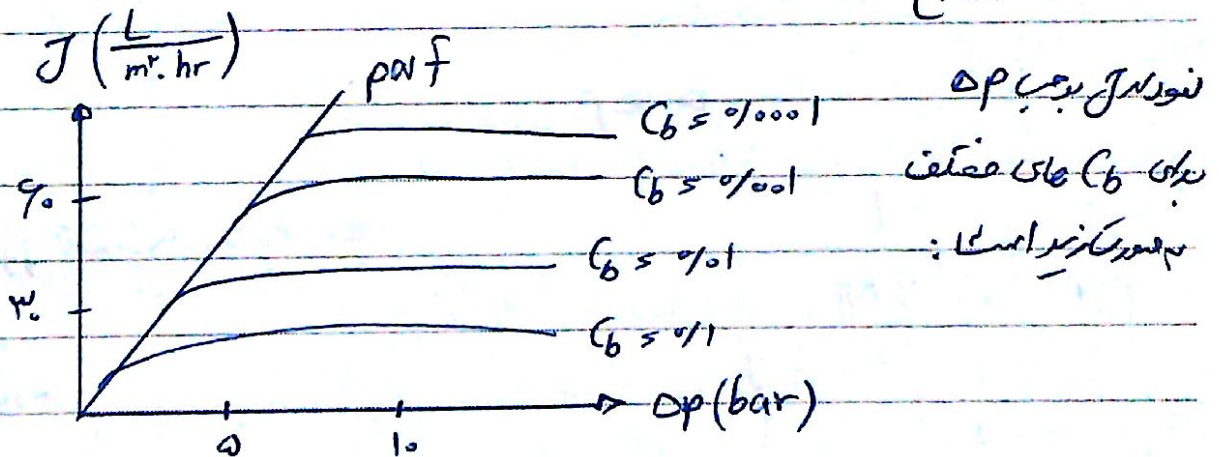
اگر در آزمون‌های تعیین J رابطه Δp رسم کنیم. این نیز نمونه آزمون‌های واقعی است.

کنیم و J را به دست می‌آوریم:

$$\pi = 100 C^2$$

برای نمونه واقعی

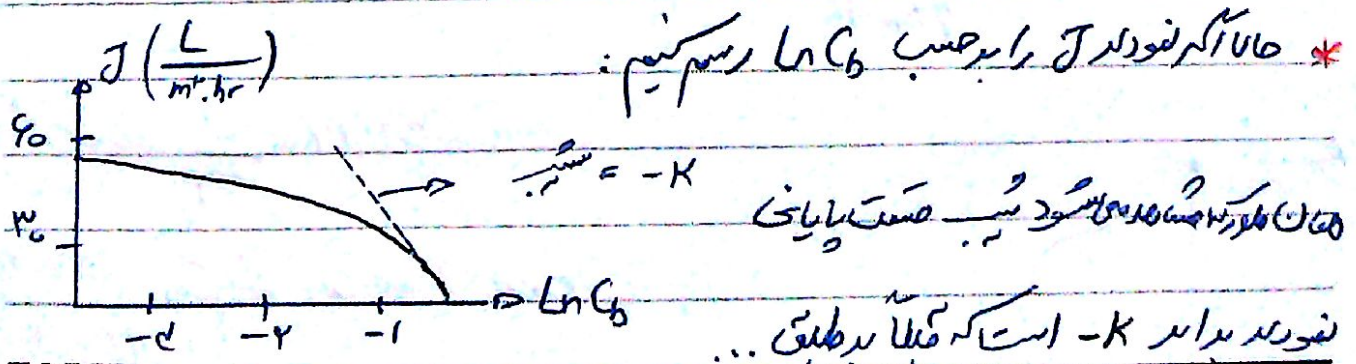
$$K = \frac{D}{\delta} = 2 \times 10^{-6} \frac{m}{s} \quad J = \frac{\Delta p - a C_b^n \exp\left(\frac{\eta J}{K}\right)}{\eta R_m}$$



حال اگر بخواهیم به طور فرموده J را با $\ln C_b$ رسم کنیم:

$$\frac{\partial J}{\partial \ln C_b} = -K \left(1 + \frac{R_m K \eta}{\Delta \pi \cdot n} \right)$$

صحت رابطه مقابل را می‌کنیم و بلد باشند

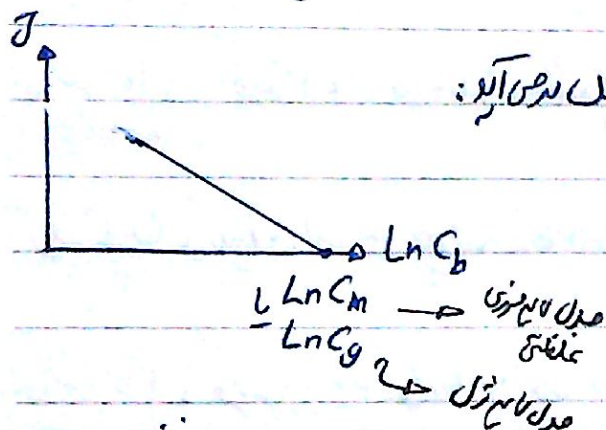


فرمول $J = K \ln \frac{C_m}{C_b}$ هم به همین نتیجه رسیدیم.

اگر تنها مدل لام فرزی غلظتی داشته باشیم، یعنی:

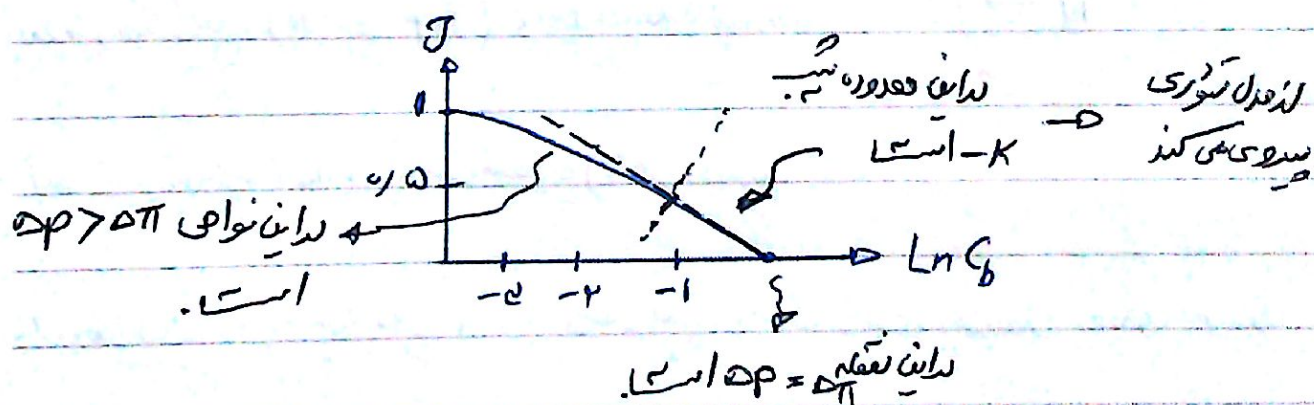
$$J = K \ln \frac{C_m}{C_b}$$

در این صورت نمودار J بر حسب $\ln C_b$ به صورت مقابل در می آید:



* اما نموداری که به عنوان داده های آزمایشی می باشد آمده، با این مدل لام فرزی غلظتی یا لام فرزی

تفاوت دارد. فقط در یک قسمت کوچک است که داده های آزمایشی با داده های تئوری همخوانی دارد:



یعنی 5π یا مقدار اسمزی می باشد که منتهی است و برای رسیدن به سبب های زیاد، باید $dp > 5\pi$

باشد که خود این افتراض dp هزینه بر است.

* در ادامه می خواهم به مورد فشار اسمزی توضیح دهم و روش به دست آوردن آن را معرفی کنم.

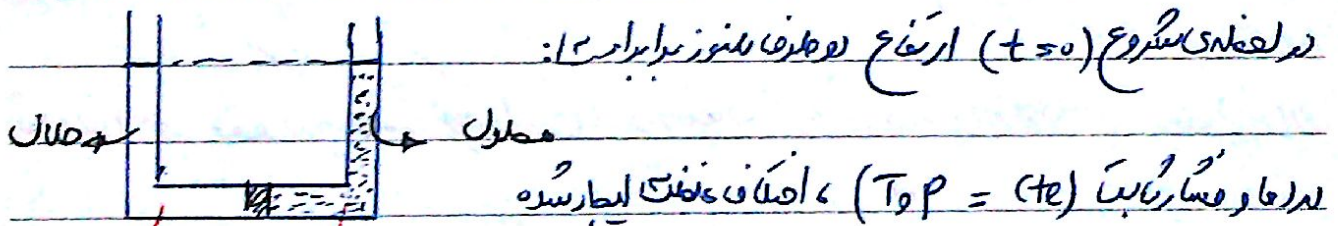
* فرق کنده لوله ای به شش تقابل داریم. در وسط این لوله یک غشای نیمه تراوا داریم که فقط طحال



حالت اول: فرق کنده که در دو طرف غشای آن خالص باشد. در این حالت ارتفاع مایع در دو طرف

لوله ثابت و یکسان است چون در حالت تعادل قرار دارد و نیازی به جابجایی نیست.

حالت دوم: فرق کنده که به لوله حالت اول در سمت راست، یک حل شونده مانند قند اضافه کنیم.



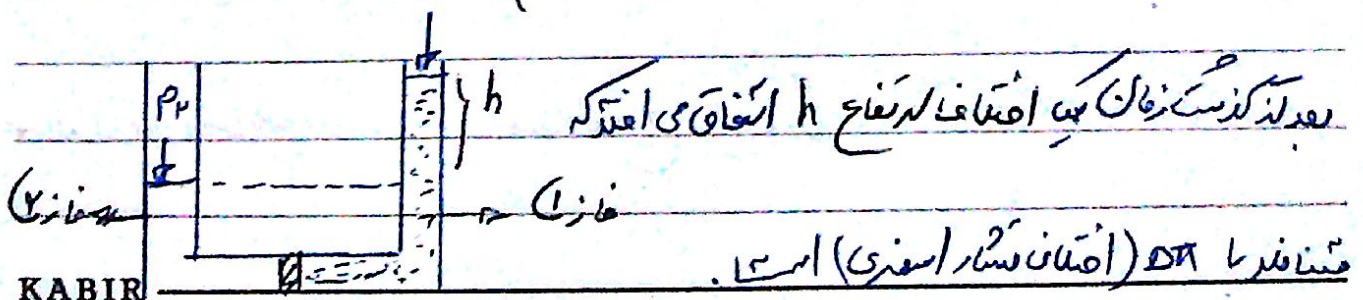
است. بنابراین اختلاف پتانسیل شیمیایی (زیر) داریم.

Solvent → محلول‌دهنده
Solute → محلول‌پذیر

به خاطر این اختلاف پتانسیل شیمیایی، آب از سمت چپ به سمت راست (از محلول به محلول) می‌رود.

)) البته اگر در هر دو طرف آب خالص باشیم و غشای نیمه تراوا را با آب می‌پریم، باز هم اختلاف پتانسیل شیمیایی

به وجود نمی‌آید چون: در تابعی از T و P و C است μ .



KABIR

$$\Delta \pi = \rho g h : (pa)$$

پتانسیل شیمیایی فرد i در فاز ۱ به صورت زیر است: $\mu_{i1} = RT \ln a_{i1} + \bar{V}_i P_1 + \mu_{i1}^0$

(P_1 فشار در سمت فاز ۱ و P_2 فشار در سمت فاز ۲ است)

بنابراین پتانسیل شیمیایی فرد i (Solvent) در فاز ۲ به صورت مشابه در دست می آید:

$$\mu_{i2} = \mu_{i2}^0 + RT \ln a_{i2} + \bar{V}_i P_2$$

در حالت تعادل: $\mu_{i1} = \mu_{i2}$

$$\rightarrow RT \left(\ln \frac{a_{i2}}{a_{i1}} \right) = \overbrace{(P_1 - P_2)}^{\Delta \pi} \bar{V}_i$$

$$\rightarrow \Delta \pi = \pi_1 - \pi_2 \text{ (فاز ۲ خالص)} = \pi_1 = \frac{-RT}{\bar{V}_i} \ln \left(\frac{a_{i1}}{a_{i2}} \right)$$

* از تعریف شیمیایی دانیم که a_i فعالیت (activity) فرد i است و برابر است با:

$$a_i = \gamma_i \kappa_i$$

برای فرد خالص

$$a_i = 1$$

برای خالص

$$a_{i2} = 1$$

فاز ۲ خالص است

$$\pi = \frac{-RT}{\bar{V}_i} \ln a_{i1}$$

در نتیجه:

$$\ln a_i = \ln \gamma_i \kappa_i \approx \ln \kappa_i$$

اما می توان گفت که:

اگر محلول رقیق باشد

بنابراین:

$$\ln a_j = \ln x_j = \ln (1 - x_j)$$

x_j - کسر مولی حل شونده (مثلاً نف) اگر محلول رقیق باشد یعنی $\downarrow \downarrow$ x_j باشد، در این صورت:

$$\ln a_j \approx \ln (1 - x_j) \approx -x_j$$

بنابراین تا این جای کار:

$$\pi = \frac{RT x_j}{V_i}$$

از طرفی طبق تعریف x_j :

$$x_j = \frac{n_j}{n_i + n_j} \approx \frac{n_j}{n_i}$$

محلول رقیق

حال عبارت $x_j = \frac{n_j}{n_i}$ را در رابطه فوق جایگزین کنیم:

$$\pi n_i V_i = n_j RT$$

اما از طرفی داریم:

$$V_t = n_i V_i + n_j V_j \approx n_i V_i$$

حجم کل محلول

بنابراین می توان به جای $n_i V_i$ ، عبارت V_t را جایگزین کرد:

$$\pi V_t = n_j RT$$

طرفین را بر V_t تقسیم می کنیم:

$$\pi = \frac{n_j}{V_t} RT$$

اگر x_j غلظت وزنی ($\frac{g}{lit}$) باشد، در این صورت: غلظت مولی

$$\frac{n_j}{V_t} = \frac{C_j}{M_j}$$

در نهایت رابطه را به صورت آسان تر می بنویسیم:

$$\pi = \frac{C_j RT}{M_j}$$

رابعدی اخیر برای حل سونده های مولکوی بود. اگر حل سونده ها یونی باشند، باید تعداد یون ها

$$\pi = \frac{NC_j RT}{M_j}$$

را هم ضرب کنیم:

مثلاً برای نف $N=2$ ← NaCl است

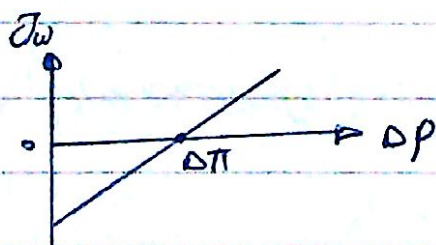
یا برای سد $N=4$ ← K_2SO_4 است.

رابعدی واندس هوف بدست آمده با فرض رفیق بولان محلول به دست آمده است. اگر محلول غلظت

$$\pi = \frac{C_j RT}{M_j} + BC_j^2 + \dots$$

بالای راسه باشد، در این صورت:

((ضد این مشابه مبد و مع بران به معارنه مذکور افزوده شده است تا مقدار π را اصلاح کند))



* برای اینکه سار راسه باشیم حتماً باید $\Delta p > \Delta \pi$ باشد:

در نقطه $\Delta p = \Delta \pi$ سار صفر است.

فدل لای کت:

در آنجا که حل سونده های با جرم مولکوی بیش کم راسه باشیم معنی است که باید دیدی

fouling مواجه شویم. یعنی ذراتی که در محلول وجود دارند و جرم مولکوی زیادی هم ندارند، این فیلم

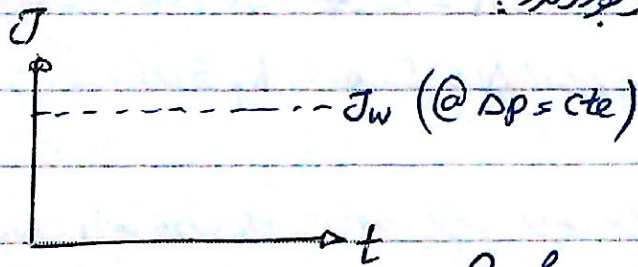
روی غشای تشکیل می دهند و متناوباً در مقابل جریان را افزایش می دهند.

خروج محلول کیه را به نظر؟ لایه لایه برای جرم مولکوی های بالا (مثل پلیمرها و پروتئین ها) است. KABIR

کمپانی برای ذرات کوچک هم اتفاق می افتد و این ذرات روی سطح غشای رسوب می کنند و حالتی مثل یک

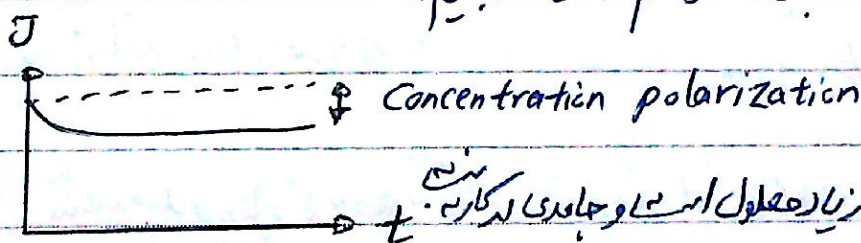
بستر پدید می آید. در این حالت جابجایی نزدیک لایه کی جابجایی است.

اگر سار را بر حسب زمان رسم کنیم، خطی است و بهر دلیل:



(۱) اگر آن حالت را از غشای عبور دهیم:

(۲) ممکن است که مقاومت غشای $C.P$ را ببینیم:

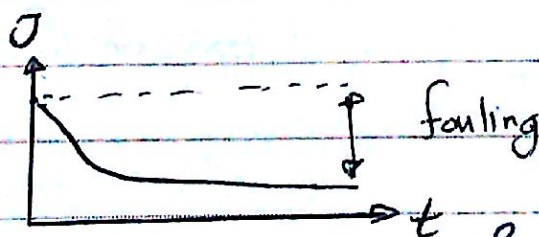


این مقاومت به خاطر غشای زیاد محلول است و جابجایی در کار نیست.

adsorption

(۳) اگر رسوب پدید می آید fouling رخ دهد. سه مورد می تواند حدت را ببینیم: pore blocking

Cake layer



اگر در سیستم مقاومت لایه کی را ببینیم، باید مقاومت مربوط به آن (R_c) را لحاظ کنیم.

$$J_v = \frac{\Delta P}{\eta (R_m + R_c)}$$

معمولاً مقاومت کی (R_c) را به صورت معادل در نظر می گیریم:

KABIR

$$R_c = \delta r_c$$

$(\frac{1}{m})$

ضخامت کی
(m)

$(\frac{1}{m^2})$

R_c : مقاومت و δ : ضخامت لایه کی است.

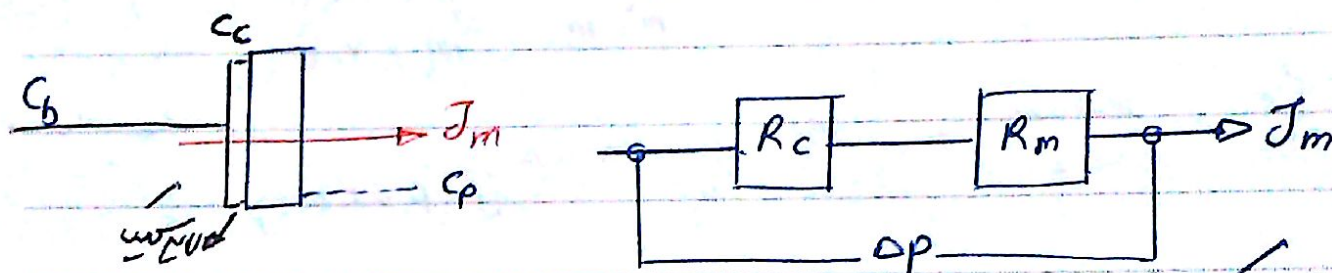
(۲۷۹)

برای حالت خاصی که لایه کپ و فاندین بستری هستند باشد، مقاومت و ضخیم به صورت زیر خواهد بود:

$$r_c = 180 \frac{(1-\epsilon)^2}{d_p^2 \epsilon^3}$$

ϵ : تخلخل بستری
 $\frac{V_{void}}{V_{total}}$
 d_p : قطر ذرات کپ

چون شکل مدار مدل مقاومت لایه کپ به صورت زیر است:



مقاومت کپ در گشت نانیدر است.

چشمه بست و علوفه: ۲۵، ۲، ۹۵

مثال: یک محصول ۵٪ وزنی لیزسکارز در یک غشای MF لوله‌ای با مقدار داخلی ۹mm تخلیه می‌شود.

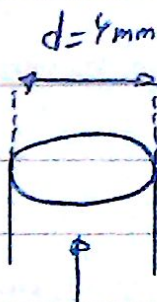
غشای لیزسکارز Rejection کامل نشان می‌دهد. در دمای ۲۰°C و فشار ۲.۰ bar مقدار $\frac{lit}{m^2 \cdot hr}$

در یک سیستم غشای Cross با سرعت $\frac{m}{s}$ ۵۰ است. اگر سرعت $\frac{m}{s}$ ۵۰ (۲۰) شود، مقدار $\frac{lit}{m^2 \cdot hr}$

۹۸،۹ $\frac{lit}{m^2 \cdot hr}$ می‌رسد. با توجه به داده‌های زیر موارد خواسته شده را محاسبه کنید.

الف) مدل بلوریزاسیون غشایی را برای هر دو حالت محاسبه کنید.

ب) شار عبوری در فشار ۱.۰ bar با فرض اینکه مدل بلوریزاسیون غشایی ثابت باشد.



ج) اگر فرض کنیم جریان درون پلازمین استاتی است.

پارامترهای سوال: $C_F = 0.5 \text{ wt}$ $\rho_s = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

برای محاسبه $\eta = 1.2 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$ $a = 0.5$ $n = 1.1$

حالت ۱ $u_F = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow J = 10,0 \frac{\text{L}}{\text{m}^2 \cdot \text{hr}}$ و $p = 2 \text{ bar}$

حالت ۲ $u_F = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow J = 4,0 \frac{\text{L}}{\text{m}^2 \cdot \text{hr}}$ $T = 40^\circ\text{C}$
 $p = 2 \text{ bar}$
 $T = 40^\circ\text{C}$

خواسته های سوال: $\frac{C_m}{C_b} = \text{بزرگترین حالت}$ و $\frac{C_m}{C_b} = \text{cte} \rightarrow J(p = 1 \text{ bar}) = ?$

حل: الف) $\text{Rejection} = 100\% \rightarrow \frac{C_m}{C_b} = \exp\left(\frac{J}{K}\right)$

باید K را محاسبه کنیم. از روابط تجربی باید استفاده شود. ابتدا عدد رینولدز را محاسبه می کنیم.

۱) $Re = \frac{\rho u d}{\eta} = \frac{1000 \times 0.5 \times 4 \times 10^{-3}}{1.2 \times 10^{-4}} = 2500 > 2100 \rightarrow$ جریان آشفتگی است

۲) $u = 4,0 \rightarrow Re = 2250 > 2100$

محاسبه K :

$K = \frac{D}{d_h} \times 0.5^a \times Re^{1/4} \times Sc^{1/3}$

$D = 9,2 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

$Sc = \frac{\eta}{\rho D} = \frac{1.2 \times 10^{-4}}{1000 \times 9,2 \times 10^{-6}} = 2419$

۱) برای K : $K = \frac{9,2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-3}} \times 0.5^a \times (2500)^{1/4} \times (2419)^{1/3} = 1,2 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

KABIR $\frac{C_m}{C_b} = \exp\left(\frac{J}{K}\right)$: تعیین می کنیم درون پلازمین استاتی

$J = 9,4 \times 10^{-6} \frac{m^3}{m^2 \cdot sec}$ تبدیل کنیم $\frac{m^3}{m^2 \cdot sec}$ $J = 9,4 \frac{lit}{m^2 \cdot hr}$

\rightarrow برای حالت (۱): $\frac{C_m}{C_b} = \exp\left(\frac{9,4 \times 10^{-6}}{1,4 \times 10^{-5}}\right) = 2$

\rightarrow برای حالت (۲): $K = 9,9 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$ (با افزایش سرعت خوراک، ضریب انتقال هم زیاد می‌شود)

\rightarrow برای حالت (۲): $\frac{C_m}{C_b} = 1,2$

مسلماً هدف می‌شود که چون سرعت خوراک افزایش یافته است، اعتسای و کلاهم درست خوراک

انجام می‌شود و بنابراین درول با این سون غلظتی کاهش می‌یابد.

(ب) گفته اگر $\Delta p = 10 \text{ bar}$ باشد، J چه مقدار است؟

چون با کارز حل می‌شود درست است پس می‌توان از فرمول $\pi = aC^n$ استفاده کرد. n, m را

$\Delta\pi = \pi_m - \pi_p = aC_m^n - aC_p^n$ صورت سوال داده است.

$C_f = C_b = 5\% \text{ wt}$ باید غلظت فارم $\frac{g}{lit}$ تبدیل کنیم.

$\rightarrow C_b = \frac{5g \text{ Sa}}{100g \text{ محلول}} \times \frac{10^{-6}g}{100 \text{ Lit}} = 50 \frac{g}{Lit}$

\rightarrow برای حالت (۱): $u_f = 0,5 \frac{m}{s} \rightarrow \frac{C_m}{C_b} = 2 \rightarrow C_m = 100 \frac{g}{Lit}$

$KABIR \Delta\pi = aC_m^n - aC_p^n = 0,5 \times (100)^{1,1} = 7,97 \text{ (bar)}$ بنابراین

رفع عمل بود است

$$C_F = 5,0 \frac{m}{s} \rightarrow \frac{C_m}{C_b} = 1,2 \rightarrow C_m = 4,0 \frac{g}{Litr}$$

$$\Delta \pi = 4,0 \text{ (bar)} \quad \text{ن. م. ر. س. م.}^2$$

$$J_w = A_w (\Delta p - \Delta \pi) \quad \text{برای حالت اول:}$$

منبع ترانس میتری

$$\rightarrow A_w = \frac{J_w}{(\Delta p - \Delta \pi)} = \frac{44,0 \frac{Lit}{m^2 \cdot hr}}{(10 - 4,0) \text{ bar}} = 7,74 \frac{Lit}{m^2 \cdot hr \cdot bar}$$

حالا با دانستن A_w می توان سار را در فشارهای دیگر پیدا آورد.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta p = 1,0 \text{ bar} \\ C_F = 1,0 \frac{m}{s} \end{array} \right\} \rightarrow J_w = 7,74 (1,0 - 4,0) = -0,18 \frac{L}{m^2 \cdot hr}$$

((مقدار منفی A_w با معنی ندارد و جهت معکوس است.))

$$0,18 < 44,0 \frac{L}{m^2 \cdot hr} \quad \Delta p = 2,0 \text{ bar} \text{ کمتر شده است}$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta p = 1,0 \text{ bar} \\ C_F = 5,0 \frac{m}{s} \end{array} \right\} \rightarrow J_w = 7,74 (1,0 - 4,0) = -0,18 < 4,18 \frac{Lit}{m^2 \cdot hr}$$

برای حالت دوم

چون فرقی کردیم که در حالت اول غلظت ثابت است، مقدار $\Delta \pi$ در $\Delta p = 2,0 \text{ bar}$ و

$\Delta p = 1,0 \text{ bar}$ همان است.

دانشجوی عزیز، لطفاً فرقی که درمیان C_m و C_b با یکدیگر در حالتی که Δp ثابت است، را در نظر بگیرید.

$$J = K \ln \frac{C_m}{C_b}$$

پس چون J تغییر کرده است، فرض باید گرفت $\frac{C_m}{C_b}$ درست نیست.

مثال: pwf (پمپ، آب خالص) برای غشای UF در فشار ۳ bar، $\frac{Lit}{m^2 \cdot hr}$ ۲۱۰ است. و فرض

که ازین افرسون آب/روغن به عنوان خوراک در فشار ۴.۵ bar استفاده کنیم. مقدار بسیار

۲ $\frac{Lit}{m^2 \cdot hr}$ کاهش می یابد. بابت به اطلاعات زیر، ضخامت کپسول شده را بدست آورید.

آب خالص \rightarrow $pwf = 210 \frac{Lit}{m^2 \cdot hr}$ ($\Delta P = 3 \text{ bar}$)

پارامترهای سوال: $r_c = 1.5 \times 10^{-4} \left(\frac{1}{m} \right)$ و η : ویسکوزیته آب

افرسون روغن در آب \rightarrow $J = 0.5 \frac{L}{m^2 \cdot hr}$ ($\Delta P = 4.5 \text{ bar}$)
خواسته سوال: $L_c = ?$

برای آب خالص: $J_w = pwf = \frac{\Delta P}{\eta R_m}$

برای مخلوط آب و روغن: $J = \frac{\Delta P}{\eta (R_c + R_m)}$ (در مورد فشار اسمزی هیچ اطلاعاتی نداریم پس)

ما هم در نظر نمی گیریم

$$\rightarrow R_m = \frac{\Delta P}{J_w \eta} = \frac{3 \times 10^5 \text{ (Pa)}}{\frac{0.21}{3600} \left(\frac{m}{s} \right) \times 10^{-3} \text{ Pa.s}} = 5.1 \times 10^{12} \left(\frac{1}{m} \right)$$

$$\rightarrow R_c + R_m = \frac{\Delta P}{\eta J} = \frac{4.5 \times 10^5}{10^{-3} \times \frac{0.5}{3600}} = 4.4 \times 10^{13} \left(\frac{1}{m} \right)$$

$$R_c = 40.9 \times 10^{12} \left(\frac{1}{m} \right)$$

بنابراین:

$$R_c = r_c \cdot l_c \rightarrow l_c = \frac{R_c}{r_c} = 27 \times 10^{-6} (m) = 27 \mu m$$

* تا این جاست که P.O.P را حذف کردیم. حالا می‌خواهیم به سراغ فرآیندهای دیگر برویم که نیروی محرکه است.

فعالیت (A.O.P) است. برای اینکه ابتدا باید با تعریف شیمیایی (μ_i) آشنا باشیم.

- برای هر لیزر ماده فشار و فعالیت و با هم مرتبط است. $\mu = f(T, P, a_i, c)$

- بنابراین شیمیایی بودن ماده را با رابطه‌ی زیر به دست می‌آوریم:

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln a_i + V_i (P - P_0) \quad @ T = T_0$$

μ_i° : تعریف شیمیایی حالت مرجع است $\left(\mu_i^\circ(T, P_0, n=1 \text{ mol, pure}) \right)$

به عبارت دیگر μ_i° : تعریف شیمیایی 1 mol از ماده خالص در فشار P_0 و دمای ثابت T است.

$$\left. \begin{array}{l} a_i = 1 \\ T = T_0, P = P_0 \end{array} \right\} \rightarrow \mu_i = \mu_i^\circ$$

یا آوری:

$$\text{فعالیت} = a_i = \alpha_i \gamma_i \quad \left\{ \begin{array}{l} \alpha_i = 1 \text{ برای خالص} \\ \gamma_i = 1 \end{array} \right. \rightarrow a_i = 1 \text{ : pure}$$

$$d\mu_i = dg_i = RT d \ln p_i$$

برای گازهای ایده آل داریم:

که p_i فشار جزئی یا partial pressure است. $(p_i = \alpha_i p)$

بنابراین μ_i برای گازهای ایده آل (فشارهای پایین) به صورت زیر بدست می آید:

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln \alpha_i + RT \ln p$$

برای گاز ایده آل

با افزایش فشار (p) در گاز ایده آل نفوذ هم راست و گاز واقعی داریم. برای گازهای واقعی

ضریب فوگاسیته (f_i) تعریف کردیم. وقتی که فشار زیاد شود، فشار جزئی p_i جای خودش را به f_i

می دهد. چون نیروهای بین مولکولی زیاد می شود و گاز لزالت ایده آل خارج می شود.

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln f_i$$

برای گازهای واقعی:

در ترمودینامیک، f_i رابطه مستقیم با فشار جزئی p_i داشته می کشند:

$$f_i = \phi_i p_i$$

که ϕ_i ضریب فوگاسیته جز انام دارد و برابر است با:

$$\ln \phi = \int_0^p \frac{Z-1}{p} dp$$

برای محاسبه ϕ از فرمول مقابل استفاده می شود

Z داخل این فرمول را از ۲ روش می توانیم تعریف کنیم: (۱) معادله حالت (۲) راه های آزمایشی EOS

در نهایت با محاسبه آنستال Φ به دست می آید و به تبع آن، هم برای یک گاز واقعی محاسبه می شود.

حسابات قبلی گفتیم که سرعت جوی لزجی های طولی از فرمول زیر محاسبه می شود: $J_i = C_i V_i$

که V_i سرعت نفوذی (diffusional velocity) و C_i غلظت جوی است.

$$V_i = \frac{\text{نیروی محرکه}}{\text{مقاومت}} = \frac{X_i}{f_i}$$

V_i به صورت مقابل بیان می شود:

$$X_i = \nabla \mu_i$$

نیروی محرکه یا همان X_i ، گزاردان پتانسیل شیمیایی است:

$$f_i = \frac{RT}{D}$$

ضریب اصطکاک یا ضریب نفوذ را به ردد: $\frac{\text{ضریب نفوذ}}{\text{نیروی محرکه}}$

بنابراین J_i را می توان با جایگزینی X_i و f_i به صورت زیر به دست آورد:

$$J_i = \frac{D_i C_i}{RT} \frac{d\mu_i}{dx}$$

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln a_i + V_i (P - P_0)$$

از طرفی: μ_i برابر بود با:

$$J_i = \frac{D_i C_i}{RT} \left[RT \frac{d \ln a_i}{dx} + V_i \frac{dP}{dx} \right]$$

بنابراین:

این رابطه ای اصلی برای محاسبه J_i در غشاهای متراکم (dense) است.

محاسباتی مقابل را در نظر بگیرید:

فاز تراوا ۲

فاز خوراک ۱

۲ تا فصل مشترک داریم. یکی بین خوراک و غشا

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

۸

۹

۱۰

۱۱

۱۲

۱۳

۱۴

۱۵

۱۶

۱۷

۱۸

۱۹

۲۰

۲۱

۲۲

۲۳

۲۴

۲۵

۲۶

۲۷

۲۸

۲۹

۳۰

۳۱

۳۲

۳۳

۳۴

۳۵

۳۶

۳۷

۳۸

۳۹

۴۰

۴۱

۴۲

۴۳

۴۴

۴۵

۴۶

۴۷

۴۸

۴۹

۵۰

۵۱

۵۲

۵۳

۵۴

۵۵

۵۶

۵۷

۵۸

۵۹

۶۰

۶۱

۶۲

۶۳

۶۴

۶۵

۶۶

۶۷

۶۸

۶۹

۷۰

۷۱

۷۲

۷۳

۷۴

۷۵

۷۶

۷۷

۷۸

۷۹

۸۰

۸۱

۸۲

۸۳

۸۴

۸۵

۸۶

۸۷

۸۸

۸۹

۹۰

۹۱

۹۲

۹۳

۹۴

۹۵

۹۶

۹۷

۹۸

۹۹

۱۰۰

و در سری بین غشا و فاز تراوا است. (اندرین S مربوط به محلول در فصل مشترک و اندرین m برای غشای در فصل مشترک

است). و عوارض در فصل مشترکها تقارن داریم =

برای سطح مشترک اول:

حالت تقارن

در فصل مشترک

فاز ۱ و غشا

$a_{i,1}^m = a_{i,1}^s$

فرض: با فرض اینکه ضخامت غشا کم باشد (که این طور هم هست چون در غشاهای خیال ضخامت زیادهای

کاهش شایع می شود) می توان فرض کرد که فشار داخل غشا همان فشار سطح خوراک P_1 است.

بنابراین:

$a_{i,1}^m = a_{i,1}^s$ (I)

شماره ۱

برابر است

برای سطح مشترک دوم:

حالت تقارن

در فصل مشترک

فاز ۲ و غشا

$a_{i,2}^m = a_{i,2}^s$

فشار غشا همان

شماره ۲ است

$a_{i,2}^m = a_{i,2}^s \exp \left[\frac{-V_i (P_1 - P_2)}{RT} \right]$ (II)

حالت از رابطه I:

(I) $C_{i,1}^m \gamma_{i,1}^m = C_{i,1}^s \gamma_{i,1}^s \rightarrow \frac{C_{i,1}^m}{C_{i,1}^s} = \frac{\gamma_{i,1}^s}{\gamma_{i,1}^m} = K_{i,1}$

نسبت حلالیت

Solubility

Coefficient

این نسبت حلالیت رابطه‌ای غلطی روی سطح غشا را با غلظت در فاز خوراک بیان نمی کند.

$$C_{i,2}^m \delta_{i,2}^m = C_{i,2}^s \delta_{i,2}^s \exp \left[\frac{-V_i (P_1 - P_2)}{R T} \right]$$

به طور مساوی می توان $K_{i,2}$ را بدست آورد:

$$K_{i,2} = \frac{\delta_{i,2}^s}{\delta_{i,2}^m} = \frac{C_{i,2}^m}{C_{i,2}^s \exp \left[\frac{-V_i (P_1 - P_2)}{R T} \right]}$$

بنابراین در رابطه بین $C_{i,2}^s$ و $C_{i,2}^m$ بر مبنای ثابت طلایی $K_{i,2}$ می توان نوشت:

$$C_{i,1}^m = K_{i,1} C_{i,1}^s$$

به طور مشابه:

$$C_{i,2}^m = K_{i,2} C_{i,2}^s \exp \left[\frac{-V_i (P_1 - P_2)}{R T} \right]$$

اما سارین (دفاول) معتد برابر است با:

$$J_i = -D \frac{dc_{i,m}}{dx} = -\frac{D_i}{L} (C_{i,2}^m - C_{i,1}^m) = \frac{D_i}{L} (C_{i,1}^m - C_{i,2}^m)$$

حالا روابط $C_{i,2}^m$ و $C_{i,1}^m$ را می توان جایگزین کرد: (علاقات های روی سطح جدا در عمل برابر)

اندازه گیری نمی کنند. برای همین باید با معادله های آن ها را به علت معادله مربوط ساختیم

$$J_i = \frac{D_i}{L} \left(K_{i,1} C_{i,1}^s - K_{i,2} C_{i,2}^s \exp \left[\frac{-V_i (P_1 - P_2)}{R T} \right] \right) \quad (*)$$

بنی ثابت طلایی $K_{i,1}$ و $K_{i,2}$ را با α می دهند:

$$\alpha_i = \frac{K_{i,2}}{K_{i,1}}$$

همچنین اگر $K_{i,1}$ را به صورت K_i فرض کنیم:

$$K_i = K_{i,1}$$

$$J_i = \frac{D_i K_i}{L} \left(C_{i,1}^s - \alpha C_{i,2}^s \exp \left[\frac{-V_i (P_1 - P_2)}{RT} \right] \right)$$

می دانیم که: P (تداوی) = (ضریب نفوذ) \times (صلابت)

$$J_i = \frac{P_i}{L} \left(C_{i,1}^s - \alpha C_{i,2}^s \exp \left[\frac{-V_i (P_1 - P_2)}{RT} \right] \right)$$

این رابطه برای محاسبی سارفرآیندی (A.D.P) است.

* حالتی خواهم رابطه سارفرآیندی RO را درست بیاوریم.

$$\Delta \pi = \frac{RT}{V_i} \ln \frac{a_{i,1}}{a_{i,2}}$$

حالتی را این جا آب (water) است. فرض می کنیم $\alpha_i = 1$ است. بنابراین:

$$\Delta \pi = \frac{RT}{V_i} \ln \frac{a_{w,1}}{a_{w,2}} = \frac{RT}{V_i} \ln \frac{C_{w,1}^s}{C_{w,2}^s}$$

حالا اگر دوباره رابطه (*) (معمول) را باز نویسی کنیم: $(i = \text{water} : w)$

$$J_w = \frac{D_w K_w C_{w,1}^s}{L} \left(1 - \frac{K_{w,2}}{K_{w,1}} \frac{C_{w,2}^s}{C_{w,1}^s} \exp \left[\frac{-V_w (P_1 - P_2)}{RT} \right] \right)$$

حالتی توان بجای $\frac{C_{w,2}^s}{C_{w,1}^s}$ از رابطه سارفرآیندی کرد:

$$\frac{C_{w,2}^s}{C_{w,1}^s} = \exp \left(\frac{\Delta \pi V_w}{RT} \right)$$

$$J_w = \frac{D_w K_w C_{w,1}^s}{L} \left(1 - \exp \left(\frac{-V_w (\overbrace{P_1 - P_2}^{\Delta P} - \Delta \pi)}{RT} \right) \right)$$

$$\rightarrow J_w = \frac{P_w C_{w,1}^s}{L} \left(1 - \exp \left(\frac{-V_w (\Delta P - \Delta \pi)}{RT} \right) \right)$$

$$1 - \exp(-\alpha) \approx \alpha$$

آلفا مقدار
کم باشد

$$K_w C_{w,1}^s = C_{w,1}^m$$

معین
*

$$J_w = \frac{D_w C_{w,1}^m}{L} \left(\left[\frac{V_w (\Delta P - \Delta \pi)}{RT} \right] \right)$$

بیا بارین

$$\rightarrow J_w = A_w (\Delta P - \Delta \pi) \rightarrow$$

$$A_w = \frac{D_w C_{w,1}^m V_w}{RT L}$$

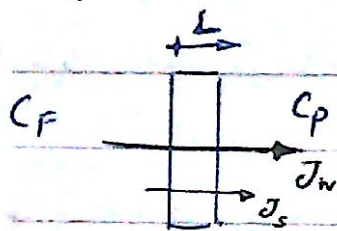
A_w (water permeability coefficient) یا ضریب تراوایی آبی که گویند و واحدش $\frac{m^3}{m^2 \cdot hr \cdot bar}$ است.

* (سهم بندی) فرآیندهای غشایی A.O.P

بر اساس فازها:

فرآیند	فاز (۱)	فاز (۲)
RO & NF	L	L
Dialysis	L	L
pervaporation	L	G
G.S	G	G

(جدول ۹ فصل ۵ کتاب Mukherjee ۲۰۰۴)



خلاصه جلسه قبلی،
معادله جریانی جلال به صورت مقابل داریم:

فرض کنید که می‌تواند R_0 باشد. J_w مربوط به آب و J_s مربوط به حل‌شونده است. مقدار

J_w بسیار بزرگ‌تر از J_s است. جلسه قبل فرمول J_w را به صورت زیر به دست آوردیم:

$$J_w = \frac{D_w k_w}{L} \left(C_{w,1}^s - C_{w,2}^s \exp \left[\frac{-V_w (\Delta P - \Delta \pi)}{RT} \right] \right)$$

حالا به این رابطه می‌توان برای حل‌شونده‌ها هم نوشت. یعنی همان‌طوری که جلسه قبل برای رسیدن

به فرمول بالا می‌کردیم، می‌توان برای حل‌شونده‌ها دنبال کرد و J_s را به دست آورد:

$$J_s = \frac{D_s k_s}{L} \left(C_{s,1}^s - C_{s,2}^s \exp \left[\frac{-V_s (\Delta P - \Delta \pi)}{RT} \right] \right)$$

می‌توان فرض کرد:

$$\exp \left[\frac{-V_s (\Delta P - \Delta \pi)}{RT} \right] \approx 1$$

زیرا ΔP و $\Delta \pi$ (مجموعه حل‌شونده) بسیار کوچک‌تر از V_s (معادله با ضریب RT)

$$(\Delta C_s = C_f = C_p)$$

می‌شود و می‌توان آن را صرف نظر کرد:

$$J_s = \frac{D_s k_s}{L} (C_{s,1}^s - C_{s,2}^s) = \frac{D_s k_s}{L} \Delta C_s = B \Delta C_s$$

از فرمول‌های J_w و J_s نتیجه می‌شود که ΔP روی J_w تأثیر زیادی ندارد و روی J_s

تأثیر بسیار زیادی دارد:

عواملی که روی J_s تأثیر می‌گذرد اختلاف غلظت محلول شونده در دو سمت غشاست.

* ضریب B Solute permeability است و واحدش $(\frac{m}{hr})$ است.
 Coff

* وابسته به J_w را به صورت مقابل هم بیان داریم:
 $J_w = A_w (\Delta P - \Delta \pi)$

ضریب A_w برای فرآیند NF در محدوده مقابل است:
 $A_w = 2 \times 10^{-2} - 3 \times 10^{-3} (\frac{m^3}{m^2 \cdot hr \cdot bar})$

همچنین برای فرآیند RO در محدوده مقابل قرار دارد:
 $A_w = 4 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-5} (\frac{m^3}{m^2 \cdot hr \cdot bar})$

محدوده ضریب B برای فرآیند RO ای که NaCl را عبور می‌دهد:
 $B = 10^{-4} - 2 \times 10^{-5} (\frac{m}{hr})$

* اگر ضریب دفع ظاهری را به هم معرفی کنیم:
 $R_{obs} = 1 - \frac{C_p}{C_f}$

که C_f همان C^S است.

* همچنین غلظت محلول شونده در فاز تداوم به صورت مقابل است:
 $C_p = \frac{J_s}{J_w + J_s}$

اگر می‌توان به دفع J_s به مقابل J_w صرف نظر کرد:
 $C_p = \frac{J_s}{J_w}$

اینها را گشتیم که بدویم: زمانی که فشار (ΔP) را زیاد کنیم، J_s خیلی بیشتر از J_w

افزایش می‌یابد، به عبارت دیگر با افزایش ΔP C_p کاهش می‌یابد و R_{obs} افزایش می‌یابد.

می‌توان با ترکیب معادلات بالا، معادله برای R_{obs} به دست آورد:
 KABIR

$$J_w = A_w (\Delta P - \Delta \pi)$$

$$J_s = B \Delta C_s$$

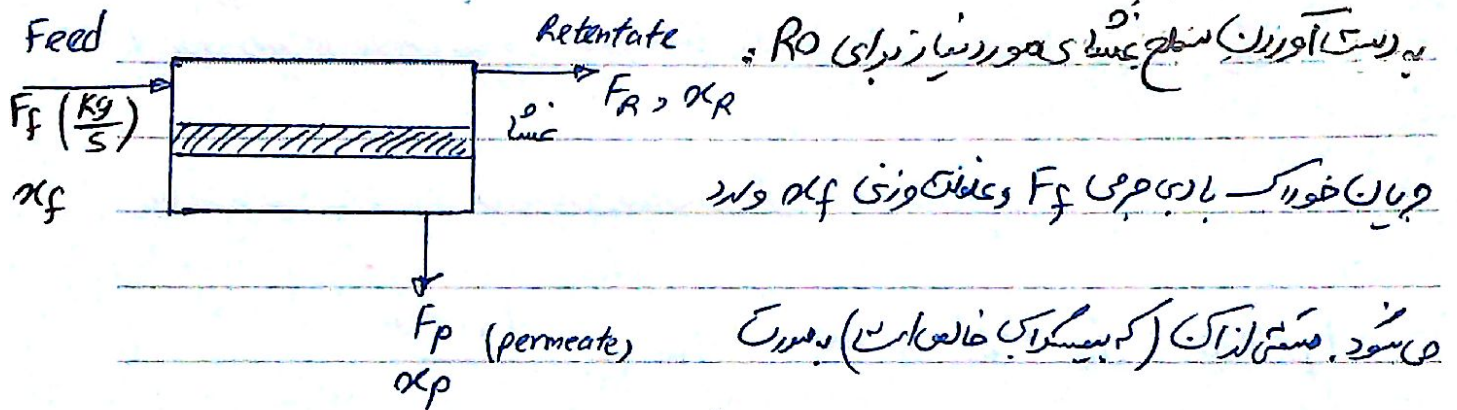
$$R = 1 - \frac{C_p}{C_f}$$

$$C_p = \frac{J_s}{J_w}$$

ترکیب
می شوند

$$R_{obs} = \frac{J_w}{J_w + B} = \frac{A_w (\Delta P - \Delta \pi)}{A_w (\Delta P - \Delta \pi) + B}$$

(HW 25) معادله فوق را اشتبا کند. وقت کنده $(\Delta C_s = C_f - C_p)$ است.



ترازه از غشای عبور کند و چنان غلظت کمتری خواهد داشت.

اگر به جای (ری جریان خوراک) ری جریان q_f را دارند باید به ری جریان تبدیل کنیم:

$$q_f \left(\frac{m^3}{s} \right) \times \rho_f \left(\frac{kg}{m^3} \right) = F_f \left(\frac{kg}{s} \right)$$

از طرفی جریان R (ناخالص) غلظت بیشتری شود: $\alpha_R > \alpha_f > \alpha_p$

برای همین دانسته جریان R هم بزرگتر خواهد بود: $\rho_R > \rho_f > \rho_p$

البته ممکن است صورت سوال فرق کند که تغییر دانسته نزدیکتر.

حالا اگر مولد نه های حجم کمی و مولد نه حجم برای نفوذ را بنویسیم:

$$F_f = F_R + F_p$$

مولدنگی :

$$F_f \alpha_f = F_R \alpha_R + F_p \alpha_p$$

مولدنگی هم برای فضا

* عبارت « $F_p \alpha_p$ » حجم کل حل شونده عبور کرده از غشاست.

$$J_s \cdot A_m^s$$

از طرف رسیدن حل شونده عبور کنند برابر است با :

بنابراین مساحت غشای مورد نیاز بر مبنای حل شونده بدست می آید :

$$F_p \alpha_p = J_s A_m^s \rightarrow$$

$$A_m^s = \frac{F_p \alpha_p}{J_s}$$

هنگامی که رانده توان برای مقدار آب عبور کردن از غشا انتخاب داد. بنابراین سطح غشای مورد نیاز بد

$$A_m^w = \frac{F_p (1 - \alpha_p)}{J_w}$$

مبنای آب برابر است با :

بنابراین سطح غشای مورد نیاز بر مبنای آب و بر مبنای نمک بدست می آید. در واقعیت این دو مقدار

باید با هم برابر باشند.

برای آراسته شدن A_m را در J_w و J_s را در J_s می آوریم. در کارهای صنعتی برعکس

است. هنر برای سبک و معین باید مساحت غشای مورد نیاز را بر مبنای نمک می آوریم.

کتابچه در کلاس توزیع شد. + ۴۶۲ کتاب Mulder

سوال ۱۷ کتب Mulder فصل ۲:

یک عسل R_o در یک کسارچی آب $J_w = 4000 \frac{\text{Lit}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}$ به جایی رسد. $R_{int} = 0.94$ است.

غلظت سدیم در خوراک $\frac{1}{10}$ از NaCl است. ضریب انتقال غلظت $K = 0.1 \times 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

است. حائزین پلازماسیون غلظت $\left(\frac{C_m}{C_b}\right)$ و ضریب دفع فائیدی (R_{obs}) را بدست آورید.

در مطالب قبل را مرور کنید:

$$\frac{C_m}{C_b} = \frac{\exp f}{R_{int} + \exp f (1 - R_{int})}$$

$$f = \frac{J}{K} \quad J = 4000 \frac{\text{Lit}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}} = 4.61 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$\rightarrow f = \frac{J}{K} = \frac{4.61 \times 10^{-5}}{0.1 \times 10^{-5}} \rightarrow \exp f = 1.04$$

$$\frac{C_m}{C_b} = \frac{1.04}{0.94 + 0.04 \times 1.04} = 1.41 \rightarrow C_m = 1.41 C_b$$

$$\rightarrow C_m = 0.141 \text{ wt\%}$$

$$R_{int} = 1 - \frac{C_p}{C_m} = 0.94 \rightarrow C_p = 0.0019 \text{ wt\%}$$

$$R_{obs} = 1 - \frac{C_p}{C_f} = 1 - \frac{0.0019}{0.1} = 0.91$$

مثال: یک غشای RO فیلتر با رنج ۹۵٪ برای یک محلول خوراکی ۵۰۰۰ ppm NaCl در دمای

۲۵°C و فشار ۱۵ bar عمل می‌دهد. فیلتر آب را با شیبی از 5×10^{-5} cm².s.bar می‌باشد.

Ro ۱۵ bar

فیلتر با رنج ۹۵٪ محاسبه کنید.

$$p = 1 \text{ bar}$$

$$R_{obs} = 95$$

$$p = 1 \text{ bar}$$

$$T = 25^\circ\text{C}$$

$$R = ?$$

$$C_f = 5000 \text{ ppm}$$

$$A_w = 5 \times 10^{-5} \text{ gr}$$

$$\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}$$

$$1 \text{ ppm} = 1 \frac{\text{mg}}{\text{Lit}}$$

$$C_f = 5000 \times 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3 \text{ محلول}} = 5 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3 \text{ محلول}}$$

با در نظر گرفتن تفاوت فشار، الکتریسیته، و سایر عوامل در سیستم می‌توانیم.

$$\Delta \pi = \frac{NC_jRT}{M_j}$$

طبق رابطه و انتهای هوف برای یون ها (فرمول ۲۳۳ فیزیک):

$$\text{NaCl} \rightarrow N=2 \rightarrow \Delta \pi = \frac{2 \times 1,014 \times 298 \times 5 \times 10^{-3} \times 10^3 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}}{51,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$\rightarrow \Delta \pi = 4,250 \text{ bar}$$

$$\Delta \pi = \pi(C_m) - \pi(C_p)$$

* روابط $\Delta \pi$ به صورت معادله است:

اما در اینجا چون دما و (K) (فیلتر است) نمی‌توانیم C_m را حساب کنیم و باید C_p را حساب کنیم.

KABIR

$C_m \approx C_p$ را محاسبه کنیم برای همین فرض کردیم که:

(۲۵)

و پس π را برای غلظت C_F محاسبه کردیم.

$$\Delta\pi = \pi(C_m) - \pi(C_p) \quad \text{همچنین از قسمة اسمی C_p صرف نظر کردیم.}$$

$$C_m \approx C_F, \quad \pi(C_p) \approx 0 \quad \rightarrow \Delta\pi = \pi(C_F) = 4,250$$

$$J_w = A_w (\Delta p - \Delta\pi) \quad \text{بنابراین J_w محاسبه می شود:}$$

$$\rightarrow J_w = 0 \times 10^{-3} \frac{g}{cm^2 \cdot bar \cdot s} (15 - 4,250) = 0, \quad 3825 \times 10^{-4} \frac{g}{cm^2 \cdot s}$$

$$\text{از طرفی دانستیم که برای آب: } \rho_{H_2O} = \frac{1}{cm^3} \quad @T = 25^\circ C$$

$$\text{بنابراین: } J_w = 0, \quad 3825 \times 10^{-4} \frac{cm^3}{cm^2 \cdot s}$$

حالا از رابطه ای که در عنوان تعیین داریم که آب را کینز (HWT) استفاده می کنیم.

$$R_{obs} = \frac{J_w}{J_w + B} \approx 0/95 \quad \rightarrow B = 2,125 \times 10^{-5} \left(\frac{cm}{s} \right)$$

$$R_{obs} = 1 - \frac{C_p}{C_F} \quad \rightarrow C_p = 7,5 \times 10^{-4} \frac{g}{cm^3} \quad \text{طبق تعریف } R_{obs}$$

* می توانیم محاسبه کنیم، رابطه ای که C_p می توان J_s را حساب کرد و پس

(و باره مندرج B را محاسبه کرد:)

$$C_p = \frac{J_s}{J_w} \quad \rightarrow J_s = 1,440 \times 10^{-7} \frac{g}{cm^2 \cdot s}$$

$$B = \frac{J_s}{\Delta C_s} = \frac{1,144 \times 10^{-7}}{(0 \times 10^{-4} - 2,0 \times 10^{-4})} = 2,144 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{cm}}{\text{s}} \right)$$

بنابراین مقدار B درست محاسبه شد.

بدین ترتیب به خواسته مسئله، مقدار ضریب رفع، در فشار $\Delta p = 1 \text{ bar}$ خواسته است:

$$\Delta p = 1 \text{ bar} \xrightarrow{\text{آهنری نمی کند چون جمع غلط است و غلط ثابت است}} A_w \rightarrow J_w = 0 \times 10^{-5} (1 - 0,254) \xrightarrow{\Delta \pi} J_w = 1,288 \times 10^{-5} \frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$$

* البته می توانیم با راست C_p ، فشار آهنری آن را محاسبه کرد $\pi(C_p)$ و مقدار $\Delta \pi$ (فشاری بری)

درست می آید. اما بدین جا لز $\pi(C_p)$ صرف نظر کردیم.

$$R = \frac{J_w}{J_w + B}$$

در نهایت:

(فقط کنید که مقدار B هم به Δp وابسته نیست.)

$$\rightarrow R = \frac{1,288 \times 10^{-5}}{1,288 \times 10^{-5} + 2,144 \times 10^{-5}} = 97,1 \%$$

$$\Delta p = 1 \text{ bar} \rightarrow R = 90 \%$$

همان طور که مشاهده شد:

$$\Delta p = 1 \text{ bar} \rightarrow R = 97,1 \%$$

در این مورد:

$$P \xrightarrow{\text{افزایش}} \Delta p \xrightarrow{\text{افزایش}} \frac{J_s}{J_w} \xrightarrow{\text{افزایش}} C_p \xrightarrow{\text{افزایش}} R_{\text{obs}}$$

(HW) تمرینات ۱۱ و ۲۲ فصل ۷ کتاب Mulder را حل کنید.

مثال: یک غشای سلولز استرات برای RO استفاده شده است. ضریب تراوش پذیری آن غشا برابر

$$A_w = 2 \times 10^{-5} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}} \quad \text{و ضریب تراوش پذیری نفوذ} \quad B = 4 \times 10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{s}} \quad \text{است. غلظت نمک سدیم کلراید}$$

$$C_f = 25 \frac{\text{g}}{\text{Lit}} \quad \text{و فشار مکث در غشای} \quad \Delta p = 40 \text{ bar} \quad \text{است. محلول آب مقاصی سدیم کلراید}$$

$$\text{ضریب ریزش} (R_{\text{obs}}) \text{ و غلظت نفوذ در تراوش} \quad \frac{\text{g}}{\text{Lit}} \quad 1000 \quad \text{است.}$$

$$\Delta \pi = \pi(C_m) - \pi(C_p) \quad \text{است. رابطه کولمب.}$$

$$C_p = 0 \rightarrow \pi(C_p) = 0 \quad \text{چون} \quad R = 100\% \quad \text{در این حالت} \quad \pi(C_p) = 0$$

$$\frac{C_m}{C_b} = 1 \rightarrow C_m = C_b \quad \text{غلظت نمک سدیم کلراید}$$

$$\Delta \pi = \frac{2 \times 10^{-5} \times \frac{25 \text{ g}}{\text{Lit}} \times 1000 \frac{\text{Lit}}{\text{m}^3} \times 298}{51,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \quad \Delta \pi = 29,4 \text{ bar}$$

$$J_w = A_w (\Delta p - \Delta \pi) = 2 \times 10^{-5} (40 - 29,4)$$

$$\rightarrow J_w = 4,1 \times 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} \quad \Rightarrow J_w = 4,1 \times 10^{-6} \frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$$

$$R = \frac{J_w}{J_w + B} \quad \text{نسبت ریزش به تراوش}$$

$$R = \frac{J_w}{J_w + B} = \frac{9/101 \times 10^{-6}}{9/101 \times 10^{-6} + 1 \times 10^{-1}} = 0.9999$$

$R = 1 - \frac{C_p}{C_f} = 0.9999 \rightarrow C_p = 0.0001 \frac{g}{lit}$

* همان طور که مشاهده می شود مقدار ρ کم است. اگر مقدار ρ قابل ملاحظه بود، باید فرض $\rho = 0$

رابطه‌ی ΔT اصلاح می‌کردیم.

اگر K را می دارند، بارداشتن T می توانستیم حدس $C_b \sim C_m$ را هم اصلاح کنیم.

بنابر این مراحل شوند، راه می توان محاسبه کرد:

$$J_S = B \Delta C_S = B (C_f - C_p) = 8 \times 10^{-11} (10 - 0.0010)$$

$$\rightarrow J_s = 1.1 \times 10^{-9} \frac{\text{m.g}}{\text{lit. sec}} = 1.1 \times 10^{-2} \frac{\text{g}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}}$$

HW 27: ستم غشی ز یو بلبل کیم اکی سیرف لږ اکی نقد پیلې د سته است. دودری جی جی خوراک

۴۵۰۰ $\frac{m}{hr}$ یعنی ۴۵٪ در $NaCl$ است. دانسته خواهد که $\frac{kg}{m^3}$ ۱۰۲۰ است. معلوم است

محاسبه‌ی سطح‌های مورد نیاز برای تهیه‌ی آب سیرین با $wt\% 5$ ، داده‌های سؤال به‌مورد زیر است:

$$q_f = 4200 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

$$\alpha_f = d, d\% \text{ wt}$$

$$F_R = ?$$

$$x_R = ?$$

$\rho_f = 1.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

KABIR

$$P_F = 100 \text{ atm}$$

↳ $C_p = \gamma \cdot \omega / \omega_k$

$$A_w = \% Ad \frac{kg}{m^2 \cdot hr \cdot atm}$$

$\rho = 99 \text{ V}, \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad B = 1 \times 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$P_0 = 1.0 \text{ atm}$$

YDA

خواسته های مسئله: $A_m^w = ?$ $A_m^s = ?$ $\alpha_R = ?$ $F_R = ?$
 $F_p = ?$

بررسی حل:

$$\Delta p = P_F - P_p = 120 - 0.9 = 119.1 \text{ atm}$$

$\Delta \pi$ را هم می توان به یک راحتی محاسبه کرد. با دانستن A_N و $\Delta \pi$ و Δp و J_w محاسبه می شود.

اما مسئله اصلی و خطای می شود:

باید α_R را در دست بزنیم و مسئله را حل کنیم. اگر A_m^w و A_m^s در دست بزنیم α_R در دست

بزنیم. چون است و اگر نه باید یک مقدار دیگر برای α_R در دست بزنیم. حدس اولیه را $\alpha_R = 0.5$ می گیریم.

می توانیم برای حل این مسائل از برنامه های کامپیوتری استفاده کنیم.

چهارم بیست و پنجم: ۱، ۳، ۹۵؛ Mulder کتاب ۳۵۸

Dialysis:

این مسئله می خواهیم در مورد فرآیند دیالیز صحبت کنیم. در اینجا فرآیند دیالیز R_0 که انتقال طاق برابریان

مهم بود. در اینجا با انتقال حل شونده (solute) مهم است. این انتقال حل شونده به مبنای اختلاف

غلظت یا اختلاف در جابجایی و یا اختلاف در نفوذ رخ می دهد. م عبارت است:

(۱) که در این غلظت (DC)

عامل انتقال

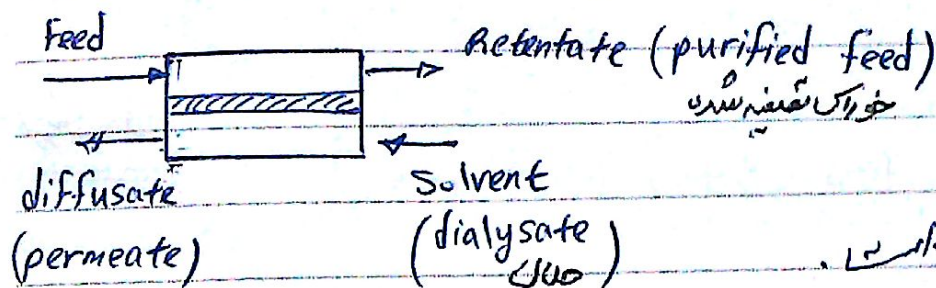
(۲) اختلاف جابجایی در غلظت

حل شونده در فرآیند

دیالیز

(۳) اختلاف در نفوذ (اندازه مولکولی)

- در فرآیند دیالیز، باقی مانده را فیلتر می کنند:



خوراک حاوی حلال وصل می شود.

حل می شود و با به واسطه ۳۰ تا ۴۰ درصد از غشای با مساحت های مختلف عبور می کنند. بنابراین می توان غلظت

خروجی خوراک (Retentate) را با تنظیم عوامل مؤثر کنترل می کنند.

* کاربردهای دیالیز: (۱) دیالیز (۲) حذف یون های فلزی از محلول های اسیدی

+ در فرآیند دیالیز، اختلاف فشار زیاد نداریم. یعنی فشار ورودی و خروجی بسیار نزدیک است.

* گاهی اوقات به واسطه اختلاف فشار، اسمزی، حلال (solvent) نفوذ می کند. از غشای عبور می کند که

محلول باقی می ماند. برای جلوگیری از این کار، فشار منفی خوراک را کمی بالاتر می گیریم تا حلال به سمت

خوراک نفوذ نکند.

انواع دیالیز:

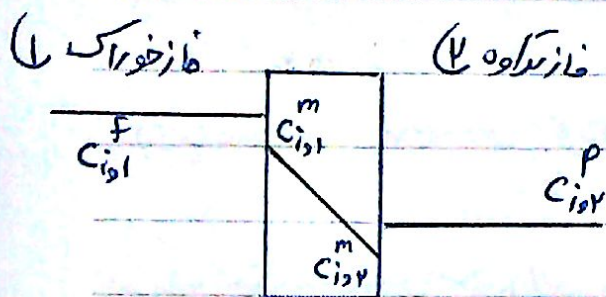
(۱) دیالیز معمولی (۵.۵) (۲) دیالیز نفوذی (۵.۵) (۳) غشای بدون بار

از دیالیز معمولی برای جداسازی حلال می شود. استخراجه می شود

بنابرین در این نفوذی بسته به این است که غشای باردار بدون بار باشد، در این نفوذی، حل‌شونده‌ها

باردار هستند. در این نفوذی اثر دانون (Dannan effect) بسیار با اهمیت است.

ابتداءً سراع فرآیند را با نصفه‌ی می‌رویم:



غشای زیر را در نظر بگیرید:

بروفایل غلظت هر دو به صورت مقابل است. این بروفایل

رغابی است که از اثرات لام‌های مری غلظت در دست خوراک و در دست تداوه صرف نظر کردن باشیم.

در این حالت سار به حلیت قانون فین برابر است با:

$$J_i = \frac{D_i}{L} (C_{i,1}^m - C_{i,2}^m)$$

حالا اگر بجای $C_{i,1}^m$ و $C_{i,2}^m$ از رابطه‌ای که قبلاً (ماده ۲۴۵) بدست آوردیم، استفاده کنیم:

$$C_{i,1}^m = K_i C_{i,1}^f \quad \text{و} \quad C_{i,2}^m = K_i C_{i,2}^p$$

در این صورت:

$$J_i = \frac{D_i K_i}{L} \Delta C_i = \frac{P_i}{L} \Delta C_i$$

این رابطه برای رغابی است که اثرات لام‌های مری غلظت چشم‌گیر نیست. اما برای فرآیندهای که نیرو محرکه مکان

فعالیت است، معمولاً مقدار لام‌های مری غلظتی زیاده‌ای نیست و نمی‌توان از آن صرف نظر کرد. در این

C_i^{sm} قابل اندازه گیری نیستند.

حالتی خواص رابطی K_0 را داریم:

لذا رابطی (۴) داریم:

$$C_{i1}^s - C_{i1}^{sm} = \frac{J_i}{K_L} \quad (۴)$$

همچنین می توان رابطی (۵) را دوباره باز نویسی کرد:

با K_0 استاده K ضریب طابعتی است. K برای هر دو سمت عینا نشود!

$$J_i = \frac{D_i}{L} (C_{i1}^m - C_{i2}^m)$$

$$\rightarrow J_i = \frac{D_i}{L} (K C_{i1}^{sm} - K C_{i2}^{sm})$$

$$\rightarrow J_i = \frac{D_i K}{L} (C_{i1}^{sm} - C_{i2}^{sm}) = \frac{P_i}{L} (C_{i1}^{sm} - C_{i2}^{sm})$$

لذا رابطی فوقی نیز بدست می شود که:

$$C_{i1}^{sm} - C_{i2}^{sm} = \frac{J_i}{\frac{P_i}{L}} \quad (۵)$$

لذا رابطی (۶) نیز داریم:

$$C_{i2}^{sm} - C_{i2}^s = \frac{J_i}{K_R} \quad (۶)$$

لذا جمع روابط ۴ و ۵ و ۶ داریم:

$$C_{i1}^s - C_{i2}^s = J_i \left(\frac{1}{K_L} + \frac{1}{K_R} + \frac{L}{P_i} \right)$$

لذا رابطی رابطی (۷) را فو رمان معرفی کردیم که:

$$KABIR \quad C_{i1}^s - C_{i2}^s = \frac{J_i}{K_0}$$

لذہ مقامی ۲، رابطہ ای اخیر می توان K_0 را به صورت مقابل به دست آورد:

$$\frac{1}{K_0} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{L}{P_i}$$

برای رابطہ: $K_1: \left[\frac{m}{s}\right]$ $K_2: \left[\frac{m}{s}\right]$ $P_i: \left[\frac{m^2}{s}\right]$ $L: [m]$

((اگر تراوش پذیری عصاره واحد $\left(\frac{m}{s}\right)$ دارند، یعنی همان $\frac{P_i}{L}$ را دارند))

هموریالیز: حذف موادی با اندازه کوچک مانند: کریستین، فسفات ها، اسید اوریک و اوره...

لذخون توسط فراآیند هموریالیز انجام می شود. این فرآیند در بدن توسط کلیه انجام می شود.

زمانی که بیماری کلیه ای از کار بی افتد، باید با استفاده از فرآیند هموریالیز خونش تقویت شود. از طرفی

خون وقتی که لیزین خارج می شود، سریعاً لخته می شود. برای همین ماده ای بنام هپارین $heparin$

به خون اضافه می کنند تا لخته شدن خون جلوگیری شود.

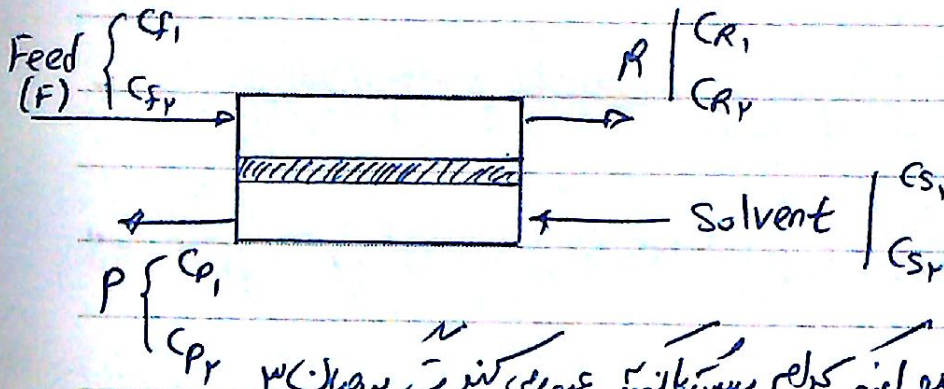
Solvent معترضه فرآیند هموریالیز، آب است. اما برای این فرآیند مواد الکترولیتی مهم مانند سدیم

بیکربنات و گلوکز افزون جلوگیری شود (چون آب خالص است و افتادگی غلظت زیاد است)، مواد

ذکر را باید به صورتی به Solvent (آب فالس) اضافه کنند تا نیروی محرکه انتقال حجم مواد مذقی

کامپست باید.

فرض کنید که یک خواص ۲ در پی به صورت زیر در یک فرآیند هودرالیز به کار می رود.



۲ خرد ۱ و ۲ از داخل عصاره عبور می کنند و این کد را به دست یافتم عبور می کنند و به همان ۳

عناصری را در کما صفتاً معرفی کرده ایم (ابتدای حلیم)

با فرض این محلول واقعی باشد و حلال از عصاره عبور ندهد:

$$F = R \quad \text{: دی های صحتی}$$

$$S = P \quad \text{: دی های صحتی}$$

مولانده حجم برای خرد ۱ را می نویسیم:

$$FC_{F1} + SC_{S1} = FC_{R1} + SC_{P1}$$

$$FC_{F2} + SC_{S2} = FC_{R2} + SC_{P2} \quad \text{: و معادله حجم برای خرد ۲}$$

از طرفی می توان گفت که میزان خرد ۱ و ۲ در دست به فاز تداو به برابر است با:

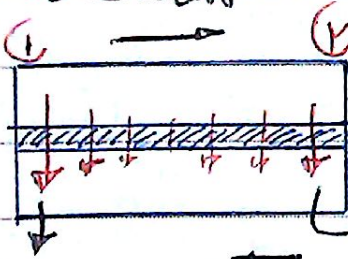
$$S(C_{P1} - C_{S1}) = J_1 \times A_m = F(C_{F1} - C_{R1})$$

که J_1 شار عبوری خرد ۱ از عصاره A_m سطح عصاره مورد نیاز است.

$$J_i = K_{oi} (C_{i,1}^s - C_{i,2}^s) \quad \text{معنی کنیم:}$$

اما باید توجه کرد که غلظت درست خوراک و سفت تراوه ثابت نیست:

کاهش غلظت خوراک



بنابراین راه حل این است که از غلظت متوسطی کنیم.

پس می توانیم بنویسیم J_i (برای خرد ۱) را به صورت $(C_{R,1} - C_{S,1})$ افزایش غلظت تراوه $C_{f,1} - C_{p,1}$

$$J_i = K_{oi} \Delta C_{i,m} \quad \text{تقریباً می کنیم:}$$

$\Delta C_{i,m}$ با توجه به اصفاف غلظت در مقطع های (۱) و (۲) متوسطی می شود:

$$\Delta C_{i,m} = \frac{(C_{f,1} - C_{p,1}) - (C_{R,1} - C_{S,1})}{\ln \frac{C_{f,1} - C_{p,1}}{C_{R,1} - C_{S,1}}}$$

بنابراین می توان سطح غشای مورد نیاز را بر مبنای خرد ۱ بدست آورد:

$$F (C_{f,1} - C_{R,1}) = S (C_{p,1} - C_{S,1}) = J_i A_m \rightarrow A_m = \checkmark$$

همینجا می توان برای خرد ۲ نوشت:

$$S (C_{p,2} - C_{S,2}) = J_y A_m \rightarrow A_m = \checkmark$$

$$J_y = K_{oy} \Delta C_{y,m} \quad \text{که در اینجا هم برابر است با:}$$

$$\Delta C_{y,m} = \frac{(C_{f,2} - C_{p,2}) - (C_{R,2} - C_{S,2})}{\ln \frac{C_{f,2} - C_{p,2}}{C_{R,2} - C_{S,2}}}$$

برای مدیت لزاجزاد که مقادیر را بنویسیم، Am ها برابر خواهد بود.

مثال: یک غشای سلولزی به ضخامت 2.0 mm برای فرآیند هموریاسیز و برای حذف اوره از خون در رگ های

سؤال ۲۸

ص ۹۰۴ 37°C استفاده می شود. غلظت اوره در خون $\frac{9}{\text{Lit}}$ است. (جرم مولی اوره: $60 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$)

غلظت اوره در dialysate (محلول) ناچیز است. مدیت نفوذ اوره در غشا برابر

$\frac{m}{s} \times 10^{-11}$ است. پارامتر هدایت یا مدیت توزیع $K = 1.5$ است. مدیت انتقال جرم در دست خوراک

$K_1 = 1 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$ و در سمت پراوهِ $K_2 = 4 \times 10^{-5} \frac{m}{s}$ است. سار اوره (از J) را به دست آورید و

روی تأثیر مقاومت غشا و لایه های فرزی غلظت بحث کنید.

چون صورت سؤال K_1 و K_2 داده است بنابراین مقاومت لایه فرزی غلظتی نداریم.

$$\frac{1}{K_0} = \frac{1}{K_1} + \underbrace{\frac{L}{D K}}_{DR} + \frac{1}{K_2} = \frac{1}{10^{-5}} + \frac{2.0 \times 10^{-6}}{4.5 \times 10^{-11} \times 1.5} + \frac{1}{4 \times 10^{-5}}$$

$$J_{\text{اوره}} = K_0 \left(0.2 \times 1000 \frac{\text{g}}{\text{mc}} - 0 \right) = 4.767 \times 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

حال با داشتن سار می توان C_{D1} و C_{D2} را حساب کرد.

$$C_{D1}^S - C_{D2}^S = \frac{4.767 \times 10^{-4}}{10^{-5}} \rightarrow C_{D1}^S = 0.2 \times 10^4 - 47.67 = 152.32$$

$$C_{i,1}^m = K C_{i,1}^{Sm} = 1,5 \times 10^{-6} \times 25000 = 0,375 \times 10^{-6} \frac{g}{lit}$$

از طرفی طبق رابطه ی حالت:

$$4,747 \times 10^{-4} = \frac{4,5 \times 10^{-11}}{20 \times 10^{-6}} \left(0,375 \times 10^{-6} - C_{i,2}^m \right)$$

محاسبه:

$$\rightarrow C_{i,2}^m = 0,1782 \frac{g}{lit}$$

$$C_{i,2}^m = K C_{i,2}^{Sm}$$

و $C_{i,2}^{Sm}$ هم به صورت مقابل بدست می آید:

$$\rightarrow C_{i,2}^{Sm} = \frac{0,1782}{1,5} = 0,1188 \frac{g}{lit}$$

سوال خواسته که روی مقاومت تابع کنیم. بنابراین فرض می کنیم که مقاومت های لایه مرزی عضوی

وجود ندارد. بنابراین فرض می کنیم که بار به بار به دست می آوریم:

$$J_{اور} = \frac{(0,7 - 0) \times 1000}{20 \times 10^{-6}} = 4,747 \times 10^{-4} \frac{g}{m^2.s}$$

$$4,5 \times 1,5 \times 10^{-11}$$

مقاومت کل به صورت مجموع مقاومت های سری بیان می شود:

$$R_t = 10^9 + 294,294 \times 10^9 + 25000 = 421294 \left(\frac{s}{m} \right)$$

حالا به صورت درصد از مقاومت ها را به دست می آوریم:

$$\text{درصد مقاومت} : \frac{10^9}{421294} \times 100 = 23,74 \%$$

فصلت غوراک

درصد خلوص : $\frac{25000}{1521296} \times 100 = 0,94\%$

درصد خلوص : $\frac{296,296 \times 10^4}{1521296} \times 100 = 70,4\%$

بنابراین $0,94 + 70,4 = 71,34\%$ از مقدار کمی را خلوص لایه نری خلوص در (درصد خلوص می دهد)

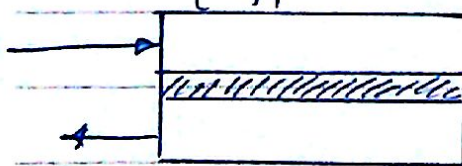
(HW 28) یک محلول آبی شامل اسید سولفوریک و سولفات مس (جزء ۱: H_2SO_4 ، جزء ۲: $CuSO_4$) برای کاوش

مقدار اسید سولفوریک به داخل یک رستانه ریخته می شود. مقدار جرمی خوراک $F = 0,1 \frac{m^3}{hr}$

است. اگر $C_{F1} = 0,2 \frac{Kmol}{m^3}$ و $C_{F2} = 0,1 \frac{Kmol}{m^3}$ باشد و Solvent آب خالص باشد. محمولات

روی کس را درست آورید. ری Solvent نیز $0,12 \frac{m^3}{hr}$ است.

$F = 0,1 \frac{m^3}{hr} \begin{cases} C_{F1} = 0,2 \\ C_{F2} = 0,1 \end{cases}$



$C_{P1} = ?$

$C_{P2} = 0,075 \frac{Kmol}{m^3}$

جزء	$P_M (\frac{m}{s})$	$K_i (\frac{m}{s})$
(1)	$1,8 \times 10^{-5}$	$3,7 \times 10^{-5}$
(2)	7×10^{-6}	$1,4 \times 10^{-5}$

مطلع غشای مورد نیاز و غلظت های معمول را با فرض اینکه موکول های آب به داخل غشای نفوذ نمی کنند

م درست آورید.

(P_M به دلیل همان $\frac{P_i}{L}$ است) (با فرض های K_i و P_{Mi} برای روست غشایان و برار است) (KABIR)