

حاصل قبل قانون دایره را معرفی کردیم. اما با این رابطه می توانیم حدیسی را بدست آوریم. بنابراین

باید به سراغ مدل های بدیم که حدیسی را بدست بدهند. در ابتدا این جلسه می بینیم که

چقدر از آن استفاده خواهیم کرد:

آزاد
حاصل می شود مولکول: Mean free path: (λ)

((با استفاده از این پارامتر می توانیم در داخل ناحیه متخلخل را حدس می زنیم))

$$\lambda = \frac{RT}{\sqrt{2} \pi d^2 N p}$$

(m)

بنابراین اگر برای سیگاز معین، (حاصل می شود) باشد

حاصل می شود آزاد مولکول از رابطه مقابل محاسب می شود:

تقریباً: حاصل می شود که مولکول ها می کنند تا به مولکول مجاور خود برخورد کنند، حاصل می شود آزاد مولکول می گویند

با این می دهند. با استفاده از این می توانیم در داخل ناحیه متخلخل را حدس می زنیم

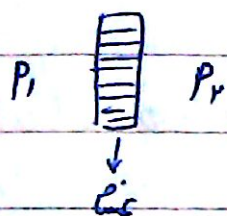
* بر اساس تئوری جنبشی گازها، رابطه فوق ارائه شده است. بدین رابطه:

$$T: \text{ (K) } \quad p: \text{ (Pa) } \quad N: \text{ عدد آووگادرو } \quad d: \text{ قطر مولکول } \quad R: \text{ ثابت جهانی گازها}$$

تفاوت بین قطر مولکول و قطر مولکول وجود دارد. بدین ها به قطر مولکول می گویند. بدین ها به قطر مولکول می گویند.

* اگر یک طرف حاوی گاز راسته باشیم، میسر (P) همان فشار محفظه است. اما زغای که در

محیط متخلخل داریم که میسر یک طرف P_1 و میسر طرف مقابل P_2 است، P برای رابطه میسر



$$\rightarrow P = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

متوسط (میسر) است:

* اگر می توان برای مایعات و گازها بد نظر گرفت. برای مایعات میسر کم است. چون

موکول ها کنار هم هستند. اما برای گازها بزرگتر از مایعات است چون فاصله بین موکول های گاز

خیلی بیشتر است.

* شعاع متوسط حفرات ناحیه متخلخل (میانگین) را \bar{r}_p بد نظر می گیریم.

نکته: اگر \bar{r}_p خیلی بزرگتر از λ باشد (برای مایعات و بعضی از گازها، این اشتقاق غیروارد)،

یعنی $\lambda \gg \bar{r}_p$ باشد، بدین صورت داریس استعاره خواهیم کرد. گفتیم که در رابطه

$$N_D = \frac{F}{M} = \frac{\rho u}{M} = \frac{-K_g}{\mu_g} \rho \frac{dp}{dz} \quad \text{داریس:}$$

پس این رابطه معمولاً برای مایعات بد نظر است چون معمولاً $\lambda \gg \bar{r}_p$ است.

اگر گازی داریم که λ بزرگتر از \bar{r}_p نباشد، یعنی $\lambda \approx \bar{r}_p$ یا کمتر، در رابطه ای که مناسب همانند داریس است

استفاده سیستم: رابطه هگن - پویزوله

$$N_r = \frac{-\epsilon r_p^2}{8\eta \mu} \frac{P}{RT} \frac{dp}{dz} \quad \text{Hagen - Poiseulle}$$

* این رابطه بر مبنای Viscous flow معروف است چون پارامتر اصلی این مدل

ویسکوزیته (بر) است.

* فضای رابطه هگن - پویزوله با قانون دلس بیان است.

* در رابطه فوق N_r بر حسب $\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \text{ sec}}$ است. (با N تناسبی می دهیم چون نسبت به برداشت

مسکن اندک نگه می شود)

رابطه فوق حاصل از آزمایش گاز درون لوله های باریک (مانند شش قابل) است. نتایج عبارت از



لوله است نه Core

$N_r \propto r_p^2$: تناسب است

$N_r \propto \frac{1}{\mu}$

این نتایج مستقل از رابطه و نتایج دلس در است آمد و همچنین به جای Core لوله

استفاده شده است.

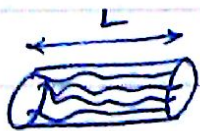
- اما بعد ها متوجه شدیم که رابطه خود را به N_v قسم دادیم و با رابطه های مربوط به N_v را

در معادلات داخل کرد. بعد از انجام آن تغییرات با N_v تابع زیر به نتایج قبل افتاده شد:

- $N_v \propto E$ و در حفظ بیشتر شود، N_v بیشتر می شود. (E : prossity)

- $N_v \propto \frac{1}{\tau}$ و در پیچ و خم حفرت کمتر باشد، N_v بیشتر است. (τ : tortuosity)

اگر N_v N_v مانند شکل مقابل راسته باشیم، حفرت مستقیم و بدون پیچ و خم هستند.



اگر طول حفرت با طول N_v برابر باشد، $\tau = 1$ است.

بنابراین: $\tau = \frac{L_e}{L} > 1$ L_e : حفرت

پیچ و خم حفرت به صورت بالا تعریف می شود. مقدار τ معلوم از τ بزرگتر است

* اگر رابطه N_v را با مدل N_v (مانند - پیچ و خم) مقایسه کنیم، مشاهده می شود که:

$$K_v = \frac{E r_p^2}{8 \tau}$$

که در این K_v ضریب تراوایی به حسب m^2 یا دینس

بنابراین ضریب تراوایی با E و r_p نسبت مستقیم و با τ نسبت عکس دارد.

* اگر از طرفین رابطه مدل N_v انتگرال بگیریم (که در جلسه قبل برای N_v در درس انجام دادیم)

خواهیم داشت:

$$KABIR \int_0^L N_v dz = \int_{P_1}^{P_2} \frac{-E r_p^2}{8 \tau R T} P dp$$

$$N_v = \frac{\varepsilon}{\lambda \mu \tau} \frac{r_p^2 P_m}{R T L} \Delta p \quad \text{بنابراین:}$$

$$P_m = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad \text{که } \Delta p \text{ برابر با } P_1 - P_2 \text{ است و:}$$

همان طور که مشاهده می شود هم Δp (افتلاف فشار) و هم P_m (فشار متوسط) در این رابطه

نمایش داده است. بنابراین بهتر است که Δp را به صورت زیر بنویسیم:

$$Q_v = \frac{N_v}{\Delta p} = \frac{\varepsilon}{\lambda \mu \tau} \frac{r_p^2 P_m}{R T L}$$

* Q_v به شمار مولی نرمالایز شده با P_m را $\text{pressure normalized molar flux}$ گفته می شود.

- از طرفی Q_v به Permeance هم معروف است.

$$\text{واحد } Q_v \text{ در سیستم SI عبارت است از: } \left(\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}} \right)$$

* احتیاط و امد معروفی که برای Q_v بیان می شود که آن GPU گفته می شود:

$$1 \text{ GPU} = 10^{-6} \frac{\text{cm}^3 (\text{STP})}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cm Hg}}$$

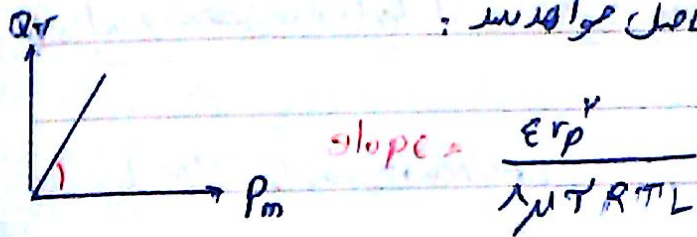
((در شرایط استاندارد ($P = 1 \text{ bar}$, $T = 0^\circ \text{C}$) هر واحد گاز cm^3 ۲۲۴۰۰ حجم دارد))

GPU مخفف عبارت: $\text{gas permeation unit}$ است.

بنابراین واحد SI را می توان با تبدیل واحد به cm^3 تبدیل کرد.

* بر طبق رابطه ای که برای Q_v از مدل دو سکوزیم دست آورده ایم، در دمای ثابت اگر Q_v را بد

حساب P_m رسم کنیم، یک رابطه خطی حاصل خواهد شد:



$$(P_m = \frac{P_1 + P_2}{2})$$

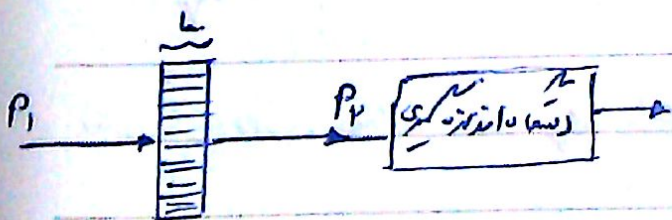
یعنی با افزایش ضریب رسانندگی permeance باید به طور خطی افزایش یابد.

* همچنین اگر رابطه افزایشی یابد، پس داریم که ویسکوزیته گازها با افزایش دما افزایش می یابد و

بر طبق رابطه ای صفحه قبل برای Q_v ، permeance کافی خواهد یافت.

داخل باشد: (برای اندازه گیری Q_v در آزمایشگاه)

تجرباتی مقابل را در نظر بگیرید:



می توان در دست P_1 و می توان در دست P_2 است.

به وسیله دستگاه اندازه گیری (در حجمی که از عبور از دستگاه، اندازه گیری می شود، مثلاً به وسیله $\frac{cm^3}{s}$)



یکی از این دستگاه های اندازه گیری bubble flow meter است.

برای خامه‌ای زغالی که با کثرت اندزه گیری می‌کنیم، حجم گل زغالی را به وسیله لوله‌ای می‌کشیم

($q \text{ (cm}^3\text{)}$) باقیمانده q برزوال (اندازه گیری شده)، q (در حجمی) q (در دست‌های آید).

اما این q حجمی در شرایط استاندارد نیست، باید در شرایط استاندارد است. بنابراین باید در

در شرایط STP را به دست می‌آوریم:

$$\frac{p^{\text{exp}} q^{\text{exp}}}{T^{\text{exp}}} = \frac{p^{\text{STP}} q^{\text{STP}}}{T^{\text{STP}}} \rightarrow q \left(\frac{\text{cm}^3 (\text{STP})}{\text{s}} \right) = \frac{p^{\text{exp}} q^{\text{exp}} T^{\text{STP}}}{T^{\text{exp}} p^{\text{STP}}}$$

\downarrow
۱۷۳K

حال با داشتن سطح مقطع عمودی (A) ، Q_v به دست می‌آید:

$$Q_v = \frac{q^{\text{STP}}}{A \cdot \Delta p}$$

بنابراین Q_v به طور متعادل از اندازه گیری می‌شود.

نتیجه آنکه جدولی را می‌توانیم برای Q_v براساس مدل ویلکوز به دست آوریم:

$$Q_v = \frac{p^{\text{exp}}}{1 \mu T R T_L} P_m$$

$$Q_v \propto \frac{\epsilon}{\gamma} \quad Q_v \propto \frac{1}{\mu}$$

$$Q_v \propto r_p^2 \quad Q_v \propto P_m$$

اگر هرگز نیازهای بالا را در آزمائشده برای ساینس مشاهده کنیم، می توانیم نتیجه بگیریم که

مکانیزم انتقال جرم در این ناحیه متغیر *viscous flow* است
model

* خصوصاً برای غشای با تخلخل بالا (۴ زئارد) و حفارات بزرگ (۲۴ زئارد) مکانیزم مذکور

غالب است.

* گفتیم که زفای که $\lambda \gg r_p$ باشد، می بینیم مدل ویسکوز را داریم. یعنی، احتمال برخورد

مولکول به مولکول (چپ برای جامع و چپ برای گاز) از برخورد مولکول با دیواره حفره خیلی بیشتر است.

((چون مولکول ها به هم نزدیک هستند، احتمال برخورد آن ها به هم بیشتر دیواره

۵۳

لذا احتمال برخورد آن ها به دیواره است.))

برای حفارات همواره این مدل برقرار است. برای گازی که $\lambda \gg r_p$ باشد هم مدل ویسکوز

برقرار است.

* اما اگر r_p زیاد نباشد. یعنی r_p خیلی بزرگتر از λ نباشد، به $\lambda \sim r_p$ باشد. (یعنی r_p

در حد اندازه های λ ، کمی بزرگتر، باشد). در این حالت (که برای گازها فرضی دهد) احتمال

برخورد مولکول گاز با دیواره حفره از برخورد مولکول گاز با مولکول گاز بیشتر است.

در مایعات، تراوایی گاز عبوری، لذا ضریب نفوذ برای پدیده‌های متوالی با دیواره‌های

صفحه است. بنابراین به این می‌گویند مدل نفوذ نارس یا مدل نفوذ آزاد گفته می‌شود.

Knudsen diffusion model:

در نفوذ مولکولی ای که حیات ابتدای نرم آن پدیدار می‌شود، ناحیه‌ی جاذب نداشتیم و به آن نفوذ

معمولی می‌گویند. (ordinary diff) بنابراین ضریب نفوذ معمولی که داریم به صورت

$$D \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \propto p^{-1}$$

زیرا دما و جرم مولکولی گاز رابطه دارند.

اما ضریب نفوذ نارس (نیمه بخشی) که در آن مربوط به همان است و بخش دیگر آن به فاز جاذب

$$D_{Kn} = f \left(\begin{array}{l} \text{پارامترهای مربوط به فاز جاذب} \\ \text{پارامترهای مربوط به فاز گاز} \end{array} \right)$$

بنابراین D_{Kn} به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$D_{Kn} = \left(\frac{\epsilon dp}{\mu_m} \right) \left(\frac{1}{\pi M} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$dp = 2p$ ، قطر حفره

در اینجا اولی مربوط به ناحیه نفوذ و میانه نرم (لایه‌ی جاذب) است.

میدانیم که جریان نا رین، می توان از قانون فیک معادله کرد:

$$J_{Kn} = -D_{Kn} \nabla C = -\frac{D_{Kn}}{RT} \nabla p$$

اگر D_{Kn} را جایگزین کنیم:

$$J_{Kn} = -\frac{\gamma}{\mu} \frac{\epsilon p}{\gamma} \left(\frac{\lambda}{\pi R T M} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{dp}{dz}$$

حال باید رابطه انتشار کدی می کنیم:

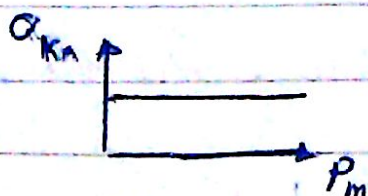
$$\int_0^L J_{Kn} dz = \int_{p_i}^{p_r} -\frac{\gamma}{\mu} \frac{\epsilon p}{\gamma} \left(\frac{\lambda}{\pi R T M} \right)^{\frac{1}{2}} dp$$

پس از انتشار کدی و تقسیم بر Δp ، Q_{Kn} یا ϕ permeance بدست می آید:

$$Q_{Kn} = \frac{J_{Kn}}{\Delta p} = \frac{\gamma \epsilon p}{\mu \gamma L} \left(\frac{\lambda}{\pi R T M} \right)^{\frac{1}{2}}$$

* از تقاسم permeance برای مدل و سوزن و ادسن (Q_{Kn} و Q_v) می توان رابطه کرد:

برای مدل نا رین، مقدار Q_{Kn} تابعی از p_m نیست. $Q_{Kn} \propto p_m$



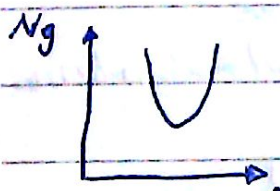
یعنی اگر Q_{Kn} را به حسب p_m رسم کنیم:

۳) Q_{kn} با توان یک r_p متناسب است (معمولاً Q_v با r_p متناسب بود): $Q_{kn} \propto r_p$

۳) $Q_{kn} \propto \frac{1}{\sqrt{\mu}}$ متناسب است: $Q_{kn} \propto \frac{1}{\sqrt{\mu}}$

۴) با افزایش r_p (یا π) مقدار Q_{kn} کاهش می‌یابد. (برای Q_v هم همین‌طور بود)

۵) در صورتی که رابطه کلاسیک را بپذیریم، گفتیم که نفوذندگی برابر است با P_{av} به صورت

فرض است:  دلیل این اتفاق بدین سبب است که با نفوذندگی هم متناسب می‌شود: P_{av}

بنابراین فرض می‌کنیم رابطه کلاسیک را بپذیریم: $D_{kn} = \frac{K_g b_i}{\mu_i}$

که در اینجا K_g و b_i هر دو به هم وابسته است.

فرض کنیم که گاز A را از یک غشای مسطح عبور می‌دهیم و Q_{AV} حاصل شده است. حال

با همان شرایط بسیار، گاز B را با B عوض کنیم و در این حالت Q_{BV} حاصل شود.

در این حالت اگر فرض کنیم که μ_B و μ_A تغییر نمی‌کند داریم: $\frac{Q_{AV}}{Q_{BV}} = \frac{\mu_B}{\mu_A}$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، نسبت دیافانزی دو گاز A و B به نسبت μ_B و μ_A است. یا به عبارت دیگر

نسبت دیافانزی دو گاز به نسبت μ است

+ یعنی اگر معادله‌های A و B را داشته باشیم و بفرضیم که دارای رابطه‌ای هستند که

مقادیر Δ و Δ یکسان باشد است، انجام دهیم، بدین صورت نسبت Δ برای A و B

به نسبت عکس و معکوس است.

* لذا فرض می‌کنیم که معادله‌های A و B با هم تفاوت ندارند و معادله $order$ هستند و بدین

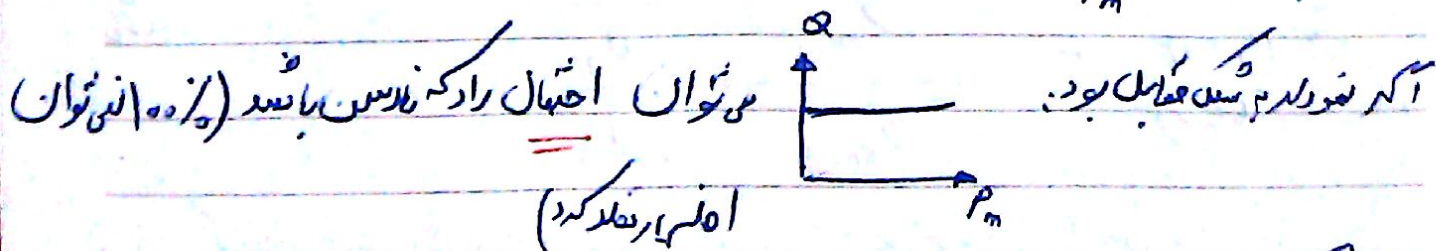
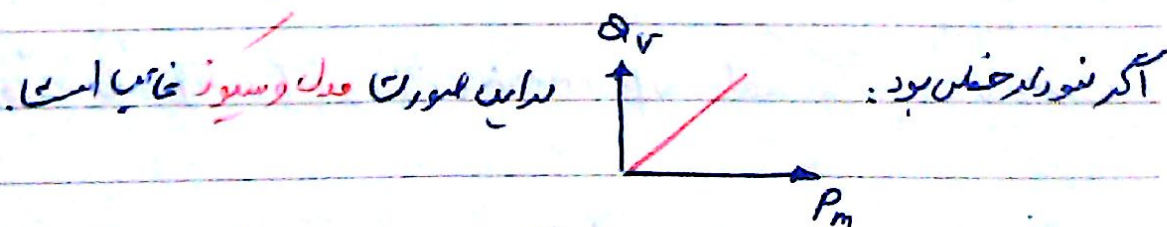
نسبت و معادله‌های A و B یکسان باشند. بدین معادله Δ و Δ برای A و B یکسان باشد.

پس اگر معادله‌های A و B یکسان باشند، می‌توانیم $order$ (می‌توانیم) ایجاد کرد که

در آن معادله Δ و Δ یکسان باشند.

* مثال: چطور بفهمیم که معادله‌های A و B یکسان هستند یا نه؟

در آن معادله‌های Δ و Δ یکسان باشند، P_m به دست می‌آوریم و نمودار P_m را رسم می‌کنیم.



$$Q_{kn} (M\pi)^{\frac{1}{\gamma}} = \left(\frac{\epsilon d_p}{\tau L} \right) \left(\frac{1}{\pi R} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

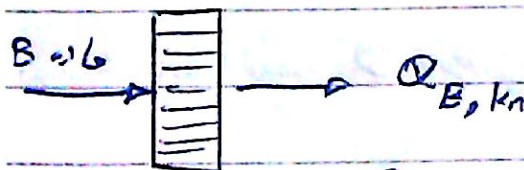
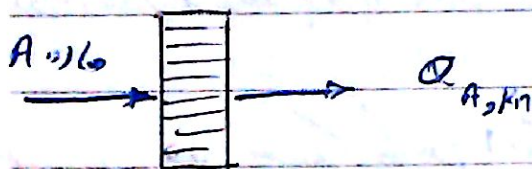
بنا دارند اگر از فاضل را لنجا دارم و اعتقاد دارم که جریان نادرین است، برای اینکه ما

امامینان صدیقین و ائمه کبیر، از جانبی را با یکدیگر می‌زنند و A و B نتایج حاصل می‌شود.

آرشیو برای رایت سراسی معین، اگر مقدار $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} Q_{kn}$ برای هر دو کار مقولدی

باید بود، مدد آن صورت با اطمینان می توان اعلام کرد. می بینیم جریان فارسی غایب است.

ϵ, ρ, T, L : C.B. + inner $\frac{1}{\epsilon} \frac{1}{\rho} \frac{1}{T} \frac{1}{L}$



* مادی که در آن آب با سرعت (T_{sc}) و نسبت permeance را عبور می‌کند، باید به صورت زیر

$\text{C}_{T \approx C_{tr}} \rightarrow \frac{Q_{K_{H_2O}, A}}{Q_{K_{H_2O}, B}} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$

مکاتیم نام (سن) قابلیت و برابری برادر دو گانه عارضه خوانند به اس جرم مولکولی نه

باید جدا کند. مثلاً اگر جریان مخلوطی از H_2 و CH_4 را با عبور از یک ستون جدا کنیم

$$\frac{Q_{Kp, H_2}}{Q_{Kp, CH_4}} = \sqrt{\frac{K_p}{\gamma}} = 2.12$$

حجم در آن فارسی است؛ از درجه جدا کنیم، در آن صورت:

* بنابراین این ستون نسبت به طول و مساحت انتخاب نکرده است. (selective) ولی مقادیر

خیلی زیاد نیست.

* در مثال بالا که نسبت جدایی ۲.۱۸ به ۲.۱۲ شد، می توان نتیجه گرفت که برای جداسازی

۲.۱۸ تا مقول H_2 عبور می کند. بنابراین در صد های عبوردهی برای CH_4 و H_2 را می توان

$$\text{در صد عبوردهی } H_2 : \frac{2.18}{2.12} \times 100 = 74\%$$

محاسبه کرد:

$$\text{در صد عبوردهی } CH_4 : \frac{1}{2.18} \times 100 = 46\%$$

نسبت در تقاسم با طول و مساحت که در صد عبوردهی ۹۰٪ را از آن جدا می کند است.

$$\frac{Q_{Kp, A}}{Q_{Kp, B}} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

* این روش جداسازی را می توان با استفاده از P_m یا با استفاده از این است که نسبت

را از آن جدا می کنیم، اگر با $\frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$ برابر باشد، در این صورت در آن نفوذ فارسی داریم.

* با استفاده از عدد ۲ و ۴ و ۶ می توان گفت که این ستون نسبت به جداسازی را در این

برای جداسازی مخلوط از آن استفاده می کنیم، یعنی نسبت به جداسازی را در این ستون

$J \sim N \rightarrow \text{molar flux} \xrightarrow{\text{solg}} \left(\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \right)$

Q \rightarrow permeance $\xrightarrow{\log}$ gpc $\rightarrow \frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}}$

بسم الله الرحمن الرحيم

$P \rightarrow \text{permeability} \xrightarrow{\text{of}} \left(\frac{\text{mol} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}} \right) \cdot \left(\frac{\text{cm}^3 (\text{STP})}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg}} \right)$

بدایں مست آوردن P ، فنکامات α و β در دستم α می کشیم:

$$P = Q L$$

$\swarrow \quad \searrow$
 permeance cross
 area

و اما در غنی که برای P معنی می شود **Barren**

امام ۱۲

$$1 \text{ Banner} = \frac{10^{-10} \text{ cm}^3 (\text{STP}) \cdot \text{cm}}{\text{cm}^3 \cdot \text{cm H}_2\text{g}}$$

* تمام این جادو در ویکو زودل نادرست از بعضی که دم. مدروی این مدل ها Single.

یا فلفرد و سبند. اما در عتقا یا با ابقری بس در بطول عت (L) است نسبت و ممکن است کم و

با زیاد شدن بعضی خطوطی از زمینهای منفرد حاصل است (حتی با استفاده از مایه به سبب مرغ ها)

KABIR

کتابخانه عمومی که در جلسه بعد عرض خواهم کرد.

204

فیل نفوذ سطحی Surface diffusion model (SDM)

این مدل علاوه بر پارامترهای مربوط به فاز جامد و پارامترهای مربوط به گاز $interactions$ سطحی

بین مولکول گاز و ناحیه جامد را در نظر می‌گیرد. به عبارت دیگر جذب سطحی (Adsorption) داریم.

به اساس این مدل، دو مرحله داریم:

۱) جذب و جدا کردن باید ابتدا توسط ناحیه جامد جذب شود. (Adsorption)

۲) بعد از جذب شدن، جذب باید در داخل ناحیه جامد نفوذ کند.

* فرض کنید که مخلوطی از گازهای A و B داریم. مولکول‌های A خیلی بزرگتر از B هستند.

قبل از آنکه گازهای A و B به مولکول کوچکتر (B)، عبور می‌کنند و نفوذ پذیری بیشتری دارند.

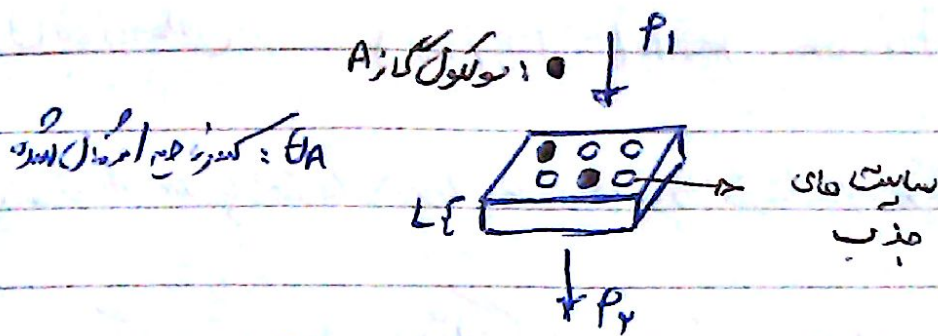
پس از آنکه گازهای A و B به مولکول کوچکتر (B) عبور می‌کنند و نفوذ پذیری بیشتری دارند.

این است که مولکول کوچکتر (B) نتوانسته روی سطح جذب شود و affinity (تأثیر) بین

A و B بیشتر از تأثیر B و غشای بوده است. پس affinity هم می‌تواند در جداسازی

مؤثر باشد. این خاصیت به جنبه ناحیه جامد و خواص ماده عبور کننده بر می‌گردد. پس اندازه

حفره و اندازه مولکول هم تأثیر می‌گذارد.



نزدک کنید که ناصیه جامد متخلخل به صورت ذرات فوق درازد. مولکول گاز برای اینکه از سطح عبور کند باید

ایستادگی های جذب را از خود بگذرد. اگر ناصیه اشغال شده از سطح را با θ_A نشان می دهند.

سرعت جذب به صورت معادل معرفی می شود:

$$r_{ads} = \text{سرعت جذب} = K_{ad} (1 - \theta_A) P$$

سرعت دفع نیز برابر است با:

$$r_{des} = \text{سرعت دفع} = K_{des} \theta_A$$

در حالت تعادل: $r_{ads} = r_{des}$ بنابراین:

$$K_{ads} (1 - \theta_A) P = K_{des} \theta_A$$

$$\rightarrow K_{ads} P - K_{ads} \theta_A P = K_{des} \theta_A$$

$$\rightarrow K_{ads} \theta_A P + K_{des} \theta_A = K_{ads} P$$

$$\rightarrow \theta_A = \frac{K_{ads} P}{K_{des} - K_{ads} P} = \frac{\frac{K_{ads}}{K_{des}} P}{1 + \frac{K_{ads}}{K_{des}} P} = \frac{bP}{1 + bP}$$

$$\theta_A = \frac{bp}{1 + bp} \quad \frac{K_{ads}}{K_{des}} = b$$

بنابراین:

برای برآوردی به دست آمده برای θ_A این دو ترم را مقایسه می‌کنیم. طبق این این دو ترم جذب

به صورت $mono\ layer$ یا تک لایه خواهد بود.

به ضریب b ضریب لانگمویر گفته می‌شود. اگر K_{ads} و K_{des} را با استفاده از برآوردی

آرینوس باز نویسی کنیم:

$$b = \frac{K_{ads}}{K_{des}} = \frac{K_{0,ads} \exp\left(-\frac{E_{ads}}{RT}\right)}{K_{0,des} \exp\left(-\frac{E_{des}}{RT}\right)} = \frac{K_{0,ads}}{K_{0,des}} e^{\left(\frac{E_{des} - E_{ads}}{RT}\right)}$$

$$b = b_0 \exp\left(\frac{\Delta H_a}{RT}\right)$$

بنابراین:

$$b_0 = \frac{K_{0,ads}}{K_{0,des}}$$

$$\Delta H_a = E_{des} - E_{ads}$$

ΔH_a : گرمای جذب

اگر ΔH_a باشد:

$$q = q_s$$

یعنی سطح کاشی تا متوسط هر یک از جای جذب شوند. اشغال شده است

اگر $\Delta H_a = 0$ باشد:

$$q = 0$$

یعنی هیچ مولکولی جذب نشده است

$$\theta = \frac{q}{q_s} = \frac{bp}{1+bp}$$

جلسه قبل گفتیم که:

بنابراین q (تعداد مولهای جذب شده) به مقدار q_s (حداکثر ظرفیت) نزدیک است.

$$q = \frac{q_s bp}{1 + bp}$$

این رابطه ارتباط بین دو کمیتهای جذب شده و فشار را بیان می‌کند.

* اگر p بسیار کم باشد ($p \rightarrow 0$) و $bp \ll 1$ نتیجه می‌شود که: $q \approx q_s bp$ بنابراین رابطه

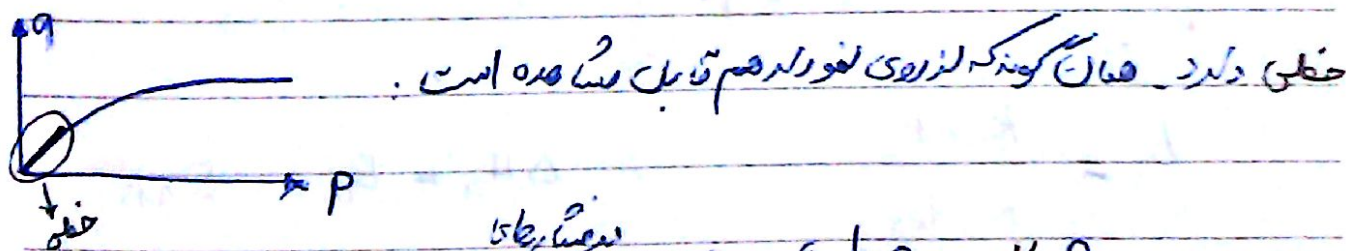
لاگوریتم به صورت مقابل مشاهده می‌شود:

$$\left. \begin{array}{l} p \uparrow \\ p \downarrow \end{array} \right\} \rightarrow bp \ll 1 \rightarrow q = q_s bp$$

قانون هنری

Henry's law

این قانون بیان می‌کند که تعداد مولهای جذب شده در یک ماده، با فشار رابطه



در فشارهای

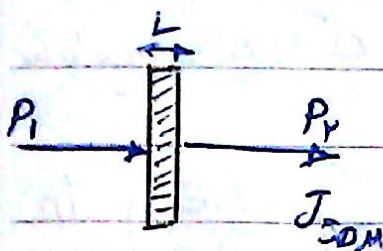
پایین

$$q = q_s bp = Kp$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K = K_0 \exp \left(\frac{\Delta H_a}{RT} \right) \\ K_0 = q_s b_0 \end{array} \right.$$

$$J_{SDM} = -D \nabla C$$

اگر بخواهیم J_{SDM} را بدست بیاوریم:



مسئله یک بعدی است. مثلاً فرض کنید که سطحی قائم باشد مقابل داریم:

C موجود در فرمول J_{SDM} ، غلظت در سطح جامد است و می توان آن را با q ارتباط داد:

$$C \left(\frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} \right) = \rho \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) q \left(\frac{\text{mol}}{\text{g}} \right)$$

C : مقدار مول ماده مذاب رسیده در واحد حجم سطح راسی واحد

اگر q را اندازه بگیریم لاگتویدر در سطح، های کم در فرمول ها جایگزینی کنیم:

$$C = \rho K_0 \exp \left(\frac{\Delta H_a}{RT_i} \right) P$$

* وقتی که منسوب نفوذ در فرمول J_{SDM} ، منسوب نفوذ در جامدات است و با منسوب نفوذ معمولی تفاوت دارد. این منسوب نفوذ را با رابطی زیر تعریف می کنیم:

$$D = D_0 \exp \left(\frac{-\Delta E}{RT_i} \right) \quad \text{رابطه منسوب نفوذ در جامدات}$$

D ثابت و ΔE سطح انرژی در برابر نفوذ است.

البته برای تأثیر اثر E و T در فرمول D ، D^e (effective) D منسوب نفوذ را به صورت زیر

$$D^e = \frac{e}{T} D_0 \exp\left(\frac{-\Delta E}{RT}\right) \quad \text{تقریباً می‌کنند:}$$

بنابراین با جایگزینی D^e در رابطه J_{SDM} داریم:

$$J_{SDM} = \frac{-pED_0K_0}{T} \exp\left(\frac{\Delta H_a}{RT}\right) \exp\left(\frac{-\Delta E}{RT}\right) \frac{dp}{dz}$$

باید لزماً این رابطه در طی ضخامت z انتگرال گیری کرد و permeance را تقریب کرد:

$$Q_{SDM} = \frac{J_{SDM}}{\Delta p}$$

$$Q_{SDM} = Q_0 \exp\left(\frac{\Delta H_a - \Delta E}{RT}\right)$$

که ثابت Q_0 عبارت از:

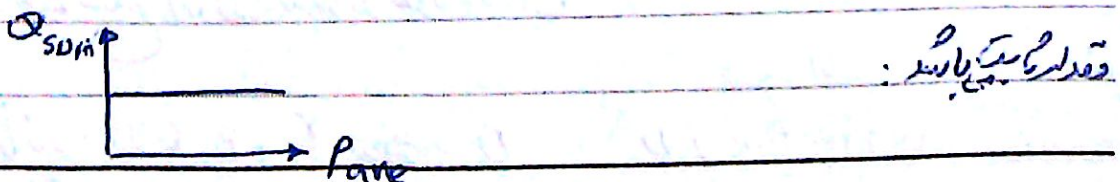
$$Q_0 = \frac{pED_0K_0}{TL} \left(\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}} \right)$$

العیین واحد $\Delta H_a - \Delta E$ بر حسب $\frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$ است.

* Q_0 و $(\Delta H_a - \Delta E)$ با روش‌های مدل نفوذی هستند که آن‌ها را باید در نظر

آزمایش تعیین کنیم.

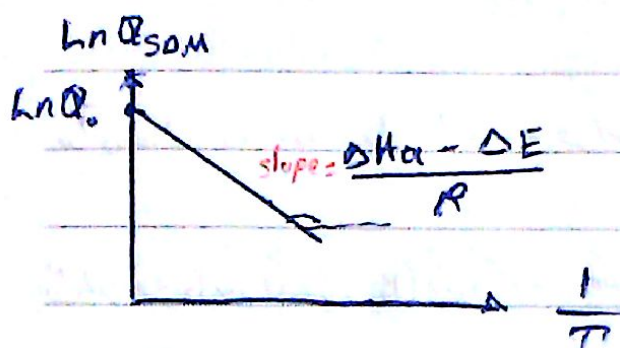
* در این مدل تمام مدل نفوذناپذیر، تغییرات Q_{SDM} بر حسب P_{ave} به صورت یک خط با



قداری ثابت باشد:

* اگر از رابطه Q_{SDM} استفاده کنیم:

$$\ln Q_{SDM} = \ln Q_0 + \frac{\Delta H_a - \Delta E}{R} \times \frac{1}{T}$$



بنابراین اگر $\ln Q_{SDM}$ را به حسب $\frac{1}{T}$ رسم کنیم،

عرض از مبدأ نمودار: $\ln Q_0$

شیب نمودار: $\frac{\Delta H_a - \Delta E}{R}$

* بنابراین اگر permeance به حسب Pave باشد بود و مشخص نمودار به زیر سده $\ln Q_{SDM}$

به حسب $\frac{1}{T}$ مقدار R^2 مناسب است، بدان صورتی حول نفوذ سطحی غالب است و می توان

پارامترهای Q_0 و $\Delta H_a - \Delta E$ را از روی عرض از مبدأ نمودار و شیب نمودار به دست آورد.

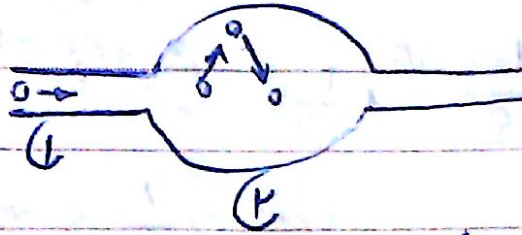
* عناصرهای macropore مکینیم مدوسه و عناصرهای فرو Mespore مکینیم نارسن

دارند. اگر عناصری ازین رو مکینیم را از دست باید مکینیم های دیگر را به هم کرد.

مدل نفوذ آراسی: Configurational Diff model

(مدل نفوذ انتقالی) (G.T) (gas Translational diff method)

بدین مدل فرض می شود که حفرات به هم اتصال یافته اند و می توانند به هم وصل شوند. یعنی حفره تفصیل می دهد.



حفره عسل :

برای مثال در قسمت (1) اندازه فولیکول در حدود اندازه قطر حفره است . اما ممکن است

قطر حفره مانند قسمت (2) شود که عبور فولیکول از آن راحت تر است .

مکانیزم نفوذ در قسمت (1) $macro\ pore\ diff$ و نفوذ فعال شده (activated diff) است .

مکانیزم در قسمت (2) نفوذ نامرکز است .

* مکانیزم نفوذ آراسی ، ضریب نفوذ را با D_c نشان می دهند که حاصلضرب ضریب نفوذ

$$D_c = D_{micro} \times D_{Kn} \quad \text{و } D_{Kn} \text{ است :}$$

ضرایب را برای D_c عبارت است از :

$$D_c = \rho_g d_p \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \exp\left(\frac{-\Delta E_c}{RT}\right)$$

(قسمت (2) را برای موبایل ضریب نفوذ نامرکز است که جلایه قبل معروض کردیم)

اگر بخواهیم ضریب نفوذ موثر را حساب کنیم (که تأثیر E و T را در داخل خودش راست)

$$D_c^e = \frac{E}{T} D_c = \frac{E}{T} \rho dp \sqrt{\frac{1}{\pi M}} \exp\left(\frac{-\Delta E_c}{RT}\right)$$

در این صورت:

E : تلفات T : دمای مطلق و ρ : احتمال عبور یک مولکول به بعد انرژی نفوذ (ΔE_c)

dp : قطر نفوذ

اگر مولکولی بخواهد از حفره عبور کند، با تعداد فاصله‌های عبور برای عبور باید ازسد

انرژی ΔE_c عبور کند.

بنابراین J_c را می‌توان از قانون فیک محاسب کرد:

$$J_c = -D_c^e \nabla C$$

با جایگزینی D_c^e و تقسیم بر Δp ، Φ_c به دست می‌آید:

$$J_c = -\frac{1}{RT} \frac{E}{T} D_c \nabla p$$

بعد از اشتقاق گیری

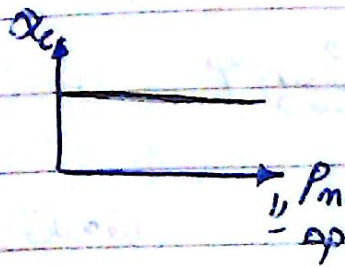
$$Q_c = \frac{J_c}{\Delta p} = \frac{\rho dp E}{L T} \sqrt{\frac{1}{\pi M R T}} \exp\left(\frac{-\Delta E_c}{RT}\right)$$

چون این رابطه در ۲ جا T دارد و می‌توان آن را مرتب کرد، \sqrt{T} را از فضا خارج می‌کنیم

راست را به Q_c اضافه می‌کنیم و \ln می‌گیریم:

$$\ln(\sqrt{T} Q_c) = \ln\left(\frac{A}{L} \sqrt{\frac{1}{\pi M R}}\right) - \frac{\Delta E_c}{R} \left(\frac{1}{T}\right)$$

* با توجه به رابطه Q_c با Δp یا P_m رابطه‌ای ندارد پس اگر نمودار Q_c را بر حسب



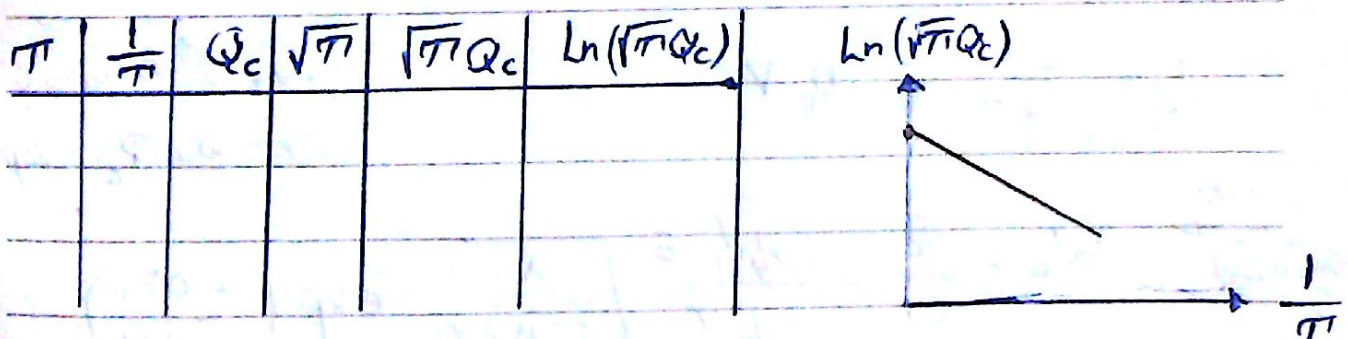
P_m (یا Δp) رسم کنیم باید مقدار شکست قابل شود:

اگر به یاد داشته باشیم، در مدل‌های گران اینجای معضلی داریم

به چند مدل جریان و ستون، این رفتار را بین Q_c و P_m و Δp داشتند.

+ **پایه** برای ایند بفهمیم مدل خود آراسی داریم یا نه، باید در نقاط مختلف Q_c را

محاسبه کنیم (اندازه‌گیری کنیم) و سپس $\ln(\sqrt{\pi} Q_c)$ را بر حسب $\frac{1}{\pi}$ رسم کنیم:



حدین از بعداً نمودار فوق: $\ln\left(\frac{A}{L} \sqrt{\frac{A}{\pi \mu R}}\right)$ → از اینجا A محاسبه می‌شود

سبب نمودار فوق: $-\frac{\Delta E_c}{R}$ → از اینجا ΔE_c به دست می‌آید.

$$A = \frac{\rho_g d_p \epsilon}{T}$$

* با رابطه A عبارت است از:

حال با داشتن ϵ و d_p می‌توان ρ_g را هم محاسبه کرد. البته در این مدل معنوی فقط

A را گذاریم می کنند.

* هدف E_c کمتر باشد، عبور لیز فایز جابج را حتی می شود است و با این

* وقتی گذار که اگر $h\nu$ را بدین $\frac{1}{\pi}$ رسم می کردیم در R^2 خط میانی می شد با آن می بود

می بینیم $3DM$ می رسم