جلسه‌ی اول ۸۷/۱۲/۲

دلیل پیچیده بودن انتقال جرم نسبت به حرارت و سیالات چیست؟

چون پدیده‌ی انتقال جرم بیشتر در سیستم های دو جزئی یا چند جزئی اتفاق می افتد و در سیستم‌های تک جزئی تنها به علت اختلاف غلظت انتقال جرم داریم برخلاف حرارت و سیالات که در سیستم‌های تک جزئی هم زیاد اتفاق می افتد.

و در بیشتر حالات انتقال جرم در سیستم های دو جزئی مورد کنکور قرار می گیرد. چرا؟

چون حتی در سیستم های چند جزئی ابتدا آن را به سیستم دو جزئی A و B تقلیل کرده و روابط حاکم بر سیستم‌های دو جزئی را مورد استفاده قرار می دهیم و این روند را ادامه می دهیم

در سیستم‌های دو یا چند جزئی اگر یک جزء در حال انتقال باشد، این جزء در اجزای مختلف سیستم دیگر با سرعت های مختلفی حرکت می کند.

فصل اول:

کاربردهای شیمی چیست؟

۱) کنار هم قرار دادن اجزای یک محلول و یا مخلوط خاص در شرایط عملیاتی خاص و تبدیل آن به محلول یا مخلوط مورد نظر و خاص.

۲) جداسازی اجزای سازنده‌ی یک محلول و یا مخلوط و رسیدن به اجزای مخلوط و یا یک جزء خاص

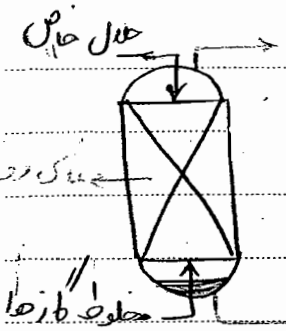
در جداسازی معمولاً با سیستم های دو فازی سر و کار داریم. مثلاً فرض کنید:

در تقطیر دو جزء مایع و بخار حواره در تماس با یکدیگر قرار دارند.

یا یک مخلوط گازی داریم. اگر بخواهیم هوای اجزا را با هم جدا کنیم واحد عملیاتی بسیار بزرگ و کار خیلی سخت می شود. پس چه کار کنیم؟

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اجزای مخلوط را در کنار یک جزء خاص قرار می‌دهیم و :



(شکل ۱-۱)

پس داریم :

شیمی تجزیه
- کار هم قرار دادن اجزا
- جداسازی
  - I) مستقیم - غیر قابل امتزاج
  - II) مستقیم - قابل امتزاج
  - III) غیر مستقیم که توسط عناصر جدا شده‌اند.

II) مستقیم - قابل امتزاج : فقط در مورد گاز - گاز و مایع - و مایع قابل امتزاج مورد بررسی است.

از نظر ما (ماکروسکوپیک) گاز - گاز غیر قابل امتزاج وجود ندارد.

که مسائل این قسمت در محدوده‌ی تک فازی است. و روابط حاکم بر سیستم‌های تک فازی در این مورد استفاده خواهد شد.

در این جا به چه چیزی باید انتقال جرم می‌شود؟

۱) اختلاف غلظت ۲) اختلاف دما ۳) اختلاف فشار
۴) اختلاف نیروی محرکه‌ی خارجی.

روابطی که ما می‌گوییم فقط برای انتقال جرم در اثر اختلاف غلظت است. اما چرا؟

Subject :
Year. Month. Date. ( )

عموماً انتقال جرم به صورت موضعی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در یک موضع حاصل یک دما و فشار متوسطی وجود دارد (ولی در مواضع مختلف، اختلاف دما و فشار داریم.)

گاهی مورد ۱ و ۲ و ۳ (اختلاف غلظت و دما و فشار) را تلفیق کرده و گویند انتقال جرم در اثر اختلاف پتانسیل شیمیایی است.

III) غیر مستقیم که در اثر غشا جدا شده‌اند؛

[چادر استخراج شب حرارتی می‌دهد؟ بادادن شب حرارتی منحنی تعادلی تغییر مکان می‌دهد و تعداد مراحل و ارتفاع ستون تغییر می‌کند ← توضیح بیشتر در فصل ۷]

غشا چیست؟

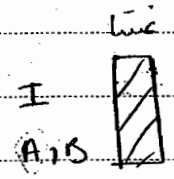
غشا پرده یا صفحه‌ی نازکی است که بین دو فاز قرار می‌گیرد و مانع از تماس مستقیم دو فاز می‌شود.

فاز I و II می‌تواند قابل امتزاج باشد.

پس در تعریف غشا چیست؟

۱) جلوگیری از امتزاج پذیری دو فاز قابل امتزاج I و II (مایع - مایع یا گاز - گاز)
۲) " " حرکت هیدرودینامیکی یک فاز در فاز دیگر (در حالت غیر قابل امتزاج)

غشا می‌تواند بین دو فاز غیر قابل امتزاج (گاز - مایع یا مایع - مایع غیر قابل امتزاج) هم قرار گیرد.



آب و الکل ← قابل امتزاج
آب و بوتانول ← نسبی قابل امتزاج
آب و تولوئن ← غیر قابل امتزاج

مکانیزم انتقال جرم چگونه است؟

۱) غشا دارای سوراخ‌های میکروئی (بسیار ریز) است. مثلاً ضخامت A از فاز I

Subject:
Year. Month. Date. ( )

قابل عبور است ← Diffusion

۲) permeation: ① حل شدن جزء A به لایه غشا
② حرکت جزء A از داخل غشا (مثل جابجایی conduction)
③ رسیدن جزء A به فاز II.

کاربردهای غشا چیست؟

الکترودیالیز: جون وارد محیط غشایی شده و غشا به گونه‌ای است که جزء یونی از فاز I از داخل غشا عبور کرده و وارد داخل فاز II می‌شود.

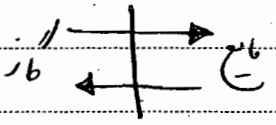
و ...

I) مستقیم ← غیر قابل امتزاج: گاز - گاز ← حذف: شرکت حوالی بسیار زیاد
مایع - گاز: تقطیر
جامد - گاز
مایع - مایع
جامد - مایع
جامد - جامد ← حذف: شرکت حوالی بسیار کم

مثل سطل ۱-۱.

I-1) مایع - گاز
مثل تقطیر:

* تقطیر چیست؟
تماس بین بخار اشباع و مایع جوشان است که انتقال اجزا از فاز گاز به مایع و از مایع به گاز صورت می‌گیرد و کلیه اجزا در هر دو فاز وجود دارند.

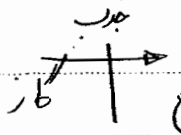


انتقال جرم دوطرفه است که انتقال جرم در هر دو فاز وجود دارد و دوطرفه است.

* جذب: تماس بین گاز - مایع است که انتقال اجزائی از گاز به مایع صورت می‌گیرد.

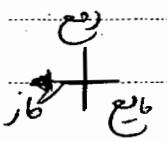
انتقال جرم دوطرفه

Subject :
Year. Month. Date. ( )



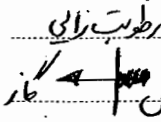
ممکن است از مایع به گاز هم صورت گیرد ولی مایع را باید جوری انتخاب کنیم که این اتفاق بعید جون حلال های فاسبیار گران قیمت است. ولی اگر این اتفاق افتاد باید فاز گاز را دارد تشکل ۱-۱ کنیم.

تبخیر: جون دوفازی است. انتقال جرم در هردو فاز است و دوطرفه است.
اما در جذب یک طرفه است.



* دفع: تماس بین مایع و گاز که انتقال جرم از مایع به گاز صورت می‌گیرد.
طراحی واحد جذب مثل دفع است.

* رطوبت زنی: تماس بین گاز و مایع خالص است که انتقال از مایع خالص به گاز صورت می‌گیرد.
رطوبت زنی همان دفع است که انتقال جرم یک فازی شده است. (مثل کولر آبی)



(از روی معنی رطوبت در مورد نمی‌توان دخالت داد)

آیا تمام سیستم های دوفازی در مقوله‌ی انتقال جرم دوفازی قرار می‌گیرند؟
خیر. مثل رطوبت زایی.

آیا تقطیر با جذب و دفع پیچیده‌تر است؟
خیر. ساده‌تر است چون یک فازی است و فقط یک جز منتقل می‌شود.

کدام Fractional (خیری) است؟

دفع می‌تواند باشد یا نباشد. تبخیر است.
جذب " " رطوبت زایی نیست.

PAPCO

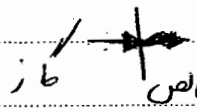
Subject:

Year. Month. Date. ( )

* رطوبت گیری: عامل بین مایع خالص و گاز است که انتقال جرم از گاز به مایع خالص است.

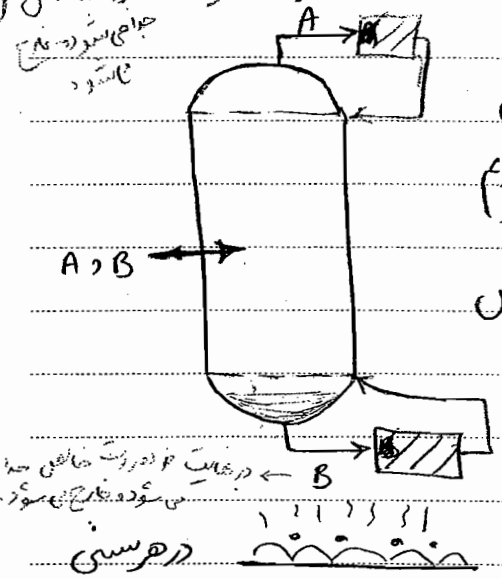
آیا تغییر جهت انتقال جرم روی روابط تاثیر گذار است؟ خیر.

" " " روی مقدار انتقال جرم تاثیر گذار است؟ بله. چون نیروی رانش داخل حباب تغییر می‌کند.



نیروی محرکه انتقال جرم چیست؟

تفاضل عامل بین مایع و گاز است.



مایع می‌آید و به پائین می‌رود و در پائین جمع می‌شود و آن را می‌جوشانیم، بخار بالا می‌آید بین عامل بین مایع و بخار داریم و بخار به بالا می‌رسد. بخار را سرد کرده و Condonse می‌کنیم و به مایع تبدیل می‌شود و در راه حرکت به پائین عامل بین مایع و بخار داریم.

دو جزئی است.

پیچیده ترین است به جذب و دفع

انتقال جرم در هر دو جهت.

(در هر بار حرکت به پائین ← غنی تر از نسبت به جزء سنگین تر B)

(" " " بالا ← " " " سبک تر A)

Subject :
Year . Month . Date . ( )

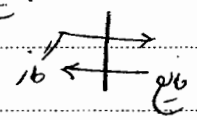
جلسه ی دوم ۸۷/۷/۷

ادامه ی صفحه 2

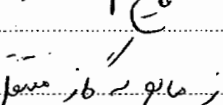
- هندسی سیمی
  - نوع قرارگیری اجزا
    - جداسازی
      - همراه با واکنش شیمیایی
      - بدون واکنش شیمیایی
        - I) دو فاز مستقیم - غیر قابل امتزاج
        - II) دو فاز مستقیم - قابل امتزاج
        - III) دو فاز غیر مستقیم توسط غشاء جدا کننده

I-1) گاز - مایع :

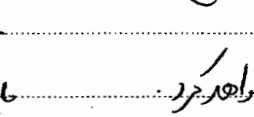
* تعریف : طبقی اجزا از مایع با نسبت های متفاوت به گاز و از گاز با نسبت های متفاوت به مایع منتقل می شوند.



* جذب : اگر گاز حل شونده و طبقی اجزا با نسبت های متفاوت از گاز به مایع منتقل شود از لفظ جذب نسبی (fractional absorption) استفاده می شود.

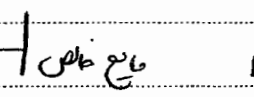


* دفع : اگر مایع حل شونده و طبقی اجزا با نسبت های متفاوت از مایع به گاز منتقل شود از لفظ دفع نسبی (fractional desorption) استفاده می شود.



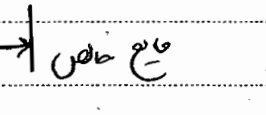
روابط دفع و جذب یکسان است چون سطح جهت انتقال جرم تغییر خواهد کرد.

* رطوبت زنی : (Humidification)
  ← fractional نیست.



$D \to 10^{-5} \frac{m^2}{s}$

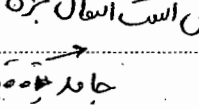
* رطوبت گیری : (Dehumidification)
  ← fractional نیست



$D = 10^{-5} \frac{m^2}{s}$ ؟

I-2) جامد - گاز : (P.4)

* تصعید : (Sublimation)



میل است انتقال جرمی نباشد درون جامد.

اگر انتقال جرم در جامد وجود داشته باشد، نفس تعیین شده دارد چون کندترین مرحله نفس تعیین کننده دارد. ممکن است جامد حل شونده حلالیت

Subject:

Year. Month. Date. ( )

اتفاق نفتد Fractional

* خشک کردن: (Drying)
در این جا حتماً انتقال جرم در جامد وجود دارد. (ولی در تقطیر ممکن است این اتفاق نفتد.

جامد ..... گاز

* جذب سطحی (Adsorption) تماس بین جامد و گاز که جامد نسبت جاذب را دارد. گاهی روی سطح جامد می‌نشیند ولی گاهی وارد خلل و فرج بستر جامد می‌شود.
می‌تواند شیمی یا غیرشیمی باشد.

جامد | گاز

I-۳) مایع - مایع: (P.4)
تماس بین دو فاز مایع است که یک مایع نسبت خوراک و دیگری نسبت حلال را دارد.

* استخراج مایع - مایع:

مایع (حلال) → B
مایع (خوراک) → A ⊃ C → Solute (محلول مصرفی خارج می‌شود)
A ⊃ C ← حل شده

پس انتقال جرم دو فازی شود:
E (Extract) B از فاز غنی از حلال
R (Rafinate) A از فاز غنی از حل شده

* Super critical Extraction: یک فاز مایع بیشتر نیست. مایع تحت فشار بسیار زیاد است و با برداشتن و شکستن فشار، یک فاز دیگر هم ایجاد می‌شود.

تفاوت استخراج مایع-مایع ① با super critical Extraction ② این است که در ① از اول ۲ فاز داریم ولی در ② فاز دوم در ادامه‌ی کار به دست می‌آید.

I-۴) جامد - مایع: (P.5)

* Christalization: (P.5) ← از همان ابتدا فقط یک فاز داریم و فاز دوم از فاز اول ایجاد می‌شود.

جامد ← مایع ← عملیات اشباع از ادامه‌ی همین (سرد کردن)

PAPCO

Subject :
Year . Month . Date . ( )

* Adsorption: می‌تواند بسی یا غیر بسی باشد و معمولاً انتقال جرم در جامد هم وجود دارد.

جامد
سیال ← جامد

بس Adsorption شامل سیال ـ جامد است. (که جامد نقش جذب را برعهده دارد)

⇐ تا الآن ۱۳ عملیات بدون واکنش شیمیایی را خواندیم.

* انتقال جرم در اثر
  - تفوذ مولکولی J
  - جابه‌جایی N
  - تفوذ مولکولی + جابه‌جایی

می‌باشد.

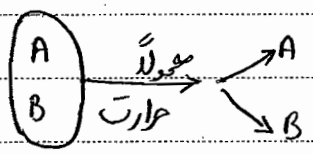
* انتقال جرم
  - گاز
  - مایع

* کل انتقال جرم = J + xN
  - J: تفوذ مولکولی (همراه)
  - xN: جابه‌جایی

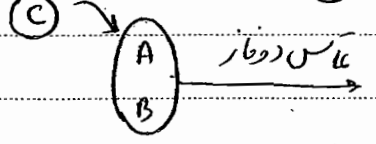
عملیات مستقیم و غیرمستقیم: (p.7) (مثل t و p ثابت)

در عملیات مستقیم ما از ابتدا یک فاز داریم و معمولاً با دادن یا گرفتن حرارت آن را به دو فاز تبدیل می‌کنیم. (فاز اولیه حاوی A و B است)

مثل تقطیر یا تبلور سازی.



در عملیات غیرمستقیم از ابتدا یک فاز دیگر به فاز اول اضافه می‌کنیم (به نحوی که فاز دوم تواند جزء مورد نظر را از فاز اول جدا کند). جذب سطحی و جذب گاز ـ مایع یا استخراج مایع ـ مایع.



PqPCO

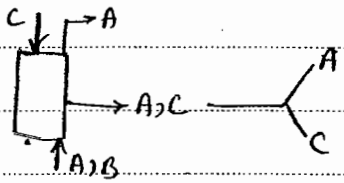
Subject:
Year. Month. Date. ( )

؟ از ۱۴ عملیات قبل کدام مستقیم و کدام غیر مستقیم است؟

شما اول مستقیم را ترجیح می‌دهید یا غیر مستقیم را؟ مستقیم.

چرا در اغلب واحدهای عملیاتی ابتدا تقطیر را ترجیح می‌دهند؟ چون عملیات مستقیم است و تنها نیاز به یک ستون داریم.

آیا هیچ‌گاه غیر مستقیم به مستقیم ترجیح داده می‌شود؟ خیر. "طاهی مواقع ممکن است A را بخواهیم، پس باید ببینیم کدام ساده‌تر است. اگر جزء C را بخواهیم، به خاطر بدست آوردن آن باید عملیات را ادامه دهیم.



ممکن است عملیات مستقیم نه با انتقال حرارت بلکه با تغییرات فشار باشد. (SCE)

پایدار یا ناپایدار: هیچ یک از نقاط واحد عملیاتی

پایدار = پایا = steady: به واحد عملیاتی گفته می‌شود که با گذشت زمان تغییر نکند.

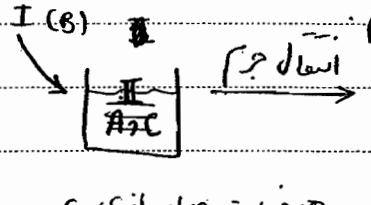
آیا پایداری به معنای عدم انتقال جرم است؟ خیر. در کل واحد انتقال جرم وجود دارد.

برای رسیدن به پایداری باید ۳ برابر ماده در ظرف بریزیم.

(Continuous سیستم‌های ⇒ پایدار) (semi & Batch سیستم‌های ⇒ ناپایدار)

یک مرحله ـ مجموعه مراحل راندمان:

یک مرحله: تماس بین دو فاز ـ انتقال جرم و جدایی دو فاز از هم.



از کجا وارد تماس می‌گیرند.

هدف: جداسازی C

ممکن است ایده‌آل عمل کند و در نقطه‌ی جدایی راندمان ٪۱۰۰ باشد. (در نقطه‌ی جدایی در حال تعادل هستند.)

Subject :
Year . Month . Date . ( )

مجموعه برج‌ها ...

ولی با سدار را برای c برداشتیم ،

مثلاً اگر مقدار اولیه‌ی $c = 20\%$ و پس از مرحله‌ی اول به ۵٪ برسد یعنی کار تمام نشده است و باید دوباره با رعایت فاز I عملیات را تکرار کنیم. تا به نقطه‌ی مطلوب برسیم.

جدید

آیا ممکن است با یک مرحله به نقطه‌ی مطلوب برسیم؟ بله. ممکن است

راندمان :

راندمان چه زمانی عزیز می‌شود؟ وقتی خروجی‌ها در حالت تعادل نباشند.

راندمان یک مرحله = انتقال جرم صورت گرفته / حداکثر انتقال جرم ممکن در آن مرحله

؟؟ مرحله ایده‌آل

راندمان کلی = تعداد مراحل ایده‌آل / تعداد مراحل کلی

راندمان یک مرحله گاهی مواقع از یک بزرگتر می‌شود.

۱۸ → (۱۱) → ۳

اصول طراحی :

هدف ما همواره جداسازی یک جزء مفید یا مضر است.

فرض کنید مخلوط گازی از دودکش کارخانه با سیلاب در حال خروج است. سیلاب با خود را آلاینده و ... دهدهای اجزای مفید و مضر را تشخیص و سعی می‌کنیم آن را به مقدار زیادی محیط زیست برسانیم.

نکته: آیا می‌توان به طور مستقیم جداکرد؟ با توجه به داده‌های موجود یک روش را مشخص می‌کنیم.

(سوال ۱)

⇐ با توجه به دی فازسیلاب ، دی فاز معادل را بدست می‌آوریم.

سوال ۱ → سنت دی فازها ⇒ Batch حجم فازها ⇒ Continaus

سوال ۲) دی ما به ۵٪ رسید ولی می خواهیم به ۳٪ برسانیم ⇐ تعداد مراحل ایده‌آل ← اعمال راندمان ← تعداد مراحل واقعی ← ارتفاع نقال.

PAPCO

؟؟

Subject:

Year. Month. Date. ( )

سؤال ۳) مدت زمان عکس دوخاز.

سؤال ۴) انرژی حرارتی یا مکانیکی ← که بر ضریب انبساط جرم تأثیر دارد.

کدام یک از عوامل زیر بر مقاومت ستون (حجم ستون) و کدام بر ارتفاع ستون تأثیر دارد؟

سفتی دیافراگم‌ها یا حجم فاز‌ها ← قطر ستون (بر حجم)

تعیین موارد ← ارتفاع ستون (بر ارتفاع)

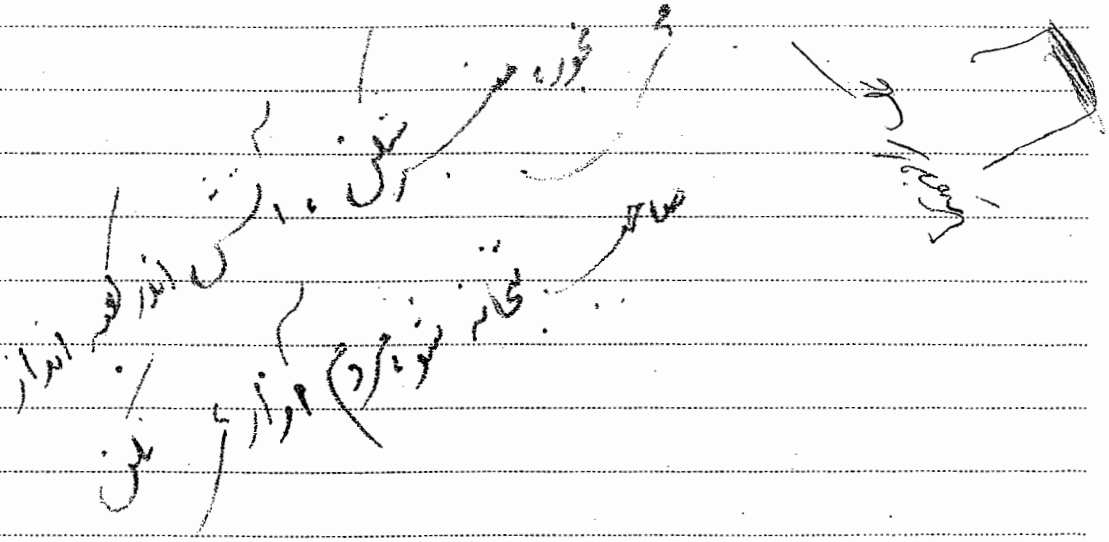
حداقل تعداد مراحل ایده‌آل = ۲۰ و راندمان = ۵۰٪ است ←

تعداد مراحل واقعی = $۲۰ \times \frac{۱}{\%۵۰} = ۲۰(m) + ۴ = ۲۴(m)$

ولی اگر راندمان اشتباه ۷۰٪ اعمال شود ←

$= ۲۰ \times \frac{۱}{\%۷۰} = ۳۰ \times ۰/۵ = ۱۵(m) + ۳ = ۱۸(m)$

(یک مقاله‌ی SA‡ = دانشجوی دکترا شدن ← زمینه‌ی کاری خود را مشخص کن)



Subject:
Year. Month. Date. ( )

امتحان میان ترم: ۲۲ آبان (۸٪)

جلسه‌ی سوم ۸۷/۷/۹ (شکل ۲-۱۵)

دستگاه های دیفرانسیلی - مرحله‌ای ؟

هدف ما از فصل اول این بود که بفهمیم انتقال جرم در بسیاری از واحدهای عملیاتی (چه با واکنش و چه بدون واکنش) وجود دارد. و طراحی صحیح و کلی این واحدها بر عهده‌ی مهندسین شیمی می‌باشد.

فقط دیفرانسیلی در سیالات (مایع و گاز) بررسی می‌شود. حتی جاهایی که جامد-گاز داریم، ...

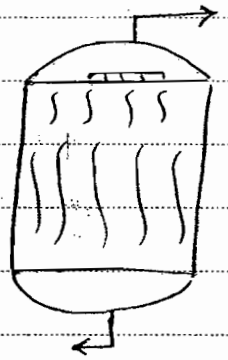
یک ستون دیفرانسیلی به ستونی گفته می‌شود که در تمام نقاط ستون، تماس بین دو فاز و انتقال جرم بین دو فاز وجود دارد.

اگر در مواضع خاصی از ستون تماس و انتقال جرم صورت نگیرد و در مواضعی دیگر بگیرد ← ستون دیفرانسیلی مرحله‌ای.

طراحی این ۲ ستون متفاوت از هم است.

• آیا ستون دیفرانسیلی را می‌توان به صورت مرحله‌ای طراحی کرد؟

بله می‌توان. اما بهتر است بصورت دیفرانسیلی طراحی شود.



شکل (۳-۱):
ستون دیفرانسیلی

ستون‌های تقطیر سینی دار ← بهترین نمونه‌ی ستون مرحله‌ای (دیفرانسیلی)

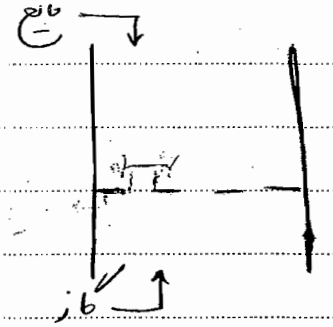
آیا هر ستون تقطیر سینی دار حتماً ستون مرحله‌ای است؟

خیر. ستون تقطیر سینی دار با ناودانی = ستون دیفرانسیلی

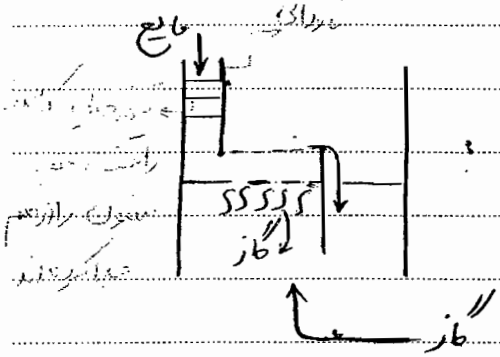
PqPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )



(شکل ۳-۲) ستون تقطیر سینی دار بدون نادوانی که ستونی دیفراسیلی است



(شکل ۳-۳)
ستون تقطیر سینی دار با نادوانی (ستون مرحله‌ای)
تقطیر سینی ها محل تماس دو فاز است (نه هر جا)

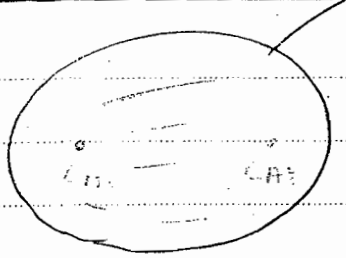
جزء ستون مرحله‌ای به دیفراسیلی و برعکس ارجحیت دارد؟
جواب خاصی ندارد. هیچ کدام به دیگری ارجحیت ندارد. و هرکدام بسته به مورد مناسب تر است برای
اما اگر اطلاعات دقیقی در مورد سینی ها نداریم بهتر است برای مرحله‌ای بروریم.
اگر آلودگی داریم بهتر است از دیفراسیلی استفاده نشود.

* فصل دوم :

چرا در فصل دوم سعی شود مکرراً در سوالات بررسی شده است جملات دقیق گرفته شده است؟
اصولاً انتقال جرم در یک لایه‌ی فازی یا یک لایه‌ی مایع صورت می‌گیرد.
c_{A1} : غلظت ماده‌ی A در نقطه‌ی ① .
c_{A2} : " " " " ② .
c_{A1} ، c_{A2} می‌تواند از یک سیستم تک فازی یا دوفازی باشد.
(A جزء خالص لایه‌ی مایع یا گاز است)

Subject :
Year . Month . Date . ( )

لایه‌ی مایع یا گاز

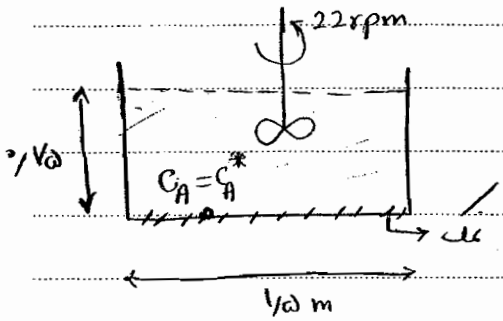


if $C_{A1} > C_{A2}$:

ممکن است حرکت A از ① به ② و رسیدن به تعادل مدت‌ها به طول انجامد.

چون در اثر حرکت و برخورد به مولکول‌های دیگر بی‌نظمی و جهت حرکتش تغییر می‌کند ولی در هر حال این یک اتفاق خودبه‌خودی است.

⇐ حرکت زنگرالی است و تعداد برخوردها بسیار زیاد و ۷ بسیار کند است.



قطر ظرف روبه‌رو = 1/5 m و عمق ظرف = 0/75 m .

آب بالای نفت کاملاً خالص است و هیچ‌گونه نمکی ندارد ⇐ مایع درست به نفت چسبیده است.

می‌خواهیم غلظت جزء A را در نقطه‌ی چسبیدگی نفت و آب بدست آوریم ← Perry's Handbook

⇐ غلظت نفت در بالاترین نقطه را بدست می‌آوریم.

مشاهده می‌شود: C_A^* = غلظت نهایی

پس از بدست ۱۵ سال غلظت نفت در بالاترین نقطه به ۸۷/۵٪ غلظت نهایی می‌رسد.

" " ۲۸ " " " " 99٪ " " .

آیا رسیدن به نقطه‌ی تعادلی ممکن است؟ (جداسازی کامل)

بله ممکن است. ولی ، واقعاً معمولاً به صرفه نیست.

چه کار کنیم؟

(همزن)

پس همزنی به ابعاد آن مناسب با ابعاد ظرف و پره‌های آن مناسب با ویژگی‌های مایع داخل ظرف است (همزن متناسب و مناسب)، درون ظرف قرار دهیم.

برای این ظرف همزن با ۲۲ rpm .

Subject:
Year. Month. Date. ( )

سوراخ

[در ستون تطبیر سنی دار هرنفر از سنی هانفس جون رابر عهده دارد وهبت های خروجی از سوراخ ها نیز همین طور]

پس از استفاده از هون در طی ۶۰ ثانیه به ۹۹٪ غلظت هالی خواهیم رسید ← در اثر ایجاد تلاطم.

مکانیزم انتقال جرم:

قبل از تلاطم: نفوذ مولکولی

بعد از تلاطم: نفوذ ادی‌ها (چرخنده‌ها)

ادی‌ها خیلی بزرگ نیستند و در حد ۳-۲ میلی‌متری باشند.

مکانیزم واقعی انتقال جرم در این حالت به طریق زیر است:

مجموع نفوذ مولکولی و نفوذ ادی‌ها.

درست است ادی‌ها را به علت تلاطم داریم ولی بسته به اندازه‌ی ادی‌ها به حدی است که درون خود ادی‌ها نیز نفوذ مولکولی صورت می‌گیرد.

اگر یک توده سلول چند ماهی داشته باشیم:

درون توده ماهی‌ها حرکت نمی‌کنند و با حرکت توده، مایع به هم می‌خورد.

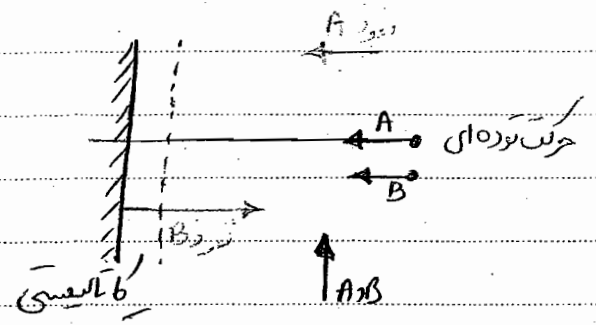
روی سطح ماهی‌ها حرکت می‌کنند

گاهی نفوذ مولکولی از نفوذ ادی‌ها بیشتر است و گاه برعکس.

یکی از پیچیدگی‌های انتقال جرم این است که گاهی ممکن است نفوذ مولکولی و نفوذ ادی‌ها هم سو یا غیر هم سو باشند (ماهی‌ها خلاف جهت هم حرکت کنند) ← گاهی از هم کم و گاهی با هم جمع می‌شوند.

Subject: جهت حرکت توده‌ای در اثر چه عواملی تعیین می‌شود؟ مرور انتقال مکانیسمی

Year. Month. Date. ( )



مکانیسمی را با آن در نظر می‌گیریم:

مایع حاوی A و B در حال حرکت است.

حال نسبی به این علت ایجاد می‌شود که در نزدیکی سد حاجب A، همه‌ی A ها جذب می‌شوند.

⇐ یک حرکت توده‌ای هم برای A و هم برای B به سمت جاذب اتفاق می‌افتد.

⇐ ناظر از بیرون روی سطح جاذب فقط B را می‌بیند ⇐ حرکت زیگزاگ جزء B مطابق شکل اتفاق می‌افتد. (نفوذ مولکولی)

⇐ با جذب شدن A در سد مقدار A در ترکیب سد کم می‌شود و جهت حرکت نفوذ مولکولی A مطابق شکل خلاف جهت نفوذ مولکولی B است.

فرض کنید روی سد واکنش شیمیایی نیز روی دهد که C تولید شود و برگردد:

سیستم سه جزئی می‌شود.

و باید جهت نفوذ مولکولی و حرکت توده‌ای برای A و B و C را پیدا کنیم.

در درس جرم به دنبال چه هستیم؟

به دنبال کل انتقال جرم در اثر نفوذ مولکولی یا کل انتقال جرم در اثر نفوذ مولکولی و حرکت توده‌ای هستیم.

J_A نفوذ مولکولی
N_A حرکت توده‌ای

$[=] \frac{Kmol}{m^2 \cdot s}$: مقدار انتقال جرمی که در واحد سطح تماس در اثر انتقال جرم در واحد زمان اتفاق می‌افتد.

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

برای طراحی ستون تنها به J_A و N_A نیاز داریم.

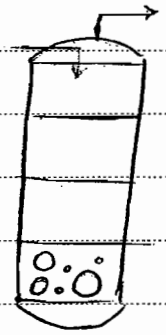
در فصل ۲ و ۳ مقدار J_A و N_A که حساب می‌کنیم فقط در یک موضع خاص است و فرض می‌کنیم در بقیه‌ی ستون نیز برقرار است. البته می‌توان در هر موضع شرایط خاص آن را اعمال و J_A و N_A را حساب کرد.

① محل تماس دو فاز ⇐ سطح خارجی حباب‌ها

② ضخامت حباب وجود دارد (البته سرعت و سایر حباب‌ها متفاوت است)

③ زمان توقف حباب‌ها (با سایزها و سرعت‌های متفاوت) که مثلاً ارتفاع یک موضع خاص را ۱m در نظر می‌گیریم و ستون را طراحی می‌کنیم، غلظت را ۲۰٪ با مراحل بالا به ۱۵٪ تبدیل می‌شود که مثلاً ۱۵٪ مطلوب نیست. پس ارتفاع ستون هر موضع را تغییر می‌دهیم.

ولی زمان تماس و سطح تماس بسیار مهم است در تعیین ارتفاع.



Subject :

Year. Month. Date. ( )

جلسه ی چارم ۸۷/۷/۱۴

حرف ما از انتقال جرم، بررسی فلاکس انتقال جرم در اثر نفوذ مولکولی و در اثر نفوذ مولکولی + حرکت توده ای است.

قانون اول فیک:

خیلی شبیه قانون اول فوریه است.

چرا کار تجربی جرم از حرارت سخت تر است؟

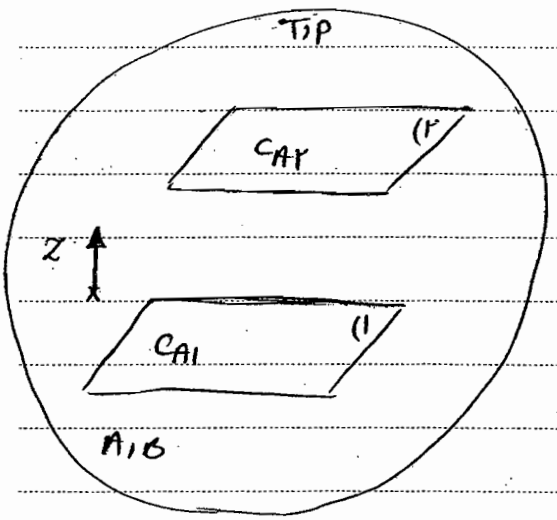
قانون اول فوریه به دنبال قانون اول فیک بدست آمده. فرض کنیم که قطعه ای استوانه ای جامد گرم داریم که می خواهیم پروفایل دمایی آن را بدست آوریم.

می توان با استفاده از یک ترموکوپل توی، تغییرات دما را مشاهده کرد. وسپس با استفاده از موازنه و شرایط مرزی اولیه پروفایل دما را بدست آورد و با تجربه مقایسه کرد و اشکالات را برطرف کرد.

اگر یک قطعه ی نمکی داریم و بخواهیم پروفایل غلظت را اندازه بررسی کنیم، این کار تقریباً غیرممکن است و اگر دو یا چند جزئی باشد غیرممکن است.

حال قانون اول فیک:

فرض کنید یک سیستم دوجزئی A و B داشته باشیم.



فرض کنید در هر نقطه مقطع (۱) غلظت A برابر C_{A1} باشد. (یک بعدی)

J_{Az}: مول انتقال جرم از واحد سطح در واحد زمان

فلاکس انتقال جرم جزء A در جهت z = شار جزء A

$C_{A1} > C_{A2}$

J_{Az} [=] $\frac{kmol}{m^2 \cdot s}$

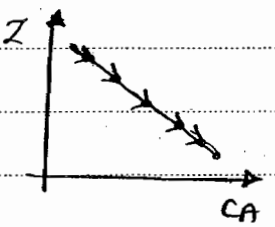
غلظت جزء A را از (۱) به (۲) در نقاط مختلف بدست می آوریم:

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

فرض کنید نتوانیم $\frac{dC_A}{dz}$ را بدست آوریم.



$$\frac{dC_A}{dz} \; [=] \; \frac{Kmol}{m^3 . m}$$

برای یک سیستم خاص و شرایط عملیاتی خاص مقدار $\frac{J_{AZ}}{\frac{dC_A}{dz}}$ مقداریابی است.

$$\frac{J_{AZ}}{dC_A/dz} = cte = \text{ضریب نفوذ} = D_{AB} = \text{ضریب نفوذ A در B}$$

$$\boxed{J_{AZ} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dz}} \quad : \text{قانون اول فیک}$$

آیا قانون اول فیک برای یک سیستم خاص در یک شرایط عملیاتی خاص صادق است؟

خیر. قانون اول فیک برای آن سیستم خاص در هر شرایط عملیاتی با تغییر مقدار D_{AB} صادق است.

D_{AB} علاوه بر شرایط عملیاتی T و P است، تابع شرایط شیمیایی نیز هست.

$$D \; [=] \; \frac{\frac{Kmol}{m^2 . s}}{\frac{Kmol}{m^3 . m}} = \frac{m^2}{s}$$

انتقال جرم: در اثر نفوذ مولکولی دقیقاً مشابه انتقال حرارت در اثر هدایت است.

$$Q_z = -k\frac{dT}{dz} = -\frac{k}{\rho C_p}\cdot\frac{d(T\rho C_p)}{dz} = -\alpha\frac{d(T\rho C_p)}{dz} \qquad \alpha \; [=] \; \frac{m^2}{s}$$

($\alpha = \frac{k}{\rho C_p}$)

$$\tau_{xy} = -\mu\frac{dv_y}{dx} = -\frac{\mu}{\rho}\frac{d(\rho v_y)}{dx} = -\nu\frac{d(\rho v_y)}{dx} \qquad \nu \; [=] \; \frac{m^2}{s}$$

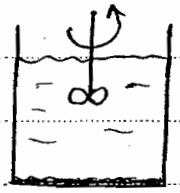
τ_{xy}: در جهت x ناشی از حرکت سیال در جهت z

* (گرادیان پدیده)(ثابت پدیده) = فلاکس پدیده *

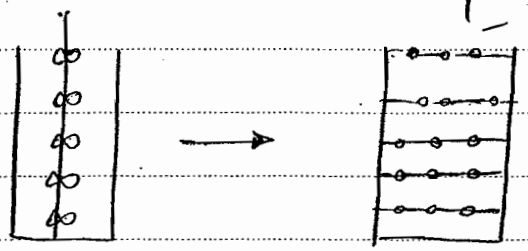
فلاکس: مواد از سطح در واحد زمان

Subject:

Year. Month. Date. ( )



مثلاً یک ستون با تعدادی هزن دارم. اگر این هزن ها را برداشته و به جای آن سیمی سوراخ دار قرار دهیم به یک نوعی ستون واقعی می‌سیم.



مکانیزم واقعی: حرکت توده‌ای + نفوذ مولکولی

مثال خارج کتاب: تفاوت نفوذ مولکولی و حرکت توده‌ای:

فرض کنید مردی ایستاده است و حرکت سیمی‌ای را بررسی می‌کند که در آن تعدادی توپ مرمر و سفید است

در یک مقطع ثابت، در یک مقطع زمانی ثابت، ۲۰ توپ که ۵ تا مرمر و ۱۵ تا سفید است عبور کرده است. در این جا سیمی متحرک بوده است ← حرکت توده‌ای.

(توپ‌ها بسیار کم چسبیده به سیال)

$\frac{5}{20} \times 20$

ب

کل حرکت توده‌ای جزء مولی A

$$\text{کل حرکت توده‌ای } A = x_A \cdot \sum N_{iz}$$

شخص بیننده در این زمان می‌بیند که توپ‌ها خود در حال حل خوردن هستند ←

حل خوردن توپ‌ها به نفوذ مولکولی است.

در همان مقطع زمانی ثابت قبل

ممکن است یکی از توپ‌ها در خلاف جهت حل خورد و گم شود. (−۱)

اگر ۲ توپ دیگر سریع حل خورند و به ۵ توپ قبلی برسند (+۲)

PaPCO $-1+5+2$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$N_{AZ} = J_{AZ} + x_A \cdot \sum N_{iZ}$$

N_{AZ}: کل انتقال جرم جزء A

J_{AZ}: انتقال جرم جزء A در اثر نفوذ مولکولی

$x_A \cdot \sum N_{iZ}$: انتقال جرم جزء A در اثر حرکت توده‌ای.

نظیر سلدر یک لایه‌ی نازک مایع وجود دارد. آیا این به معنی انتقال جرم کم است؟ اگر وجود دارد پس چرا گاهی سینی نظیر با راندمان بالای ۱۰۰٪ کار می‌کند؟

حرکت توده‌ای bulk

پس انتقال جرم کم نیست و به دلیل راندمان بالای ۱۰۰٪ سینی زیاد است. ← پیش می‌رود.

J_{AZ}^*: فلاکس مولی هرگاه سرعت متوسط جزء A با سرعت متوسط مولی مقایسه می‌شود.

$\dot{J}_{AZ}^*$: فلاکس انتقال جرمی " " " " "

" " "

← پس * ها را حذف می‌کنیم.

J_{AZ}: فلاکس انتقال مولی هرگاه سرعت متوسط مولی A با سرعت متوسط مولی مقایسه می‌شود.

$\dot{J}_{AZ}$

J_{AZ}^*

$\dot{J}_{AZ}^*$

J_{AZ}

که از آن استفاده می‌کنیم.

$$(*)\begin{cases} J_{AZ} = D_{AB}\dfrac{dc_A}{dz} \\ N_{AZ} = J_{AZ} + x_A \sum N_{iZ} \end{cases}$$

انتقال جرم نسبت در اثر نفوذ مولکولی

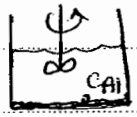
که از این دو رابطه بسیار در طراحی استفاده می‌کنیم.

دبی جرمی ← قطر

فلاکس ← ارتفاع

PAPCO

Subject :
Year . Month . Date . ( )



معمولاً $J_{AZ} = D_{AB}\left(\frac{C_{A1} - C_{A2}}{Z_2 - Z_1}\right)$

غلظت در مرز مشترک در دمای محل تماس که از هندبوک بدست می‌آید. $= C_{A1}$

مسئلهٔ اصلی ما در $Z_2 - Z_1$ است که گاه $0.0043\,mm$ و گاه $50\,cm$ یا $100\,cm$ است و حواس‌تان باشد.

ضرایب نفوذ:

چه برای گاز و چه برای مایع سه حالت وجود دارد:

① ضرایب نفوذ را بصورت تجربی بدست آوریم که این بهترین کار است.

② استفاده از مقادیر تجربی موجود: اگر با شرایط عملیاتی ما همخوانی داشت که استفاده می‌کنیم، در غیراین صورت به تصحیح شرایط عملیاتی می‌پردازیم:

برای گازها: (T, P)

برای مایعات: $[T, c]$ ← غلظت

③ استفاده از روابط تئوری-تجربی ← روابط تئوری.

پس کارما: اگر شرایط عملیاتی همخوانی داشت از ② استفاده کن وگرنه سریع به سراغ ③ برو. (روابط تئوری)

با جدول

p.27 : رابطه‌ی ۲-۳۱ و ۲-۳۲ : روابط تئوری هستند.

آخر ما باید برانیم: D با p نسبت معکوس و با $T^{3/2}$ نسبت مستقیم دارد.

رابطه‌ی ۲-۳۳ : ۲-۴۰ ، ۲-۴۱ ، ۲-۴۲ ، ۲-۴۳ ، ۲-۴۴ ، ۲-۴۵ :

Subject:
Year. Month. Date. ( )

هیچ رابطه‌ای از فصل (2) حفظ نشود.

این ۷ رابطه برای ضرایب نفوذ در گازها است.

توضیح:

۲-۳۲ : $1.M3\times10^{-23}$ که برای سیستم SI است.

Ω_D : تابع برخورد

دلتا : مقدار جبرانی پس از برخورد.

برای محاسبه‌ی Ω_D: از جدول ۲-۵ در ص ۳۴

K: ثابت بولتزمن

T: دما برحسب کلوین

برای محاسبه‌ی $\varepsilon_{AB} = \sqrt{\varepsilon_A \cdot \varepsilon_B}$ ← ε_A و ε_B : به سراغ جدول ۲-۴ می‌رویم.

$D_{\underset{A}{CH_4}-\underset{B}{air}}$: ضریب نفوذ متان در هوا =

(اثبات می‌شود $D_{AB} = D_{BA}$)

$$\Rightarrow \begin{cases} \left(\frac{\varepsilon}{K}\right)_A = ? \\ \left(\frac{\varepsilon}{K}\right)_B = ? \end{cases} \Rightarrow \frac{\varepsilon_{AB}}{K} = \sqrt{\left(\frac{\varepsilon}{K}\right)_A \cdot \left(\frac{\varepsilon}{K}\right)_B} = ? \Rightarrow \varepsilon_{AB} = ?$$

[گاه لازم است که از متوسط مرز (1) و (2) استفاده کنیم]

← اگر $\left(\frac{\varepsilon}{K}\right)_A$ و $\left(\frac{\varepsilon}{K}\right)_B$ در جدول نبود اول از رابطه‌ی ۲-۳۹ در ص ۳۸ استفاده کن به

نقطه T_c (دمای بحرانی) را می‌خواهد که از ضمیمه‌ی انتهای کتاب بدست می‌آید.

اگر استفاده از ۲-۳۹ میسر نشد از رابطه‌ی ۲-۳۸ استفاده کن به T_b را

می‌خواهد که برای T_b به ضمیمه‌ی انتهای کتاب مراجعه کن.

PAPCO

Subject :
Year . Month . Date . ( )

(از جلسه‌ی امروز یک امتحان یک نمره‌ای گرفته می‌شود.)

* یکی از مزیت های تئوری ـ تجربی ۲-۳۳ و ... این است که مقدار ها با تابع برخورد بهتر نشان داده شده است.

δ_A, δ_B

حال باید دلتا رابیداکنیم در رابطه‌ی ۲-۳۳ :

$$\delta_{AB} = \frac{1}{2}(\delta_A + \delta_B)$$

اول از جدول ۲-۴ در صفحه‌ی ۳۲ استفاده کن.

اگر در جدول نبود از رابطه‌ی ۲-۳۷ استفاده کن که V_c (حجم بحرانی) را می‌خواهد که به ضمیمه‌ی آخر کتاب مراجعه کن.

اگر استفاده از ۲-۳۷ میسر نشد از ۲-۳۶ استفاده کن که ۰٫۷ حجم مولی است و از جدول ۲-۶ در صفحه‌ی ۳۵ و ۳۶ می‌خوانیم.

جدول ۲-۶ صفحه‌ی ۳۵ برای ۲-۳۳ ـ ۲-۴۰ ـ ۲-۴۴ و روابط ضرایب تقریبات ۲-۴۱ و رابطه‌ی فولر، استفاده می‌شود.

ادامه‌ی جدول

$$V_{CH_4} = V_C + 4V_H$$

* صفحه‌ی ۳۵ اگر حفره‌ی بنزنی باشد، 15×10^{-3} را کم کن و برای نفتالین 30×10^{-3} را کم کن.

صفحه‌ی ۳۶ : برای نفتالین : $(C_{10}H_8)$

$10V_C + 8V_H - \frac{2(2012)}{\text{یک حلقه}} \Rightarrow$ چون از فولر استفاده کرده‌ایم

$10V_C + 8V_H - \underbrace{2\times15\times10^{-3}}_{\text{۲ تا حلقه‌ی بنزنی}}$: اما در صفحه‌ی ۳۵

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه‌ی پنجم ۱۶/۷/۹۷

همان طور که گفتیم بهترین راه برای به دست آوردن ضریب تراوش خاک‌ها، استفاده از روش تجربی است.

همراه است رنج مقادیر تجربی را بدانیم:
مثلاً برای خاک‌ها بسیار گسترده قابل دست یابی نیست پس چگونگی رنج آن بسیار به کمک می‌کند.
رنج خاک‌ها $10^{-5} \times (\dots\dots) \frac{m^2}{s}$ است. (T,P را دقت کن)
جدول ۲-۷ ص ۳۸:
کمترین k برابر ۰/۷۴ و بیشترین k برابر ۶/۲۵ است، و معمولاً بین ۰/۳ تا ۳ است.
ضریب تراوش در مایعات $10^{-9} \times (\dots\dots) \frac{m^2}{s}$ است.
برای جامدات چون کریستالی هستند و خلل و فرج زیادی دارند، محدوده‌ی خاصی ندارد.

برای خاصیتی فلاکس ۲ مشکل عمده داریم: ① مقدار D
② ضخامت Z (لایه‌ای که از آن انتقال جرم صورت می‌گیرد.)
با خاصیتی استاده D خطای خیلی بزرگی رخ نمی‌دهد، ولی با خاصیتی استاده $\frac{D}{Z}$ تا صد برابر خطا ایجاد می‌کند.
به عنوان مثال برای گازها $\hat{D}$ دما و فشار، و برای مایعات $\hat{D}$ دما و غلظت کل باید بدقت مراقبت کرد.
مثلاً ضریب تراوش هوا در NH_3 در دما و فشار استاندارد، $1/98 \times 10^{-5} \frac{m^2}{s}$ می‌باشد. (یعنی $1/98 \times 10^{-9} \frac{cm^2}{s}$ است.)

تمرین:
ضریب تراوش در یک لایه‌ی انتقال جرم $2/1 \times 10^{-9} \frac{cm^2}{s}$ است. انتقال جرم در چه صورت می‌گیرد؟
در گاز اتفاق می‌افتد.
به نظر شما انتقال جرم بالا دفع است یا رطوبت زنی؟ قطعاً رطوبت زنی است،

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر دو فاز هم باشد، انتقال جرم مربوط به لایه‌ی گاز است.
در انتقال جرم بالا هدف سطحی تماس گاز-جامد است یا مایع-جامد؟ تماس گاز-جامد.

* این که می‌گوییم تغییرات دما زیاد نباشد یعنی چه؟
ما قرار داد می‌کنیم اگر تغییرات دما در مسأله‌ای بیش از ۲۸°C باشد، حتماً اثر T باید بررسی شود. اما اگر کمتر بود، اثر T را نادیده می‌گیریم. (open book) در حالت close book هرگز اثرات دما روی T را در نظر نمی‌گیریم. (چه زیاد و چه کم)

در حالت close book چه تغییرات دما زیاد و چه تغییرات دما کم بود از این رابطه استفاده می‌کنیم.

$$\frac{D_{AB1}}{D_{AB2}} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{3/2}\left(\frac{P_2}{A}\right)$$

در حالت open book و اگر تغییرات دما کمتر از ۲۸°C بود:

$$\frac{D_{AB1}}{D_{AB2}} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{3/2}\left(\frac{P_2}{P_1}\right)\left(\frac{\Omega_2}{\Omega_1}\right)$$

$\Omega = f\left(\frac{KT}{\varepsilon_{AB}}\right)$

D_{Am}: ضریب نفوذ جزء A در مخلوط گازی.

$$D_{Am} = \frac{N_{Az} - y_A \sum_{i=A}^{N} N_{iz}}{\sum_{i=A}^{n} \frac{1}{D_{Ai}}\left(y_i N_{Az} - y_A N_{iz}\right)} \quad (5-2-2)$$

این رابطه (I) رابطه‌ی ... است.

این رابطه بیشتر برای گازها مورد استفاده است چون در بیشتر کاربری‌ها این رابطه فرض می‌شود که غلظت کل ثابت است (که در مورد گازها این فرض تقریباً قابل قبول است).

① اگر در لایه‌ی انتقال جرم فقط جزء A منتقل شود (جدایی یک جزء خاص):

$N_A \neq 0$
$N_B = N_C = \cdots = 0$

سطح جاذب A

Subject:
Year. Month. Date. ( )

حالت اول: انتقال جرم جزء A از میان سایر اجزا صورت گیرد:

$N_{AZ} \neq 0$ و $N_{BZ} = N_{CZ} = \dots = 0$

سیال جاذب A

حتی اگر گوییم: انتقال جرم جزء A از میان B و C بازهم غلط است. B و C ساکن نیستند و ممکن است انتقال جرم صورت گیرد. صحیح است ولی نمود A از میان B و C ولی انتقال جرمشان صفر است.

D_{Ai}: ضریب نمود جزء A از میان جزء i

مخرج کسر رابطه‌ی (I) به صورت زیر می‌شود:

$$\frac{1}{D_{AB}}\left(y_B N_A\right) + \frac{1}{D_{BC}}\left(y_C N_A\right)$$

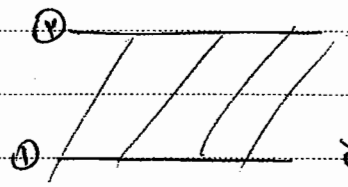
صورت کسر رابطه‌ی (I)

حفظ نمود

$$\Rightarrow \boxed{D_{Am} = \frac{1-y_A}{\sum_{i=B}^{n} \frac{1}{D_{Ai}}\left(y_i\right)} = \frac{1}{\sum_{i=B}^{n} \frac{1}{D_{Ai}} y'_i}}$$ رابطه‌ی (II)

$$\hookrightarrow y'_i = \frac{y_i}{1-y_A}$$

جزء مولی i در مخلوط آزاد A



مخلوط مانند اجزای A و B و C و ... است.

حالت دوم

* آیا این اتفاق در یک مایع می‌افتد؟ (سؤال امتحانی)

آره.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

حالت دوم) اگر در یک مخلوط n جزئی کلیدی اجزا به جز یک جزء (j) در حد رقت باشند، می‌توان $D_{Am} = D_{Aj}$ در نظر گرفت.

A, B, C, D, ... رقت رقت رقت غلظت

$D_{Am} \simeq D_{AD}$

$D_{Bm} \simeq D_{BD}$ ...

این حالت خیلی کاربرد دارد. مثلاً در حالت قبل ما D_{AB}، D_{AC} و ... را می‌خواستیم که مثلاً در جداول موجود نباشند. پس در مخلوط می‌گردیم تا ببینیم چه جزئی در حد غلظت است. ما معمولاً غلظت کمتر از ۱٪ را رقت در نظر می‌گیریم.

؟ ما مخلوطی ۵ جزئی داریم که جزء A، ۱٪ ، B : ۱/۵٪ ، C : ۲/۲٪ ، D : ۹/۵٪ ، E : ۱/۲٪ است.

برای حل این مسأله لازم نیست همه‌ی D ها را بدست آوریم. فقط کافیست D_{AD} را بدست آوریم.

حالت سوم) اگر کلیه‌ی اجزای سازنده‌ی مخلوط طوری باشند که تقریباً تمام D_{Ai} ها مساوی باشند، در این صورت:

$D_{Am} \simeq D_{Aj}$ ← جزء دلخواه در مخلوط

مثلاً اسانس مرق نعناع حدود ۲۰ جزء دارد.

ضریب نفوذ در مایعات:

رابطه‌ی ۲-۵۸ تقریبی است و سایر روابط هم نیست.

مایعات
- الکترولیت
  - رقیق
    - دوجزئی
    - چندجزئی
  - غلیظ
- غیرالکترولیت
  - رقیق
  - غلیظ

رابطه‌ی ۲-۵۸ در صفحه‌ی ۲۵:

اولین
دپارتمان تخصصی و جامع مهندسی شیمی
تخصصی ترین مرکز دوره های آمادگی
کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی
"به خانه مهندسی شیمی خوش آمدید"
((مؤسسه آموزش عالی آزاد نکاره))

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$D_{AB}^{\circ} = \frac{(117.3\times10^{-18})(\varphi M_B)^{1/2} T}{M V_A^{0.6}}$$ SI

(۲-۵۸) : رابطه‌ی ویلک - چانگ :

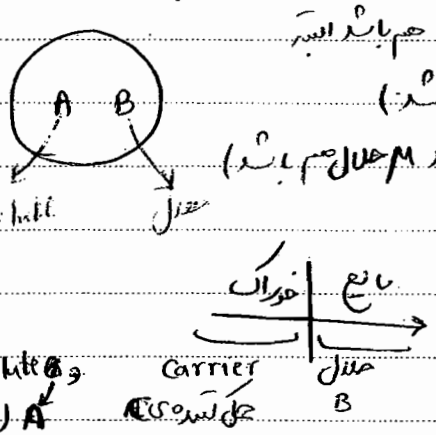
φ بستگی به نوع حلال دارد.

M_B جرم مولکولی حلال (که می‌تواند جرم مولکولی carrier هم باشد اگر نمک خوراک را داشته باشد)

M وسکوزیته‌ی محلول (چون سیستم در حد رقت است می‌تواند M حلال هم باشد)

V_A از جدول محاسبه شود.

مثلاً در استخراج مایع - مایع :



؟!!

جدول ۸-۲ رانمی خواهد ولی مثال ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ مهم است.

درجه‌ی رقت است

مقادیر تجربی می‌تواند از جدول صفحه خوانده شود. (جدول ۹-۲)

جدول ۹-۲ : ستون اول : جزء منتقل شونده A (Solute)

ستون دوم : حلال

ستون سوم : [illegible] A در

ستون چهارم : غلظت جزء انتقالی

* نکته‌ی فوق العاده مهم جدول ۹-۲ :

آیا ضریب نفوذ مایعات با غلظت solute یک نوع رفتار را نشان می‌دهد؟

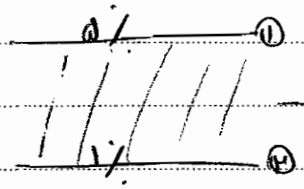
خیر رفتار ثابتی ندارد و به حضور غلظت اجزا بستگی دارد. برای همین برای محلول‌های غلیظ ← روابط قابل اعتماد وجود ندارد.

⇐ ضریب نفوذ مایعات فوق العاده تابع غلظت solute در پایه‌ی انتقال جرم است.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

مثلاً فرض کنید نه استیک اسید از یک لایه‌ی انتقال جرم منتقل شود (از مرز ① به مرز ②)

به طوری که در مرز ①: ۵٪ مولی و در مرز ②: ۱٪ مولی است.



مثال ۱۲ هم نیست.

سؤال ۵ صر۵۸ :

$D_{AB} = (\cdots) \times 10^{-9} \ \frac{m^2}{s}$ طایع

$D_{AB} = (\cdots) \times 10^{-5} \ \frac{m^2}{s}$ گاز

$cD_{AB} \Rightarrow$ بهترست c برای گاز در دمای محیط و فشار 1atm برست آوریم.

برای مایعات، برای آب برست آوریم.

مسائل ۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷ هم است و کافی. مسائل غیر از شماره ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۲۱ است. مسائل ۱۵، ۱۶، ۲۱ به صورت تست وجود داشته است.

فصل سوم :

حال به سراغ مسائل انتقال جرم برای سیال ساکن یا موضعی از سیال خاص ① جریان ② آرام ③ یا جامدات، برای شرایط یکنواخت می‌رویم.

$$\begin{cases} J_{Az} = -D_{AB} \dfrac{dc_A}{dz} \\ N_{Az} = J_{Az} + x_A \sum N_{iz} \end{cases}$$

مجدداً به سیستم دوجزئی خود می‌رسیم:

$$\sum N_{iz} = N_{Az} + N_{Bz}$$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

آیا همیشه با سیستم دو جزئی سروکار داریم؟ خیر. ولی هدف ما در انتقال جرم انتقال یک جزء خاص (ضد یا مضر) است که نسبت A را دارد و بقیه‌ی اجزا نسبت B را دارند.

$$N_{AZ} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dZ} + \frac{C_A}{C}(N_{AZ} + N_{BZ})$$

$$N_{AZ} - \frac{C_A}{C}(N_{AZ} + N_{BZ}) = -D_{AB}\frac{dC_A}{dZ}$$

$$\int_{Z_1}^{Z_2} dz = \int_{C_{A1}}^{C_{A2}} (\quad) dC_A \qquad \begin{matrix} Z_2 & C_{A2} \\ Z_1 & C_{A1} \end{matrix}$$

(که با صدای Z_1, Z_2 در حد چند mm است.)

$$\Rightarrow \boxed{N_{AZ} = \frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} \frac{D_{AB}\cdot C}{Z_2 - Z_1} \ln \frac{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A2}}{C}}{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A1}}{C}}} \quad ; (۲-۳)$$

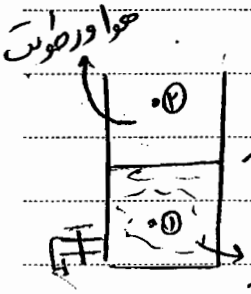
این رابطه برای انتقال جرم در شرایط یک‌نواخت، برای سیال ساکن یا موضعی خاص از جریان آرام است.

(P.68, P.67) ←

مثال: آب سیال ساکن ظرف موضعی خاص از جریان آرام است؟

انتقال جرم در

جواب: فرض کنید سطح رو به رو تبخیر آب صورت می‌گیرد.



(شکل ۲-۱)

در واقع با گذشت زمان مقدار فلاکس تغییر می‌کند و برای حفظ ارتفاع و عدم تغییر فلاکس یک شیر نصب می‌کنیم.

چون هوا جذب آب نمی‌شود بین به هر دلیلی پائین بیاید دوباره بالا می‌رود و انتقال جرم هوا به طرف پائین اصلاً وجود ندارد.

جذب نمی‌شود

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

رابطه‌ی آستوالد ؟؟

در این جا با تبخیر آب یک حرکت توده‌ای به سمت بالا ایجاد می‌شود و تقوذ برای آب از پائین به بالا است

و

(به علت این که غلظت آب در پائین بیش از بالا است).

A: آب
B: هوا

حرکت توده‌ای A از پائین به بالا

حرکت توده‌ای B از پائین به بالا

تقوذ مولکولی B از بالا به پائین } مساوی و غیر هم‌سو $\Rightarrow N_B = 0$

اگر هوا در آب حل نشود دیگر N_B مساوی صفر نیست. ؟؟

شرایط

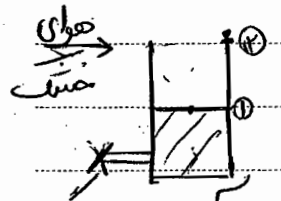
در ستون‌ها اغلب یکنواخت است.

من فرض کرده‌ام $N_B = 0$ ، $N_A \neq 0$ است. درست است مقدار N_A و N_B مجهول است ولی اغلب نسبت آن‌ها معلوم است.

c_{A2} جایی است که غلظت کم است. (مثلاً در شکل صفحه‌ی قبل آن بالا است)

① جایی که غلظت زیاد است.
② جایی " " کم است. } قرارداد

فرض کنید که در شکل مقابل جریانی از هوا باشد و هوا تقریباً خشک باشد. در این حالت $c_{A1} \neq 0$ است. شرط مرزی ② همواره ثابت و اگر رطوبتی هم باشد توسط هوا حمل می‌شود و خشک می‌شود. پس چی هست؟؟؟ $c_{A2} = 0$ (در صورت خشک بودن هوا)



می‌توان با استفاده از رابطه‌ی آنتوان P^* را بدست آورد. (فرض ① هم ثابت است.)

با استفاده از رابطه‌ی آنتوان مقدار رطوبت را در روی سطح مایع بدست آورده و جایگذاری می‌کنیم $\Rightarrow$ مقدار A در مرز ① بدست می‌آید. P_{A1}

$$\dot{m}_{AZ} = N_{AZ} \cdot S \cdot M_A = \text{ثابت} \Rightarrow N_{AZ} = cte$$

$\dot{m}_{AZ}$: دبی انتقال جرم
N_{AZ}: شار جرمی انتقال جرم $\left(\frac{kg}{m^2 s}\right)$
S: سطح انتقال جرم
M_A: جرم مولکولی

با حضور شیب و در شرایط یکنواخت، ثابت است.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

ضمناً رابطه‌ی (۳-۲) برای N_{Az} ثابت بدست آمده. و برای شکل زیر غلط است.

N_{Az} ضمناً نتیجه می‌دهد که سطح انتقال جرم ثابت باشد.

برای (مثلاً ای از جنس نمک) مرز ① سطح استوانه و مرز ② نقطه‌ای دور از سطح است.

لایه‌ی انتقال جرم را نگاه کن. اگر سطح انتقال جرم در لایه‌ی انتقال جرم ثابت باشد می‌توان از (۳-۲) استفاده کرد.

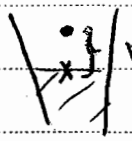
بررسی انتقال جرم در شرایط یکنواخت:

$\dot{m}_{Az}$ = ثابت :

$= N_{Az} \cdot S \cdot M_A$

مطلوبست فلاکس انتقال جرم در شکل زیر در نقطه‌ای به فاصله‌ی ۳cm از سطحی تماس؟

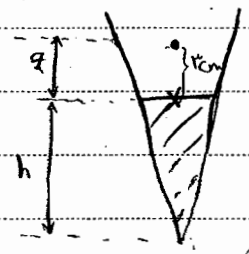
$P_{A@3cm} = ?$



۳cm برای: $N_{Az} = -D_{AB}\frac{dc_A}{dz} + x_A N_{Az} \Rightarrow$ (P.68)

$N_{Az} = \frac{D_{AB}}{\frac{c_A}{c}-1}\frac{dc_A}{dz} \Rightarrow \int_0^{0.03} N_{Az}\,dz = \int_{P_{A1}}^{P_{A3}} \frac{D_{AB}}{\frac{P_A}{P}-1}\frac{dP_A}{P}$

مطلوبست فلاکس انتقال جرم در شکل زیر در نقطه‌ای به فاصله‌ی ۳cm از سطحی تماس پس از گذشت ۲ ساعت؟



$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{dt} = \rho\frac{d(Sh)}{dt}$

$\dot{m}_2 = M_A S N_{Az}$ $\quad N_{Az} = \frac{D_{AB}}{P_A/P-1}\frac{dP_A}{dz}$ (P-68)

$S = \pi r^2$; $r \Rightarrow \frac{r-r_1}{z-z_1} = \frac{r_2-r_1}{z_2-z_1}$

$\dot{m}_2 = M_A \pi \left(\left(\frac{r_2-r_1}{z_2-z_1}(z-z_1)+r_1\right)\right)^2 \frac{D_{AB}}{P_A/P-1}\frac{dP_A}{dz} \Rightarrow$ انتگرال‌گیری $\Rightarrow \dot{m}_2 = ?$

(*) $\dot{m}_2 = \rho h \frac{dS}{dt} + \rho S\left(\frac{dh}{dt}\right)\frac{dz}{dt}$

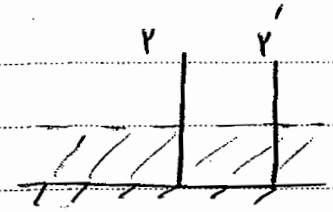
چه سطحی کره نیم است؟

چون در تقطیر و استخراج، حباب و قطرات کروی در حال بالا رفتن می‌باشند.

این روابط را می‌توان علاوه بر سیال ساکن برای موضعی از سه جریان آرام استفاده کرد. مثلاً:

در یک کانال دو در حالت عمودی (رو به سمت بالا) خط streamline ها را

Subject:
Year. Month. Date. ( )



داریم و جریان های سطحی را نداریم :

البته شرط مرزی ۲ با ۲' متفاوت است.

جلسه‌ی ششم ۸۷/۱۰/۲۱

گاهی انتقال جرم در جامد را مشابه انتقال جرم در سیالات غیر لزج در نظر می‌گیرند ولی این صورت نیست و انتقال جرم در جامد در شرایط بی‌لزجت هم اتفاق می‌افتد.

شرط تعادلی بر انتقال جرم در جامد با انتقال جرم در سیال ساکن یا موضعی متفاوت از جریان آرام دارد این است که دیگر حرکت توده‌ای نداریم و $N_{AZ} = J_{AZ}$.

طبق قانون اول فیک رابطه در جهت Z نوشتیم

$$J_{AZ} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dZ}$$

چرا اغلب سطوح که بر آن انتقال جرم داریم تراوا نیستند؟

اگرچه انتقال جرم سه بعدی است اما در اغلب موارد از انتقال جرم در دو بعد در مقابل بعد سوم صرف نظر می‌شود.

انتقال جرم در جهت θ و φ در مقطع کروی آن قدر کم است که از آن صرف نظر کرده و مقدار جهت R در نظر گرفته می‌شود.

هرگاه به صورت free conv باشد معمولاً $N_{AZ} = J_{AZ} + x_A \sum N_{iZ}$: از این رابطه استفاده می‌شود.

$$N_{AZ} = \frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} \cdot \frac{D_{AB}\cdot C}{Z} \ln \frac{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A2}}{C}}{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A1}}{C}} \qquad (۲-۳)$$

ضخامت مؤثری انتقال جرم

P4PCO

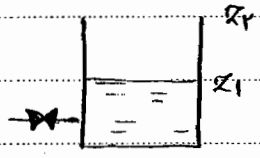
Subject:
Year. Month. Date. ( )

فرضیات رابطه‌ی (۳-۳):

① D_{AB} ثابت باشد: مثلاً اگر T در فاصله‌ی z_1 تا z_2 تغییر کند، D_{AB} باید بصورت تابعی از دما در نظر گرفته شود. گاز $\frac{T}{P}$ / مایع $\frac{T}{\text{فشار}}$

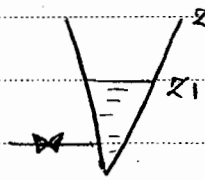
② غلظت کل ثابت باشد: پس این رابطه برای گازها برقرار است و نه مایعات.

③ N_{Az} ، N_{Bz} ثابت باشند، (سطح ثابت) $N_B = 0$



$$\dot{m}_{Az} = \frac{D_{AB} \cdot C}{z} \ln \frac{c - c_{A2}}{c - c_{A1}} \cdot \pi r^2 \cdot M_A \quad (I)$$

$\Rightarrow N_{Az} = \checkmark$: با استفاده از رابطه‌ی (۳-۲)



$N_{Bz} = 0$

$$\dot{m}_{Az} = \frac{D_{AB} C}{z} \ln \frac{c - c_{A2}}{c - c_{A1}} \cdot \pi r_1 r_2 \cdot M_A \quad (II)$$

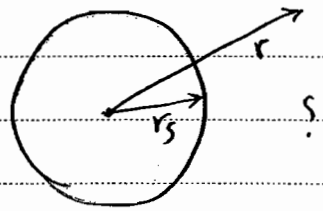
$$N_{Az}\Big|_z = \frac{\dot{m}_{Az}}{M_A \, S\big|_z} \qquad S_{ave} = \pi r_1 r_2$$

* * * * *

مثال) در حالتی که شیر نباشد، پس از گذشت ۲h در نقطه‌ای به فاصله‌ی ۳cm، N_{Az} را بدست آورید.
(در این حالت $\dot{m}_{Az}$ ثابت نیست.)

$$\dot{m}_{Az} = N_{Az} \cdot M_A \cdot S$$

* * * * *



انتقال جرم از قطره‌ای کروی به شعاع r_1 به نقطه‌ای به فاصله‌ی r از مرکز کره بصورت ثابت می‌گیرد. تلاکس انتقال جرم؟

(فرض کنید قطره‌ی کروی تقریباً ثابت باشد که بازگشت زمان ضخامت لایه‌ی انتقال جرم افزایش یابد؛ فرض کند این لایه با حرکت سیالی از روی کره ایجاد شده باشد ←

لایه‌ای دستخوش روی جامد تشکیل می‌شود که همان لایه‌ی انتقال جرم است. اگر گوییم: PAPCO: اگر گوییم

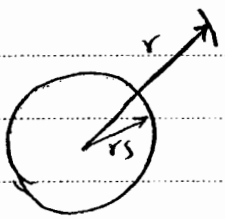
Subject:
Year Month Date ( )

قطره‌ی نفتالینی در خطی فوق الاده آرام قرار می‌گیرد ⇐ ضخامت ثابت می‌ماند.
اگر شرایط سیال به هم بخورد، ضخامت لایه‌ی انتقال جرم تغییر می‌کند.

در حل مسأله‌ی کنونی فرض بر این است که ضخامت لایه‌ی انتقال جرم ثابت باشد ⇐

چون ضخامت کم است (به علت این که جریان اطراف قطره‌ی کروی فوق الاده متلاطم است)،

۷ به جای فشارات کروی می‌توان از فشارات استوانه‌ای استفاده کرد.



منظور تصعید یا تبخیر اتفاق می‌افتد و ماده‌ای $N_{Bz} = 0$: هم روی چیزی نمی‌نشیند.

$$N_{Ar}\Big|_{r=r} = \frac{\dot{m}_{AR}}{M_A S|_r}$$

p.69

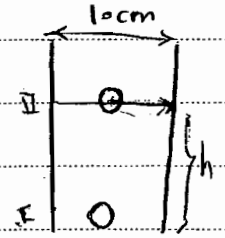
مثال: حباب کروی درون ستون استوانه‌ای ۷ به قطر ۱۰cm به سمت بالا صعود می‌کند به انتقال جرم از حباب

خطی صورت می‌گیرد. در نقطه‌ای ثابت به آن نگاه می‌کنیم. شرایط نوسانی است. عاطف جزئی

که در حال انتقال است در نقطه‌ای که به آن نگاه می‌کنیم، چقدر است؟ فلاکس انتقال جرم در نقاط

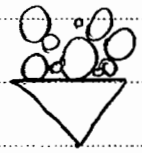
چسبیده به دیوار چقدر است؟

در نقطه‌ی چسبیده به دیوار



Subject:
Year. Month. Date. ( )

مثال ۱: را تصور می‌کنیم که در حالتی که در زیر ستون دستگاهی حباب ساز قرار دهیم که حباب‌هایی با سایزهای گوناگون تولید می‌کند (که سرعت حرکت و اندازه‌های متفاوتی دارند) ← برای هر حباب جداجدا



حل کرده و با هم جمع می‌کنیم.

همچنین می‌توان ۶۰٪ سینی گذاشت و در هر سینی جدا جدا حساب کرد.

مراحل حل مسائل:

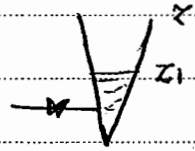
① مشخص کردن نایری انتقال جرم و آیا سطح انتقال جرم در مرز ① تا ② ثابت است یا خیر.

اگر ثابت باشد، می‌توان از (۲-۳) استفاده کرد. (N_{iz} ثابت)

در رابطه‌ی II در صفحه ۳۶ جزوه:

$\pi r_1 r_2 = S_{ave}$ ← خروجی ۱

$\pi \bar{r}^2 = S_{ave}$; $\bar{r} = \sqrt{r_1 r_2}$



چون $N_{Bz} = 0 \Rightarrow \frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} = 1$

مثال صفحه ۴۹ کتاب

در رابطه‌ی III در صفحه ۳۶ جزوه:

نوع کره

$\bar{S}_{ave} = 4\pi \bar{r}^2 = 4\pi r_s^2 \Rightarrow \bar{r} = \sqrt{r r_s}$

۴ روابط تکمیلی:

① $J_{Az} = -D_{AB} \frac{dc_A}{dz}$

② $N_{Az} = J_{Az} + x_A \sum N_{iz}$

③ $N_{Az} = \frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} \frac{D_{AB} \cdot C}{z} \ln \frac{1 - \frac{C_{A2}}{C}}{1 - \frac{C_{A1}}{C}}$

④ $\dot{m}_{Az} = N_{Az} \cdot \bar{S}_{ave} \cdot M_A$

P4PCO

این شرایط صفحه ۳۶ برقرار است.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

به شکل حباب روی جلد کتاب نگاه کن: اگر قطره‌ی کروی ما مایع یا گاز باشد چرخشهای درون قطره‌ای وجود دارد. اما اگر جامد باشد این چرخش وجود ندارد.

مثال) ستونی Spray طراحی کنید درصورتی که حبابها (مثلاً ۱ mm) حباب باشند ارتفاع ستون را بدست آورید.

بررسی انتقال جرم در یک لایه‌ی گاز:

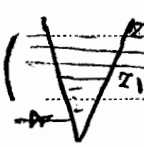
در این ۱۳ واحد عملیاتی که با آن سروکار داشتیم یا لایه‌ی گاز یا مایع سروکار داشتیم. این لایه‌ی گاز یا مایع مهم است.

مسائل انتقال جرم
- یک‌فازی
  - تک‌جزئی
  - سیال ساکن، موضعی خاص از جریان آرام
  - جریان آرام - در جریان متلاطم
- دوفازی
  - غیرتک‌جزئی
  - جامد

ما در حال حاضر در حال بررسی مسائل در شرایط: یک‌فازی، تک‌جزئی، سیال ساکن - موضعی خاص از جریان آرام یا جامد هستیم.

بررسی انتقال جرم در یک لایه‌ی گاز (یک‌فازی، تک‌جزئی، سیال ساکن - موضعی خاص از جریان آرام):

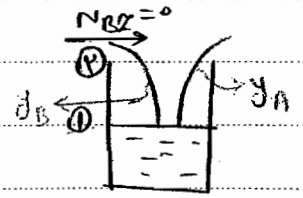
اگر پروفایل غلظت را در لایه‌ی انتقال جرم را خواست: بیرون را در مرزهای مختلف بدست می‌آوریم.



$$N_{Az} = \frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} \cdot \frac{D_{AB}\cdot C}{z} \ln \frac{\frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} - \frac{C_{A1}}{C}}{\frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} - \frac{C_{A1}}{C}} \qquad (۲-۳)$$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

حالت خاص ۱) $N_{BZ} = 0$



$$N_{AZ} = \frac{D_{AB} \cdot C}{Z} \ln \frac{C - C_{A2}}{C - C_{A1}}$$

(*) $$N_{AZ} = \frac{D_{AB} \cdot P_t}{RTZ} \ln \frac{1 - y_{A2}}{1 - y_{A1}}$$ (شکل ۱-۴)

۱/ $y_{A1} + y_{B1} = 1 \Rightarrow 1 - y_{A1} = y_{B1}$

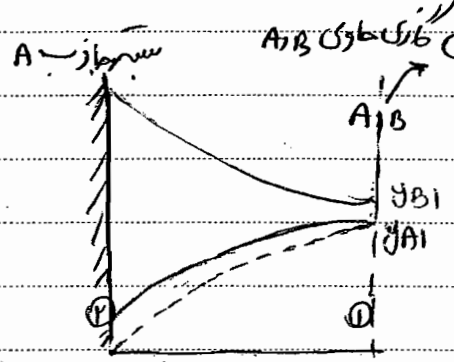
۲/ $y_{A2} + y_{B2} = 1 \Rightarrow 1 - y_{A2} = y_{B2}$

(*) $$N_{AZ} = \frac{D_{AB} \cdot P_t}{RTZ} \left(\ln \frac{\overbrace{y_{B2}}^{1-y_{A2}}}{\underbrace{y_{B1}}_{1-y_{A1}}} \right) \times \frac{y_{A1} - y_{A2}}{y_{B2} - y_{B1}} \Rightarrow$$ (کسر واحد)

$$N_{AZ} = \frac{D_{AB} \cdot P_t}{RT(Z_2 - Z_1)} \frac{y_{A1} - y_{A2}}{\underbrace{y_{B,M}}_{\text{میانگین}}} \Rightarrow \left(y_{B,M} = \frac{y_{B2} - y_{B1}}{\ln \frac{y_{B2}}{y_{B1}}} \right)$$

$$N_{AZ} = \frac{D_{AB} \cdot P_t}{RT(Z_2 - Z_1)} \frac{y_A - y_{A2}}{y_{B,M}} \quad \text{(IV)}$$

(به پروفایل y_A و y_B در شکل ۴-۱ توجه کن) ← روی جلد کتاب هم هست.



A در این رابطه حذف می‌شود ← $N_{BZ} = 0$

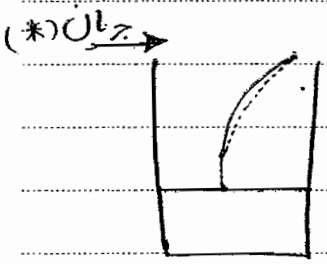
اگر جاذب A نباشد مقدار y_{A1} در سطح مرز ② (روی جاذب) به سمت صفر میل می‌کند. (خط چین)

Subject:
Year. Month. Date. ( )

به شکل های صر۲۷ مراجعه کن.

تفاوت ۳-۷ و ۳-۸ چیست؟ در ۳-۸ جذب سریع A اتفاق می‌افتد و مقدار آن در سیر جاذب به سمت صفر میل می‌کند.

در شروع عملیات که جاذب خیلی قوی است به سمت صفر میل می‌کند و با زیست زمان t_{A1} در y_{B1} ضبر می‌کند. اما شکل شکست آن تغییر می‌کند. فقط شیب تغییر می‌کند.



شکل شکست

همه جا می‌تواند تغییر می‌کند؟ وقتی شرایط جریان (*) تغییر کند.

با افزایش ارتفاع (رابطه‌ی ۲۷ صر۴۰) شیب کم می‌شود.

مثال ۱ و ۲ و ۳ مهم است.

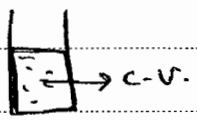
Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه‌ی هفتم ۸۷/۷/۲۸

مثال ۱ در ص ۸۶ :
در فصل پنجم انتقال جرم در سیال ساکن یا موضعی خاص از جریان آرام در شرایط یک نواخت را در نظر گرفتیم و روابط N ، N_A و m_A را بدست آوردیم .

مثال ۲ در ص ۷۹ : در این مثال از حرکت توده‌ای صرف نظر شده است . این به معنی عدم حرکت توده‌ای نیست ، بلکه از آن صرف نظر شده است .
شاید یک راه حل برای بدست آوردن مقدار حرکت توده‌ای این است که شکل ۱ را با تجربه بدست آوریم و سپس با $N_{Az} = J_{Az}$ مقایسه شود .

مثال ۳ در ص ۸۰ : هرگاه در این گونه مثال‌ها باید انتقال جرم را بدست آوریم ، ما c.v. (حجم کنترل) را جسمی در نظر می‌گیریم که جرمش در حال تغییر باشد .
مثلاً در این مثال c.v. را چنین پائین در نظر می‌گیریم .



هرگاه سیالی داشتیم :

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{dt}$$

و بدین ترتیب می‌توان تغییرات ارتفاع با زمان را بدست آورد .

اگر قطره‌ای کروی داشتیم ، c.v. را دور قطره در نظر می‌گیریم .

در این مثال $N_B = 0$ است . یعنی جزء N_2 در سطح هوا تقریباً صفر است . یعنی مقاومت N_2 در روی سطح صفر است . اگر در غیر این صورت بود باید N_B به صورت ضربی از N_A داده شود .
همه گاه حتی مقادیر ppm را نیز برابر صفر در نظر می‌گیرند . (تصید ...)

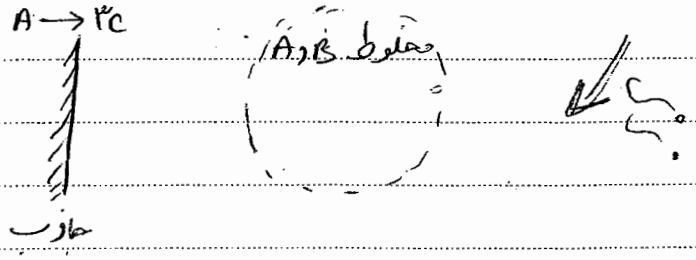
Subject:
Year. Month. Date. ( )

بررسی روابط:
- گاز: دوجزئی ($N_B=0$ یا $N_A=-N_B$) / چندجزئی ($N_A=-N_B$) / سایر حالات ← مثال ۴ و ۵
- مایع: دوجزئی ($N_B=0$) / چندجزئی / سایر حالات

ما در فصل سوم یا گاز را بررسی می‌کنیم و یا مایع را و آن‌ها را مثلاً (تا فصل ۵) با هم در نظر می‌گیریم ⇐ انتقال جرم تک فازی داریم.

آیا به جز دو حالت خاص $N_B=0$ یا $N_A=-N_B$ حالات خاص دیگری هم وجود دارد؟

به مخلوط چندجزئی داریم:



تفاوت واکنش‌های هتروژنی و هوژنی؟
واکنش هتروژنی فقط در سطوح دیده می‌شود و در بستر C.V و در نوشتن بیلان وارد نمی‌شود.
مثلاً در مثال ۳: اگر گاز خالص B از روی ظرف عبور می‌کند و بخار جذب آن هم کم نیست و واکنشی هم اتفاق می‌افتد ⇐ این واکنش هوژنی است و در بیلان وارد می‌شود. ← مثلاً چه جوری نوشته می‌شود؟

مثال ۴ و مثال ۵ برای حالات خاص دیگر است.

مثال ۴:

$$\overset{A}{CH_4} \longrightarrow C + 2\overset{B}{H_2}$$

کربن بعد از مدتی روی سطح کاتالیست می‌ماند ←

$N_B = -2N_A$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در گازها حالت جنبشی را بررسی می‌کنیم ولی در مایعات بررسی نمی‌کنیم چون در مایعات روابط قابل اعتماد نداریم.

مثال ۵: $2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3H_2$

دمای توده با دمای بستر کاتالیست می‌تواند متفاوت باشد. اگر دما متفاوت بود، متوسط دمای ۱ و ۲ را به عنوان دمای تعادلی در نظر می‌گیریم.

آنالیز جریان گاز: منظور توده‌ی گاز است. که مربوط به یک موضع خاص است که با حرکت روی بستر کاتالیستی می‌تواند تغییر کند.

شکل واقعی این مثال در ص ۱۱۰ است ☺ الآن داریم مثال ۵ را با ص ۱۱۰ تلفیق می‌کنیم. می‌خواهیم ببینیم طول راکتور چه‌قدر باشد، به شرط آن که تعداد کاتالیست‌ها مشخص باشند.

درون کاتالیست ریز و درشت است. فرض کنیم لایه‌ی نازکی روی این کره‌ها تصور کرد (الان) که این الان در شکل ۳-۱۲ بزرگ سازی شده است و انعقال جرم در آن بررسی شده است.

مثال ۵

پس کلیه‌ی اطلاعات مربوط به یک موضع خاص است که اطلاعات این موضع در مثال ۵ داده شده است. با جمع مواضع می‌توان کل انعقال جرم را بدست آورد.

برگردیم به ص ۸۲: کاتالیست جاذب آمونیاک است = شرایط به گونه‌ای است که گاز آمونیاک از میان N_2 و H_2 عبور و محصولات بطرف دیگر حرکت برمی‌گردد.

B سرعت توده‌ای $\rightarrow$ مقدار رکتور $= x_B(N_A+N_B+N_C)$
$= x_B(N_A+\frac{1}{2}N_A+\frac{3}{2}N_A)$

$2A \rightarrow B+3C$

راه من ☺

ممکن است سر امتحان مقدار حرکت توده‌ای H_2 و N_2 و جهت آن‌ها را بخواهد. آیا می‌توان از مقدار انعقال H_2 در مقایسه با ... صرف نظر کرد؟

به مثال ۸ ص ۹۳ برو. در مثال ۸ ضخامت لایه انعقال جرم ۰/۰۳۵ میلی متر است. یعنی کریستال با هوزن در طرف دائماً در حال به هم خوردن است.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

دیفوزیون سریع ← $C_{A1}=0$

این در حالی است که برای مثال ۵، 1mm و برای مثال ۳، 10 cm است. ← در هر دو سایز صفحات لایه انتقال جرم داده شده است و گرنه مسئله غیرقابل حل است.

* به نظر شما در حل مسائل انتقال جرم، داده‌ها در مورد ضرایب نفوذ هم است یا لایه انتقال جرم؟

لایه انتقال جرم. چون با تغییر روش‌های جرم مختلف باهم ۱۰۰ برابر است و ضمناً نسبت ۱۰۰ برابر حفظ ایجاد شد ولی در مورد D این طور نیست.

مثال ۵: اصولاً هرگاه دیفیوژن هوری وجود دارد:

↓

درین جا هم نفوذ هم دیفیوژن روی سیستم هم است.

↓ عامل حرکت توده‌ای

؟؟ ۱ فاز در مثال ۵ چون دیفیوژن سریع است فقط نفوذ نقش دارد.

* یا اگر دیفیوژن مثال ۵ کند باشد، آیا اطلاعات بدست آمده و روش حل درست است؟ خیر. تغییر می‌کند

برای محاسبه‌ی ضرایب فیزیکی قبلاً دیدیم وجود دارد:

① D_{Am} در جلسات گذشته توضیح داده شده است (براساس ۲-۵۲). اگر D_{AB} و D_{AC} را به ما ندهند باید از جداول بدست آورد.

مثلاً ممکن است D_{AB}، D_{AC} در شرایطی غیر از شرایط مسئله داده شده باید تصحیح شود: $\frac{D_1}{D_2}=(\frac{T_1}{T_2})^{\frac{3}{2}}(\frac{P_2}{P_1})(\frac{P_{c2}}{P_{c1}})/Q$

② ضمن اطلاعات مرحله ۸۵ باید مرز ① و مرز ② را تشخیص دهیم.

آیا مرز ① به هم می‌خورد یا ②؟

مرز ①: چون دیفیوژن کاتالیستی در طول بستر هواره اتفاق می‌افتد در طول بستر کاتالیستی مصرف می‌شود.

چه زمانی ممکن است مرز ② به هم بخورد؟

اگر دیفیوژن کی به ما بدست زمان کندتر شود.

PAPCO

Subject:
Year: Month: Date: ( )

در طراحی راکتور در ابتدا هم مزد ① و هم مزد ② به هم نمی خورد. ولی با گذشت زمان با کاهش اکسیژن به ② هم از ① هم به ② هم می خورد.

اگر واکنش تند شد دیگه $y_{B2} = \frac{1}{1+3}$ برقرار است $y_{C2} = \frac{3}{1+3}$

تست: مقدار N_2 در لایه حقیر است؟

مقدار N_2 در لایه با متوسط گیری بدست می آید.

متوسط مزد ① و ② $\longrightarrow y_A$

چه مزد ① همن بستگی چه مقادیر از این بستگی در مزد ② همواره آمونیاک مصرف شده و N_2 ، $2H_2$ تولید می کند.

~~مقدار مزد ① با تغیر فلاکس تغیر می کند.~~

با تغیر شرایط مزد ①، مقادیر فلاکس در مزد ② تغیر می کند.

مثال ۴:

همواره در این مثال فقط وضع حامل در نظر گرفته شده است.

چرا در این مثال ۴ بار کلی وضع حامل تکرار شده است؟

استقال جرم در سه لایه ی ثابت:

$$N_{AZ} = \frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \ln \frac{\frac{N_A}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A2}}{C}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A1}}{C}}$$

به جای C از عبارت $\left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave}$ استفاده کردیم؛ چون در محلیات غلظت کل ثابت است.

$$C = \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} = \frac{(\rho/M)_1 + (\rho/M)_2}{2}$$

② ——— ① ———

$\left(\frac{\rho}{M}\right)_1 = \frac{\rho_1}{M_1}$ ← دانسیته ی مایع در مزد ①

← جرم مولکولی مخلوط مایع در مزد ①

P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حالت خاص:

انتقال از فاز ساکن

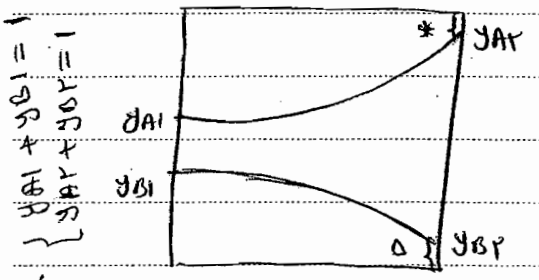
حالت خاص ۱:

بستر (حالت تبخیر V : $N_B = 0$

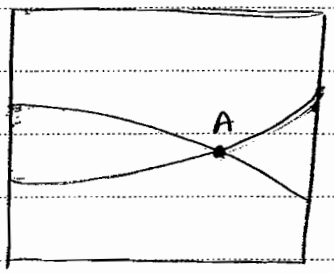
$$\frac{N_A}{N_A + N_B} = 1 \Rightarrow N_A = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \ln \frac{(1-y_{A2})}{(1-y_{A1})} \quad \begin{matrix} y_{B2} \\ y_{B1} \end{matrix}$$

$$\Rightarrow N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \left(\ln \frac{y_{B2}}{y_{B1}}\right) \frac{y_{A1} - y_{A2}}{y_{B2} - y_{B1}}$$

$$\Rightarrow N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z_2 - Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \frac{y_A - y_{A2}}{y_{B,M}}$$



* و ۰ با یکدیگر برابر نیستند و تعیین می‌شوند.



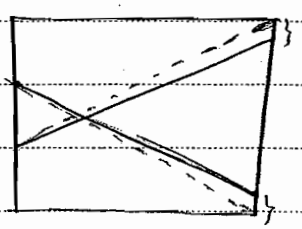
نقطه‌ی A هیچ معنی ندارد و هیچی

حالت خاص ۲:

$(N_A = -N_B)$

$$N_{AZ} = J_{AZ} + y_A (N_A + N_B) \Rightarrow N_A = \frac{D_{AB}}{Z} (C_{A1} - C_{A2})$$

$$\Rightarrow N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z_1 - Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} (y_{A1} - y_A)$$

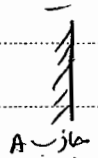


شکل (۲-۷)

$N_A = -N_B$

حالت خاص ۲ کجاها اتفاق می‌افتد؟

نقطه سرهای که تا لبه‌ی مواد باید رفت ضرورتی



PqPCO

Subject:
Year. Mo. Date.

دلیل ؟! جزوه

آیا در تقطیر در شکل (۷-۴) خط چین اتفاق می‌افتد؟ بله. اگر ارتفاع ستون تقطیر خیلی بلند باشد به گونه‌ای که در بالا فقط جزء A و در پایین فقط جزء B داشته باشیم. (جداسازی کامل A و B صورت گرفته)

جلسه‌ی هشتم ۸۷/۷/۳۰

ادامه‌ی فصل ۳ ج

بررسی انتقال جرم در یک لایه‌ی مایع ۱ ... $N_A = N_B$ ۲ ...
... دیگر

... A

- بررسی انتقال جرم خارج کره

مثال ۱۰

- تشابه جرم و حرارت و مومنتم

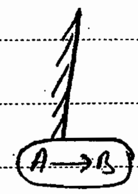
مایع :

$$N_{AZ} = \frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \ln \frac{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \left(\frac{C_{A2}}{C}\right) y_{A2}}{\frac{N_A}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \left(\frac{C_{A1}}{C}\right) y_{A1}}$$

فرضیات
$$\begin{cases} D_{AB} = cte \\ N_{AZ},\ N_{BZ} = cte \\ \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} = cte \end{cases}$$

[illegible]

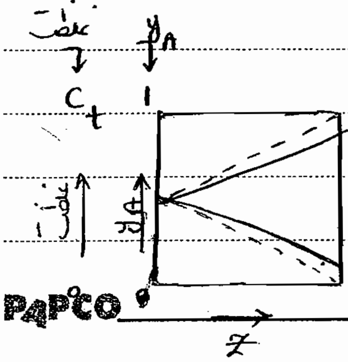
* حالت خاص $N_{AZ} = -N_{BZ}$ در تقطیر یا در بستر کاتالیستی اتفاق می‌افتد



$$N_{AZ} = J_{AZ} + x_A (N_A + N_B)$$

$$= \frac{D_{AB}}{Z} (C_{A1} - C_{A2})$$

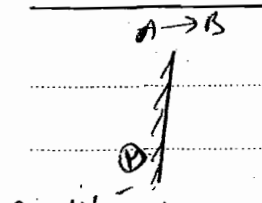
$$= \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} (y_{A1} - y_{A2})$$



PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )



چون سطح جاذب A است، حرکت توده‌ای A به سمت سطح اتفاق می‌افتد.

bulk B از سطح کریستال به سمت اتفاق می‌افتد.

A: ① ⟶ ② نمود

B: ② ⟶ ① نمود

پس حرکت توده‌ای A و B مساوی و غیرهم سو است. برای همین $N_{AZ} = J_{AZ}$ (این حرکت توده‌ای وجود دارد.)

* حالت حاصل بری $N_{BZ} = 0$ است.

$$(I)\quad N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{P}{M}\right)_{ave} \ln \frac{1-x_{A2}}{1-x_{A1}}$$

در صفحه ۹۰ کتاب به (توجه) برخی خوریم:

شاید علت اوامری رابطه‌ی (I) برای بدست آوردن ندانیم به این علت است که نیروی محرکه‌ی Δx یا ΔC یا Δy یا ΔP مشاهده نمی‌شود و آن‌ان واضح نمی‌شود.

پس هرجا به Δx یا ΔC یا Δy یا ΔP در رابطه رسیدیم، هرچیزی به غیر از Δx، ΔC، ... ضریب انتقال جرم که در حالت‌های متفاوت باهم برابر نیستند.

* تفاوت حرارت و جرم: ممکن است در جرم بر خلاف حرارت، ضریب انتقال جرم عددهای متفاوتی با ابعادهای مختلفی داشته باشد.

در جرم ممکن است ضریب انتقال جرم K_c با بندولی در بعد دیگری با همان شرایط ۵ باشد.

پس اگر به ما گفتند ضریب انتقال جرم چقدر است، در این صورت رابطه‌ی (I) را اوامری دهیم:

$$(I) \Rightarrow N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{P}{M}\right)_{ave} \left(\ln \frac{1-x_{A2}}{1-x_{A1}}\right) \frac{x_{A1}-x_{A2}}{x_{B2}-x_{B1}}$$

$$N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{P}{M}\right)_{ave} \frac{x_{A1}-x_{A2}}{\ln \frac{1-x_{A2}}{1-x_{A1}}}$$

PAPCO $\frac{kmol}{m^2 \cdot s}$ [=]

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$(I) \Rightarrow N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \ln \frac{C - C_{A2}}{C - C_{A1}} \qquad \begin{cases} C = C_{A1} + C_{B1} \\ C = C_{A2} + C_{B2} \end{cases}$$

$$N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \left(\frac{C_{A1} - C_{A2}}{C_{B2} - C_{B1}}\right) \ln \frac{C - C_{A2}}{C - C_{A1}}$$

$$N_{AZ} = \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \frac{C_{A1} - C_{A2}}{\frac{C_{B2} - C_{B1}}{\ln \frac{C - C_{A2}}{C - C_{A1}}}} \rightarrow C_{B,M}$$

$\frac{m}{s}$ [=]

↳ جرم واحد سرعت است

سمت راست رابطه جرم انتقال جرم از آن ... صورت گرفته

* علت ادامه‌ی رابطه‌ی (I): انتقال جرم

آن را به شکلی در بیاوریم که انرژی محرکه ν دیده شود و بعد ضریب انتقال جرم است که ضریب انتقال جرم با کار بری به دست می‌آید.

* حالات خاص دیگر در یک لایه‌ی تابع:

مثال ۸:

حل شدن یک قطعه‌ی کریستالی:

تانک بزرگ: مزه ② با گذشت زمان به هم می‌خورد حتی اگر قطعه‌ی کریستال با گذشت زمان کاملاً حل شود، حالت آن به حدی است که خوص آب خالص به هم می‌خورد. ← نظرش: با گذشت زمان مزه ② تغییر می‌کرده $x_{A2} \neq 0$ می‌بود.

؟

اگر تانک بزرگ نبود، چه؟

شکل واقعی این مسئله در صورت می‌باشد.

صورت: ظرف حاوی به همراه، گازی به صورت حباب‌های گازی وارد می‌شود ←

فرض اول آن فرض می‌کنیم قطعات کریستال مثل حباب گازی است.

توضیح حل.

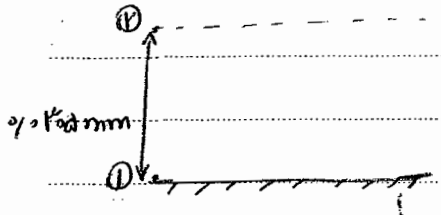
$\underset{A}{CuSO_4} \cdot 5 \underset{B}{H_2O}$

PqPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

با حل شدن کریستال bulk وجود شروع می‌شود. (مقدارهای که حل نشده، bulk وجود داریم).



(شکل الف ـ ۸)

الف) $N_A = ?$ با توجه به شکل صورت سؤال: bulk وجود دارد؟ یعنی: ؟؟؟

با توجه به فرمول کریستال $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ کریستال با هم حل می‌شود.

$$N_A = \frac{1}{5} N_B$$

N_A: مجموع مول‌های جزء A در bulk وجود دارد

N_B: مجموع مول‌های جزء B در bulk وجود دارد

$$(*)\ N_A = \frac{N_A}{N_A+N_B} \cdot \frac{D_{AB}}{Z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \ln \frac{\frac{N_A}{N_A+N_B} - x_{A2}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - x_{A1}}$$

$\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$

$D_{CuSO_4-H_2O}$ = ...

ضریب انتشار جرم در محلول (آب) $CuSO_4$ (solute) در حلال

با توسط مرز ① و ② $C = \frac{1}{2}(0/0249 + 0)$

در آب خالص

در مرز ①: $x_{A1} = x_A^* =$ مقدار حلالیت $CuSO_4$ در مرز ① در حد اشباع $= 0/0249$

حلالیت $\leftarrow$ درجه‌های دارد حل می‌شود / درجه‌های دارد حل می‌شود

$\simeq 2\%$ از روی handbook در دمای سیال بدست می‌آید. $20^\circ C$

(*) آیا به تقریب رابطه‌ی نوشته شده درست است؟ می‌تواند باشد. چون با توجه به x_{A1} خیلی رقیق است. مرز ② هم که خیلی رقیق است. (ما کمتر از 2% را بسیار رقیق می‌دانیم)

در مرز ②: $x_{A2} = 0$

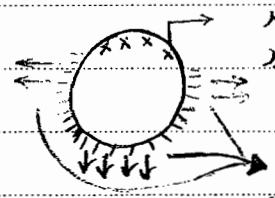
Subject:
Year. Month. Date. ( )

آیا علاوه بر مورد توضیح داده شده در مورد محلول‌های رقیق، رابطه‌ی (*) صحیح (در مورد این مسئله صحیح) است؟ یا واقعاً این رابطه صحیح است؟

این رابطه برای شکل کشیده شده و توضیح داده شده درست نیست. البته رابطه‌ی (*) در مورد مایعات در سیستم‌های رقیق می‌تواند صحیح باشد ولی در مورد شکل کشیده شده صحیح نیست. چرا؟

مثلاً فرض کنیم قطره‌ای کریستالی در تانک بزرگ آب قرار دارد. با حل شدن، دانسیته‌ی مایع حسبیده به کریستال با دانسیته‌ی مایع بالایی برابر خواهد بود. در این حالت اختلاف دانسیته داریم $\Delta\rho$ (bulk)

چون سنگین است حرکتی توده‌ای نداریم. (با اینکه اختلاف دانسیته داریم ولی حرکت توده‌ای نداریم.) اما رابطه‌ی (*) برای bulk وجود است. بهتر بود می‌نوشتیم $J = N$.



پس حالا چرا ما از (*) استفاده کردیم؟ صرف نظر از آن که آیا bulk دارد یا نه و حرکت پیستونی دارد یا نه، از (*) استفاده می‌کنیم مگر آن که یک کار تجربی انجام دهیم.

به علت اختلاف مرکز حرکت پیستونی ایجاد می‌کند و حرکت پیستونی bulk دارد.

(شکل ب-۸)

برای حل شکل (ب - ۸) مسأله را سیستمیک کرده و جداجدا حل می‌کنیم و برای مقسمت جامد از رابطه‌ی $N_{A2} = J_{A2}$ استفاده می‌کنیم.

$$\left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} = \left[\left(\frac{\rho}{M}\right)_1 + \left(\frac{\rho}{M}\right)_2\right] / 2$$

(قسمت ب) مقسمت کریستال ۱۳۵۰ : دقت کن که ρ_1 و ρ_2 را درست جایگزین کنی.

مرور ۵: اگر: دانسیته‌ی مایع حسبیده به جامد ← دانسیته‌ی محلول اشباع (۱۱۹۳)

PdPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر کریستال مکعب مستطیل باشد و انتقال جرم فقط از یک سطح صورت گیرد، مرز رشد بیان را دور می سنجیم که چرخش در حال تغییر است. کل کریستال هم A و هم B را در نظر بگیر!!!

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{dt}$$

$\dot{m}_2$ را همیشه از رابطه $-N_A M_A S$ می گیرند، اگر مثال نقطه ای بود چون خالص است درست بود، اما حالا کریستال داری و باید هم A و هم B را در نظر بگیری:

$$\dot{m}_2 = N_A S_A M_A + N_B S_B M_B$$

جهت نفوذی bulk: (البته می دانی در واقعیت bulk نداری)

نفوذ bulk برای A هم سو و برای B غیرهم سو می باشد.

آیا همواره نفوذ bulk هم سو هستند؟ خیر. برای A با هم جمع و برای B از هم کم می شود.

$$\{ J_A + J_B = 0 \}$$

این اعداد و ارقام را برای قبل ۵ بدست بیاور.

(اعداد صفحه ۹۵ هم است.)

بررسی انتقال جرم خارج کره:

چرا بررسی انتقال جرم در کره مهم است؟

بسیاری از واحدهای عملیاتی که با آن سروکار داریم یک حباب کروی یا یک قطره ی کروی است.

انتقال جرم هم داخل و هم خارج کره وجود دارد.

در داخل کره همواره شرایط غیر یک نواخت است ولی در خارج کره می تواند یک نواخت هم باشد

با تغییر جهت انتقال جرم، روابط هیچ تغیری نمی کند. (چه بیرون به درون، چه برعکس)

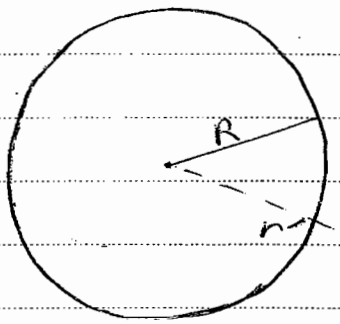
PdPCO

Subject :

Year. Month. Date. ( )

آیا واقعاً با تغییر جهت مقدار انتقال جرم تغییری نمی‌کند؟
تغییر می‌کند. چون کشش بین سطحی در بالای کره و چرخش کره تغییر می‌کند.

انتقال جرم در کره را مجموع تودهٔ bulk در نظر می‌گیریم:
فرض کنیم کره‌ای به شعاع R داریم. که انتقال جرم به نقطه‌ای به فاصلهٔ r از مرکز کره صورت می‌گیرد.



$$N_{Ar} = J_{Ar} + x_A (N_{Ar} + N_{Br})$$

فرض: $N_{Br} = 0$

$$N_{Ar} = -D_{AB} \frac{dC_A}{dz} + x_A N_{Ar}$$

$$N_A (1 - x_A) = -D_{AB} \frac{dC_A}{dr} = -D_{AB} C \frac{dx_A}{dr}$$

در خارج کره طبق این تغییری نمی‌کند لذا $\dot{m}_{Ar}$ ثابت است:

$$\dot{m}_{Ar} = (N_{Ar} \cdot S_r \cdot M_A)\Big|_{r \geq R} = cte$$

N_{Ar} مقدار

$$S_r = 4\pi r^2 \Big|_{R \leq r \leq r'}$$

S_1 مقدار

C_A برابر مقداری مشخص است: $z = 0 : C_A = C_A$

$$\int_{r=R}^{r=r'} = \int_{C_A = C_{AS} = C_A^*}^{C_A}$$

غلظت درست در فاز گازی درست در محل تماس برابر است با غلظت در حداشباع

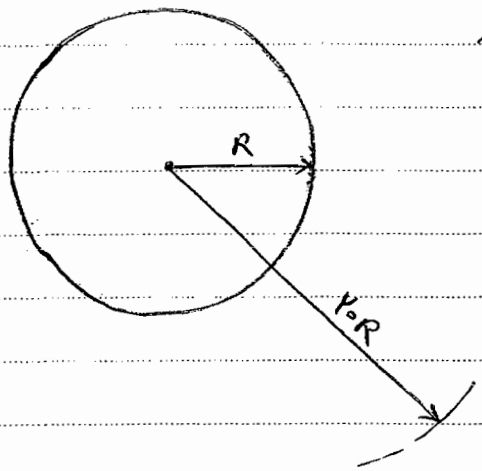
$$\dot{m}_{Ar} = \frac{D_{AB} C}{r' - R} \ln \frac{C - C_A}{C - C_{AS}} \cdot 4\pi r' R \cdot M_A$$

C_{AS}: غلظت A روی سطح
C_A^*: غلظت A در حداشباع

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مثال ۱۰:



عدد شروود $Sh = \frac{F \cdot d}{c \cdot D}$

$F = k_c \cdot C_{B,M}$

ضریب انتقال جرم

$Sh = ?$, $N_{Br} = 0$

$$\dot{m}_{Ar} = \frac{D_{AB} \cdot C}{r - R} \ln \frac{C - C_{Ar}}{C - C_{A1}} \cdot F\pi \cdot R^{2} \cdot M_A$$

$\dot{m}_{Ar}$: دبی انتقال جرم از کره‌ای به شعاع R ـ سطحی به شعاع ۲۰R از مرکز کره (تقارن حرکت شعاعی دارد)

$$\dot{m}_{Ar} = \left(N_{Ar} \cdot S_r \cdot M_A\right)\Big|_{R \le r \le 20R}$$

S_r: برابر است با S روی سطح کره، چون کره با سطح مشخص همسته در دورترین است و این سطح مشخص سطح خارجی کره است.

$$N_{Ar}\Big|_{r=R} = k_c (C_{A1} - C_{A2})$$

C_{A1}: نیروی محرکه‌ای که از سطح کره شروع می‌شود (نیروی محرکه‌ای که در سطح کره در دورترین است)

C_{A2}: دورترین نقطه از سطح کره

اگر در $F\pi R^2$ نیروی محرکه‌ی موجود ضرب شود، حاصل آن $\dot{m}$ می‌شود.

k_c: به صورت ضریبی از نیروی محرکه تعریف می‌شود؛ چرا؟

- اگر نیروی محرکه در سطح دورترین (C_{A1}) در k_c ضرب شود، آنگاه مقدار $(\dot{m}_{Ar})$ مورد نظر را به ما می‌دهد.

در سطح دورترین (S_r)

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$C_{B2} - C_{B1}$

$$\Rightarrow \dot{m}_{Ar} = F \pi R^2 . k_c (C_{A1} - C_{Ar})$$

$$= \frac{D_{AB} \cdot C}{r - R} \ln \frac{C - C_{Ar}}{C - C_{A1}} . F \pi R r_r . M_A$$

C_{B1}

$$= \frac{D_{AB} \cdot C}{r - R} \ln \frac{C_{B2}}{C_{B1}} . r. = R . k_c (C_{B2} - C_{B1})$$

$$\frac{D \cdot C}{r - R} . r = \frac{d}{2} F$$

با مرتب کردن داریم:

برای کره‌ای به شعاع R و به ناصلی r از مرکز کره:

$$Sh = \frac{Fd}{CD} = \frac{2r}{r - R}$$

$\Longleftrightarrow$

* مقدار عددی عدد شروود در خارج کره به این سبکی دارد که انتقال جرم به کجا صورت می‌گیرد.

جدول ص ۱۰۲ را نگاه کن !!! :

اگر انتقال جرم از کره‌ای به شعاع R به نقطه‌ای به ناصلی ∞ دور از کره صورت گیرد، عدد شروود به سمت (۲) میل می‌کند.

۱۰. حباب کروی درداخل سبوی به قطر ۱۰ cm رو به بالا درحرکت است. در نقطه‌ای حباب کروی را فرض کرده و انتقال جرم از عطوه کروی به محیط اطراف بررسی می‌شود. مقدار عددی عدد شروود در نقطه‌ای چسبیده به سبوی چقدر است؟ (قطر کره 5mm است.)

حل. انتقال جرم از کره‌ای به شعاع R به نقطه‌ای به ناصلی $2R$ است. $Sh = 2 + 0.1$

اگر سبوی کنیم همراه آن یک حباب دیگر هم بیاید، مگر از ۲٫۰۱ می‌شود؟؟

چون نزدیک سطحی که داخل سبو است سرعت نزدیک صفر می‌شود.

انتقال جرم خارج استوانه در ص ۱۰۵ و جدول ص ۱۰۷ را بزن

بارون:

$-(C_{A1} - C_{A2})$

$10 - 1 = 9$ میل از حباب دوم

$10 - 2 = 8$ نصف از حباب اول

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه ی ۱۷/۸/۵

ادامه فصل ۳

انتقال جرم در سیال ساکن و در تماس یک از جریان آرام

انتقال جرم خارج کره در S.S

نتیجه سه پدیده جرم، حرارت، مومنتم

* مقایسه مراتب انتقال جرم

متفرقه

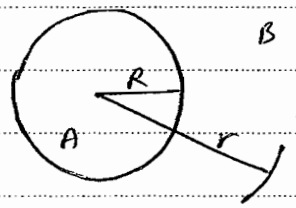
انتقال جرم در یک لایه گاز، تقریب F تقریب K

بررسی انتقال جرم در لایه گاز ساکن، رابطه K و F

انتقال جرم در خارج کره:

اگر شط انتقال جرم از کره به محیل اطراف صورت گیرد

لایه ی انتقال جرم شامل A و B است.



if $N_B = 0$

(اگر بستر کره کاتالیستی باشد B تولید شود و برود داخل این صورت $N_B \neq 0$ است ولی مشکلی ایجاد نمی‌شود و مثال را دوباره حل می‌کنیم.)

$A \rightarrow B \Rightarrow N_A = -N_B$

$2A \rightarrow AB \Rightarrow N_A = -2N_B$

if $N_B = 0 \Rightarrow$

$$\dot{m}_{Ar} = N_{Ar} M_A S_{ave}$$

$$N_{Ar} = \frac{D_{AB} P_t}{RT(r-R)} \ln \frac{c - c_{Ar}}{c - c_{A1}}$$

$$\Rightarrow \dot{m}_{Ar} = \frac{D_{AB} P_t}{RT(r-R)} \ln \frac{c - c_{Ar}}{c - c_{A1}} \cdot M_A \cdot 4\pi r R$$

گاهی تبرات قطره مقوه (کره) هم مطرح است:

در بسیاری از واحدهای عملیاتی فرض بر این است که خط حساب در طول ستون ثابت در نظر گرفته می‌شود.

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* فرض کنید ستونی به ارتفاع 5.1 متر داریم و جلوی دو پایش مسلسل بسته و به سمت بالا حرکت می‌کند. فرض بر این است که اصطکاک کروی (قطرات کروی) که در طول ستون به سمت بالا حرکت می‌کند، در صورتی که سیکستی وجود نداشته باشد، ثابت است. آیا این فرض صحیح است؟

انتقال جرم را برای قطره‌ی کروی در طول ستون را بدست می‌آوریم. استوکس که $(V_\infty = h)$ ارتفاع و سرعت

این است که سرعت زمان ثابت را بدست بیاوریم.

اگر قطر قطره در طول ستون کوچک می‌شود، با فرض عدم تغییر قطر قطره مقدار انتقال جرمی که باید بدست می‌آوریم بیشتر از مقدار واقعی است. اگر ارتفاع را در این حالت بدست آوریم، ارتفاع واقعی کمتر از ارتفاع بدست آمده است. پس باید ارتفاع را کمتر از مقدار محاسباتی در نظر بگیریم تا در safe side قرار بگیریم.

پس باید فرضیات ما به گونه‌ای باشد که در safe side قرار بگیریم.

* آیا ثابت فرض کردن قطر قطرات کروی در ستون به ارتفاع 5m در طول انتقال جرم باعث می‌شود که ما در safe side باشیم یا نه؟

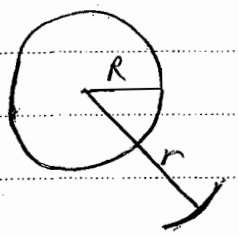
اگر ارتفاع ستون طراحی شده بیش از مقدار واقعی باشد یعنی در safe side هستیم و کمتر نشستیم

پس باید فرضیات به گونه‌ای باشد که ارتفاع ستون بیش از مقدار واقعی باشد.

حل انتقال جرم حباب را در طول ستون بدست می‌آوریم (مثلاً محاسبات نشان می‌دهد که قطر قطره در طول ستون به 10 کاهش می‌یابد. $(R' = 0.9R)$ پس میانگین قطر قطره را در بالای ستون $0.95R$ در نظر بگیریم. اگر این فرض را نکنیم، مقدار انتقال جرم کمتر می‌شود یا بیشتر؟ ارتفاع ستون بیشتر می‌شود یا کمتر؟

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )



بیلان جرم را دور قطره‌ی کروی می‌بندیم.

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_r = \frac{dm}{d\theta}$$

$$\dot{m}_r = \frac{D_{AB} P t}{RT(r-R)} \ln \frac{C-C_{A2}}{C-C_{A1}} \cdot M_A \cdot 4\pi r R \Big|_{r=R}$$

سوال ؟؟؟

* فرض می‌کنیم که r در طول ستون تغییر نمی‌کند. آیا این فرض شما را در safe side قرار می‌دهد؟

(در طول این ستون R تغییر می‌کند. (R بزرگ شود، بین انتقال جرم از بیرون به درون کره بیشتر)

جواب: خیر نمی‌شود.

$$m = \rho V \qquad V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

فرض این است که ρ ثابت است.

سوال ؟؟؟

* آیا تغییرات ρ در طول ستون شما را در safe side قرار می‌دهد؟ آیا تغییر جهت انتقال جرم در طول ستون شما را در safe side قرار می‌دهد؟

جواب: خیر نمی‌شود.

$$\Rightarrow \int_R^{R_0} dR = \int_0^{\theta} d\theta$$

فرضیات: ρ ثابت است. M ثابت است. تغییر جهت انتقال جرم نداریم.

با حل این معادلات به رابطه‌ی (۲۷-۳) در صفحه ۱۰۲ می‌رسیم. که می‌تواند برای تعیین ارتفاع ستون نیز به کار رود.

مثال ۱۱: ؟؟؟

آیا برای آب می‌توان قطره‌ای به قطر 10 mm داشت؟

از طریق کشش بین سطحی (نیروی پیوستگی) می‌توان به این موضوع پی برد.

مقدار رطوبت برای چه لازم است؟

برای C_{A2} لازم است.

برای (1) چه جوری بدست می‌آید؟ از دمای 80°F استفاده می‌کنیم.

اولین
دپارتمان تخصصی و جامع مهندسی شیمی
تخصصی ترین مرکز دوره های آمادگی
کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی
"به خانه مهندسی شیمی خوش آمدید"
«مؤسسه آموزش عالی آزاد نگاره»

آیا اگر T_1 و T_2 رابطه‌ی $T_1 < T_2$ را داشته باشیم، دقیقاً T_1 بدست می‌آید؟ خیر.
باید ابتدا دمای تر را بدست آورد و بعد در رابطه‌ی آنتوان قرار داد.

چه موقع سوال می‌شود تا کاملاً تبحر شود؟

انتقال جرم از قطره‌ای به قطر m از نقطه‌ای در فاصله‌ی ∞ دور.
قبلاً در جلسه‌ی قبل آخرین مثال گفتیم که در نقطه‌ای چسبیده به ستون، یعنی ∞ دور نیست

باید به اعداد و ارقام توجه کرد.

راه حل؟!

استوانه را خودت بخوان و جواب بده:

* اگر امکان داشته باشد که قطره‌ی کاتاستی را صورت کره یا استوانه مرز دهیم و این قطره در ستون قرار گیرد و واکنش هموژن $A \rightarrow 2B$ در موضع خاص ستون و روی بستر کاتالیستی اتفاق می‌افتد. برای جرم عبور از کاتالیست (باید) تعیین کنید که کدام قطره بحرانی است؟ (قطره‌ی استوانه‌ای را طوری انتخاب کنید که یک بار انتقال جرم از آن از سطح جانبی و بار دیگر از بالا و پایین ستون گیرد. (باهم جمع کن!))

N_A ⊗ M
YA

شبیه به سه پدیده‌ی جرم و حرارت و مومنتم.
این سه پدیده خیلی به هم نزدیک هستند.

مومنتم: $\tau_{zx} = -\mu \frac{du_x}{dz} = -\frac{\mu}{\rho} \frac{d(\rho u_x)}{dz} = -\nu \frac{d(\rho u_x)}{dz}$

حرارت: $q_z = -k \frac{dT}{dz} = \frac{-k}{\rho C_p} \frac{d(T \rho C_p)}{dz} = -\alpha \frac{d(T \rho C_p)}{dz}$

جرم: $J_{Az} = -D \frac{dC_A}{dz}$

* گرادیان پدیده × ثابت پدیده = فلاکس پدیده

PAPCO

Subject:
Year Month Date ( )

از ترکیب ثابت‌های بدیده گاهی اعداد بدون بعدی حاصل می‌شود.

پرانتل $Pr = \frac{C_p \cdot \mu}{k} = \frac{\mu/\rho}{\frac{k}{\rho C_p}} = \frac{\nu}{\alpha}$

اشمیت $Sc = \frac{\mu}{\rho D} = \frac{\nu}{D}$

ما باید محدوده‌ی Pr و Sc و Le را بدانیم:

Pr { گازها $0.15 < Pr < 0.9$
مایعات : $T = 20^\circ C$: for آب $Pr = 7.02$

Sc { گازها $0.17 - 0.83$
مایعات : $T = 25^\circ C$: for آب $Sc = 297$

لوئیس $Le = \frac{Sc}{Pr} = \frac{\alpha}{\nu}$

اگر مقدار عددی Pr یا محدوده‌ی آن را در یک واحد علیاتی به ما بدهند، می‌توانیم متوجه شویم که انتقال جرم در گاز است، مایع است یا دو فازی است.
مثلاً اگر $Sc = 0.78$ ⇐ حتماً در گاز است ← تک فازی است.
ولی اگر $0.16 < Pr < 1000$ ⇐ انتقال جرم دو فازی است.

هم‌چنین عدد Sc در یک واحد علیاتی ۳۰۰ است. اما در انتقال جرم دو فازی است ⇐ برای حل این مسئله فرض می‌کنیم که از انتقال جرم در گاز می‌توان صرف نظر کرد. (یعنی حلالیت در گاز خیلی زیاد بوده یا لایه‌ی انتقال جرم گاز بسیار نازک است.)

نکته) آیا نسبتی داده شده که برای جریان آرام داده شده، قابل تعمیم به متلاطم هم هست؟
نسبت: منظ:
$\nu \longrightarrow \varepsilon_M \nu$
$\alpha \longrightarrow \varepsilon_H \alpha$ $\quad D \longrightarrow \varepsilon_D D$

PaPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در جریان جابجایی اجباری : مثلاً $\tau_{zx} = -\varepsilon_M \frac{d(\rho v_x)}{dz}$

در P-119 سرهمبری روابط موجود است . مثال ۱۵ در همین و تا تست حل بندی طرح شود .
تمام سؤالات فصل ۳ را می‌توانیم جواب دهیم ولی برخی مسائل سخت است .
مسائلی ۳۵ و ۳۶ نیازی نیست .

فصل ۴ را نیز خواهد خواند .

فصل پنجم :

هدف از این بود که بایست آوردن N ، m ، J بتوانیم سؤالات را جواب دهیم مثلاً مقدار تغییر را بدست آوریم ...

اما هدف اصلی ما از انتقال جرم این است که بتوانیم مقدار کل انتقال جرم را در اثر تغییر و حرکت توده‌ای را بدست آوریم و در مسائل طراحی از آن استفاده کنیم .

برای دست یابی به فلاکس ها دو مشکل داشتیم ، D و Z .

باید مرز (۱) و (۲) را مشخص کنیم . مثلاً طوری طرح است که استفاده از روابط جست یا ترجیحاً را در Safe side قرار می‌دهد یا نه ؟!

مشکل D به هر حال به گونه‌ای حل می‌شود . ولی اگر بخش بزرگ جواب بدهیم ، ۲ برابر خطا ایجاد می‌شود .

برای حل مشکل Z از ضریب انتقال جرم F استفاده می‌کنیم .

هدف حل مشکل D و Z و $F = \frac{D \cdot C}{Z}$

برای بدست آوردن F چند راه وجود دارد :

۱) تئوری ها : اما هیچ وقت پاسخگو نیست . هم چنان تئوری ها ادامه دارد ولی باز هم پاسخگو نیست .

۲) تجربی : که خوب است .

$$F = \frac{D \cdot C}{Z} \quad [=] \quad \frac{kmol}{m^2 \cdot s}$$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

تعریف نیروی F (ضریب انتقال جرم): (در تک فازی و دو فازی)

در یک واحد عملیاتی و در هر موضع حاصل از آن واحد عملیاتی اگر اختلاف غلظت وجود داشته باشد انتقال جرم صورت می‌گیرد و ضریب انتقال جرم هیچ نسبتی ندارد. ولی اگر F ↑ ⇐ مدت زمان انتقال جرم کم می‌شود (سریع‌تر به نقطه‌ی تعادلی می‌رسیم) ⇐ ارتفاع ستون کم می‌شود.

F جایگاهش وقتی است که بایدِ عامل در فاز صورت بگیرد و انتقال جرم صورت بگیرد.

عوامل انتقال جرم مستقل از F است.

اگر به سمت تعادل برویم، چه اتفاقی می‌افتد؟ z کم می‌شود، F زیاد می‌شود و ارتفاع ستون کم می‌شود.

ضریب انتقال جرم (F) سرعتی است که جرم را از نقطه‌ی ① به ② منتقل می‌کند ولی F خیلی خوب این موضوع را نشان نمی‌دهد. بنابراین به سراغ K می‌رویم. K را ثابت انتقال جرم می‌نامیم.

$N = K$ (نیروی محرکه)

K واحدهای متفاوتی دارد و به نیروی محرکه بستگی دارد. (انتقال جرم‌های مختلف، نیروهای محرکه‌ی مختلفی دارند.)

$$N_A = \frac{N_A + N_B}{N_A + N_B} \ln \frac{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A2}}{C}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A1}}{C}}$$

F تعریف جامع‌تری است.

در مورد F:
- گازها F_G
- مایعات F_L

در مورد K:

گازها:
- if نیروی محرکه $= (C_{A1} - C_{A2}) \rightarrow K_C$ [=] $\frac{m}{s} = \frac{\frac{kmol}{m^2 \cdot s}}{\frac{kmol}{m^3}}$
- if نیروی محرکه $= (P_{A1} - P_{A2}) \rightarrow K_G$ [=] $\frac{kmol}{m^2 \cdot s \cdot (\frac{N}{m^2})}$
- if نیروی محرکه $= (y_{A1} - y_{A2}) \rightarrow K_y$ [=] $\frac{kmol}{m^2 \cdot s}$ ← مثل N

مایعات:
- $(C_{A1} - C_{A2}) \rightarrow K_L$
- $(x_{A1} - x_{A2}) \rightarrow K_x$

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مثلاً اگر بگویند ثابت انتقال جرم $1/2 \frac{mm}{s}$ است، یعنی k_c را به ما داده‌اند. (نیروی محرکه مقدار)

پس هسته وقتی k را به تو دادند، به واحدش دقت کن.

پس یکی از تفاوت‌های جرم و حرارت این است که k_c می‌تواند انواع و واحدهای متفاوتی داشته باشد.

F ← F_G گاز ← درجه‌ی آزادی: F_{OG}

F ← F_L مایع ← درجه‌ی آزادی: F_{OL}

k ← گاز: k_c, k_y, k_G (k کوچک درجه‌ی آزادی) ← درجه‌ی آزادی: K_c, K_y, K_G

if $N_A = -N_B$: k'_c, k'_y, k'_G

k ← مایع: k_L, k_x

if $N_A = -N_B$: k'_L, k'_x

مثلاً به ما بگویند $k'_G = 3/2$ یعنی $N_A = -N_B$ است. لایه‌ی انتقال جرم یک نازی و گاز است و نیروی محرکه‌ی آن ΔP است.

Subject:
Year Month Date ( )

جلسه ۸۷/۸/۷

معادلات سرعت (Rate equation) : $N = K(\text{نیروی محرکه})$

رابطه‌ی کلی انتقال جرم : $N = \ldots F \ldots$

بر مبنای F

هدف ما دست یابی به فلاکس است.

$$F = \frac{D \cdot C}{Z} \longrightarrow F_G = \frac{D_{AB} \cdot P_t}{RTZ} \longrightarrow \text{ضخامت لایه انتقال جرم}$$

$$F_L = \frac{D_{AB}}{Z}\left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave}$$

برای گازها می‌توان بادقت قابل قبولی D_{AB} را تعیین کرد. اما در مورد مایعات روابط قابل قبولی وجود ندارد.
اما در کل D ضعیفی برای ما مشکل ساز نیست.
برای حل مشکل D و Z از ضرایب انتقال جرم استفاده کردیم.

رابطه‌ی بین F و K :

رابطه‌ای ساده بین F و K وجود دارد. بسیاری از روابط جزی از F استفاده می‌کند و F در عدد شروود (Sh) استفاده می‌شود که نقش ضریب انتقال جرم را دارد. اگر به جای F در عدد Sh هر K ای را قرار دهیم به جواب نمی‌رسیم چون Sh عددی صحیح بدون ابعاد است.

$$Sh = \frac{F \cdot l}{C \cdot D} \quad [=] \quad \frac{m \cdot F}{\frac{kmol}{m^3} \cdot \frac{m^2}{s}} \Rightarrow F\,[=]\,\frac{kmol}{m^2 \cdot s}$$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

البته F هم بعد K_y است ولی: ضریب انتقال جرم در

* قالب صحیح ضریب انتقال جرم F است و قالب صحیح ۲ عدد Sh ، F است.

(البته درصورت عدم حرکت توده‌ای: $Sh = \frac{Kd}{D}$ که K حتماً K_c می‌باشد.)

K'_G: یعنی $N_A = -N_B$ ـ گاز ـ نیروی محرکه Δp است.

K در یک بعدی انتقال جرم که انتقال جرم مساوی و غیر هم سو است، $1/2\ m/s$ است. یعنی

$K'_c = 1/2\ m/s$ است. $N_A = -N_B$ $N_B = 0$

K_c, K_G, K_y / K'_c, K'_G, K'_y

K ← فاز

گر رابطه‌ای بین F و K را بدانیم هر است تا نحوه‌ی حل مسائل را بدانیم.
گاهی می‌توانیم مستقیماً از F مسأله را حل کنیم و گاهی برعکس.

مثال: رابطه‌ای بین F_L و K_x؟
مثال ۱ و ۲ فصل ۵ در قالب یک تست است.
جدول انتهای صفحه‌ی ۱۸۲ ← با حفظ کردن به صورت بلد باشی که سریع برسی بیاوری.

حل:

از K_x: مایع ـ $N_B = 0$ ـ نیروی محرکه $(x_{A1} - x_{A2})$ بوده است.

$$N_A = K_x (x_{A1} - x_{A2})$$

$$N_A = 1 \times F_L \times \ln \frac{1 - x_{A2}}{1 - x_{A1}} = F_L \ln \frac{1 - x_{A2}}{1 - x_{A1}}$$

} ⇒ مساوی

$$F_L = K_x x_{BM}$$

PaPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

روابط ۵-۱۸ برای $N_B = 0$ و $N_A = -N_B$ ۵-۱۹

* گفته می‌شود F را وقتی انتقال جرم زیاد است و K را وقتی انتقال جرم کم است، استفاده می‌کنند. آیا این مطلب صحیح است؟

خیر. F یک ترکیب خوبی برای انتقال جرم است که ربطی به میزان حرکه بالا دارد و برای هر دو شکل‌ها استفاده می‌شود. اما K برای نیروی محرکه‌ی خاص است.

حال چطور شده که این مشکل پیش آمده است؟

به شروع روابط ۵-۱۸ و ۵-۱۹ نگاه کنید:

$F_G = K'_y$ ($N_A = -N_B$ ← bulk داریم) = اگر نبودن bulk را مترادف انتقال جرم کم در نظر بگیریم، در این صورت در شرایطی خاصی که به علت نبودن bulk میزان انتقال جرم کم است، F در شرایط خاصی مساوی K' خواهد گرفت. (یعنی F به نوع خاصی از K در شرایط بالا تبدیل می‌شود)

در رابطه‌ی ۵-۱۹ اگر انتقال جرم در آب نبود و bulk در یک طرف ضایع صورت گیرد و انتقال جرم هم در آب نبود و هم در آب bulk است، اگر سیستم در حد رقت باشد ($x_{B1} \to 1$) یعنی $F_L \to K_x$ (به رابطه نگاه کنید). یعنی گاهی ممکن است F به یکی از ضرایب K میل کند.

F_L به سمت K_x میل می‌کند.

آیا سیستم در حد رقت وجود دارد؟

بله. خیلی از سیستم‌ها در حد رقت است.

در رابطه‌ی ۵-۱۸ هم نظیر اتفاق بالا می‌افتد و در حد رقت $F_G \to K_y \leftarrow (y_{B1} \to 1)$

هدف ما از این مبحث حل مسائل دوتایی است.

مثال ۲:

به دیاگرام K نگاه کنید ← می‌فهمیم که دیاگرام Δp است:

① $N_A = K \Delta p$

$A \to 2B \Rightarrow N_B = -2N_A \Rightarrow \frac{N_A}{N_A + N_B} = \frac{N_A}{-N_A} = -1$

② $N_A = -1 \left(\frac{D_{AB} P_t}{RT}\right)_{F_G} \ln \frac{-P_t - P_{A2}}{-P_t - P_{A1}}$ P4PCO

تساوی ① و ② .

Subject:
Year. Month. Date.

انتقال جرم دوفازی :

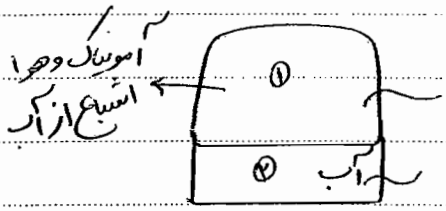
بسیاری از سیستم ها دوفازی می باشند (البته گاهی سیستم دوفازی است ولی انتقال جرم تک فازی است.)

نحوه ی حل مسائل دوفازی :

مقدمه همان نحوه ی دست یابی به منحنی های تعادلی در سیستم دوفازی است.

به مقدمه ی p.189 توجه کن :

غلظت آمونیاک را در ① و ② بدست می آوریم (x_{A2} y_{A1})

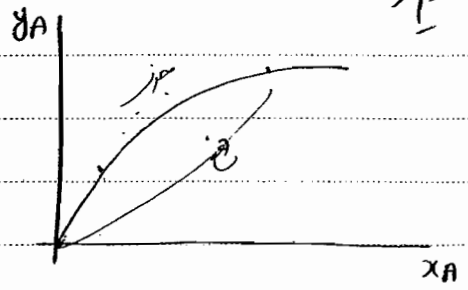


در نقطه تعادلی

دوباره با ترازن آمونیاک تعادل را بدست می آوریم و دوباره

در نقطه ی تعادلی غلظت آمونیاک در ① و ② را بدست می آوریم و

منحنی تعادلی را رسم می کنیم.



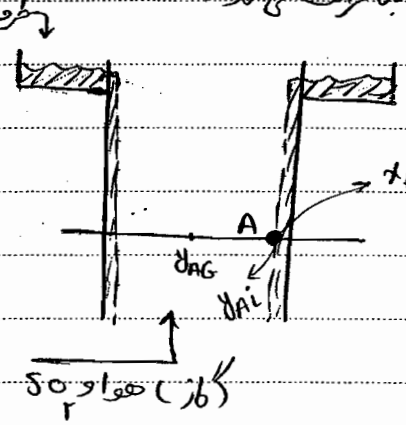
منحنی های تعادلی به عنوان اطلاعات به ما داده می شود.

گاهی ممکن است منحنی تعادلی از صفر شروع نشود.

تئوری دوفیلم یا دو مقاومتی :

ستون دیواره مرطوب به این گونه است که :

ستونی در نظر بگیرید که مازاد مایع درون ظرفی که در بالا دو ستون است ریخته می شود و لایه ی نازکی از مایع به سمت پایین حرکت می کند و مازاد گاز به سمت بالا حرکت می کند.



(شکل الف)

برای تعادل کلیه موضع را در نظر می گیریم و

بدین صورت می دهیم.

در واقعیت انتقال جرم آب را هم داریم. اگر به مقدار کافی SO_2 در فصل مشترک باشد به سمت فاز گاز حرکت می کند. برای همین SO_2 آب را از (SO_2 آب) اشباع می کنیم. (تا هیچ آبی توسط SO_2 و هوا جذب نشود)

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

درست است انتقال جرم دوتایی است، اما فاز گاز شامل اجزای هوا، آب و SO_2 است (فاز گاز سه جزئی است) و فاز مایع شامل آب و SO_2 است (فاز مایع دو جزئی است.)

~~در این مسئله~~ (در این کلاس شرط می‌کنیم که مسائل باید دقیق حل شوند. یعنی حتی در این حالت با دو جزئی فرض کردن گاز، حل مسأله بدون خطا بود، باز هم باید سه جزئی حل کنیم.)

SO_2 : A هوا : B آب : C

$D_{Am} = ?$ ⇒ $D_{AB}, D_{AC} = ?$ ؛ اگر D_{AC} را در اختیار به ما بدهد،

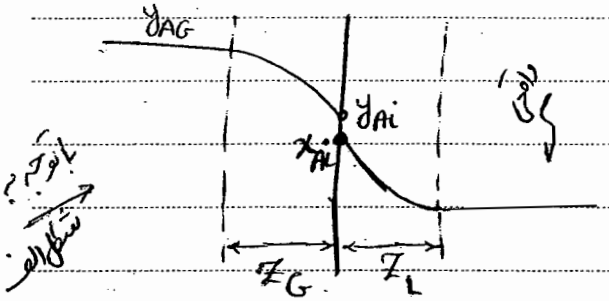
منظور این است که دو جزئی حل کن، در غیر این صورت حتماً باید سه جزئی حل کنی.)

فاز مایع چسبیده به مایع

ما فاز گاز A در شکل الف را کاملاً بلدی است به صورت دوبلدی نشان می‌دهیم:

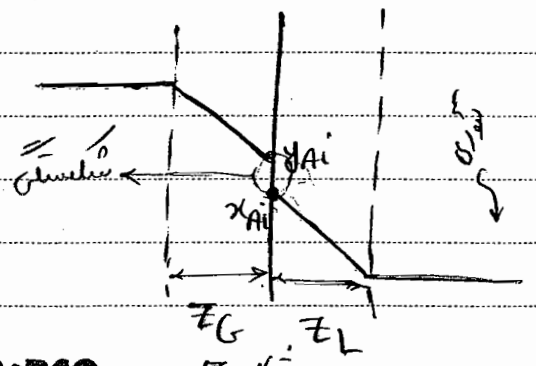
y_{AG} : غلظت جزء A در توده‌ی گاز

x_{Ai} : — غلظت جزء A در سطح مشترک دو فاز



شکل ب

* تئوری فیلمی به من اجازه می‌دهد که فرض کنم در دو طرف سطح مشترک لایه‌های نازک انتقال جرم وجود دارد و انتقال جرم در این لایه‌ها صورت می‌گیرد.



شکل ج

شکل تئوری دوفیلمی:

شکل ب (حالت واقعی)

شکل ج (حالت تئوری دوفیلمی)

P4PCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

علت شکستگی در شکل ب و ج چیست؟

این شکستگی مربوط به مقاومت حصل مشترک است. ① ② ③ ④ غلظت‌ها در فصل مشترک و در نقطه‌ی تعادلی دقیقاً با هم مساوی نیستند.

یعنی در نقطه‌ی تعادلی غلظت‌ها دقیقاً با هم برابر نیستند؟! چرا؟! (اختلاف پتانسیل)

اما حصل تماس یک نقطه‌ی تعادلی است. (ما برای حل ساده‌ی مسائل این موضوع را فرض می‌کنیم.)

قطر ستون = 3cm . 1mm = میلی‌مایع . آیا امکان دارد میلی‌مایع به مراتب بزرگ‌تر از این مقدار باشد؟

صرف نظر از این که تنوع سریع یا کند باشد، می‌توانیم کاری کنیم که جریان درون مایع، جریان آرام نباشد و سنیا متلاطم باشد.

اگر به هر دلیلی این ضخامت در حد و اندازه‌ای باشد که بتواند تلاطم ایجاد کند، ضخامت کم می‌شود و برعکس.

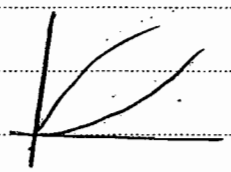
پس ضخامت لایه‌ی انتقال در لایه‌ی گاز یا مایع ۷ به نوع جریان سیال (آرام یا متلاطم بودن)، و همچنین خصوصیات فیزیکی (D و ...) بستگی دارد.

جواره به این سه موضوع فکر کن.

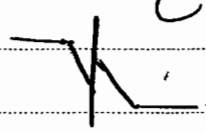
1) physical property (D, μ, ρ, ...)
2) operating condition = شرایط عمل (T, P)
3) geometric system

$$N = k_y (y_{AG} - y_{Ai})$$
$$= k_x (x_{Ai} - x_{AL})$$

در هر صورتی این روابط صحیح است.



شیب‌های تعادلی



Subject:
Year . Month . Date . ( )

امتحانی

به سؤال 8 در p.122 مراجعه کنید.

A: مایع تشونده C: حل شده B: حلال (سیستم تابع - تابع)

B و C غیر قابل امتزاج هستند حلال فقط تابلیت جذب A را دارد.

آ) صحبت های صفحه ی قبل در این سؤال درست است یا نه. درست است.

غلظت جزء A هرگز برابر نمی شود (حتی اگر به تعادل برسند) بین فازها

یعنی هیچ کدام منحنی تعادلی را قطع نمی کند.

خط $x=y$ هم مثل منحنی تعادلی را قطع نمی کند.

علاوه بر این غلظت ها با هم برابر نمی شوند، پتانسیل ها با هم برابر می شوند.

p-191 و p-190 ←

نحوه ی حل دو قسمتی ها:

$$N = k_y (y_{AG} - y_{Ai})$$
$$= k_x (x_{Ai} - x_{AL})$$

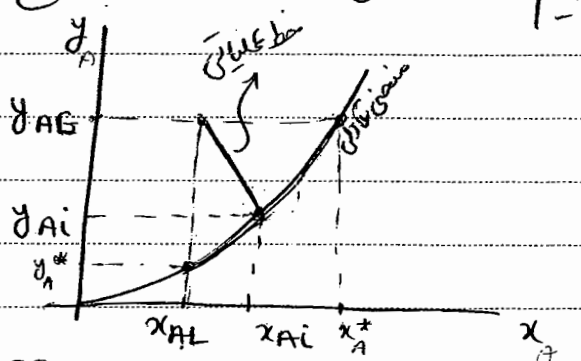
$$\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}$$: خط عملیاتی سیستم شیمیایی در موضع حاضر

ما فهیم که در عمل طول ستون این رابطه صادق است ولی با بررسی خط عملیاتی موضع حاضر را داشته باشیم. یعنی در مواضع مختلف y_{AG}، x_{AL} و y_{Ai}، x_{Ai} قطعاً تغییر می کنند و k_x، k_y هم می توانند تغییر کنند.

① منحنی تعادلی را رسم می کنیم.

② خوره ی عملیاتی را مشخص می کنیم. (خود اطلاعات)

③ خط عملیاتی را در موضع حاضر رسم می کنیم تا منحنی تعادلی را در نقطه ای حاصل قطع کند.

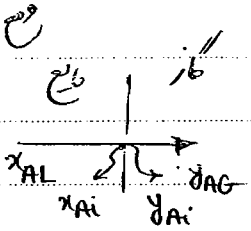


PAPCO

Subject:
Year. Month. Date.

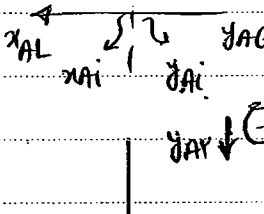
آیا شکل رسم شده برای واحد عملیاتی دمع می‌تواند درست باشد؟

دمع: عامل گاز-مایع است که انتقال از مایع به گاز صورت می‌گیرد.

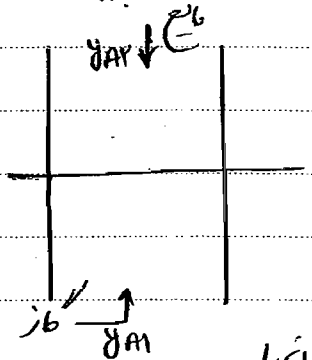


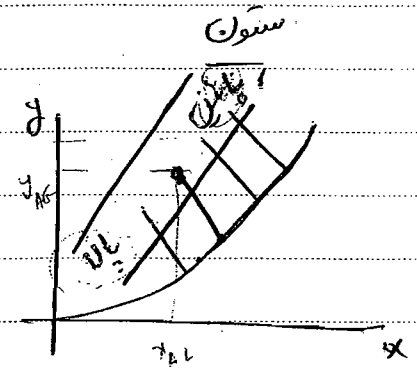
یعنی باید $y_{AG} < y_{Ai}$ باشد. ولی در شکل صفحه‌ی قبل این طور نیست.

این شکل رسم شده می‌تواند برای جذب صحیح باشد:



سوال: ستون جذب طرح.





ستون را در منحنی x-y مشخص کنید و بالا و پائین ستون را مشخص کنید و بگویید از بالا یا پائین ممکن است به تعادل برسد.

پائین ستون (y_{AL} هم) ↓ x_L ↑ مایع هم
بالای ستون (y_{AG} هم) ↑ x_G ↓ گاز هم

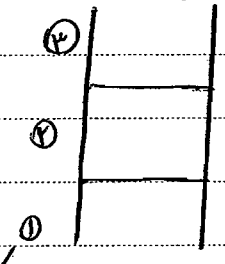
$y_{A1} > y_{AT} \Rightarrow$ بالای ستون در شکل مشخص می‌شود

خط عملیاتی

آیا خط‌هایی که به سمت تعادل می‌روند می‌تواند خوازی باشد؟

می‌تواند باشد اگر در این انتقال جرم موضعی در تمامی مواضع یکی باشد. K_x و K_y می‌تواند نباشد.

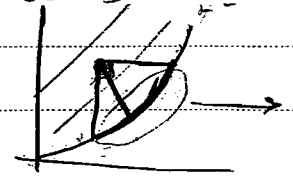
اما حرکت باشد دامنه‌ی عملیاتی آن $\ominus$ است یعنی شیب منفی است.



شیب (x_1, y_1) از (x_2, y_2) $= \frac{K_x}{K_y}$ = میت تعادلی بود.

می‌توان هر ستون را به سه قسمت تقسیم کرد و هر قسمت x و y متوسط به تعادل رود.

موضع عملیاتی منظور موضعی است که می‌توان خط عملیاتی را با تغییر شرایط عملیاتی جابه‌جا کرد.



منظور این موضع مورد نظر است.

شکل ۵

PAPCO

Subject:

Year . Month . Date . ( )

در منحنی (هایی) که موضع تعادلی مشخص شده است، $y_{Ai} = f(x_{Ai})$

نقطه در موضع تعادلی: $y_{Ai} = f(x_{Ai})$

روش محاسباتی:

$$\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y} \Rightarrow x_{Ai}, y_{Ai} = ? \Rightarrow \begin{cases} N = k_y (y_{AG} - y_{Ai}) \\ = k_x (x_{AL} - x_{Ai}) \end{cases}$$

(یعنی برای رسم منحنی تعادلی نقطه بازه موضع تعادلی را رسم کنی.)

منحنی تعادلی

می‌توان از روش محاسباتی یا ترسیمی استفاده کرد. ولی علت در فصل مشترک رابطه بیاوریم و بعد بقیه رابطه بیاوریم $N = k_x (x_{Ai} - x_{AL}) = k_y (y_{AG} - y_{Ai})$

آیا اگر این علت‌ها که بصورت محاسباتی بدست آورده، اسکلتش نبود بصورت ترسیمی بدست بیاوریم؟

ضخامت لایه‌ی ابتدایی جرم $0.03mm$ است. که شما در این جا $1mm$ است و چون هیچ وسیله‌ای موجود نیست که بتوانیم از لایه‌ی $1mm$ برداشت کنیم که بگوییم از اول تا آخر $0.03mm$ فاصله داشته باشد. البته شاید در حرارت باشد ولی در جرم نیست.

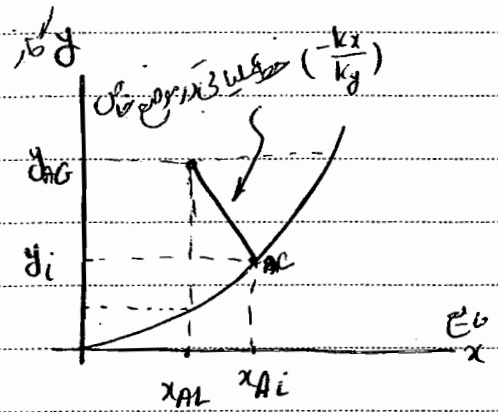
Subject:

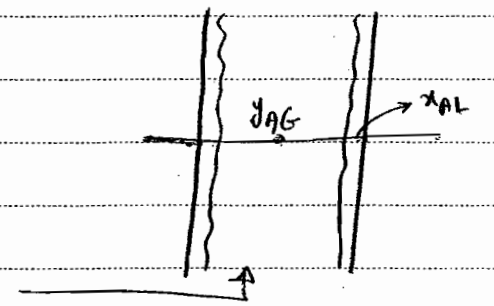
Year . Month . Date . ( )

PAPCO

Subject :
Year . Month . Date . ( )

جلسه ی ۱۲ مهر ۸۷





$$N = k_y (y_{AG} - y_{Ai}) = k_x (x_{Ai} - x_{AL}) \Rightarrow \frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}$$

حسب این ها را باید خط باشی.

اگر انتقال جرم از فاز به گاز باشد:

$$N = k_y (y_{Ai} - y_{AG}) = k_x (x_{AL} - x_{Ai})$$

سطحی تعادل مستقل از نوع واحد عملیاتی است و تابع شرایط عملیاتی است (T, P).

در تماس مایع - گاز . سیال - جامد . مایع - جامد .

محور x ها ↓ مایع — محور y ها ↓ گاز | محور x ها ↓ سیال — محور y ها ↓ جامد | محور x ها ↓ مایع — محور y ها ↓ جامد

مایع - مایع

(x ها) خوراک ↓ — حلال (y ها) ↓

اگر اجازه دهیم نقطه ی عملیاتی (x_{AL}, y_{AG}) به نقطه ی تعادلی (x_{Ai}, y_{Ai}) برسد (در نهایت به نقطه ی C می رسد) ولی عملا امکان پذیر نیست.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر ستون خیلی خیلی بلند باشد ممکن است انتهایش هیچ تعادلی را قطع کند.

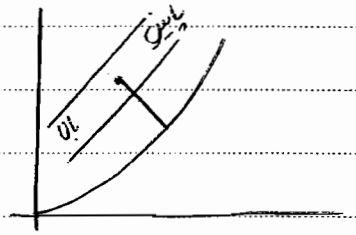
رساندن خوراک جریان خاص به مقدار

خطوط گازی حاوی جزء خاص در تماس با مایع قرار می‌گیرد. هدف: ~~انتقال جزء خاص از مایع به گاز~~ مشخص در بالای ستون.

~~در پایان ستون~~

(یا بالا fix و پایین تغییر می‌کند یا برعکس.)

در این جا بالای ستون fix است. اگر جهت انتقال جرم را تغییر دهیم، پایین fix می‌شود و با آن به تعادل می‌رسد.



K_y: در برگیرنده‌ی فاز گاز و فاز مایع است.

K_y به گونه‌ای تعریف می‌شود که اگر در حداکثر نیروی محرکه ممکن در فاز گاز ضرب شود، N_{max} را به ما بدهد.

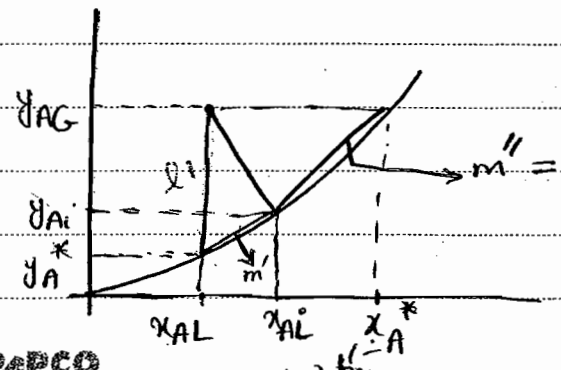
$$K_y (y_{AG} - y_A^*) = N$$

حداکثر نیروی محرکه ممکن در فاز گاز

چرا؟ با توجه به شکل

اگر شیب خط تعادلی (را با تغییر شرایط تعادلی) تغییر دهیم، K_y می‌تواند تغییر کند.

اگر حداکثر نیروی محرکه‌ی ممکن در فاز گاز را داشته باشیم (خط l_1) رابطه‌ی آن با نیروی محرکه‌ی فاز مایع از x_{AL} تا x_{AL} (صفر) خواهد شد.



$$m'' = \frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_A^* - x_{Ai}}$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

K_x : اگر در Max نیروی محرکه‌ی سمتی درفاز مایع $(x_A^* - x_{AL})$ ضرب شود، عدد N برحسب می‌آید.

$$N = K_x (x_A^* - x_{AL})$$

K_x : ضریب کلی انتقال جرم برمبنای فاز مایع

K_y : " " " " فاز گاز

چرا این مفاهیم تعریف شده است؟ y_{AL}^* حسب شده به مایع

حین اعلب y_{AG} را داریم ولی y_{Ai} را نداریم (غلظ در فصل مشترک در فاز گاز). لایه‌ی گازی باضخامت $0.3mm$ داریم. براساس تئوری دوفیلمی لایه‌ی نازک مایع و گاز اطراف فصل مشترک داریم. یعنی ما نمی‌توانیم نقطه‌ای حسب شده به مایع را در نظر بگیریم که y_{Ai} را بدست آوریم چون خیلی نازک و کوچک است.

همین طور است در مورد x_{AL} و x_{Ai} ← (غلظ در فصل مشترک حسب شده به گاز در فاز مایع)

y_A^* : غلظ در حال تعادل با x_{AL}.

یعنی به جای این که y_{Ai} را بدست آوریم، از داده‌های تعادلی y_A^* را می‌خوانیم و

$$N = k_y (y_{AG} - y_{Ai}) = K_y (y_{AG} - y_A^*)$$

پس برای بدست آوردن y_{Ai} کافیست رابطه‌ای بین K_y , k_y داشته باشیم:

$$\begin{cases} N = K_y (y_{AG} - y_A^*) \\ \quad = K_x (x_A^* - x_{AL}) \end{cases} \qquad \begin{cases} N = k_y (y_{AG} - y_{Ai}) \\ \quad = k_x (x_{Ai} - x_{AL}) \end{cases}$$

(سطاب) $x_A^* - x_{AL} = (x_A^* - x_{Ai}) + (x_{Ai} - x_{AL})$

رابطه ↓ $\qquad$ $\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{m=}$ ↓ $\qquad$ ↓

$$\frac{N}{K_x} = \frac{N}{m \cdot k_y} + \frac{N}{k_x}$$

PAPCO

T.A { Monday 12:30 - 14 → class 316
Tuesday 12:30 - 14 → class 306

Subject:
Year. Month. Date.

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{K_x}} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_y} \quad (I) \qquad \boxed{\frac{1}{K_y}} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x} \quad (II)$$

مقاومت کل اگر مقاومت کل برمبنای فاز گاز تعریف شود.

مقاومت کل اگر مقاومت کل برمبنای فاز مایع تعریف شود

بین مقادیر K_x و K_y با هم برابر نیست و این به دلیل دیفیوژن مقاومت‌های جرم و حرارت است!

(I) $\frac{1}{k_x}$: مقاومت سمت فیلم مایع

$\frac{1}{m'' k_y}$: مقاومت فیلم گاز اگر مقاومت کل برمبنای فیلم گاز تعریف شود.

اگر مقاومت کل برمبنای فیلم مایع تعریف شود

(II) $\frac{1}{k_y}$: مقاومت فیلم گاز اگر مقاومت کل برمبنای فیلم گاز تعریف شود.

$\frac{m'}{k_x}$: مقاومت فیلم مایع اگر مقاومت کل برمبنای فیلم گاز تعریف شود.

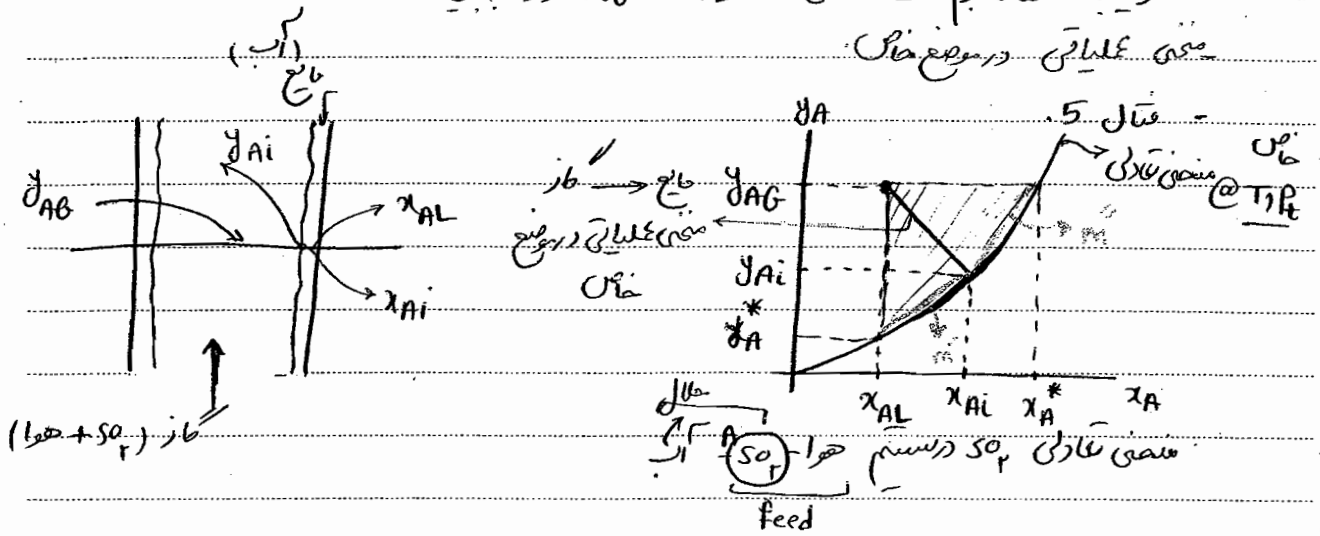
P4PCO

Subject:

Year . Month . Date . ( )

جلسه ی ۱۹ / ۸ / ۸۷

- ضرایب انتقال جرم k ، K.
- بررسی مقاومت ها
- مثال ۴
- ضرایب انتقال جرم F_L ، F_G ، F_{OL} ، F_{OG} و رابطه بین آن ها
- معنی عملیاتی در موضع خاص
- مثال ۵.



فرض بر این است به ازای هر مقطع ستون T و P_t ثابت است و منحنی تعادلی رسم شده است.

$$N_A = k_y (y_{AG} - y_{Ai})$$
$$= k_x (x_{Ai} - x_{AL})$$
$$= K_y (y_{AG} - y_A^*)$$
$$= K_L (x_A^* - x_{AL})$$

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

$\frac{1}{K_y}$: مقاومت کل و یا مقاومت کل بر حسب فاز گاز بیان شود

$\frac{1}{k_y}$: مقاومت سطحی فاز و یا مقاومت کل بر حسب فاز گاز بیان شود

$$K_x = m'' K_y$$

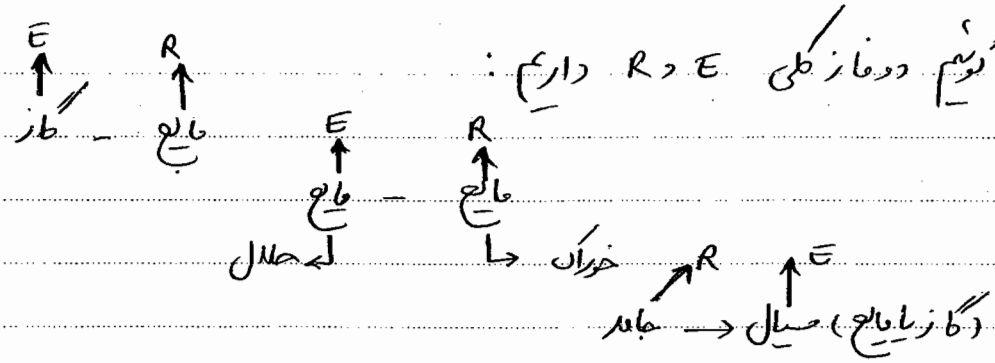
$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_y}$$

$\frac{1}{K_x}$: مقاومت کل

$\frac{1}{m'' k_y}$: مقاومت سطحی فاز و یا مقاومت کل بر حسب فاز جاذب بیان شود.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در حالت کلی گوییم دو فاز کلی E و R دارد:

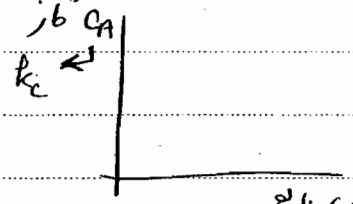


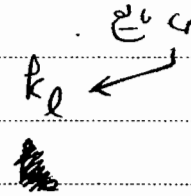
گاهی حتی در مورد گاز-مایع هم ممکن است منحنی تعادلی را برحسب y-x نشیم.
مثلاً p. 196 آب را تعادل:

فاز	فاز
C_A	C_A
P_A	x_A
y_A	

فاز: $k_G \to \Delta P$, $k_C \to \Delta C$, $k_y \to \Delta y$

فاز: $k_l \to \Delta C$, $k_x \to \Delta x$





* شکل کلی معنی تغییری نداشت اعداد روی آن در یه جزئی ضرب یا تقسیم می‌شوند.

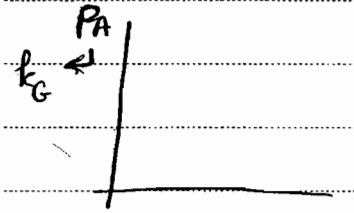
$C_A - C_A$ معنی

$y - x$ معنی

$$\frac{1}{K_C} = \frac{1}{k_C} + \frac{m'}{k_l} \xrightarrow{\text{معادل}} \left(\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x}\right)$$

$$\frac{1}{K_l} = \frac{1}{k_l} + \frac{1}{m'' k_C} \xrightarrow{\text{معادل}} \left(\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_x}\right)$$

$$K_L = m''' K_C \xrightarrow{\text{معادل}} (K_x = m''' K_y)$$



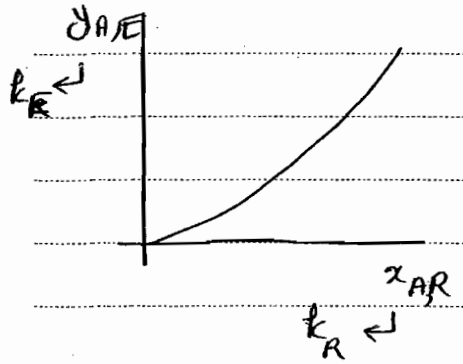
$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{m'}{k_x}$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_G}$$

$$K_x = m'' K_G$$

P4PCO

فرض کنیم گاز-مایع نباشد و E و R باشد:



$$\begin{cases} \frac{1}{K_E} = \frac{1}{k_E} + \frac{m'}{k_R} \\ \frac{1}{K_R} = \frac{1}{k_R} + \frac{1}{m'' k_E} \end{cases}$$

$$K_R = m'' K_E$$

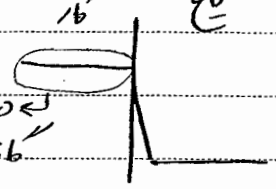
آیا می‌توان سیستم دوفازی را در قالب یک فازی دید؟

بلی. مثلاً گاهی گفته می‌شود که مقاومت فاز Continuous صرف نظر شده است و مایا بدیهی است این مطلب تا حد صحیح است.

درصد مقاومت سیستم گاز: $\frac{\frac{1}{k_y}}{\frac{1}{K_y}} \times 100 = 2\%$

درصد مقاومت سیستم مایع: $\frac{\frac{m'}{k_x}}{\frac{1}{K_y}} \times 100 = 98\%$

پس با مقایسه‌ی درصدها می‌توان مقاومت یک فاز را نادیده گرفت و مثلاً شکل زیر را رسم کرد.



تقویری دوبعدی:

در حالتی که مقاومت سیستم گاز نادیده گرفته شده است

!!! چرا؟

* جدیدتر در P.195 هم است.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

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

if $\left[\frac{1}{k_y} \gg \frac{m'}{k_x}\right]$ (یا) $\left[k_x = k_y \text{ و } m' \ll\right] \Rightarrow$

کل مقاومت در سیستم گاز است.

* اگر $y = 1.01/2x$ باشد، آیا کل مقاومت در سیستم مایع است؟ خیر. باید شرط $k_x = k_y$ و هم بررسی شود. این مطلب در مثال ۴ صفحه ۱۹۱ داده می‌شود.

2) $\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{m'}{m'' k_y}$

if $\left[\frac{1}{k_x} \gg \frac{1}{m'' k_y}\right]$ یا $\left[k_x = k_y \text{ و } m'' \gg\right] \Rightarrow$

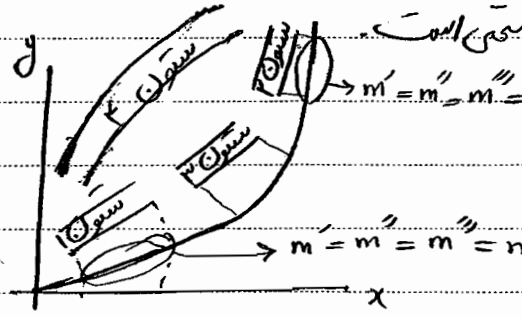
کل مقاومت در فاز مایع است.

مثلاً در مثال ۴، $m'' = 1.5 \times 10^5$ است ولی 47٪ مقاومت در فاز گاز و 53٪ در فاز مایع است.

* در یک حالت خاص که سیستم در حال رفت و انتقال جرم باشد، F با نوع خاصی از k برابر می‌شود.

$F \Rightarrow k_y$ (در حد رفت)

حواسمان باشد وقتی سختی تعادل را رسم می‌کنیم، ممکن است به شکل روبه‌رو شود ولی ما به تمام سختی تعادل نیاز نداریم و ستون ۳ فقط در بخشی از سختی است.



* ستون اول: اگر در این حالت $m_1 \ll$ باشد و $k_x = k_y$ می‌توان گفت که کل مقاومت در فاز گاز است.

* ستون دوم: در مورد m_2: اگر $m_2 \gg$ و $k_x = k_y$ می‌توان گفت در این ستون کل مقاومت در فاز مایع است.

گاهی ستون ۳ را داریم و می‌توانیم اظهار نظری کنیم

Subject:
Year . Month . Date . ( )

در مثال ۴، $k_x = k_y$ است و چنین هم باهم اختلاف دارند. بالاتر m^2 است.
کل مقاومت در فاز مایع نیست.

مثال ۴ ص ۱۹۸:

در این جا هوای بت هامدنی است ← در صنعت خاصی از دستگاه.
جزء حجمی: در گازها جزء حجمی همان جزء مولی است.
گازها: مولی
(مایعات: وزنی)

$y_{AG} = 0.1$ ← مولی است $\omega_{AL} = 0.4\%$

هشته واحد K_G ← $\frac{kmol}{m^2 \cdot s(\frac{N}{m^2})}$ است یا شاید واحد را می‌دهند و ما باید اندیس K را بفهمیم.

در بالا x_{AL}، در پائین y_{AG} داریم.

داده‌ی اول جدول: $\frac{0.2 kg SO_2}{100 kg H_2O} = \frac{0.2 kg SO_2}{(0.2+100) kg H_2O}$

(0.4% جزء همان ۱۰۰ است.)

$y_{AG} = 0.01$

ولی در جدول فشار داریم: $P_{AG} = y_{AG} P_t = 0.1 \times 760 = 76 \ mmHg$

$\omega_{AL} = 0.4$			
0.2	0.3		0.5
29	46		83
		$y_{AG} = 76$	

در این جا x_{AL} و y_{AG} هردو درصد جا قرار گرفته است.
یعنی منحنی تعادلی فقط باید بین داده‌های $x_{AL} = 0.4$ و $y_{AG} = 76$ رسم شود.

حالا باید تصمیم بگیری چی رو بر حسب چی رسم کنی تا به فرب جواب بدی.

$K_L = m'' K_G$

P_A

C_A

Subject :
Year . Month . Date .

سپس باید داده های جدول کتاب را به جدول روبه رو تبدیل کنی .

C_A	
P_A	$C_A = C x_A$

خودارید خط است و $m' = m'' = m''' = m$.

* بدون توجه به صحبت های استاد :

باید رابطه های روبه رو را بدانی : $K_G \rightarrow K_y \rightarrow K_L \rightarrow K_x$

* با توجه به صحبت های استاد :

$K_G \rightarrow K_x$

قسمت ب) ۴۷٪ مقاومت درفاز گاز و ۵۳٪ مقاومت درفاز مایع است .

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{m'}{k_l} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1/k_G}{1/K_G} = 0.47 \\ \frac{m'/k_l}{1/K_G} = 0.53 \end{cases}$$

$$\frac{1}{K_L} = \frac{1}{k_l} + \frac{1}{m'' k_G}$$

البته ممکن است سیستم ما به گونه ای باشد که m' و m'' و m''' هم متفاوت باشند .

بدست آوردن x_A^* و y_A^* :

در داده های تعادلی به دنبال داده ای هستیم که $x = x_{AL}$ باشد و y_A^* بدست می آید

و اگر داده ای $y = y_{AG}$ باشد ، x متناظر آن متناظر x_A^* است .

رابطه بین k_x و k_l : $N = k_L (C_{A1} - C_{A2}) = \frac{k_l C}{k_x} (x_{A1} - x_{A2}) \Rightarrow \therefore k_x = k_l C$

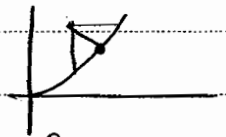
$$\boxed{k_x = k_l C}$$

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

قسمت ج) باید منحنی تعادلی را با خط عملیاتی قطع دهی تا x_{A1} و y_{A1} بدست آید.



قسمت د) ضخامت فیلم های انتقال جرم در گاز و مایع ؟ Z_G ، Z_L = ؟

$$F = \frac{DC}{Z}$$ (فرمول دوم)

$$C \rightarrow \text{گازها: } \frac{P_t}{RT}$$

$$\text{مایعات: } \frac{\rho}{M}$$

طریقه ی بیان سؤال قسمت د)

به نظر شما فیلم مایع متلاطم است ؟ (باید حاسبه کنیم یعنی Z_L آن را بدست آوریم)

اگر Z_L کوچک باشد یعنی متلاطم است.

در صورت ۲۰۱ :

$Z_L = 0.008\,mm$ ← فیلم مایع نازک است

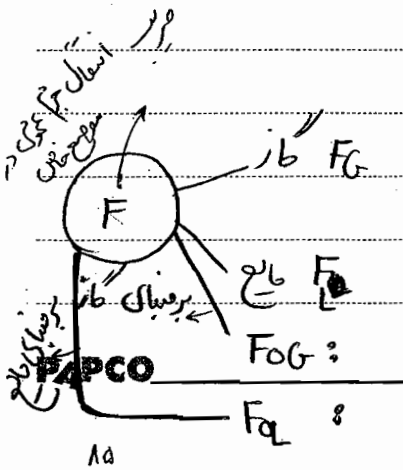
متلاطم است ← فیلم مایع ① با متلاطم است

② با سرعت حرکت به پایین زیاد باشد یعنی زمان تماس کم باشد. (ممکن است D زیاد یا یعنی دیفوزیویتی هم باشد)

$Z_G = 5\,mm$

* با این که Z_L و Z_G خیلی با هم متفاوت است ولی مقاومت ها در دو فاز ها به تقریبا نصف نصف است پس ضخامت با مقاومت هیچ ربطی ندارد.

ضریب کلی و موضعی انتقال جرم F_{OL} و F_{OG} :



برای حالتی که گاز و مایع با هم دیده می‌شود.

ضریب انتقال جرم حالت عمومی در موضع خاص کلی برمبنای فاز گاز $\frac{G}{O}$ overal

" " " " " " " مایع $\frac{L}{O}$ " " " " " "

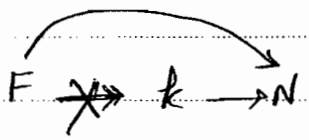
Subject:
Year. Month. Date.

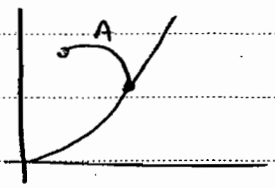
گاهی نمی‌توان از طریق رویه رو N را بدست آورد:

$F \rightarrow k \xrightarrow[x_{Ai} y_{Ai}]{\text{خط تعادلی}} N$: که از طریق خط تعادلی است.

رسم

ولی گاهی نمی‌توان خط تعادلی رسم کرد، پس:





اصولاً روش صحیح F است.

حالا منحنی A چه جوری بدست می‌آید؟

به رابطه ۵-۲ در صفحه ۳۶ توجه کن.

(۵-۴۱) گاز

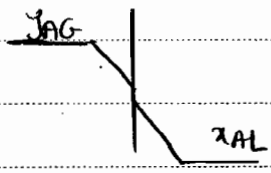
(۵-۴۲) مایع

(۵-۴۳) و (۵-۴۴) بر مبنای گاز و مایع تعریف شده.

غلظت جایی که کم است. انتقال جرم از گاز به مایع صورت می‌گیرد.

(۵-۴۳) در رابطه‌ی

$y_A^* = \frac{C_{A2}}{C}$: کم



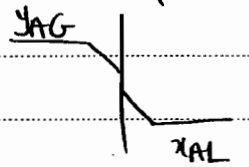
$y_{AG} = \frac{C_{A1}}{C}$: زیاد

غلظت جایی که زیاد است

(۵-۴۴)

$x_{AL} = \frac{C_{A2}}{C}$: کم

غلظت جایی که کم است.



$x_A^* = \frac{C_{A1}}{C}$: زیاد

غلظت جایی که زیاد است.

این روابط مهم است حفظ باشی.

Subject:

Year Month Date ( )

حل مسائل ۸۱، ۸۷

- F_L، F_G، F_{OG}، F_{OL} و رابطه بین آن‌ها

- معنی عملیاتی در موضع خاص

- مثال ۵

فصل ۶: معادله پیوستگی، توضیح رابطه قانون دوم فیک

در صفحه ۲۰۲ رابطه (۵-۲) جمع بازه‌ها جمع بازه‌های بیان

گاز ← (۵-۴۱) مایع ← (۵-۴۲)

اگر بخواهیم همان طور که ضریب کلی انتقال جرم مبنی K را تعریف کردیم، همین کار را برای F هم انجام دهیم:

K_x مثل F_{OL} ↳ (۵-۴۴)

K_G مثل F_{OG} ↳ (۵-۴۳)

معنی عملیاتی در موضع خاص:

اگر (رابطه‌ی ۵-۴۱) = (رابطه‌ی ۵-۴۴)

$$N = k_y (y_{AG} - y_{Ai}) = k_x (x_{Ai} - x_{AL}) \Rightarrow$$

$$\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}$$: خط عملیاتی

حل دارم: (p-203) $\frac{N_A}{N_A+N_B} F_G \ln \frac{\frac{N_A}{N_A+N_B} - y_{Ai}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - y_{AG}} = \frac{N_A}{N_A+N_B} F_L \ln \frac{1-x_{AL}}{1-x_{Ai}}$

$\Rightarrow$ برابر می‌شود ۵-۴۵ رابطه‌ی $\Rightarrow$ معنی عملیاتی برابر می‌شود:

$$\left[\frac{\frac{N_A}{N_A+N_B} - y_{Ai}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - y_{AG}}\right] = \left[\frac{\frac{N_A}{N_A+N_B} - x_{AL}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - x_{Ai}}\right]^{F_L/F_G}$$

PAPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$$if \ \frac{N_A}{N_A+N_B}=1 \Rightarrow \left(\frac{1-y_{Ai}}{1-y_{AG}}\right)=\left(\frac{1-x_{AL}}{1-x_{Ai}}\right)^{FL/FG}$$

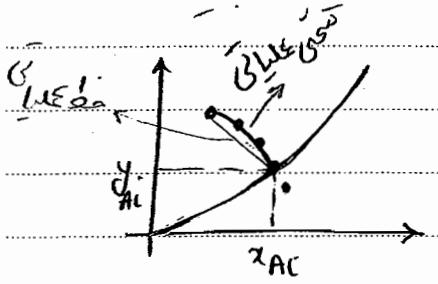
به مثال ۵ توجه کنید:

خط سوم: آب خیلی گاز وارد آب می‌شود. یعنی y_{AG} و x_{AL} داریم.

$$\begin{cases} y_{AG}=\%1 \\ x_{AL}=\%0.05 \end{cases}$$

برای رسم منحنی تعادلی:

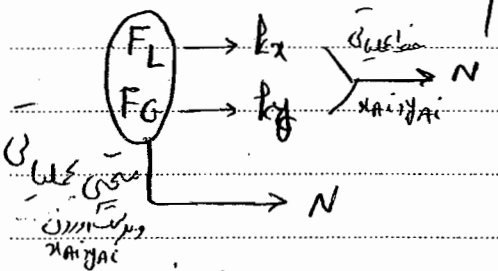
حداقل ۴ نقطه می‌خواهیم و ۳ نقطه را داریم که اگر از این ۴ نقطه، یک نقطه بیرون منحنی باشد خطاست.



حال چرا این کار را می‌کنیم؟

ممکن است F_L و F_G را نداشته باشیم.

اگر از روی F_L، k_x و از روی F_G، k_y را بدست آوردیم خیلی خطاست اما گاهی این کار غیرممکن است و مجبوریم منحنی تعادلی را بکشیم.



برای رسم خط عملیاتی حتماً باید k_x و k_y را داشته باشیم، یکی از k_x و k_y بدست بیاوریم با منحنی تعادلی رسم کنیم.

رابطه‌ی بین F_{OG} و F_{OL} درست مثل رابطه‌ی بین K_y و K_x است ولی خیلی پیچیده است.

خط در دو حالت خاص این رابطه بسیار ساده می‌شود.

حالت خاص ۱ - $\sum_{i=A}^{n} N_i z = N_A$ (p. 204)

رابطه‌ی ۵-۴۶ و ۵-۴۷. در حالتی که خط جزء A در حال استخراج است.

A, B, C, ...

$N_A \neq 0$

$N_B = N_C = \dots = 0$

خط جاذب

PaPCo

Subject:

Year - Month . Date . ( )

رابطه‌ی ۴۶-۵ : خودتان توضیح داده است.

حالت خاص ۲ : $\sum_{i=A}^{n} N_{iz} = 0$

مثلاً bulk نداریم یا در بقیه این اتفاق می‌افتد. یا در حالت دوجزئی: $N_A = -N_B$

رابطه‌ی ۴۸-۵ و ۴۹-۵ .

چرا روابط ۴۸-۵ ، ۴۹-۵ درست مثل روابط k و K است؟

مثل ۴۸-۵ $\longrightarrow \frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x}$

مثل ۴۹-۵ $\longrightarrow \frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_y}$

چون در این حالت خاص که $\sum N_{iz} = 0$ است، bulk حذف شده و انتقال جرم مقاومتر تر است، مقدار F به یکی از اشکال k ترکیب شده است و این F ها دقیقاً همان K هایی می‌شوند که این F ها با آن K ها برابرند. (نه هر K دیگری، نه هر شکل K، بلکه نقط شکل خاصی از K)

$F_G = k'_y$: اگر سیستم بدون bulk باشد $\longrightarrow$ (۵-۱۸)

$F_L = k'_x$: " $\longrightarrow$ (۵-۱۹)

حالا اگر حرکت باسیم و bulk هم نداشته باشیم : $x_{B,M} \to 1$ ، $P_{B,M} \to P_t \Rightarrow$ [illegible]

$F_G \to k_y$ ، $F_L \to k_x$

یعنی مثلاً $x_{B,M} \leq 0.06$ می‌شود که آن را حرکت در نظر می‌گیریم

صرفاً رابطه‌ی ۴۶-۵: حرکت حدود ۱٪ دیگر است.

(۲) ——— } باید انتقال جرم

(۱) ——— $P_{A1} = 1000 \ N/m^2 \simeq 1\%$

$\Rightarrow P_A = 75 \simeq 0.75\%$

$P_{A2} = 500 \ N/m^2 \simeq 0.5\%$

یعنی باید متوسط لایه‌ی انتقال جرم را بگیریم و بعد اگر تقریباً ۱٪ بود، بگوییم در حد حرکت است.

اولین
دپارتمان تخصصی و جامع مهندسی شیمی
تخصصی ترین مرکز دوره های آمادگی
کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی
"به خانه مهندسی شیمی خوش آمدید"
((مؤسسه آموزش عالی آزاد نگاره))

اما در امتحان نباید این کار را کنیم و باید دقیق حل کنیم. مثلاً مثال ۱۰ فصل ۶ فوق العاده دقیق است (UF_6 داریم) و در مورد UF_6 حتی مقدار حدی کم آن هم غلیظ است. ولی در مورد نیتراتین این طور نیست. اما اگر در یک مسأله واقعی تشخیص دادیم حدی دقیق است با دقت آن را حل می‌کنیم (UF_6 هیچ گاه در حد دقت نیست.)

مثال ۵:

توضیح جلسه‌ی داخل پرانتز: می‌توان محلول دایع را دقیق از آب و نیاک فرض نمود. [بر این باید اسیم حل مسأله عوض شود] چرا؟

این عددی که داده شده x_{AL} است و x_{Ai} معلوم نیست.

$y_{AG} = 0.8$

$x_{AL} = ?$

$x_{AL} = 0.05$

در واقع باید متوسط لگاریتم ها دقیق باشد؟

متوسط x_{Ai} و x_{AL} / ولی ما هنوز x_{Ai} را نداریم.

* اگر از تبخیر آب صرف نظر کنیم آن گاه فاز گاز جزئی است.

اگر به جزئی بود، آن گاه به جای D_{AB}، D_{Am} داشتیم.

ولی ما در این مثال از تبخیر آب صرف نظر کردیم:

در کارهای تجربی از زیر ستون یک spray column می‌گذاریم تا هوا از آب اشباع شود.

هوا + بخار آب

ستون پاشنده

ستون پاشنده

ولی تبخیر آب به هوا اضافه نمی‌شود.

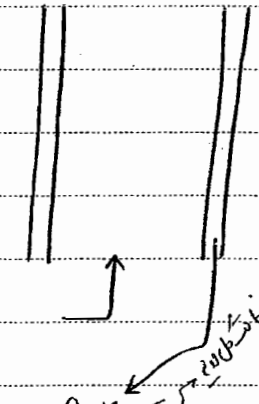
(مثال ۱۱ فصل ۶).

یکوری: دیگر طرح سؤال قسمت ب:

آیا جریان مایع متلاطم است؟ آیا جریان گاز نسبت به مایع متلاطم است؟

Subject:

Year. Month. Date. ( )



$$Re = \frac{\rho u d}{\mu}$$

با توجه به Re می‌توان گفت که ملایم است یا نه. اما در تعریف Re هر است از یک طول مشخصه (L) استفاده کرد.

$$Re = \frac{\rho u L}{\mu}$$

صفحه‌ی تخت

$$Re = \frac{\rho_e V_e \delta}{\mu_e}$$

< 1100 آرام

> 1500 مثلاً آشفته

به صر ۲۲۹ نگاه کن: معیار عدد لم و زیاد برای کارهای تجربی صورت گرفته.

$$100 < \frac{4\Gamma}{\mu} < 1200, \quad - - -$$

دوباره به مثال ۵ مسمت الف برگردیم:

$d_i = -2\delta$: هر است

$$Sh_G = \frac{F_G d}{CD}$$

$\to$ D_{NH_3-air} (البته بهتر بود D_{Am} را برای آن محاسبه کنیم)

$\frac{P_t}{RT}$ $\to$ فصل دوم

در این جا فرض بر این است که غلظت کم است.

الان انتقال جرم آمونیاک از بین هوا و آمونیاک صورت می‌گیرد.

B هوا

A آمونیاک

گاز $\to$

$\downarrow$ آب (از تبخیر صرف نظر کردیم) در حد خواهر است

$N_B = 0$ ، $N_A \neq 0$

حال رابطه‌ی بین F_G با k_y را می‌خواهیم:

$$F_G = k_y \frac{P_{B,M}}{P_t}$$

گازی

اگر سیستم ۷ در حرکت بود، می‌توانستیم $\frac{P_{B,M}}{P_t}$ را حذف کنیم اما آمونیاک زیاد است.

حالا چون سیستم غلیظ است و $P_{B,M}$ را هم نداریم، متوجه می‌شویم در عمل نمی‌توان مستقیماً از F_G به k_y رسید $\Leftarrow$ نیاز به **منفی** عملیاتی داریم.

Subject:
Year. Month. Date.

F_L و k_L را به داده و من رابطه‌ی بین k_L و k_L را می‌خواهم:

$$k_L \, x_{B,M} \cdot C = F_L$$

حلال سیستم ← حلال در حضور است (صورت سؤال دیرانتر نشده بود)

$x_{B,M} \to 1$

C آب (حلال)

$$k_L \times \frac{\rho}{M} = F_L \qquad \left(C = \frac{\rho}{M}\right)$$

$$\left(\frac{1-y_A}{1-y_{AG}}\right) = \left(\frac{1-x_{AL}}{1-x_A}\right)^{F_L/F_G}$$

$x_{AL} \to 0.05$ ، $y_{AG} \to 0.8$

$N_C = 0 \;,\; N_A \neq 0$

در صفحه ۲۰۵: توضیحات حل راحتی دقیق بدون.

در صفحه ۲۰۶: منحنی عملیاتی اگر فقط جزء A تبدیل کند: $\frac{N_A}{\sum N} = 1 \;,\; \sum N = N_A$

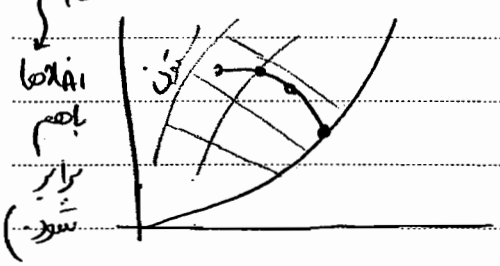
← توضیحات خیلی مهم است.

$0.2 \to 0.1759$

$x_{Ai} = 0.274$ ، $x_{AL} = 0.05$ → متوسط $= \frac{x_{Ai} + x_{AL}}{2} \simeq 0.16$: در نتیجه فرض دقیق بودن

میلم فاز مایع غلط است.

اگر فاز مایع را دقیق فرض نکنیم، چه جوری حل می‌شد؟ باید از طریق حدس و خطای x_{AL} حل می‌کردیم. ($x_{B,M}$ دست می‌آید و F_L بدست می‌آید و با حل x_{Ai} بدست می‌آید و آن‌قدر تکرار می‌کنیم تا x_{AL}ها باهم برابر شود)



برای حل ستون‌ها به صفحه ۴۹۶ نگاه کن.

منحنی عملیاتی واحد: حال ستون است.

سؤال: ممکن است در امتحان فاز مایع را بخواهد.

ارتفاعی از ستون که بتوانیم جرم سطحی انجام دهیم.

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$k_L x_{B,M} = F_L$

اگر رقیق نبود:

① حدس x_{Ai}

② برسیت آوردن $x_{B,M}$ ③ رسیدن به F_L ④ ⑤

⑤ مقایسه‌ی x_{Ai} برسیت آمده با x_{Ai} حدس زده شده.

④ $\frac{1-y_{Ai}}{1-y_{AG}} = \left(\frac{1-x_{AL}}{1-x_{Ai}}\right)^{F_L/F_G}$ ⑥ ← رسیدن به x_{Ai}

⑥ این قدر تکرار کن تا x_{Ai} ها مساوی شوند.

مسائل مهم فصل 5: مسائل واقعی فصل 5 باید با فصل 6 تلفیق شود. (فصل 6 را به خاطر بیاورید)

فصل ششم:

از فصل 5 یاد گرفتیم که با داشتن F یا K می‌توان N را برسیت آورد و از N برای برسیت آوردن ارتفاع استفاده کردیم.

در فصل 3، Z، D را داشتیم.

در فصل 6: هدف دست یابی به K و F است و تا آن در فصل 5 استفاده کنیم.

از F و K می‌توان در طراحی کردن D نیز بهره برد.

برای F و K، ۳ راه حل داریم:

۱) استفاده از تئوری‌ها ← اصلاً جواب نیست.

۲) استفاده از قیاس جرم و حرارت ← در صورت برقراری شرایط تا حدودی درست است.

۳) استفاده از روابط جرم تجربی ← این گزینه خوب است. روابط تجربی جرمی خوب است که پایه‌ی خوب تئوری داشته باشد.

سؤال استاد: امکان $Sh = f(Re, Sc)$

PqPCO $Nu = f(Re, Pr)$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

آیا همواره از اطلاعات حرارت می‌توان در جرم استفاده کرد و برعکس؟
خیر. باید شرایط برقرار باشد.

پس اول به سراغ روابط تجربی جرم، بعد مقیاس جرم، و حرارت و آخر سراغ تئوری‌ها می‌رویم.
از اول فصل ۶ تا ص ۲۴۸ برای بچه‌های ارشد بهتر است.
گاهی روابط تجربی برای حرارت است و با استفاده از مقیاس به روابط جرمی تبدیل می‌شود.
در مقیاس جرم و حرارت استاد فقط یک مورد را توضیح می‌دهد ولی همه را می‌خواهد (در مبحث تبدیل روابط تجربی) در مبحث تئوری‌ها فقط ۲ تا تئوری را توضیح می‌دهد و می‌خواهد.

تلفیق مثال‌ها بسیار مهم است!

PqPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

۸

کپی سؤال از جامع دکتری می‌دهد.

جنسی ۸۷/۸/۲۴

آرام و متلاطم:

تقسیم بندی مسائل جریان:

۱- در مسائل سکان Z را به عامی دهند.

۲- آرام
۳- متلاطم
} تک فازی

۴- دو فازی

* صورتی که اول این فصل آمده اطلاع است و قسمت اصلی از صفحه ۲۴۵ شروع می‌شود.

در دو فازی یک فاز گاز است سکان و دیگری متلاطم یا نشده ...

در جریان آرام و متلاطم همواره با Z مشغول داریم و این Z در F و k دیده می‌شود.

حل مسائل: ۱) تئوری ها ۲) قیاس جرم و حرارت ۳) روابط تجربی جرم

معادلات پیوستگی:

از این قسمت در حل مسائل استفاده می‌شود.

این معادلات در خصوصات کارتزین (P-216 - P-217 - P-218) بدست آورده است.

اثبات لازم نیست. تجمع جرم = جرم تولید یا صرف + جرم خروجی - جرم ورودی

P-218 :

رابطه‌ی (۶-۱۸) مهم است و باید بلد باشیم: قانون دوم نیک

اگر دانش شیمیایی و حرکت توده‌ای نداشته باشیم: (۶-۱۹) ⇐ قانون دوم نیک.

قانون دوم نیک را معادل انتقال جرم در جامدات در نظر می‌گیرند.

اگر یکی رطوبت موجود در قطعه‌ی کروی جامد می‌خواهد بیرون بیاید ⇐ قانون دوم نیک برقرار است. در واقع این قانون داخل قطعه کروی صادق خواهد بود.

آیا در حباب یا مایع کروی صادق است؟ خیر. به علت حرکت توده‌ای در حباب یا قطره‌ی کروی قانون دوم نیک کاملاً صادق نمی‌باشد.

PqPCO

Subject:
Year. Month. Date.

قانون دوم فیک به ترتیب در کدام صحیح تر است؟ ۱) جامد ۲) قطره کروی (مایع)
۳) حباب و گاز)

هرچه قدر دستگاه تر باشد، چرخشهای درون تر شده و قانون دوم فیک صحیح تر است.

آیا قانون دوم فیک برای تخصصات گازترین استفاده می شود؟ ترجیحاً بهتر است استفاده نشود چون روابط خاص خود را دارد.

(۶-۲۲) شبیه (۶-۱۸) و (۶-۲۳) همان قانون دوم فیک در تخصصات استوانه ای است که انتقال جرم در جهت r و θ و z اتفاق می افتد.

(۶-۲۴) قانون دوم در استوانه ای هرگاه از انتقال جرم در جهت θ و z صرف نظر کنیم.

(۶-۲۶) حل (۶-۱۸) و (۶-۲۲) ← H.W

۶-۲۷ و ۶-۲۸ قانون دوم فیک در تخصصات کروی اگر انتقال جرم فقط در جهت r باشد.

① معادله بیوسیلی را می نویسیم ② این معادله را تا جایی که ممکن است ساده و ساده تر می کنیم (ساده تر ← بعضی از ترم ها را حذف می کنیم)
③ شرایط اولیه و مرزی را اعمال می کنیم
④ به پروفایل غلظت می رسیم و غلظت متوسط ($\bar{C}_A$) را بدست می آوریم.
⑤ فلاکس انتقال جرم ($\bar{N}$) را بدست می آوریم: N فقط در اثر نفوذ یا در اثر نفوذ و bulk.
⑥ ضریب انتقال جرم بدست می آید.
⑦ معادله سرعت را می نویسیم و به رابطه ی تئوری می رسیم و این رابطه ی تئوری را با روابط بدست آمده مقایسه کرده و اشکالات را بررسی می کنیم.

معادله بیوسیلی ← (ساده و ساده تر) ← $\frac{B \cdot C_S}{I \cdot C}$ ← $C_A = C_A(\dots)$ ← $\bar{C}_A$ ← فلاکس N

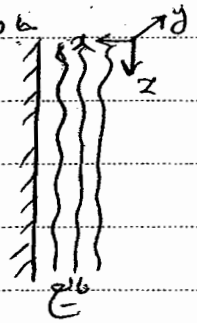
ضریب انتقال جرم ← معادله سرعت ← رابطه تئوری

Subject:

Year. Month. Date. ( )

انتقال جرم در سیستم جامد در حال ریزش

انتقال جرم از گاز به سیستم جامد در حال ریزش:



گاز : شکل ص ۲۲۲ $u_x \frac{\partial c_A}{\partial x} + u_z \frac{\partial c_A}{\partial z}$

رابطه‌ی (۱۸-۶) را در نظر بگیر.

انتقال جرم در جهت x ناشی از حرکت توده‌ای. $u_x \frac{\partial c_A}{\partial x}$

جهت حرکت در جهت z است ولی حرکت توده‌ای در اثر اصطکاک دیواره در این جهت به وجود آمده است. (اختلاف دیواره گاز و جامد)

اگر خاصیت گاز در جامد خیلی کم باشد که بتوان از اصطکاک دیواره صرف نظر کرد، آیا می‌توان ترم $u_x \frac{\partial c_A}{\partial x}$ را حذف کرد؟ نه. در مقابل ترم $u_z \frac{\partial c_A}{\partial z}$ می‌توان صرف نظر کرد.

اگر حرکت جامد به سمت پائین خیلی سریع باشد، آیا می‌توان از ترم $u_x \frac{\partial c_A}{\partial x}$ صرف نظر کرد؟

می‌توان.

زمان کافی برای نفوذ گاز به جامد نداریم و چون انتقال جرم از گاز به جامد خیلی کم است (N خیلی کوچک) پس dc_A/dx بوجود می‌آید. (نیروی محرکه نداریم در جهت x)

$$(18-6) \Rightarrow \underbrace{u_x \frac{\partial c_A}{\partial x}}_{\text{bulk}(x)} + u_z \frac{\partial c_A}{\partial z} = \underbrace{D\left(\frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial z^2}\right)}_{\text{نفوذ}(x)} \quad (I)$$

انتقال جرم جهت x در اثر bulk و نفوذ است. چون نفوذ خیلی زیاد است پس از bulk در مقابل نفوذ در جهت x صرف نظر می‌کنیم. در جهت z از bulk در مقابل نفوذ صرف نظر می‌کنیم.

(ساده‌نگری کردیم.)

کتاب p. 223

$z=0 \quad x=x \quad c_A = c_{A0}$

$z=z \quad x=0 \quad c_A = c_{Ai}$: غلظت در سطح مشترک

$z=z \quad x=\delta \quad \frac{\partial c_A}{\partial x}\Big|_{x=\delta} = 0$

برای حل (I) نیاز به ۳ شرط مرزی داریم.

اگر بخواهیم بدون ساده‌نگری حل کنیم به ص ۲۴۰ رابطه‌ی (۹۷-۶) را می‌بینیم.

(۹۷-۶) حل رابطه‌ی (۹۰-۶) در ص ۲۳۹ است.

Subject :
Year . Month . Date .

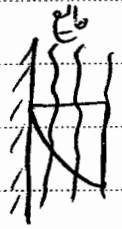
در ص ۲۲۰ : روش تقریبی با حل تقریبی ✓ رابطه‌ی (۶-۹۰) به رابطه‌ی (۶-۱۱۰)

در صفحه ۲۴۰ می‌رسیم.

رابطه‌ی (۶-۹۷) را با رابطه‌ی (۶-۱۱۰) مقایسه کن. (هردو حل رابطه‌ی (۶-۹۰) است:)

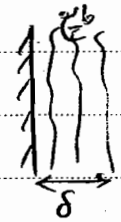
↓ بدون ساده‌سازی ↓ با ساده‌سازی

رابطه‌ی (I) را داریم $u_z \frac{\partial C_A}{\partial z} = D \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2}$ ← اگر سرعت حرکت مایع در جهت پایین خیلی زیاد باشد و تبخیر خیلی کم باشد، احتمالاً فقط در لبه انتقال جرم خواهیم داشت.



پروفایل سرعت در فاز مایع: (با شرایط مرزی) $u_{max} \frac{\partial C_A}{\partial z} = D \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2}$

رابطه‌ی (I) را داریم، اگر انتقال جرم خیلی کند صورت گیرد، اگر فرض کنیم به انتها برسد:



$C_A(z, \delta) = C_{A_0}$

$\frac{\partial C_A}{\partial x}\Big|_{x=\delta} = 0$

به انتها برسد ← تبخیر صورت نمی‌گیرد.

↑ ؟

Subject:
Year. Month. Date. ( ).

جلسه ی ۸۷/۹/۱۳

انتقال جرم در جریان آرام و متلاطم:

- دستیابی به ضرایب انتقال جرم
- استفاده از تئوری ها (سیال - جامد، سیال - سیال)
- تماس جرم و حرارت
- تحت چه شرایطی؟

* روش تماس { الف) جامدنیتی اعم از درون بردی یا
ب) تماس گالوان

در سیال ساکن چون اغلب ضخامت لایه ی ساکن همان ضخامت لایه ی انتقال جرم است در دستیابی به ضرایب انتقال جرم حدی مشکل نداریم.

مهم ترین مشکل ما در جریان متلاطم است. چون تئوری هایی که برای پیدا کردن ضخامت لایه ی انتقال جرم جریان متلاطم به کار رفته چندی موفق نبوده.

۱) تئوری ها
۲) تماس جرم و حرارت
۳) روابط تجربی جرم.

از ص ۲۴۸: تئوری ها ۲ بخش دارد: ۱) تماس سیال - جامد ۲) تماس سیال - سیال

بسیاری از واحدهای عملیاتی در همین ۲ بخش جای گیرد. (تقسیم بندی فصل اول).

تئوری ها مربوط به انتقال جرم درون جامد است. بقیه در سیال - جامد مط مربوط به انتقال جرم در سیال است.

انتقال جرم در جامد اغلب در شرایط غیر یکنواخت است.

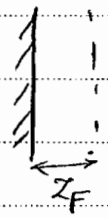
تئوری های سیال - جامد:

تئوری فیلم: در لایه ی چسبیده به جامد یک فیلم نازک سیال (گاز یا مایع) تشکیل می شود.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

آیا Z_F مقادیر جریان ثابت است؟

Z_F : در این جا جریان متلاطم است و تئوری فیلمی صادق است



در این فیلم :

انتقال جرم مولکولی در اثر نفوذ → $J_{Az} = \frac{D}{Z_F}(C_{A1} - C_{A2})$

→ $N_{Az} = \frac{N_{Az}}{\sum N_i} \frac{DC}{Z_F} \ln \dots$

در حالتی که مقط در فیلم نفوذ داریم : $J_{Az} = \frac{D}{Z_F}(C_{A1} - C_{A2}) = k_c (C_{A1} - C_{A2})$ ∴ $k_c \propto D$

ضریب انتقال جرم بصورت تابعی از D است.

در حالتی که نفوذ bulk در فیلم داریم : $N_{Az} = \frac{N_{Az}}{\sum N_i} \frac{DC}{Z_F} \ln \dots$ ∴ $k_c \propto D$

نتیجه :

تئوری فیلمی نشان دهنده ی این است که $k_c \propto D$ (یا $k_c \propto D^{0.5}$ مناسب است)

هرجا $k_c \propto D$ بود، شاید تئوری فیلمی صادق است

* تجربه نشان می دهد که $k_c \propto D^n$ که در آن n از تئوری به صفر (می تواند صفر هم باشد) تا ۰/۸ یا ۰/۹ می باشد.

حد نهایی $n = 0$ است؛ زمانی که اصلاً نفوذ حالیت ندارد. هرگاه انتقال جرم در اثر واکنش شیمیایی باشد: در این حالت k اصلاً با D می تواند رابطه نداشته باشد و فقط تابع سرعت واکنش باشد.

ما عمدتاً (مارو فیلم) می توانیم ۰.۹ را تئوری یک در نظر بگیریم.

تئوری های سیال - سیال (غیر از امتزاج)

۱) * تئوری دوفیلمی (Lewis - whitman)

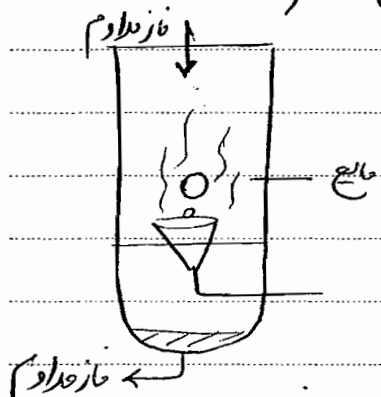
۲) * تئوری نفوذ عمقی (Higbie - سطح)

Subject:
Year. Month. Date. ( )

تئوری دوفیلمی در فصل ۵ کاملاً صحبت شده است و حل مسائل مابر مبنای تئوری دوفیلمی است.
هرچه قدر از مقادیر بزرگی ضریب فلاکس یعنی k_L مایشتر ایراد دارد.
اول تئوری نفوذ عمقی در p.250 و p.251 مطالعه شود.

تئوری نفوذ عمقی:
استفال دوفیلمی از رابطه Higbie ، تئوری فیلم همه‌ی صدق است که فیلم تشکیل شود یعنی زمان تماس به اندازه‌ی کافی زیاد باشد.

فرض کنید حباب گازی در فاز مایع در حال بالا آمدن است (p.251). (مثلاً در اسپری spray)
قرار دارد.) یعنی تماس حباب با فاز مداوم
برقرار گرفته شده است و اطراف حباب متلاطم است
یعنی ادی ها وجود دارد. (اصلاً حالت steady
نیست ← قانون دوم فیک ← صادق است ← ایراد دوم)
ایراد تئوری نفوذ عمقی خودتوانایی نفوذ عمقی:



ازکجا معلوم که این ادی ها (مثلاً ادی شماره یک در p.251) کل
محلول را طی کند. ازکجا معلوم که دقیقاً همان جا بچسبد. ← برای حل این
ایراد، تئوری نفوذ عمقی با تجدید سطح اتفاقی بوجود آمد.

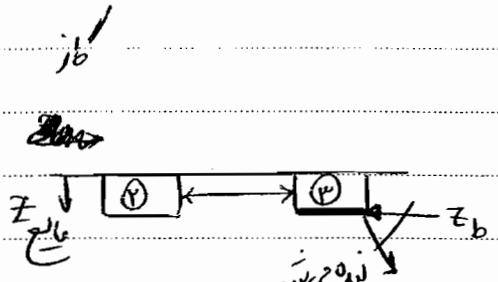
Higbie در: $n = 1/2$
دوفیلمی: $n \longrightarrow 1$ (تقریباً یک)

[حباب‌های تولوئن به علت کشش سطحی بالا در آب زمین خوردن نمی‌شکنند ولی بوتانول زودی می‌شکنند.
عادی‌ست دارعم بشکنند ولی نه خیلی زیاد. چون با شکستن سطح تماس انرژی می‌یابد ← مراجعه
به صفحه‌ی ۲۵۴ ، تئوری کشش سطحی؛ این تئوری نشان می‌دهد که سطوح را با چه دوری
بهم خاسیم ؛ اگر خیلی بشکنند خیلی ریز می‌شود و فاز مداوم آن‌ها را همراه خود از پایین ستون بیرون می‌کند.

تقسیم‌بندی تئوری‌ها (به دوفیلمی و نفوذ عمقی) برای مطالعه‌ی خودمان است.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

توضیح تقریبی:



فرض بر این است که به علت تلاطم بالا غلظت جزء A در تمام نقاط لایه ی مایع C_{A0} است.

قانون دوم فیک: $\frac{\partial C_A}{\partial \theta} = D \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2}$

z: جهت انتقال جرم.

برای B.C ها:

قانون دوم فیک می گوید که $C_A = C_A(z, \theta)$

$z=0$ ← جسم به حباب

B.C 1: $C_A(0, \theta) = C_{AS} = C_A^*$: غلظت در حد اشباع در دمای آن گاز و مایع (غلظت روی سطح)

$z=\infty$

B.C 2: $C_A(\infty, \theta) = C_{A0}$: انتقال جرم داره صورت جریان مولی هرگز به سطح انتهایی نمی رسد. (یعنی انگار z_b در ∞ قرار گرفته است.)

اگر مقدار انتقال جرم زیاد، تغذیه ی گاز در مایع، سرعت حرکت مایع به علت بالا زیاد و حباب کوچک باشد می تواند به سطح انتهایی برسد، زمان تماس زیاد باشد و $C_A(0,\theta) \neq C_{A0}$

ولی Higbie می گوید با توجه به این که تغذیه بسیار کند است، z_b آن قدر بزرگ است که هرگز نمی رسد و این z_b چرا می تواند بسیار بزرگ (∞) فرض کرد. جذب سطحی (مثلاً A) به آنجا

شرط اولیه: $C_A(z, 0) = C_{A0}$

حل این معادلات به $k_{L,av} = 2\left(\frac{D_{AB}}{\pi\theta}\right)^{1/2}$ می رسد.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

زمان تماس = $\frac{\pi D}{2}$ ∘ V_t = terminal

به صورت ۲a۲ برو: کلیدی روابط با رفت جوان:

در $\theta = 0$ چون ماکزیمم + نیروی محرکه را داریم، تماس برابره است (رابطه ۶-۱۲۷)

n_{Az}: کل انتقال جرم در طول زمان θ

فلاکس انتقال جرم در طول زمان θ که در هر لحظه ثابت و یکسان در نظر گرفته شده: N_{Aav}

k_{av} : ضریب انتقال جرم متوسط در طول تماس

اگر N_{Az} ناشی از (۶-۱۲۷) را مساوی $k\Delta C$ قرار دهیم در این صورت k در هر لحظه بدست می‌آید. (که عملی به درد ما نمی‌خورد)

نتیجه: ضریب انتقال جرم با $D^{1/2}$ متناسب است. $k_{ave} \propto D^{1/2}$

تئوری نفوذ عمقی می‌گوید:

چرا تئوری‌های مختلف ارائه شده؟ چون تجربی گویند که $0.6 < n < 0.9$ است ولی تئوری دوصلی و نفوذ عمقی هیچ کدام n تجربی را به ما نمی‌دهد. ($n=1$ ، $n=1/2$)

قیاس بین جرم و حرارت: می‌آید

چون k در حرارت راحت بدست آوردیم در شرایط خاصی از این روش استفاده می‌کنیم.

آیا تمام kها در حرارت قابل تبدیل به جرم هستند و برعکس؟

خیر، شرایط خاصی می‌خواهد. یعنی در حل مسائل اگر گفته شد باید شرایط بررسی شود و اگر شرایط برقرار بود، بعد مسئله حل شود. (۴ تا شرط دارد.)

PqPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

شرایط: (صفحه ۲۵۸)

الف) شرایط جریان و شکل هندسی مناسب باشد.

مثلاً اگر در جرارت Re در منطقه متلاطم باشد باید در جرم هم در منطقه متلاطم باشد.

کره‌ای را در نظر بگیرید که انتقال جرارت از کره به جریان گاز صورت می‌گیرد (مطابق) کره‌ای که در سیال ساکن در حال حرکت است. ← چون شکل هندسی همخوانی ندارد اگر حفاظی ایجاد شد به این علت است.

جرارت: کره ساکن، جریان متحرک
جرم: کره متحرک، جریان ساکن

ب) بسیاری از اطلاعات و نتایج انتقال جرارت برای موقعیت‌هایی است که انتقال جرم وجود دارد.
اصولاً جرارت را به جرمی می‌توان وصل کرد که انتقال جرم کم باشد.
اما اغلب واحدهای عملیاتی در Low mass flux قرار می‌گیرند.
چون خصوصیات فیزیکی موضع به موضع تغییر می‌کند.

ج) شرایط مرزی کاملاً باید همخوانی داشته باشد.
چون نمایه‌های جرم و جرارت عینی شبیه هم هستند. (شکل صفحه ۲۵۸)

به صفحه ۲۳۹ برو: ببین چه قدر روابط شبیه هم است. (یعنی در جرم به جای T در جرارت، C_A بذار:)

$\varepsilon_D = \varepsilon_q$ ()

روش قیاس:

الف) به رابطه جرارت نگاه کن. اگر رابطه جرارت فقط شامل اعداد بدون بعد باشد، ایراد بدون بعد بشه به راحتی بازنویسی کن.

جرم

Subject:
Year. Month. Date. ( )

امان آبادی: هر روز به جز شنبه

پس باید اعداد بدون بعد مشابه حرارت و جرم را بشناسیم.
ب) مقیاس کلوین

جلسه ی ۸۷/۹/۵

* استفاده از تئوری ها * مثال جرم و حرارت. نتیجه شرایطی؟
* هدف: الف) اعداد بدون بعد مشابه
ب) مقیاس کلوین

کارما: می خواهیم رابطه جرم را به حرارت و برعکس تبدیل کنیم. پس عددی کار از حرارت به جرم است چون کارهای تجربی در حرارت خیلی بهتر از جرم است.

جلسه ۲:

اگر رابطه ی حرارت یا جرم فقط شامل اعداد بدون بعد باشد (مثل مثال ۶ در ص۲۶۱)

مثال ۶:

عدد ۰/۴۳ و ۵۴۲/۰ هم بدون بعد است.

اما گاهی رابطه ی فاکتور شامل اعداد بدون بعد نیست (مثل مثال ۸ در ص۲۶۸)

البته گاه می توان سمت چپ و راست معادله را جوری ادغام کرد که به اعداد بدون بعد برسیم.

پس اگر رابطه ی فاکتور شامل اعداد بدون بعد یا قابل تبدیل به اعداد بدون بعد بود از روش اعداد بدون بعد مشابه استفاده می کنیم.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

الف) اعداد بدون بعد مستانه:

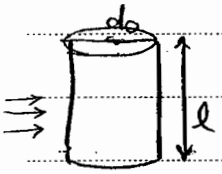
روش کار: جایگزینی اعداد بدون بعد مستانه ⇐ رابطه‌ی حرارت به جرم یا جرم به حرارت تبدیل می‌شود ⇐ F_L یا F_G یا kها به دست می‌آید ⇐ طبق مثال فصل ۵ حل می‌کنیم.

* اعداد بدون بعد مستانه در پدیده‌ی جرم و حرارت در صفحه ۲۶۰ آمده است که حتماً باید جدول ۶-۲ را بلد باشیم:

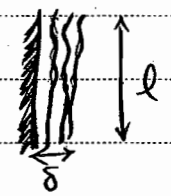
① $\frac{C_A - C_{A1}}{C_{A2} - C_{A1}}$: اگر به جای C_{A2} ما C_A^* را در مخرج در واقع $C_A^* - C_{A1}$ حداکثر انتقال جرم ممکن را نشان می‌دهد و $C_A - C_{A1}$ انتقال جرم صورت گرفته را نشان می‌دهد ⇐

$$\text{راندمان} = \frac{C_A - C_{A1}}{C_A^* - C_{A1}}$$

② Re: L طول مشخصه است که توضیح آن در آخر صفحه‌ی ۲۵۹ آمده است (نه کلمه‌ی معمولاً وقت کن!)



عملاً در حرکت سیال عمود بر استوانه گاه $L = d_o$ و گاه $L = l$ در نظر می‌گیریم



$\begin{cases} L = l \\ L = \delta \end{cases}$ اعداد این جا l هستند چون δ می‌تواند متغیر باشد.

$\Rightarrow Re = \frac{\rho u \delta}{\mu}$

③ $Nu = \frac{hL}{k}$ → طول مشخصه / k → conductivity

④ Gr_D: ρ, μ: ویسکوزیته و دانسیته‌ی لایه / $\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2$: اختلاف جزء ① و ②

⑤ U: سرعت (حاصل تقسیم دبی حجمی بر سطح مقطع)

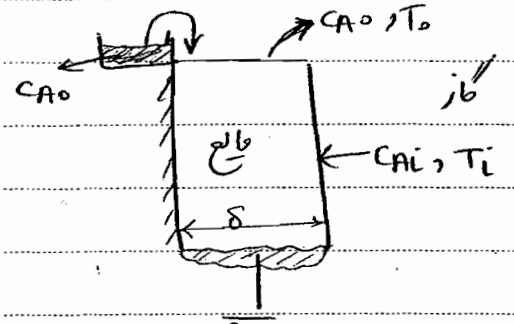
L: طول مشخصه

Subject:
Year. Month. Date. ( )

⑦ تانکور متانین کاربن = تانکور آب

مثال ۵ : راندمان انتقال جرم را خودت بدست بیاور.

روش کار : سمت چپ را نادیده می‌گیریم و بدون بعد است.



C_{A0} : غلظت اولیه در بالاترین سطح

$\overline{C_{AL}}$: غلظت در انتهای دیواره متوسط A

(صفحه ۲۶۱)

اول به خود η نگاه کن تا ببینی آیا بدون بعد است یا نه؟ (چون اعداد صرف نیست)

اگر بدون بعد بود یعنی می‌تواند قالب اعداد بدون بعد را ایجاد کند.

می‌بینیم که η بدون بعد است.

هندسه سیستم : $\frac{L}{\delta}$ هندسه سیستم هواره می‌تواند تصورت یک عدد بدون بعد جدا شود.

$$\eta = \frac{2}{3}\,\frac{L}{\delta}\,\frac{D}{\delta \bar{v}_y} \Rightarrow \eta = \frac{2}{3}\,\frac{L}{\delta}\,\frac{1}{Pe_D}$$

عدد پکلت جرم : $Pe_D = \frac{L\bar{v}}{D}$

نتیجه) در این مثال طول مشخصه همان δ است. ($L=\delta$)

$\bar{v}_y$ = سرعت بردار در راستای مایع = $\frac{\text{دبی مایع}}{\text{سطح مقطع}}$

حال اعداد بدون بعد حرارت مانند را جایگزین کن.

$$\eta_H = \frac{2}{3}\,\frac{L}{\delta}\,\frac{1}{Pe_H} \quad ; \quad Pe_H = \frac{\delta \bar{v}}{\alpha}$$

* * *

در مثال ۵ : راندمان $= 1 - \frac{C_{Ai} - \overline{C_{AL}}}{C_{Ai} - C_{A0}}$

$C_{Ai} = C_A^*$ نسبت بردار

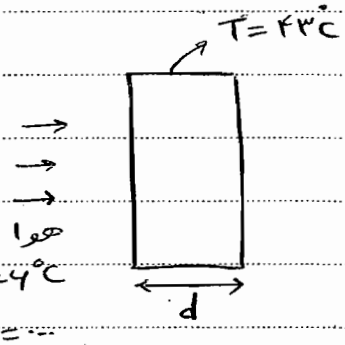
Subject:
Year. Month. Date. ( )

مثال ۶:

سیلندر استوانه‌ای شکل داریم: [درمیان جرم و حرارت در سال واقعی خط بالایی تامین انرژی است و باید خودمان از hand book ها پیدا کنیم.]

آیا واقعاً شرایط میان جرم و حرارت در این مثال برقرار است؟ بررسی شود.

• فشار بخار = ۴۶۰mmHg و فشار کل = ۷۶۰mmHg ← محلول مافوق اشباره از UF_6 غلیظ شده است و فرضیات در حد رقت کاملاً غلط است.



اول باید رابطه‌ی حرارت را به جرم تبدیل کنیم:

$$Nu_{av} = 0.43 + 0.532\, Re^{0.5}\, Pr^{0.31}$$

نکته عود داشت

در مواقع خلف کاملاً تغییر می‌کند و در بالا و پایین و به خصوص جلو و عقب با هم متفاوت است.

ضخامت لایه‌ی اسالجرم

نکته δ در همه جا یکسان است

$Nu_{ave} \rightarrow Sh_{ave} \rightarrow Fav$ ؛ که بسیار این طور نیست و باید عدد متوسط (av) گرفتیم.

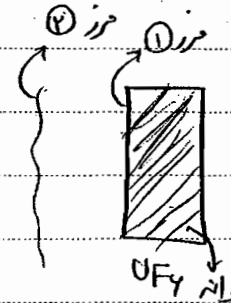
در امتحان خودتان می‌گوید که: فرض می‌شود تمامی شرایط میان برقرار است؛ پس:

$$Sh_{av} = 0.43 + 0.532\, Re^{0.5}\, Sc^{0.31}$$

$Sh_{av} \rightarrow Fav \rightarrow N$

$$N_A = \frac{N_A}{N_A + N_B} F \ln \frac{\quad}{\quad}$$

چون ضخامت لایه‌ی اسالجرم خیلی کم است از همین رابطه استفاده می‌کنیم و نیازی به تبدیل به ضخامت استوانه‌ای نداریم (البته در ادامه باید ارتعاش را تائید کنی)



$N_B = 0$ ؛ چون هوا به UF_6 نداریم (هوا جذب UF_6 نمی‌شود.)

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در این سؤال فرض می‌کنیم استوانه‌ای داریم که هوا داره از روش عبور می‌کنه.

* شکل واقعی مثال ۶ در صـ ۴۴۱ :

* می‌توانی همین مثال ۶ را در قالب شکل صـ ۴۴۱ بیری و ارتفاع ستون را بدست آوری. (علی‌شود)

[سطح در دسترس به ازای واحد حجم $a = \frac{m^2}{m^3}$]

ادامه حل مثال ۶: تنها مشکل ما در خصوصیات فیزیکی است. می‌دانیم بافتست زمان d_p در حال تغیر است. $\left(Sh_{av} = \frac{Fd}{C \cdot D}\right)$ که تغیرات d_p بافتست زمان در قسمت ج توضیح داده شده است.

تای خصوصیات فیزیکی، خصوصیات فیزیکی لایه است. (~~[illegible]~~)

مرز ① و مرز ② در صـ ۴۶۱ تشکیل شده است.

مرز ② راهای خالص در نظر گرفتیم: یعنی فرض شده که N_{F_4} به محض رسیدن به مرز ② توسط هوا برده می‌شود.

((در حالت واقعی مقدار در پایین ستون هوا خالص است))

لطفاً صـ و ۴ در $y_A = 0.263$ ، $y_B = 0.737$ را خوب برو و بیدار!

① ⇒ لایه ⇒ خصوصیات فیزیکی ⇒ $\frac{Re}{Sc}$ ⇒ Sh → F → N

②

می‌تواند سؤال بصورت دو لایه‌ای مایع و گاز (مثل فصل ۵) باشد (bF_{L_2} باشد باشیم) و شما عبارتی را از ما بخواهد. (شبیه عبارتی در صـ ۲۰۳) F_G و F_L می‌خواهیم.

* در قسمت ج، F را بصورت تابعی از d_p آورده است. آیا ~~[illegible]~~ تابعیت F برحسب d_p قابل توجیه است؟ توضیح دهید. نظر شود.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

چرا از $\bar{S}ave$ استفاده نکردیم؟ چون ضخامت لایه‌ی انتقال جرم بسیار کم است.

و باید از $F = \frac{D\delta}{z}$ و z را بدست آوری. $(N_A \cdot 2\pi RL)$

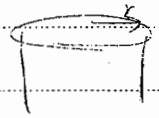
و اگر کوچک بود بدن صحیح است.

دو تا سؤال جدید در مورد مثال ۶:

الف) وقتی سطح انتقال جرم متغیر است، یعنی باید از $\bar{S}ave$ استفاده کنی.

ولی ضریب انتقال جرم ثابت

$$S_{ave} = \frac{2\pi L(R+\delta-R)}{\ln\frac{R+\delta}{R}}$$



ب) وقتی سطح انتقال جرم و ضریب انتقال جرم هر دو متغیر است.

(به صفحه ۲۶۳ توجه کن.)

مسائل این فصل بسیار مهم و جالب و پرکاربرد است.

ب) مکانیزم کلیشون:

کار تجربی

شروود ـ لیلیلند: حرکت گاز درون لوله و مایع در حال ریزش ←

شروود ـ لیلیلند ـ لیتون / لیتون ـ شروود ـ لیلیلند: این سه تا کار تجربی جرم را انجام دادند

کار تجربی

شروود ـ لیتون: حرکت مایع درون لوله و دیوار جامد قابل حل در مایع

گاز Sh ← مایع Sh

پرانتل کار تجربی حرارت انتقال حرارت به سیال داخل لوله.

رابطه‌ای که شروود ـ لیلیلند برای گازها دادند، Sh گازها است در صفحه ۲۶۴.

" " شروود ـ لیتون " مایعات " Sh مایعات است که در کتاب نیست.

به حدود Re و Sc دقت کن. $0.6-3000$

Sh_{ave} کاربردی است که با توجه به محدوده‌ی Sc هم برای گازو هم برای مایعات

لطفاً صفحه ۲۶۴

Subject:

Year. Month. Date. ( )

کارتجی برابل حال رابطه (۶-۱۳۰) است.

کلبرن فقط (۶-۱۳۰) را ترتیب کرده است (۶-۱۳۱)

f: friction factor = $\psi(Re)$ = Re تابع

$j_H = bRe^n$ ← ازطرفی f تابعی توانی از Re است

پس قبلی کلبرن رابطه (۶-۱۳۲) است.

ص۲۶۴ و ص۲۶۵ بیاریم ← بخوان.

یعنی shaw در ص۲۶۵ حال چیزی است که در ص۲۶۴ توسط شروود-گیلیلند-لیستون بدست آمده بود.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه ی ۸۷/۹/۱۰

مثال ۷، ۹ را خودت بخوان.

مثال ۱۲، ۸ را توضیح می دهد و بعد این ۸ فصل تمام را خودمان می خوانیم.

تحلیل کلیبرن: $h = f(\ )$ — حتماً بصورت power function

$h \rightarrow J_H \Longrightarrow J_H(Re) = bRe^n$

(این استقلال تحلیل کلیبرن خوب است به علت وجود عدد مودی (f) می توان J_H را حتماً بصورت توانی از Re در نظر گرفت)

به توضیحات تصویری 266 برو.

مثال ۸:

مثال کاربردی: بسته

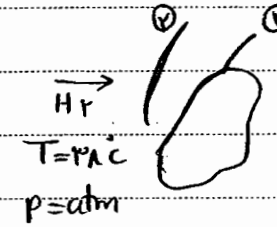
خودمان می توانیم این کار را در قالب حرارت هم انجام دهیم.

در این جا Geometry جزو شده است (یعنی برای مسئله ناصحن داریم حل می کنیم). درست است Geometry جزو شده است ولی می توان scale down یا scale up کرد. (یعنی اندازه را می توان تا بی نهایت کرد)

$h = 21/3 (\rho U)^{0.6}$

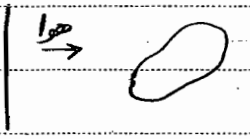
[در پایان ترم ۳ تا مسئله سخت خواهیم داشت.]

[تا آخر کتاب: فصل ۱۳، ۵ و ۶ و ۷ و ۸]



A: رطوبت

B: هیدروژن



می دانیم ضخامت لایه ی انتقال جرم به علت $u = 15\ m/s$ کم است.

لذا می توانیم از ۲-۳ استفاده کنیم یعنی forced convection داریم و مقاومت سمت B نفوذ هیدروژن صفر می شود. ($N_B = 0$)

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$\Rightarrow N_A = F_G \ln \frac{1-y_{A2}}{1-y_{A1}}$ جریان همزمان بصورت حداکثر است

مرز ④ تعیین می‌شد.

$y_{A2}=0$ ، $y_{A1} = y_A^* =$ غلظت در حد اشباع

$y_A^* = \frac{P^*}{P_t} = 0.064$: از همین جا باید تصمیم گیری کنیم آیا سیستم

یا در حد رقت است یا نه؟

$\left.\begin{matrix} y_{A1}=0.064 \\ y_{A2}=0 \end{matrix}\right\} y_A = 0.032 \simeq 3\% \Rightarrow$ سیستم در حد رقت است.

پس دست باز به میزان تجربی به F_G نیاز داریم: نیاز به قیاس جرم و حرارت داریم. چون رابطه‌ی اصلی بصورت بدون بعد بیان است پس باید از قیاس کلبرن استفاده کنیم پس باید ابتدا به j_H برسیم و بعد j_H را بصورت تابعی توانی از Re بنویسیم.

$j_H = St_H Pr^{2/3} = \frac{h}{c_p u \rho} Pr^{2/3}$ به جدول صـ ۲۶۰ برو.

$\Rightarrow h = \frac{\rho u c_p}{Pr^{2/3}} (j_H)$ $\quad j_H = f(Re^n) = bRe^n$ $\Rightarrow h = \frac{\rho c_p u}{Pr^{2/3}} bRe^n$ $\Rightarrow$ ساده‌ی h

اگر $h = 21.3(\rho u)^{0.6}$ ← در قیاس کلبرن همیشه j_H را بصورت bRe^n بنویس.

$\left.\begin{matrix} \frac{\rho c_p u}{Pr^{2/3}} bRe^n = 21.3(\rho u)^{0.6} \\ Re = \frac{\rho u L}{\mu} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{\rho c_p u}{Pr^{2/3}} b\left(\frac{\rho u L}{\mu}\right)^n = 21.3(\rho u)^{0.6}$

چون می‌خواهیم همه‌جان L را داشته باشد

$\Rightarrow 1+n = 0.6 \Rightarrow \boxed{n=-0.4}$

از اینجا چون شکل نامشخص است، L حذف می‌شود فقط مشکلش این است که scale up/down نمی‌کند.

$\Rightarrow b = \left(\frac{\mu}{L}\right)^{n=-0.4} Pr^{-2/3} \frac{1}{c_p}$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

μ و c_p را باید از کار حرارت برداریم نه جرم، چرا؟ چون هنوز با j_H (که برای حرارت است) سروکار داریم و هنوز از حرارت خارج نشدیم. (قیاس کاربن نشات گرفته از حرارت است.)

((در ص ۲۶۸ خصوصیات فیزیکی هوا Hr داده شده است و ما باید از خصوصیات فیزیکی قطره هوا استفاده کنیم))

[[ممکن است بعضی استوانه‌ای با قطر طول مشخص بدهد ولی ما در این جا با توجه به جمله داخل پرانتز به L کاری نداریم و با رابطه طول می‌گذاریم و نه قطر]]

$$j_D = \frac{1}{2} j_H = b Re^{n} = 1.28\, l^{-0.4}\, Re^{-0.4} = 1.28 \left(\frac{\rho u}{\mu}\right)^{-0.4}$$

$$\left.\begin{aligned} j_D &= St_D\, Sc^{2/3} \\ St_D &= \frac{Sh}{Re\, Sc} \end{aligned}\right\} \Rightarrow j_D = \frac{Sh}{Re\, Sc} Sc^{2/3} = 1.28 \left(\frac{\rho u}{\mu}\right)^{-0.4}$$

بروید ص ۲۶۹.

در این سؤال خصوصیات فیزیکی سیار مهم است.

از روی Sh می‌توان به F_{GN} رسید.

بهتر است از روی F_G ضخامت لایه‌ی اشباع جرم بدست آید تا از کار خود ضمن سوم.

$$F_G = \frac{CD}{Z_G} \Rightarrow Z_G = 0.6\ mm$$: پس فرضیات اولیه صحیح بوده است.

اگر بپرسد: یک ظرف استوانه‌ای پر از نمک داریم. چه مدت زمان طول می‌کشد تا نمک حل شود و هوای خروجی چقدر رطوبت خواهد داشت؟

← F از طریق تجربی بدست می‌آید ← مثل مثال 12 ← رطوبت هوای خروجی بدست می‌آید (با حدس ارتفاع را دارم)

← حد بالای خروجی (P_{A_2}) بدست می‌آید. ← حد پایین (P_A) (آب رطوبت) ← جرم آب درون لوله‌ها

← معادله‌ی طرف راطراف (بیرون دور سوپرتهای استوانه)

$$m_1 - m_2 = -\frac{dm}{d\theta} \Rightarrow -N_A S M_A\, d\theta = \int_{m_1}^{0} dm$$

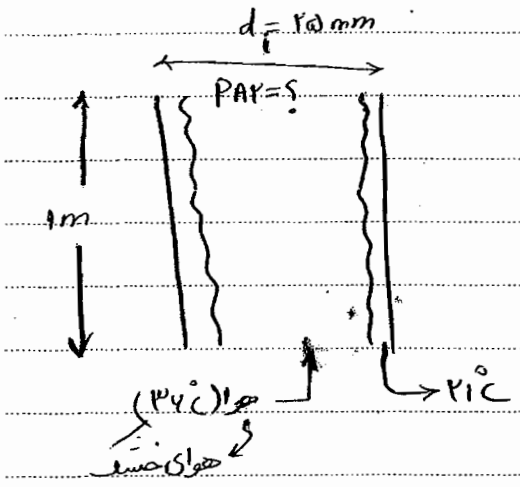
PAPCO

$K_G (P_{Ai} - P_A)$ ← $\pi x a$ کل بتون

~~Copy~~ ~~T.A~~ سیالات شیمی فیزیک

جلسه ی ۱۲ ۸۷/۸/۱۲

مثال ۱۲:

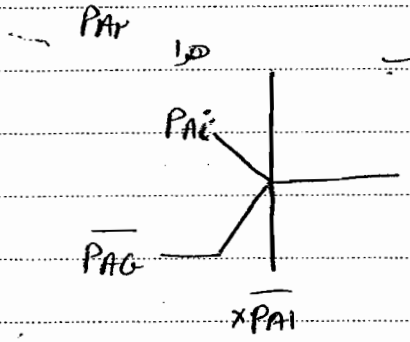


چون اطلاعی درمورد رطوبت نسبی نداریم، فرض بر این است که رطوبت خیلی کم است.

A: رطوبت

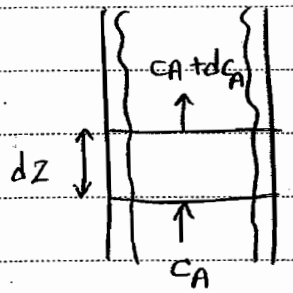
$(\rho u)_{\text{هوا}} = ۲ \frac{kg}{m^۲ s}$

k: در طول دیواره ثابت است (که اگر ثابت فرض نشود با این اطلاعات مسأله غیرقابل حل است.)



تغییرات مسأله می تواند به گونه ای باشد که مسأله بصورت دو فازی و یا استفاده از منحنی های تعادلی (مثل فصل ۵) حل شود.

الانی با ارتفاع dz در نظر می گیریم که گاز با C_A وارد می شود و با غلظت $C_A + dC_A$ خارج می شود.



مقداری که از دیواره ها خارج = جرم ورودی − جرم خروجی می شود.

$(C_A + dC_A) \times m_A \times u \times S - C_A m_A u S =$

$\frac{kmol}{m^۳} \times \frac{kg}{kmol} \times \frac{m}{s} \times m^۲ \Big| \frac{kg}{s}$

$(N_A) \times S \times m_A$

سطح انتقال جرم (با S فرق دارد)

$\frac{kmol}{m^۲ s} m^۲ \times \frac{kg}{kmol} \Big| \frac{kg}{s}$

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$S = \frac{\pi d^2}{4}$ در واقع [اصحابت سلیم ۲] ولی چون الان صحابت نیلم $d = d_i - 2$ $d = \bar{d}_i$: راندارم

$S' = \pi d \cdot dz$

$N_A = k_G (P_{Ai} - \bar{P}_A)$ فشار (غلظت) درون لایه را ثابت و برابر $\bar{P}_A$ در نظر می‌گیریم

$\Rightarrow dC_A u \frac{\pi d^2}{4} = k_G (P_{Ai} - \bar{P}_A) \pi d \, dz \Rightarrow$

$\frac{ud}{4} \int_{\bar{P}_{A1}}^{\bar{P}_{A2}} \frac{dC_A}{P_{Ai} - \bar{P}_A} \frac{dP_A}{RT} = \int_0^l k_G \, dz$ $\quad (C_A \simeq \bar{C}_A)$

$dC_A = \frac{dP_A}{RT}$

$\bar{P}_{A2}$ ← بالای ستون

$\bar{P}_{A1}$ ← پایین ستون

فرض می‌کنیم که k_G در تمام طول ستون ثابت و تقریباً برابر $\bar{k}_G$ است.
ضریب انتقال جرم در طول دیواره از و تا ← است که مقداری ثابت است.

(*) $\bar{k}_G l = \frac{ud}{4RT} \ln \frac{P_{Ai} - \bar{P}_{A1}}{P_{Ai} - \bar{P}_{A2}}$ برای دستیابی به ارتفاع ستون حل شود:

نوع دیگری طرح سؤال:

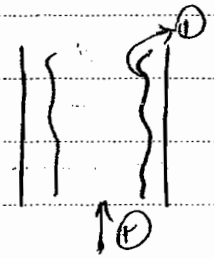
مطلوب است دستیابی به ارتفاع ستون برای اینکه غلظت A در نقطه ورودی ۳، در نقطه‌ای خروجی به ۹۰٪ حد اشباع برسد (یعنی در بالا رطوبت به حد اوا شود. $\bar{P}_{A2} = 0.9 P_A^*$ ← که P_A^* با توجه به نوع مواد مشخص می‌شود.)

$\dot{m}$ در پایین ستون = $\frac{V}{u}$

در رابطه (*) فقط $\bar{k}_G$ نامشخص است ← به اطلاعات داده شده (ضریب انتقال جرم داخل لوله) می‌رویم.

Subject:
Year Month Date ( )

حرکت سیال داخل لوله ← رابطه Sc^{Re} ← h ← F ← k



* مرز ① ثابت است. مرز ② از پایین تا بالا تغییر می‌کند.

* مرز ② را در پایین صفر در نظر گرفتیم، در پایین ۱/۵٪ است که می‌توان در حد صفر در نظر گرفت و در بالا ۲/۵٪ رطوبت دارد. (هوای خالص در نظر گرفت)

← می‌توان از خصوصیات فیزیکی هوا در پایین ستون استفاده کرد.

* (ص ۲۸۱ مهم)

$$\rho = \frac{PM}{RT} = 1,145$$ (سرعت)

* در آب $Sh \propto (Sc)^{0.33}$ است ولی حل با استفاده از ۰/۴۴ برای گاز بهتر جواب می‌دهد. (توان)

بهتر است از توان ۰/۴۴ استفاده کنیم (میاسن شروود و گیلند).

$$F = \frac{DC}{Z} \Rightarrow Z = 0,7 \text{ mm}$$

حال به سراغ بررسی فرض حد رفت می‌رویم.

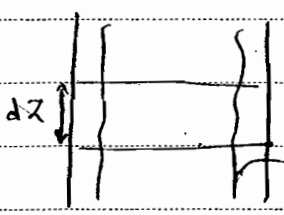
حتی اگر سیستم غلیظ بود با فرض حد رفت حل کن و آخر سر به این ترتیب زیر چک کن:

ص ۲۸۲.

* [در یک متر ۹۵٪ حد اشباع رسیده ($\frac{12000}{25000} = 0,48$). ارتفاع ۲/۵ متر برابر است]

* مرز ① و مرز ② در ص ۲۸۲ تشکیل شده است. مشاهده می‌کنیم که در واقع مرز ② صفر نیست و:

اگر ارتفاع ۱/۵ باشد و تبخیر زیاد باشد ← گوییم حد اشباع ۲۵۰۰ است. این مثال نشان داد که در بالا به ۶۵٪ حد اشباع می‌رسیم ← مرز ② را ۶۰٪ مقدار اولیه در نظر بگیر.



$P_{Ai} = 12000$

$P_{Ai} = 12000 = 60\%(12000)$

$\Rightarrow$ وسط $= 8000$

شرط = ارتفاع حدود یک متر و حد اقل حدود ۲۵ میلی متر.

PqPCO

* حدس اول حتماً باید از P_{Ai} کمتر باشد.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* در مورد مسأله با متغیر زیاد حل مسأله‌ی ۱۲ در مورد لایه‌ها درست نیست و مزه‌ها را باتوجه به توضیحات صفحه قبل و حدس و خطا حل می‌کنیم. (به Re و ... می‌رسیم و F و P درست می‌آید.) (حدس اول در بالا = ۹۰٪)

سؤال: اگر به جای این ستون، قطر ۴cm و ارتفاع ۰/۵ متر بود، اولین حدس در بالا چه بود؟ اگر بود. تفاوت: این شرایط جدید شروع به حل می‌کردیم و حدس اول را با فرض ثابت ماندن خصوصیات بستر یکی و حل مسأله ست به مثال ۱۲ برمی‌گشتیم. (با فرض ثابت حل کن و به خودش (PA) برس.) $\frac{(P_A)_{\text{خودش}}}{P_{Ai}} = x\%$

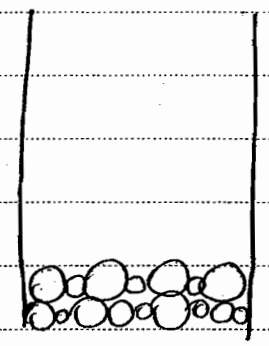
مثال ۱۳ لازم نیست. بقیه این را تا آخر حل خودت بخوان. (مثال‌های کره هم خوب و خوب!)

مثال ۱۸: ستون پرشده.

ابعاد این مثال خیلی مهم و خوب و باتوجه به مسائل تجربی است.

* $\frac{\text{قطر ذرات کروی}}{\text{قطر ستون}} \simeq \frac{1}{16}$

اگر از پایین به بالا گام فضا پر می‌شود و باز ده بالا می‌رود.



به روابط صـ۳۵۴ برگردیم. *بستر سیال شده معمولاً برای سیستم‌های gas-solid می‌باشد. و برای ستون‌های پرشده (مایع-جامد-جامد-گاز) هم می‌تواند استفاده شود.

سؤال: تلفیق مثال ۶، ۱۲، ۱۸:

این مثال می‌تواند با مثال UF_6 تلفیق شود: ~~و همچنین~~ مثال ۷ UF_6 تلفیق شود: حداقل ارتفاعی لازم است تا در بالا به ۹۰٪ حداشباع برسد؟ (تلفیق مثال ۶ و مثال ۱۲ و مثال ۱۸) نیاز به آن گیری و رسیدن به روابط داریم (مثل مثال ۱۲)

مقدار UF_6 که درون آن از جامد به گاز وارد شده = جرم ورودی − جرم خروجی

* UF_6 سیستم غلیظ است ← ارتفاع ستون را می‌خواهیم.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

سوال ۵ مثال ۱۸

* داخل ستون از قطرات VF_7 با قطر 4mm پر شده است. هر ارتفاعی از ستون لازم است که هوای خروجی از بالای ستون ۷۰٪ نقطه اشباع رسیده باشد؟
خصوصیات فیزیکی را از ضمائم ۶ و ۱۲ و ۱۸ استخراج کرده و حل می‌کنیم.

ممکن است قطعات هم سایز نباشند.

تعداد / قطر $\frac{n}{d}$

در یک قطر متوسط در نظر می‌گیریم زیرا که هر قطره با جریان برابر قطر متوسط است.

$Sc = \frac{\mu}{\rho D}$ → J_D

$Re = \frac{\rho u d}{\mu}$ ← ادامه حل مثال ۱۸

ممکن است بگوییم در یک ساعت قطرات چه قطری دارند رابطه بستگی به حجم دارد $\frac{n}{d}$

① x_{A1} x_{B1} ② x_{A2} x_{B2}

ادامه‌ی حل مثال ۱۸:
در این مثال فرض شده که P_2 خالص باشد (چون حلالیت CO_2 در آب کم است درست است) ولی در مثال VF_7 هرگز اینطور نیست.

به ابعادت دقت کن، مثلاً اگر $Sc = 0.9$، بر ان اشتباه حل کرده‌ای. (باید Sc همیشه بزرگتر از ۱ باشد)

* ρ و μ برای گاز است، در لحظه‌ای که قطره = $\frac{1}{8}$ in حل می‌شود، Re حساب می‌شود.
ممکن است در یک مسئله ۲ یا ۳ تا رابطه داشته باشیم، یه بار باید به رابطه و فرض دیگر باید رابطه‌ی بعدی را استفاده کنی. محدوده‌ی Re ممکن است جوری باشد که به رابطه‌ی دیگر تبدیل شود. (مثلاً در امتحان چند تا رابطه برای Re داریم.)

$Re = 220$ ، $Sc = 1120$ ⇒ (رابطه ۱۸۸-۶) ⇒ $J_D = 0.7$

$J_D \rightarrow Sh \rightarrow F \rightarrow k_c$

* در نمای ص ۳۰۷ که F بر حسب $\frac{d}{l}$ می‌دهد، Re و F هر دو با d است. آیا با برداشت زیاد F تغییر می‌کند؟ بله چون d تغییر می‌کند. ولی تغییرات ε را نداریم.

PqPCO

اولین
دپارتمان تخصصی و جامع مهندسی شیمی
تخصصی ترین مرکز دوره های آمادگی
کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی
"به خانه مهندسی شیمی خوش آمدید"
((مؤسسه آموزش عالی آزاد نگاره))

* با کوچک شدن d_p ، ε کوچک می‌شود یا بزرگ؟ کوچک می‌شود. چون فضای خالی کم می‌شود.
(ε = فضای خالی به حجم بستر خالی (بستری که پر از packing است.))

* ص ۳۱۱:

سؤال ۵ را جواب نده، نسبه را می‌زنیم.

سؤال ۴: در مبحث کابرن به f (ضریب مودی) رسیدیم، و بحثی هایی گفتیم که f بصورت تابعی توانی از عدد Re است. این f ناشی از وجود جسم جامد در مقابل سیال نیست و ناشی از اصطکاک بستره‌ای است ← حرکت سیال به موازات خود است نه عمود. حرکت سیال درون لوله می‌تواند جواب دهد که اصطکاکش بستره‌ای است. ← در حرکت امتی هم می‌تواند جواب دهد.

با مقادیر تجربی بدست آمده اشکال در کجاست؟ چون فرض کردیم مبحث کابرن صحیح است

سایل هم: ۳ - ۴ - ۵ - ۹ - ۱۴ - ۱۸ - ۲۵ ← حل کن و تحویل بده. (تا زمانی که فصل ۷ تمام نشده) — مهلت تحویل — نمره

فصل هفتم:

۱. یک مرحله‌ای (ص ۳۲۸ و ص ۳۲۹) : ۵ نوع واحد است.
۲. دستگاه‌های چند واحد عملیاتی داریم — چند مرحله‌ای

* معمولاً حامل: R . سیال: E

R ↑ گاز ← مایع — E ↑

E : حلال ↑ — حاوی Feed : R ↑

مایع ← مایع

* مثال یک مرحله‌ای ← توازی و هم‌سو: کانال لوله‌ای که صفحه‌ای پایین مثل شبه ← نقاله عمل نماید و سیال بالایی گاز است (هوای گرم) و شبه ← نقاله را پر از آب صابون می‌کنیم.

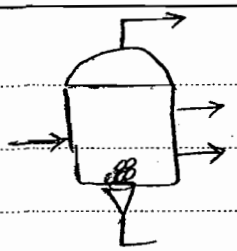
R ↳ — E ↳

مقطع ابتدایی = مقطع ۱ (E1 و R1) — انتهای شبه ← نقاله = مقطع ۲ (R2 و E2)

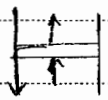
P&PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )



* یک مرحله‌ای ـ متقاطع : تمام سینی ها درون ستون ها.



مثل طرحی که داریم هم می‌خورد.

* یک مرحله‌ای ـ غیر پیوسته : فاز E موجود است ، فاز R وارد و خارج می‌شود. آیا سیستم تقاله‌ی صفحه‌ی ثبل را بصورت جوازی و غیرهم‌سو وارد کنیم یا غیر پیوسته بهتر است؟ کدام بازده بیشتر کار دارد؟

جوازی و غیرهم‌سو ، زیرا :

متوسط driving force (نیروی محرکه) در سیستم های جوازی و غیر هم‌سو همواره از جوازی و هم‌سو بیشتر است.

اما هزینه این طور نیست (در کتاب توضیح داده شده است.)

یک مرحله‌ای ـ جوازی و غیرهم‌سو :

یک مرحله‌ای ـ ناپیوسته (Batch) :

خودت مثال سیستم تقاله (آب ـ صابون) را در این ۵ حالت مقایسه کن. (بازده ها را)

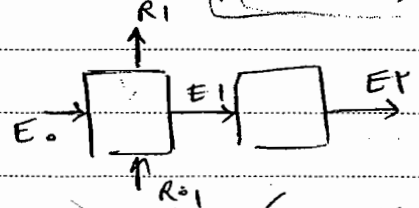
چند مرحله‌ای :

جوازی و هم‌سو ـ متقاطع.

متقاطع : نام گذاری : خروجی از هر مرحله با نام همان مرحله (خروجی از مرحله ۲ : R۲ و E۲)

ورودی به ۱ (= خروجی از صفر = R_0 ، E_0)

چرا به جای R_0 ، R۱ و R۲ ، به شکل مقابل قرار داده است؟ حل شود.



این شکل است.

فاز R فاز Raffinate است. Raffinate فازی است که خیلی خالص باید از آن جدا شود. که در طی مراحل گوناگون جدا می‌شود.

Extract = E :

تمرینات فصل ۸

۸۷

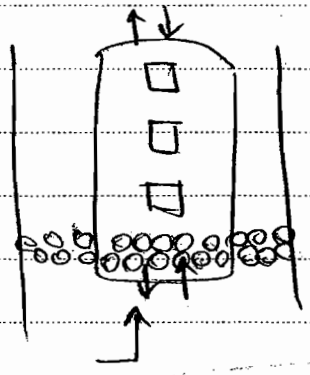
Subject:

Year. Month. Date. ( )

سوال ۵

* اگر باز R1 و E1 در صفحه ۳۴۰ به تعادل برسند، آیا باز ۲ می‌تواند معنی دار باشد؟ می‌تواند باشد.
یعنی مرجعی ۱ می‌تواند با $\eta = 100$ کار کند ولی مرجع ۲ معنی دار باشد.

* ولی در مورد موازی و هم‌سو (صفحه ۳۴۹) این طور نیست.



شکل ۲-۱:

Shirin
Falamarbaa

** برای تابش 6، 12، 18:

$$N_A S M_A = dC_A \cdot u \cdot S' M_A$$

πd^2

$$\int_{P_{A1}}^{P_{A2}} \frac{dP_A}{RT} \cdot u \cdot \pi d^2 = k_G (P_A - P_{Ai}) a \int_0^z dz$$

ارتفاع استوانه

حرکت رو به بالا

F (PB, M)

در حرکت می‌باشد :(

نقطه‌ای که قطره‌ها از آن شروع به حرکت می‌کنند:

$$0 - m_1 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow - N_A M_A S = 4\pi r^2 \rho \frac{dr}{d\theta}$$

$$k_G (P_{Ai} - P_A) M_A \times 4\pi r^2 d\theta = 4\pi r^2 \rho \int_{r_1}^{r_2} dr$$

$(P_{Ai} - P_{A1}) - (P_{Ai} - P_{A2})$

$$\ln \frac{P_{Ai} - P_{A1}}{P_{Ai} - P_{A2}}$$

Subject :

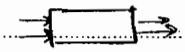
Year Month Date ( )

جلسه ی ۲۴ ۸۷/۹

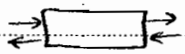
فصل ۷ :

- بررسی اجمالی واحدهای عملیاتی انتقال جرم — واحدهای عملیاتی چند مرحله ای
- واحدهای عملیاتی یک مرحله ای

واحدهای عملیاتی یک مرحله ای : ۱) موازی و هم سو



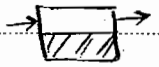
۲) موازی و غیر هم سو



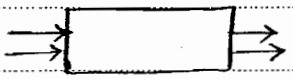
۳) متقاطع

۴) Batch

۵) Semi-Batch



یک مرحله ی عملیاتی موازی و هم سو :



جهت انتقال جرم : $R \rightarrow E$

در جهت انتقال جرم در واسط واضح تقسیمی ندارد ولی در واقعیت تاثیر دارد.

آیا جهت انتقال جرم در مقدار انتقال جرم تاثیر دارد ؟

؟؟

فرض بر این است که دو فاز R و E غیر قابل امتزاج می باشند.

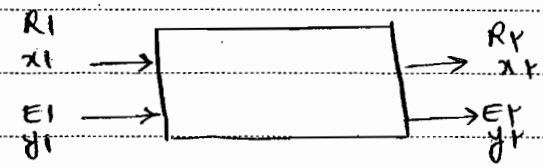
جهت های ما شامل سیستم های گاز-مایع * مایع-مایع * مایع-جامد می شود.

در پایان ترم یک سوال از تعادلات واحد یک داریم ← دو یا سه سوال.

x_1 : جزء مولی جزئی که می خواهد منتقل شود در ورودی فاز R .

درک ما نقطه یک جز منتقل می شود و این موضوع با مطالب واقعی هم خوانی دارد.

y_1 : جزء مولی جزئی که می خواهد منتقل شود در ورودی فاز E.



Subject:

Year. Month. Date. ( )

* R_S: تعداد مولکول‌هایی که قابلیت انتقال ندارند. مقدار در پایان حلول، کل سیال به جز ظلالات است R_S.

$$R_S = R_1 - R_1 x_1 = R_1(1-x_1)$$

* هدف: انتقال ظلالات است. ۹۵٪ مولی که سیال است و منتقل می‌شود ثابت باقی می‌ماند.

$$\Rightarrow R_S = R_1 - R_1 x_1 = R_2 - R_2 x_2$$

$$\Rightarrow R_S = R(1-x)$$: تعریف کلی: در هر موضع

$$E_S = E(1-y)$$: تعریف کلی: در هر موضع

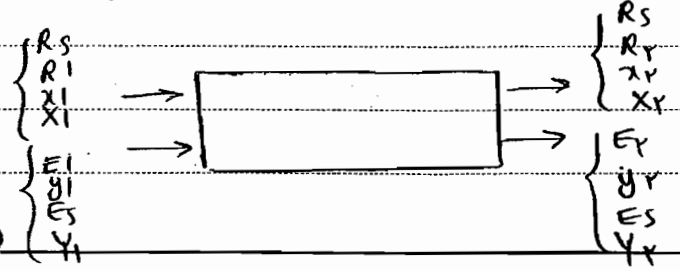
$$X_1 = \frac{x_1}{1-x_1} = \frac{\text{کل مولکول‌هایی که قابلیت انتقال دارند.}}{\text{مولکول‌هایی از خوراک انتقال}}$$ نسبت مولی =

* قابلیت انتقال دارند $\Rightarrow$ انرژی منتقل می‌شوند.

$$X_1 = \frac{x_1}{1-x_1} = \frac{R_1 x_1}{R_1 - R_1 x_1}$$

* خلاصه:

$$\begin{cases} R_S = R(1-x) \\ E_S = E(1-y) \\ X = \frac{x}{1-x} \\ Y = \frac{y}{1-y} \\ x = \frac{X}{1+X} \;,\; y = \frac{Y}{1+Y} \end{cases}$$



P4PCO

بیلان برای جزء اساسی :

$$R_1x_1 + E_1y_1 = R_2x_2 + E_2y_2$$

$$\frac{R_S}{1-x_1}\cdot x_1 + \frac{E_S}{1-y_1}\cdot y_1 = R_S\frac{x_2}{1-x_2} + E_S\frac{y_2}{1-y_2}$$

$$\Rightarrow \quad R_S(X_1 - X_2) = E_S(Y_2 - Y_1)$$

معادله عملیاتی برای کل واحد عملیاتی

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = -\frac{R_S}{E_S}$$

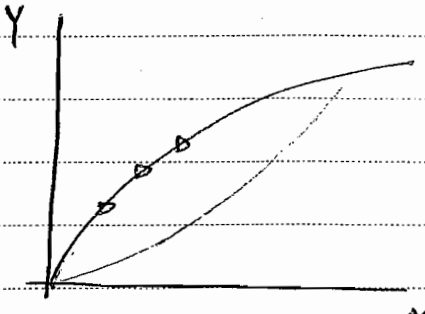
$$\begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{vmatrix}$$ شیب $= -\frac{R_S}{E_S}$

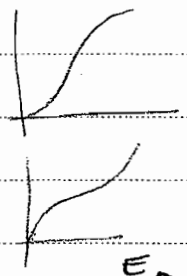
واحد عملیاتی از نقطه $\begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{vmatrix}$ با شیب $(-\frac{R_S}{E_S})$ به نقطه $\begin{vmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{vmatrix}$ می‌رود.

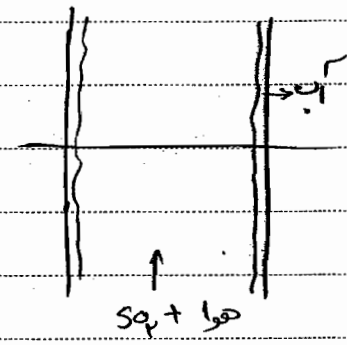
* حل مسائل :

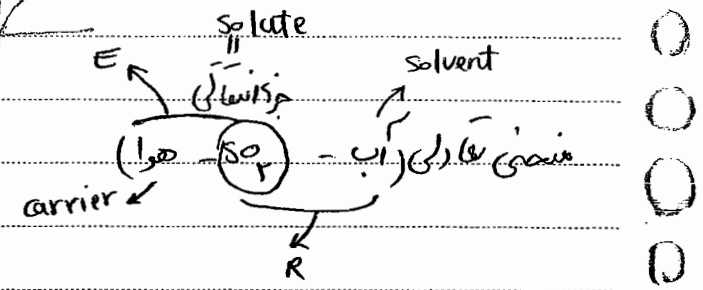
① رسم منحنی تعادلی : رابطی به واحد عملیاتی ندارد و فقط تابع شرایط عملیاتی است. T,P

(برحسب $\frac{Y}{X}$)









X : مقدار So_2 در محلول آب (So_2 - آب)

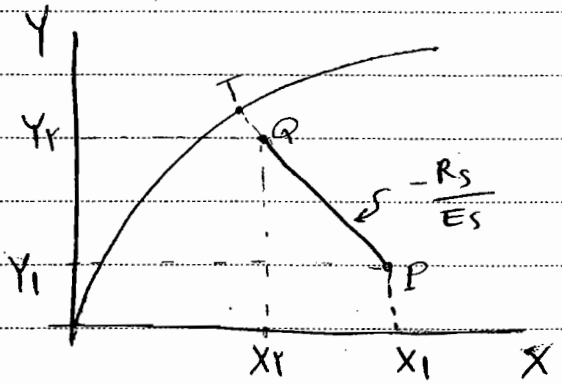
Y : " " " " (هوا - So_2) " "

✓ داده‌ها در hand book ها منحنی تعادلی فقط برای چند نقطه است.

✓ مثال ۱ و ۲ و ۳ ← رسم منحنی تعادلی را به دقت بررسی کنید.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

④ نقطه عملیاتی ورودی و خروجی را مشخص می‌کنیم. $\begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{vmatrix}$ ، $\begin{vmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{vmatrix}$ و باشیب $\frac{-R_S}{E_S}$



خط عملیاتی را بکشیم.

چون اسکال جرم $R \to E$ است یعنی X کاهش و Y افزایش می‌یابد.

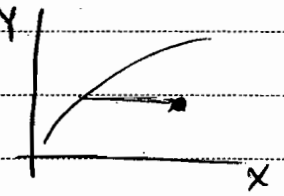
* وقتی این برعکس $R \to E$ است، خط عملیاتی پایین می‌آید.

نکته‌ها در صفحه ۳۴۳:

۱) در امتحان نسبت خط PQ به PT توسط خط‌کش اندازه‌گیری شود تا راندمان تعیین شود.

*۳) گاهی می‌توان جولی کارکرد. مثلاً گیج را که اتاق مرا می‌دهم و بصورت Batch هم کار می‌کنیم ← اگر جرم موکولی نامشخص باشد بصورت جزی کار می‌کنیم (چون اجزای گیج نامشخص است)

در مثال گیج، مقدار E_S خیلی زیاد است خط افقی می‌شود. چون جرم گیج در مقایسه با جرم کل هوا و رطوبت هوا خیلی کم است. حتی اگر گیج کاملاً خشک شود، رطوبت هوا تقریباً تغییر نمی‌کند.

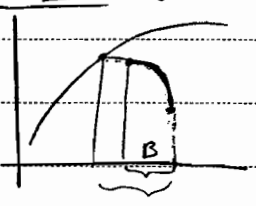


(خط افقی)

$\frac{-R_S}{E_S} = 0$

؟ یعنی سرا دول ها خ A ورودی و خروجی فاز A باهم برابر است؟

۴) اگر به جای Y-X یا y-x رسم کنیم، به جای خط عملیاتی، منحنی عملیاتی داریم.

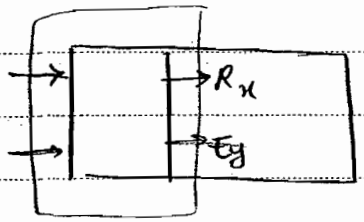


این راندمان برمبنای دو فاز است $= \frac{B}{A}$ راندمان

Subject :

Year. Month. Date. ( )

ولی ممکن است از ما رانندان برمبنای سیب ساز راه‌اندازی.



$$y = \frac{-R}{E}x + (R|x_1| + E|y_1|) \longrightarrow ؟؟؟$$

شیب منحنی عملیاتی در هر موضع $= \frac{-R_o}{E}$ در آن موضع خاص.

۵) مثلاً سیستم خوش‌اعداد و ممیز داریم.

۶) معمولاً در تقطیر اتفاق می‌افتد: اصول از E به R می‌رود و اصول از R به E می‌رود.

برمبنای جزء: منحنی عملیاتی بصورت خط راست ($\frac{-R}{E}$ در هر موضع مقدار ثابتی است)

برمبنای جزئی: " " " منحنی است

۷) جواری و هم‌سو

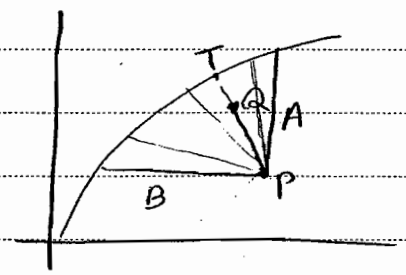
در این جا هر موضع خاص می‌تواند با شیب $\frac{k_x}{k_y}$ (فصل 5) به سمت تعادل برود. ولی

الآن دو اصل سیستم را زیاد می‌کنیم هر موضع با $\frac{k_x}{k_y}$ به تعادل می‌رود.

اگر $\frac{R_s}{E_s}$ را نصف دهیم، جایگاه نقطه‌ی T نصف می‌شد. هوازده‌ساز را می‌توانیم به اجبار کم و زیاد کنیم

هدف: جداکردن طلا از پاپ بوسیله‌ی حلال. هرکدام دست ماشینیست و می‌توانیم جهی هی مقدار حلال را عوض کنیم. حلال min ← خط A

حلال Max ← خط B



به شکل ۷ ـ ۸ دقت کن.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* شکل ۷-۸ می‌تواند برای دفع و در حدرقت باشد. (خط عملیاتی زیر است: دفع. خط عملیاتی خط راست است: حدرقت)

شکل ۷-۸: R و E تابت است. (شکل ۷-۹)

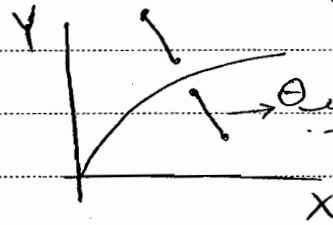
Extraction: استخراج E: حلال R: Solute.

↓ تماس بین مایع خوراک (R) و مایع حلال (E) است به هواره انتقال جرم از R به E است ← منحنی (خط) عملیاتی زیر منحنی تعادلی است

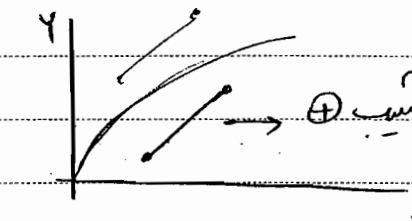
مثال ۴ را خودت بخوان. (مثال ۴ و ۶ با هم - مثال ۵ و ۷ با هم)

مثال ۵

استاد یکی را توضیح داد ولی نفهمیدم را خودت بخوان (نکات مهم است)

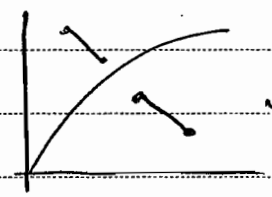


دوازی دهم سو: زیر منحنی تعادلی باشیب ⊖



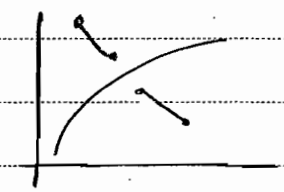
دوازی دهم سو: زیر منحنی تعادلی باشیب ⊕

سه حالت:



مثل دوازی دهم سو

Batch, semi-Batch:



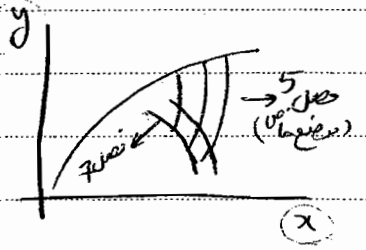
مثل دوازی دهم سو

Subject :

Year. Month. Date. ( )

سوال ۲ امتحان

نسبتان دهید برای Semi-Batch منفی عبارتی آن تبدیل توازی دهم سوال است و به ۳ نقطه از ۷ نقطه اشاره شده



ستون دوازده مرطوب

سوال ۲ از کدام واحد استفاده کنیم، چرا؟ باید هردو واحد را حل کنیم و ببینیم کدام بهتر است.

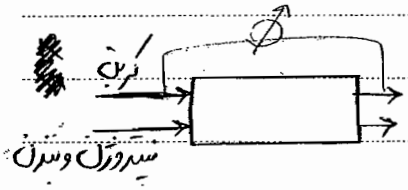
مثال ۶ راجورت کان و باغ مقایسه کن. (تا صفحه ۳۶۴ درس داده است.)

جلسه‌ی ۸۷/۹/۲۶

مثال ۵:

داده‌های تعادلی نیتروژن - بنزن - کربن.

آیا از یک واحد توازی دهم سوال استفاده کنیم یا توازی و نیم هم سوال؟ مثال ۵ و ۷ را حل کن و با هم مقایسه کن.



R: کربن

E: نیتروژن و بنزن

بنزن جزء مسئل سوال ۱ است.

جزء مولی بنزن: ۰٫۰۱ = ۱٪ و (بی جهتی) ✓

می‌توان به بی جهتی یا مولی تبدیل کرد ← $\Rightarrow PV = \frac{m}{M_1} RT \Rightarrow$ بی جرمی

چون ۱٪ حاکم است. $\Downarrow$ $PV = nRT \Rightarrow$ بی مولی

$E_2 y_2 = $ کل بنزن خروجی $\Rightarrow E_2 y_2 = 0.99 E_1 y_1 \Rightarrow y_2 = 0.99 Y_1$

$\frac{E_S}{1-y_2} y_2 = 0.99 \frac{E_S}{1-y_1} y_1$

۹۹٪ قرار است حداکثر

$Y_1 = \frac{y_1}{1-y_1}$ ✓

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$X1 = \frac{\text{۱۵ cm}^3 (STP)}{\text{۱ گرم کربن}}$ ← مشخص است = X1

X : گرم نیتروژن / گرم کربن ✓

$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m = \frac{۱۰۱۳۲۵ \times ۱۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۲۸/۱۱}{۸۳۱۴ (۲۷۳)}$

M

T

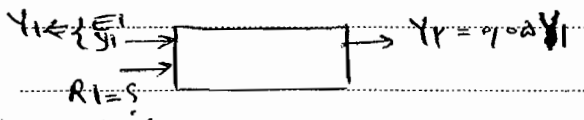
نیتروژن جذب می‌شود.

کربن جوری انتخاب می‌شود که مقدار نیتروژن را جذب نکند و نیتروژن اصلاً یا کم جذب شود.

مسئله واقعی:

مخلوط گازی در حال خروج از دودکش است و دبی آن مشخص است. اینکه بخواهیم از کجا به کجا برسیم هم مشخص است. جاذب هم مشخص است. اینکه جاذب چقدر بتن دارد هم مشخص است. الف) حداقل کربن مورد نیاز برای جداسازی چقدر است؟

ب) مقدار حداقل بدست آمده در قسمت الف را در ضریب ۱۰٪ ضرب می‌کنیم که مقدار این ضریب خیلی مهم است ولی جزو اطلاعات داده شده است.



* چون جرم مولکولی جاذب را نداریم بر روش جرمی مسئله را حل می‌کنیم (کربن می‌تواند جرم‌های مولکولی متفاوتی داشته باشد.)

* پس باید همه چیز را جرمی کنیم.

* حالا اول جزء انتقال جرم $E \rightarrow R$ را مشخص کن.

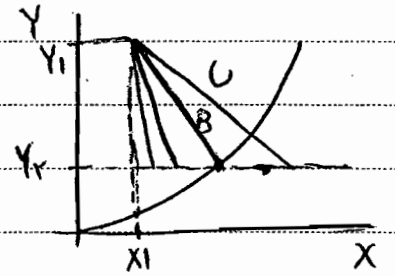
** چون انتقال جرم $R \rightarrow E$ است خط عملیاتی بالاست (خیلی هم)

خازن دهم سود ← شیب منفی. (بالا یا پایین)

* گاهی موانع یک قسمت را خیلی بزرگ رسم می‌کنیم.

لازم نیست حتماً مقیاس هر X و Y یکی باشد.

خط عملیاتی ای صحیح است که ادامه دارد از $\frac{X1}{Y1}$ حداقل به Y2 برسد. پس خط C غلط است.



(شکل الف)

PAPCO

Subject :

Year. Month. Date. ( )

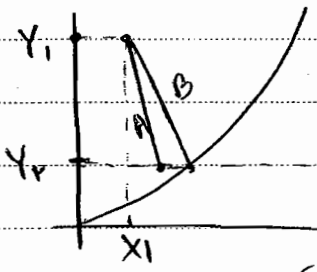
بین ما چون ۲۲ را داشتیم یک خط افقی رسم کردیم تا منحنی تعادلی را قطع نماید. خط B خط عملیاتی است که شیب $\left|\frac{-R_S}{E_S}\right|_{min}$ است.

B خط: $\left|\frac{-R_S}{E_S}\right|_{min}$ ← ثابت ← R_{Smin} ✓ و R_{Smin} را داشتیم با استفاده از حداقل مقدار جاذب را بدست آوردیم.

$$R_{Smin} = R_{1min}(1 - x1)$$

ب) $R_{واقعی} = ۲ R_{1min} \Rightarrow R_{S_{واقعی}} = ✓ \Rightarrow E_{S_{واقعی}} = ✓$

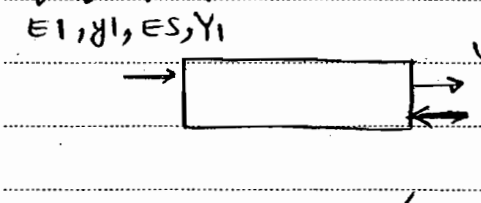
خط با شیب $\left|\frac{R_S}{E_S}\right|$ ← رسم می‌کنیم ← خط A



خط A خط واقعی است.

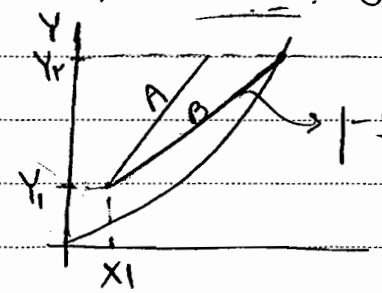
* باید شیب خط را درست بیاوری و tana تقریبا اجون معنای خوبی‌های X و Y یکی نیست. خط درقطر می‌توانی این کارو بکنی. (خط‌کش ایستاده بکن)

مثال ۷: جواری و غیرهمسو:



منحنی تعادلی تابع شرایط عملیاتی است و با مثال ۵ فرقی نمی‌کند. جواری و غیرهمسو

E → R: ⊕ خط عملیاتی بالای منحنی تعادلی باشد



درست عکس مثال ۵ حل می‌شود.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* حالا کدام هجر است؟ به توضیحات انتهای مثال ۶ توجه کن.
اول جدول ص ۳۵۷ را بنویس.

(*) بازده = (عفت ورودی − عفت خروجی) / (عفت ورودی − عفت نقطه تعادل)

* با توجه به مثال ۶ ص ۳۵۷: درجوازی دغیرهم سو جاذب رطوبت شیری جذب کرده است.

* درجوازی دغیرهم سو برای جداکردن نیتروژن موجود نیست به جوازی دهم سو باید کارشیری انجام دهیم.
* ① مقدار جاده‌ی موجود در جاذب ② جداکردن ماده کم آسیانی است یا سختی است.
↳ این ۲ مورد را باید محاسبه کنیم
مورد ۸ ط در جاذب

* چه زمانی جلال را کامل جدا می‌کند؟
وقتی نیتروژن روی آب می‌نشیند چون آب ارزان است آن را خیلی راحت دور می‌ریزند و وارد محیط می‌کند
اما در انرژی اتمی این طور نیست چون خیلی گران و سخت است و باید دوباره بازیابی شود.

بررسی اقتصادی خیلی مهم است.

* برای
اغلب ۷ واحدهای عملیاتی هواه با واکنش شیمیایی سریع اغلب جوازی دهم سو بهتر است

* * *

* دیدیم به طوری نمودارها به خز جوازی دغیرهم سو به شکل ∠ است.

آیا این بدین معنی است که قابلیت متقاطع دقیقاً مثل جوازی دهم سو است؟
هردو با یک شیب می‌روند ولی محدوده‌های هردو یکی نیست چون نحوه‌ی تماس دوفاز در هردو یکی نیست
بازده‌ها با هم یکی نیست. در متقاطع نقطه‌ی پایان (Q) بالاتر از جوازی دهم سو است (در زمان مساوی) چون در متقاطع تلاطم بیشتر است و ضریب انتقال جرم بیشتر است.
بازده جوازی دهم سو < بازده متقاطع

PAPCO

Subject :

Year. Month. Date. ( )

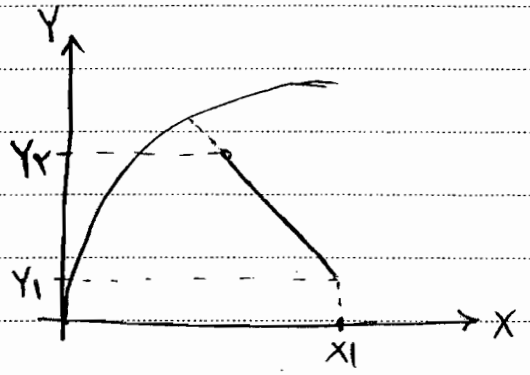
گاهی مواقع لغزش سطوح زیر سیستم اتفاق می‌افتد آیا درست است؟ بله. چرا؟
(با توجه به شکل صر ۳۶۴ فکر کن)

صر ۳۶۴ مهم است.

مجموعه مراحل:

① موازی و غیر سو (پرکاربردترین) ② متقاطع ③ موازی و هم سو (کم کاربردترین) → چرا؟

X_{Np} → plate , Np: number of plate



موازی و هم سو:

صر ۳۶۵:

مرحله‌ی ۱) رسم منحنی تعادلی

یک مجموعه‌ی موازی و هم سو نهایتاً می‌تواند به تعادل برسد. یعنی یک مرحله‌ی موازی و هم سو می‌تواند نهایتاً تبدیل به موازی و هم سوی ایده‌آل نزدیک شود ⇐ واسه همین موازی و هم سو خیلی کاربرد ندارد.

مثلاً اگر زمان تشکیل خیلی زیاد باشد و در هر مرحله انتقال جرم ۱۰۰٪ خواهد بود و خط مستقیمی از ستون ۱ تا ۴ است.

سه مرحله انتقال جرم: ۱) formation ۲) rising ۳) ائتلاف

حرکت مواد را خود دارد

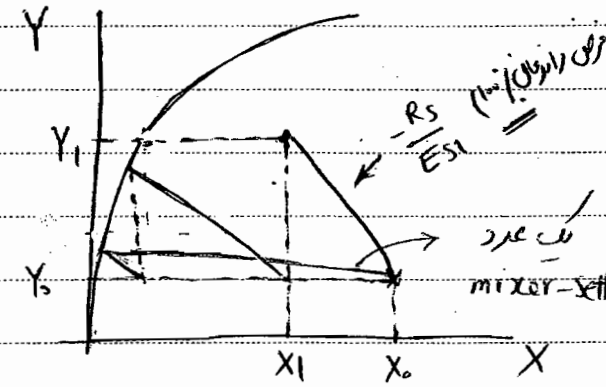
از هر بستر

اگر زمان تشکیل زیاد .....

* و خط آخر صر ۳۶۵ خیلی مهم است.

Subject:
Year. Month. Date. ( )

تقاطع:
توضیحات راجوان.
اگر بیشتر از ۶ واحد ← از ستون استفاده می‌شود.
R: فاز سبک
مرحله‌ی ۱: مقدار R_0 وارد با حلال E_{01} وارد می‌شود. خروجی: R_1 و E_1.
① منحنی تعادلی را رسم کن.



ورودی و خروجی از ①

مرحله‌ی ۱		$\xrightarrow{\frac{-R}{E_{S1}}}$		②
X_0			X_1	
Y_0			Y_1	

$R_S = R_0(1-x_0)$

$E_{S1} = E_{01}(1-y_0)$

(هرگاه از mixer_settler استفاده کردیم با هم یک مرحله است.)

مرحله‌ی ۲			
X_1		X_2	$\frac{-R_S}{E_{S2}}$
Y_0		Y_2	

(R_S همانا ثابت است)

۳. آیا می‌شود به جای ۳ تا mixer_settler از یکی استفاده کرد؟ بله می‌توان فقط اندازه‌اش خیلی بزرگ می‌شود.
۴. آیا می‌توان از ۳ تا سانتریفیوژ استفاده کرد؟ بله می‌شود. هزینه‌ها بالا می‌شود (خط‌ها موازی می‌شود) ← کار راحت‌تر می‌شود ← علاوه بر R_S و E_S هم ثابت باقی می‌ماند ← هزینه‌ی ساخت و کار کردن با آن راحت‌تر است.

در صفحه ۳۶۸ شکل ۳ تا mixer-settler هم‌سانتریفیوژ استفاده کردیم.

مثال ۹ خیلی مهم است (محاسبات short cut است ← حفظ شود)

Subject :

Year. Month. Date. ( )

مثال ۹:

حلال خالص ⇐ $Y_p = 0$ محلول .

خوراک ورودی به یک مجموعه مراحل متقاطع حاوی ۱۰٪ جزء خالص است. صرف جداسازی ۹۰٪ از جزء خالص است.

$$X_F = 0,1 \Rightarrow X_F = \frac{0/1}{0/9} \Rightarrow X_{NP} = 0,1\, X_F$$

*مثال ۱۰ خوب است.

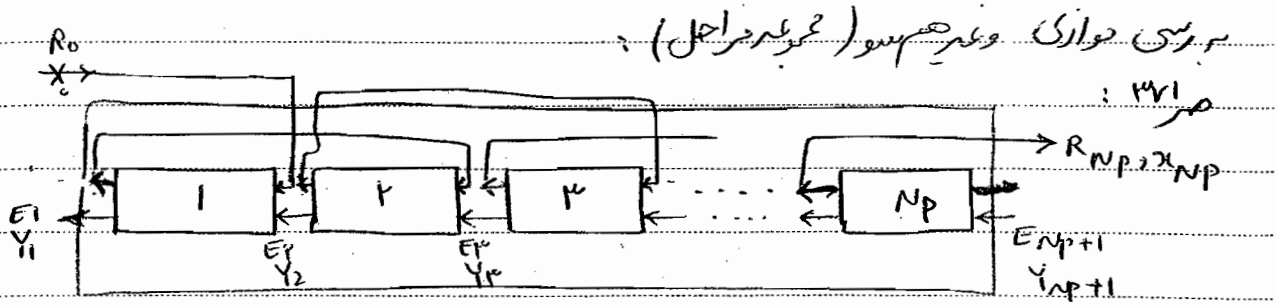
Subject:
Year. Month. Date. ( )

بررسی انداختن برون ! می ۱۱

حسبری ۸۷/۹/۱

بررسی جوازی و غیرهم سو (مجموعه مراحل) :

صر ۳۷۱ :



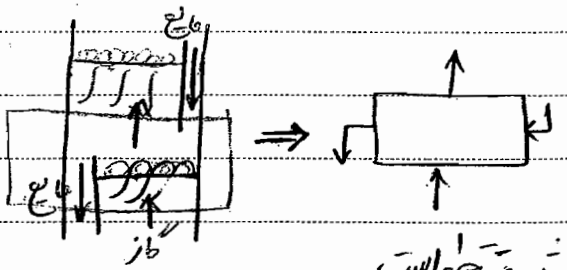
اگر شکل فوق را ۹۰° دوران دهیم تبدیل به همان ستون ها می شوند .

چرا جوازی و غیر هم سو را با شکل ستقل 31 - 7 در صر ۳۷۱ نشان دهیم ؟

(P. 372)

هر مرحله را درون ستون به شکل جوازی و هم سو است .

روابط هر مرحله ی جوازی و غیرهم سو متفاوت است . یک رویه ی مشخص مجموعه مراحل جوازی و غیرهم سو ستون نسبی دار است به نحوه ی زیر دست کن :



مثل متفاوت است

یک مجموعه جوازی و غیرهم سو هر مرحله اش متفاوت است که صورت جوازی هم سو در شکل 31 - 7 نشان داده شده است

شکل صر ۳۷۲ .

هدف دستیابی به ارتفاع ستون است .

ورودی 1 : $\begin{vmatrix} X_0 \\ Y_2 \end{vmatrix}$ خروجی 1 : $\begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{vmatrix}$ $\frac{-R_S}{E_S}$

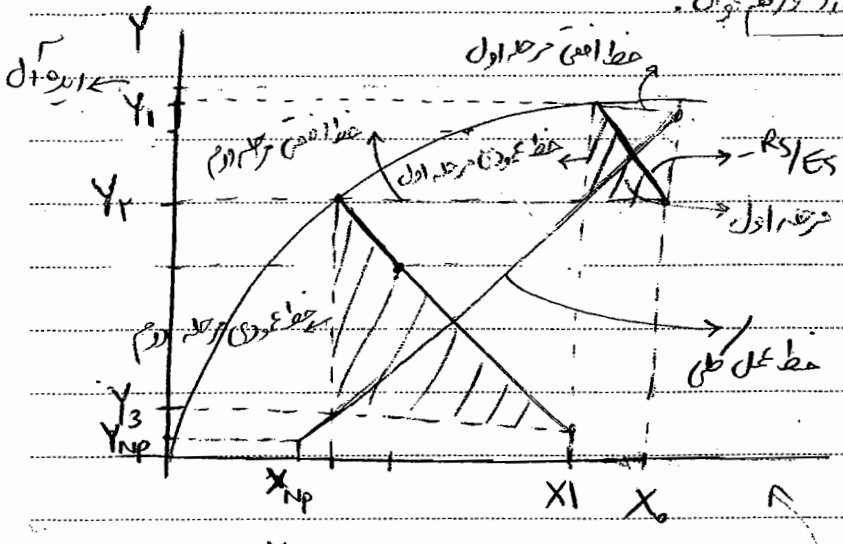
دقت : R_S و E_S طولاً ثابت است . ← خروجی هر مرحله با شماره ی همان مرحله

PqPCO

عبارت با هوازی وهم سو:

ایده ال باشد

در این جا اگر خروج ها در تعادل باشند باز هم ادامه و مرحله ی بعد هنوز هم صفی دارا است (جمن) این مبحث را با استفاده از کتاب بایدورقم زد.



روش حل:

۱) رسم منحنی Y و X.

۲) مشخص کردن نقاط

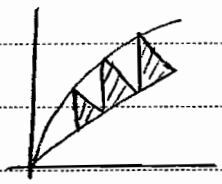
* اگر دانشجویان را به حال خود رها کنید از ۵ مقدار نقطه بگیرد

1 مرحله ی: $\begin{vmatrix} X_0 \\ Y_2 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} X1 \\ Y_1 \end{vmatrix}$ $\frac{-Rs}{Es}$

2 مرحله ی: $\begin{vmatrix} X1 \\ Y_3 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} X2 \\ Y_2 \end{vmatrix}$ $\frac{-Rs}{Es}$

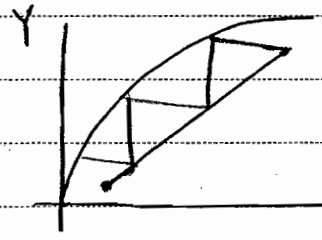
} موازی

این شکل یک ستون عمودی را نشان می دهد. باشکل روبه رو فرق می کند:



۳) رسم خط عمل کلی ستون با استفاده از اطلاعات موجود از $\begin{vmatrix} X_0 \\ Y_1 \end{vmatrix}$ تا $\begin{vmatrix} X_{Np} \\ Y_{Np+1} \end{vmatrix}$ با شیب $\frac{Rs}{Es}$

۴) شروع می کنیم از بالا خط افقی، عمودی، افقی، عمودی را رسم می کنیم. (اگر سوال گفت از بالا شروع کنیم یا پائین؟ باید فکر کنی. گزینه همیشه از بالا شروع کن) ⇐ تعداد مرحل بدست می آید



Subject:

Year. Month. Date. ( )

* ما باید با متوسط E_p آشنا شویم.

E_R ← راندمان یک مرحله (راندمان بستی) = مقدار اسفالت جرم صورت گرفته در این سینی / حداکثر اسفالت جرم همان

$E_R = \frac{X_2 - X_1}{X_e - X_1}$ ← تعادلی یا $E_E = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_e - Y_1}$

E_o → overal = راندمان کلی = تعداد سینی های تئوری / تعداد سینی های واقعی

سینی تئوری: سینی هایی که بصورت ایده آل عمل می کنند.

* اگر بستی با راندمان ٪۱۰۰ کار کند چه می شود؟
* " کل ستون = " " " " ؟

برای جواب این ۲ سئوال باید مثال ۱۲ را بخوانیم.

بله) به ص ۳۷۶ بروید:

۲ تا رابطه داریم. (مثال و راه حل آن و رابطه ی (۷-۲۰) و (۷-۲۲) را بصرفه برای حالت خاص است حل آن ← برای حالتی که منحنی تعادلی خط باشد)

* گاهی کل منحنی تعادلی بشکل منحنی است ولی در قسمتی عملیاتی خط است.
* " " " " " " ولی می توان بصورت ۲ تا خط دید.

ص ۳۷۶ { A = فاکتور جذب ; $\frac{1}{A}$ = فاکتور دفع ; $R \to \infty$ ← دفع

* مثال) بستونی داریم که عمل دفع انجام می دهد و $A = 1$ (شیب خط عملیاتی و منحنی تعادلی یکی است) و منحنی تعادلی $R \to \infty$
۸ سیال ورودی ٪۱۰ جزء حل دارد. هدف جداسازی ٪۹۰ این جزء حل است.
خط است.

PqPCO

Subject :

Year. Month. Date. ( )

$Y_{Np+1} = 0$

حلال جدید استفاده خالص است. اگر با صفحه ۲ مرحله ۰٫۵ متر باشد، ارتفاع ستون؟

$X_0 = 0.1$ ، $Y_{Np+1} = 0$ ، $X_{Np} = 0.1 X_0$

$X_e = ?$

$$N_p = \frac{X_0 - X_{Np}}{X_{Np}}$$

* مثال ۷-۲۴ صفحه ۳۷۷ :

* فرض کنید که برای جذب طراحی کنیم و $A = 1.3$ ، $\frac{400}{0.04}$ = مقدار مجهول ها. تعداد مراحل تعادل؟

جواب : ۷.

سؤال بالا را با $A = 1$ حل کن؟ جواب : ۲۴.

هر چه A بیشتر تعداد مراحل از ۷ به ۲۴ تعادل است؟ A .

$$A = \frac{R_S}{mE_S}$$

* $A = \frac{R_S}{mE_S}$ ، R_S (بسیار) ثابت است. نوع حلال و E_S ی حلال است. (واسطه به حلال)

اگر خط ثابت باشد، نوع حلال را تغییری دهیم و اگر نوع حلال ثابت باشد، خط (m) را تغییری دهیم.

اگر هیچ کدام نتوانند عمل کرد چه کنیم؟ باید با اندازه بیشتر کار کنیم.

* اگر $A = 0.95$: یعنی حتی با ستون با ارتفاع بی نهایت هم جداسازی انجام نمی شود.

* چرا از بالا، چرا از پایین؟

سؤالی دارد: بسیاری از پایین ستون وارد ستون می شود. هدف جدا کردن ۹۰٪ جزء خاص موجود در بسیار است. از حلالی استفاده می شود که تقریباً ثابت است ←

چون بالا fix است باید از بالا شروع کنیم.

(حلال از بالا وارد می شود)

Subject:

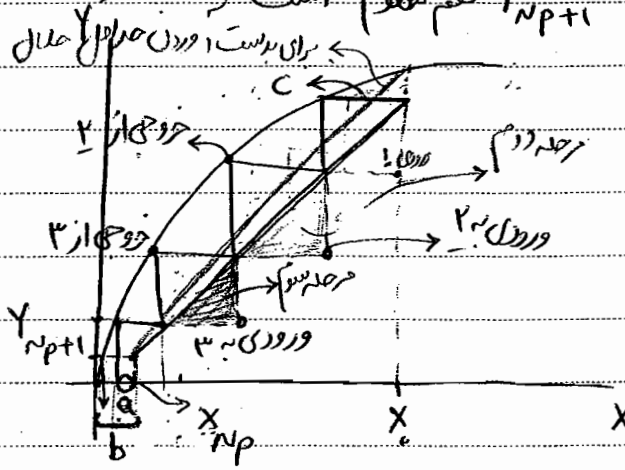
Year. Month. Date. ( )

خطوط مایع حاوی جزء حاصل وارد شروع دفع می‌شود. (از بالا وارد می‌شود) برای این کار هوا تشخیص داده شده است ⇐ در پایین ستون هوای خالص داریم ⇐ پایین fix است و از پایین شروع می‌کنیم.

مثال ۱۲:

سیال چون جرم مولکولی‌اش نامشخص است ⇐ وزنی کار می‌کنیم.

از بالا x_0 مشخص است. X_{Np} ، Y_{Np+1} هم معلوم است.



خط عمل زیرا: $R \rightarrow E$ است

الف) $\frac{E_{Np+1}}{R_0} = 1/423$ ← $\frac{R_S}{E_S} = ?$

$E_{Np+1} \rightarrow E_S/1-y_{Np+1}$

$R_0 \rightarrow R_S/1-x_0$

★ این مقدار حلال چند برابر حداقل است؟ باید خط ۷ را ادامه دهیم تا به منحنی تعادلی برسیم. شیب این خط حداقل مقدار حلال را می‌دهد و با مقایسه‌ی آن با خطی که الان داریم، نسبت را به دست می‌آوریم.

هرچه قدر از منحنی تعادلی فاصله بگیریم، تعداد مراحل کمتر می‌شود (تعداد خطوط افقی و عمودی کمتر می‌شود)

چون سؤال تغییر از بالا شروع می‌کنیم

Subject:

Year. Month. Date. ( )

درست ۱ وزن خورده.

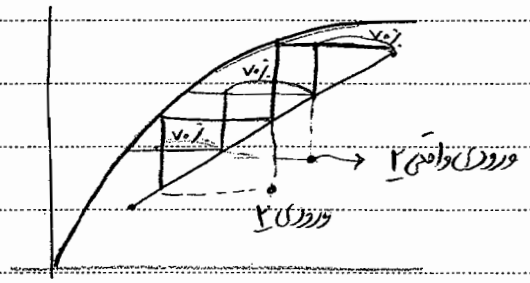
با خط لبه نسبت خط $\frac{a}{b}$ را حساب می‌کنیم.

$\frac{a}{b} = 0/3$ ⟶

$E_0 = 0/75 = \frac{3/3}{\text{واقعی}} \Rightarrow \text{واقعی} = \frac{3/3}{0/75}$

راندمان هر مرحله: مرحله اول:

مثلاً راندمان هر کرحله ۷۰٪ است. ۲ طول خط c را اندازه می‌گیریم (طول = 10cm) با ۳٫۵cm جدا کرده و عمود می‌کنیم ← خروجی واقعی از مرحله‌ی اول با راندمان ۷۰٪ بدست می‌آید.



Subject:

Year. Month. Date. ( )

Subject:
Year . Month . Date . ( )

پایان ترم سط ۳ آسانه.

جلسه‌ی ۵ ۸۷/۱۰/۴

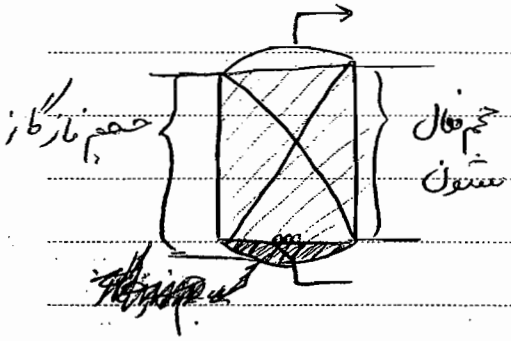
فصل هشتم:

* ستون پرشده ← داخل‌ساباتی دوفازی
* ستون سینی دار بدون نامدانی ← دوفازی
* " " با نامدانی ← مرحله‌ای

به علت مقاومت کم

* در رابطه‌ی (۸-۱) اشغال حجم سط خارج حباب کروی در سط گرمه شده است، حبس به داخل حباب V کاری ندارد.
* چون در داخل حباب کروی سط فوق ابداده زیاد و سکونیه عوق ابداده کم است. پس در اشغال حجم بین حباب کروی و سط مایع اغلب سط خارج حباب را در سط حی گیرند.
* اگر به جای حباب کروی حفره‌ی کروی داشتیم کی این مطلب مستقل دانست چون سرعت ها کم می‌شود و سکونیه هم بالا تری رود.

p. 396) $\varphi_G = \frac{\text{حجم فاز گاز}}{\text{حجم فعال ستون}}$ ← جایی که محل تماس بین دو فاز است.



روابط p. 397 هم است

← مثلاً برای شونیدی و تری ← (۸-۱۱)

" " ستون spray ← (۸-۱۵)

p. 398 (سطح ویژه) ← dp : قطر حباب

* p. 405 : P : قدرت مصرفی در ظرف مخزنه چون
* اگر Re پایین باشد (مثل سیستم‌های وسکوز) ← (۸-۲۴) ← P با هم ضیبی ندارد
← جایی که P با هم ضیبی ندارد یعنی جاهایی که روتور خیلی کم می‌چرخد.

Subject:

Year. Month. Date. ( )

اگر در ظرف مخزن به جزء Re بالا باشد ⇐ M.P هیچ سختی ندارد و فقط به هم ریختگی دارد و متناسب آن با M و با A هم متفاوت است ⇐ (8-25)

(منظور از Re ، رینولدز مربوط به پره است)

در شکل (3-8) جنس پره راست محور کاملاً مشخص است (Re)

$Re\uparrow$ $Re\downarrow$

(P.410) مسئله ← امروزه به دلیل ارزان و کاربرد زیاد فلز شفتهای شیب استفاده دارد.

(P.411) انواع سنبه ها ← شفتهای ← مثلاً صیقلی کاربرد داشت

سنبه دار

در صفحات بعدی انواع سنبه ها با هم مقایسه شده است (رو خوانی) ← راندمان هم است.

در صر ۴۱۷ پدیده ی weeping (خیس کردن) هم است.

صر ۴۱۸ هم است: طراحی سنبه ۱۴ مرحله دارد.

از مرحله ی ۳ به بعد در کتاب توضیح داده شده است. ← وابسته ارشد خواسته شود

محاسبات فقط سرانگشتی در صر ۴۲۳ هم است.

چرا هری سنبه ها مثل هم ساخته می شود؟ فرض بر این است که هر ستون به سمت متقارن رود، مگر آن که مرزی به سنبه وارد یا از آن خارج شود و بدین ترتیب Rs ها و Ds ها به هم نخورد.

تغییر کند

صر ۴۲۵: ستون های پر شده:

هم گاز-مایع و هم مایع-مایع.

* شکل صر ۴۲۱ برای گاز-مایع است، و برای مقیاس صنعتی است. البته برای مایع-مایع هم قابل استفاده است.

* هم برای سوادی و هم بد و هم برای سوادی و غیر هم بد ولی اگر سوادی و غیر هم بد.

PAPCO

Subject :

Year. Month. Date. ( )

شکل ص ۴۴۱ را کامل کنید:

پکینگ ← منظم : روی هم کاملاً منظم می‌شوند و بسته می‌شود و داخل برج قرار می‌گیرد. (fix باشد)

ص ۴۴۲ ← نامنظم

* فاز مایع هم داخل و هم روی سطح packing حرکت می‌کند ← سطح تماس بین دو فاز زیاد می‌شود و انتقال جرم بالا می‌رود و زمان تماس هم زیاد می‌شود.

* پس با استفاده از packing هم S و هم O را بهبود می‌بخشیم.

* اگر با packing ها را از جنس Rashing ، Pall ring (ریباوری) ، قطعاً pall ring بهتر است. چرا؟

۱) سطح تماس را بیشتر می‌کند.

۲) افت فشار را کمتر است بیشتر کند (البته این عامل نسبی مهم است)

۳) زمان تماس را بیشتر می‌کند.

** ۴) خود این packing به توزیع مایع خیلی کمک می‌کند. ← به جای قانونه شدن مایع روبه رو پخش می‌کند.

* همین طور که مایع پایین می‌آید یک توزیع کننده مجدد می‌خواهیم، چرا؟

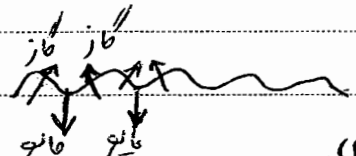
برای این می‌خواهند که هر کار کنیم کانالیزه می‌شود (مایع از یک کانال پایین می‌آید و بازده پایین می‌آید).

* اگر از Rashing استفاده کنیم در مقایسه با pall ring ، pallring باید بین از هر 5 متر

در هر 5 متر یک توزیع کننده مجدد بگذاریم

توزیع کننده مجدد نداریم یا کمتر از 5 متر ؟ بیشتر از 5 متر.

* اگر نگهدارنده‌ی packing را نداریم، ممکن است طوری



سوراخ‌ها را کنیم، چه کار کنیم؟

طراحی خیلی اول را به شکل ص ۴۴۴ (منظم) بچسبانیم و سوراخ‌های محل عبور گاز و مایع گرفته نشود و افت فشار موضعی نداشته باشیم.

PdPCO

Subject:
Year. Month. Date. ( )

گاهی در عمل ستون از packing سطح استفاده می‌شود. چه زمانی؟
موقعی که افت فشار گاز پارامتر خیلی مهمی باشد. مثلاً گاز پایین‌دست از اهمیت است چون افت فشار خیلی کم می‌شود.

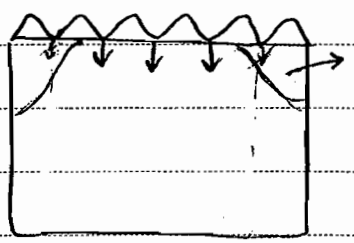
p.428 نحوه متوقف شده‌ی packing:
اگر packing ها به‌هم چسبیده باشند و حرکت کنند حلوی آن خالی می‌گردد و می‌گذارد به توزیع نشده‌ی خود برخورد. و حلوی سوراخ خالی می‌گردد.

p.44 جنس packing:
خورنده ← سرامیکی هستند و ...

صفحه ۴۴۴ پارامترهای مهم در انتخاب packing:
* اگر خیلی خیلی کوچک باشد افت فشار خیلی زیاد می‌شود. پس باید کوچک باشد اما نه خیلی. سطح تماس اولی نه خیلی.

سایز packing → $\frac{1}{16}$
طول ستون →

آخر صفحه ۴۴۴:
اگر سیستم شما طوری باشد که به آب حساس باشد هرآب از هوا می‌گیرد می‌خواهیم ستون را پر کنیم، packing را هم پر کنیم ← مثل کولر.
کولر به علت آبرسانی سطح تماس است.



باید از تولید نشده‌ی packing جدول (۸-۱) را گیریم.

Subject :

Year . Month . Date . ( )

* قبل از استفاده از مشخصه‌های packing باید مطالب زیر را بدانیم:

۱) جنس ۲) شکل ۳) اندازه

برای هر جنسی با شکل مشخص و اندازه‌ی مشخص پارامترهای صر۴۴۴ و صر۴۴۵ مقادیر ثابت

اصولاً packing ها سه شکل دارد:

۱) کروی ۲) استوانه‌ای ۳) زینی شکل

* اندازه می‌تواند براساس قطر، طول یا قطر سوراخ ها باشد ← اندازه در جدول هیچ جا مورد استفاده ندارد ← همراست تولید کننده برحسب قطر یا طول یا قطر سوراخ مشخصات را بدهد.

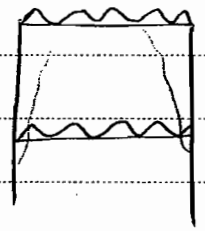
* برای پکینگی از جنس سرامیک با سایز ۲۵mm و نوع rashing ، $C_D = 1.04$ و $C_D = 1.40$

اگر لیست packing داشتیم، آیا می‌توانیم مشخصات را دربیاوریم؟ (باید بتوانیم، قرین)

← یعنی جزو برنامه محفوظاتی حرام

صر۴۴۶ : اندازه‌ی پکینگ ← اندازه‌ی المانی هم نیست و قطر معادل بسیار مهم است.

اعداد صر۴۴۷ را حفظ باشی.



پوشال‌هایی با توزیع کنده‌ی خوب :

تا صر۴۵۱ درس داده است

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه ی ۱۷ ۱۳۹۸/۱۰/۸

Entrainment :

در یک ستون تقطیر هم سو که در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، ممکن است همراه این دو پدیده اتفاق بیفتد:

* کشیده شدن ذرات یک فاز توسط فاز دیگر در خلاف جهت حرکت خودش طوری که ذرات از ستون خارج شوند.

* شبکه فاز گاز ذرات مایع را با خود به سمت بالا ببرد (Entrainment مایع) - احتمال کشیده شدن فاز گاز توسط مایع به سمت پایین خیلی کم است (مثلاً هلدآپ مایع خیلی زیاد و یا دبی مایع خیلی کم باشد.)

* این پدیده در سیستم مایع - مایع بیشتر اتفاق می‌افتد (فازسبک: نفت، مشتقات نفتی، فازسنگین: آب) ← در سیستم مایع - مایع دو حالت محتمل است (کشیده شدن فاز سنگین توسط فاز سبک به سمت بالا - کشیده شدن فاز سبک توسط فاز سنگین به سمت پایین.) ← واسرجی بود؟ جاله مداوم dispers

* در اولین انتخاب فازی که دبی بیشتری دارد معمولاً پراکنده می‌شود. چرا؟ به علت ایجاد سطح تماس بیشتر.

* بیشترین خیزی که اتفاق می‌افتد، کشیده شدن ذرات مایع توسط فاز گاز است. اسرعانی توانیم صددرصد جلوی این پدیده را بگیریم (در واقعیت نمی‌شود ۱۰۰٪ پدیده Entrainment را از بین برد.)

Entrainmet → Loading → Flooding

راه‌های کاهش Entrainment :

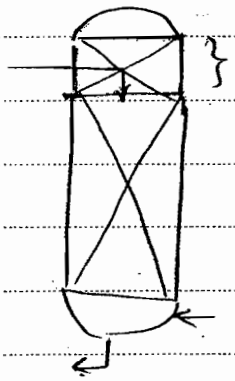
* ۱) بالاترین سطح روی packing تا یک صفحه‌ی تعادلی بگذاریم. ولی برای ایمنی‌تر است ۹۸٪ صفحه تعادلی سراغ شود.

PAPCO

Subject:

Year.... Month.... Date.... ( )

۲) استفاده از packing خشک، packing ۲ منظور خشک، packing تک بازی است.
(نقطه شناول فاز گاز باشد (مقدار مایع آن خیلی کم است))



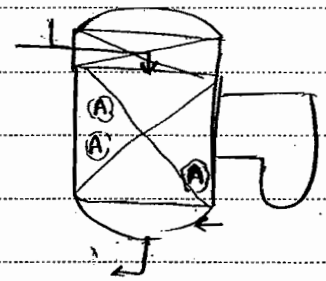
برج packing خشک

برج fig ۲ مطالعه کنید.

Loading (انباشتگی)

اگر Entrainment خیلی زیاد شود، پدیده Loading اتفاق می‌افتد:
ستون با یک دبی مایع و یک دبی گاز در حال کار کردن است. با ثابت گرفتن دبی مایع، دبی گاز را زیاد می‌کنیم ← افت فشار گاز زیاد می‌شود.
شکل (۳۶-A) صر fig ۲.

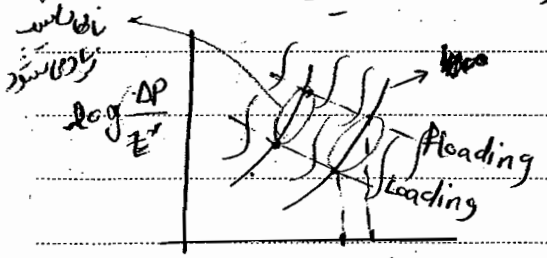
L': فلاکس جرمی مایع $\left(\frac{kg}{m^2.s}\right)$
G': " " گاز (")



برای فلاسه افت فشار بین دو نقطه

* نقاط A نقاطی است که در آن فاز مایع انباشته می‌شود (قبل هوضعه)

* وقتی دبی گاز خیلی زیاد شود نقطه A به سمت بالا حرکت می‌کند و ضمن اتفاق می‌افتد.

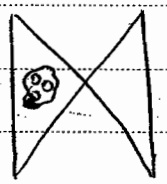


منطقه‌ای که میزان Entrainment Loading خیلی زیاد است و هوضعه تشکیل شده

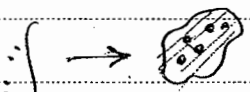
گاهی Loading را مرز افت پدیده و اروینگی در نظر می‌گیرند.

Sunwood

اگر در حوضچه ها فاز مایع جمع شود فاز گاز درون این حوضچه به صورت حباب هایی درمی آید.
یعنی پدیده ی واروئلی روی داده (فاز پراکنده فاز گاز است و فاز مداوم فاز مایع است.
آلان
در حالی که در حالت عادی فاز پراکنده فاز مایع است و فاز مداوم فاز گاز است.

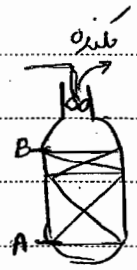


آلودگی هوا:
O_2 درحکم حباب است و آلودگی ها ذرات هستند در پدیده ی آلودگی هوا که پدیده ی واروئلی اتفاق می افتد آلودگی ها به هم می چسبند و O_2 ها به صورت ذراتی درمیان آلودگی ها درمی آیند. با توجه به نوشتارهایی که تاصری Loading و Flooding خیلی کم است با کاهش دما و کاهش کرک هر روز بر آلودگی اضافه می شود.



برای طراحی ما در کدام منطقه کار می کنیم؟
زیر Loading.
Entrainment / Loading - Flooding

در مرحله ی Flooding سیال هرچی سر راهشه با خودش می بره.



برای حل این مشکل گاهی در بالای بالاتر کلکتور قرار می دهیم. (برای انبساط ناگهانی)
Flooding
حذرت کلکتور در جایی است که افت فشار گاز از سطح A تا B را تامین کند.

مهم ترین مرحله عبور گاز از میان بستر دو فازی و بستر تک فازی است. افت فشار را در بستر دو فازی و بستر تک فازی محاسبه می کنیم و سپس به آن ۲ الی ۵ درصد اضافه می کنیم.

Subject:

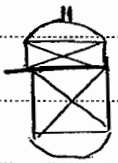
Year.... Month.... Date.....( )

* آیا بهتر است به مقدار محاسبه شده ۲ الی ۵ درصد اضافه کنیم یا قدرت دمنده را زیاد کنیم؟
اگر این ۲ تا ۵ درصد جزو ۵ درصد در نظر گرفته شده کانالیزاسیون گاز و کاهش بازده اتفاق می‌افتد

رابطه‌ی (۸-۴۴) ص۴۵۲

$g_c(SI) = 1$ ε: خلل و فرج dp: قطر ذرات

* ρ_g: منظور دانسیته‌ی گاز درست در وسط B است ؛ دانسیته گاز



* G': فلاکس جرمی گاز ← معمولاً در مسائل به صورت دبی حجمی داده می‌شود

$$1/2 \frac{m^3}{s} \times \rho_g \times \frac{1}{A_c} = G' \left(\frac{kg}{m^2 \cdot s}\right)$$

$$\text{if } G' > 0/7 \frac{kg}{m^2 s} \xrightarrow{(8-45)} \frac{\Delta P}{Z} = C_D \frac{G'^2}{\rho_g} \qquad \rho = 0.453$$

* $\Delta P_{کل} = (\Delta P_{خشک} + \Delta P_{تر}) \times 1/05$

برای دو تا از پنج تا (۸-۳۱) ص۴۵۳ استفاده کنید. (L' در بالا، G' در پایین)

مایع: $\frac{L_m}{s}$ (kg) $\times \frac{1}{A_c} = L'$ $\qquad \frac{L'}{G'} = \frac{L_m}{G_m}$

گاز: " $= G'$ ، G_m

$J(SI) = 1$

مثلاً $x = 0/2$ و $y = 0/1$ یعنی ستون طغیان می‌کند. چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟

۱) تغییر packing (یا خوراک y را کم‌تر کنیم ← C_F را کم کنیم و ...)

۲) کم کردن دبی مایع

:

Sunwood

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

فرض کنیم فعلاً ستون جذب داریم.

ص FAQ : اعداد حتی هم است.

ل اگر افت فشار در ستون جذب و دفع ۳۶۰ بود، بازده چه جوری می‌شد؟ بیشتر می‌شد.

* ← اگر افت فشار در ستون تقطیر ۳۶۰ باشد، مناسب است؟ خیر. چرا؟ البته ضمان اتفاق نمی‌افتد ولی گاز ① گالیزه شده است (افت فشار کم) یا ② packing آن درست است. (زمان تماس کم شده است)

بین مایع و گاز

* ص FAF : هلدآپ مایع = حجم باز مایع در پایین به حجم بستر دوفازی.

گاهی قسمتی از مایع بین packing ها گیر می‌کند، البته به صورت ضعیف ←

هلدآپ استاتیک. اگر هلدآپ استاتیک زیاد شود، بازده کم می‌شود. چون تا هاهنگی در محصول بوجود می‌آید (چون این مایع که اون جا گیر کرده به تعادل می‌رسد و با مایع خارج میشه) ← گاهی شود به ستون می‌دهند تا هلدآپ استاتیک ازبین بره.

* ص FAQ : مراحل طراحی ستون پرشده :

ارتفاع ستون ← مشخصات packing ← قطر ستون ← حسن‌پیمل، اندازه

اگر درست نبود ← اندازه را عوض کن (ص ۴۲۷)

جدول ص ۴۴۷

برای اندازه‌ی اولیه: با توجه به دبی گاز، قطر را حدس می‌زنیم و سپس اندازه را بدست می‌آوریم و عملیات بالا را انجام می‌دهیم. اگر قطر بدست آمده خوب نبود، دوباره اندازه را عوض کن.

در محدوده افت فشار تعریف شده

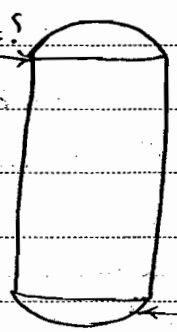
* برای بدست آوردن دبی مایع؟

۱) رسم منحنی تعادل

۲) استقال جرم از گاز به مایع ← خط عمل بالای منحنی تعادلی

۳) بدست آوردن حداقل حلال $\left(\frac{R_s}{E_s}\right)_{min}$ و روشهای حل ۷

۴) بدست آوردن حلال واقعی



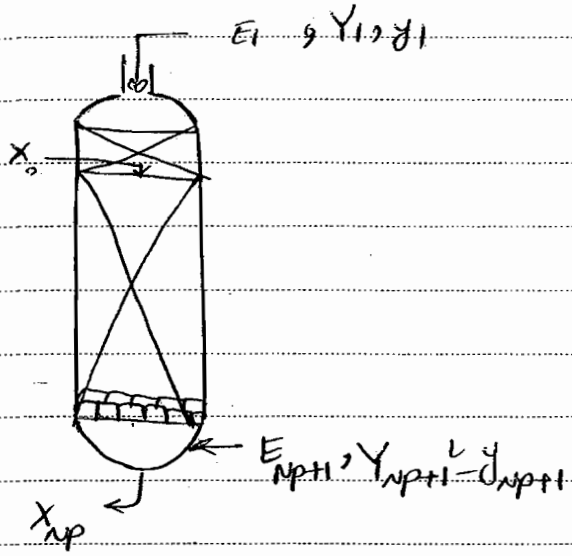
ل بازدهی مشخص

Sunwood

Subject:

Year.... Month.... Date.... ( )

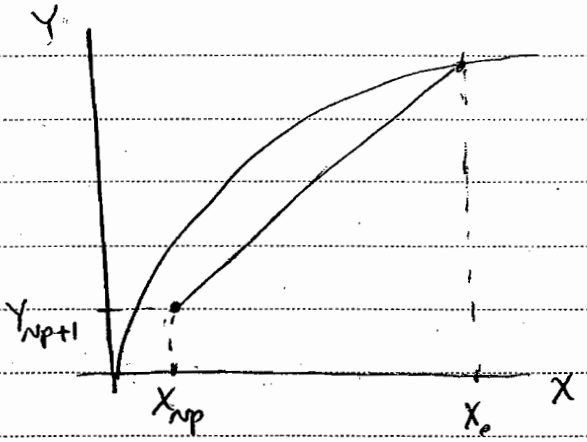
جلسه‌ی ۱۰ مارس ۱۷



* برج سینی‌دار بیشتر برای جذب، دفع و تقطیر است
البته برای استخراج مایع-مایع نیز استفاده می‌شود.

* فرض کنیم سینی تعادل جذب باشد. مربوط به فاز
معلوم و جذب دی E_{Np+1} و
دفع دی R_0 مشخص است.
مربوط به فاز دفع

* ۱) رسم منحنی تعادلی ۲) تعیین جهت انتقال جرم (فرض: دفع $E \rightarrow R$) خط عمل‌ها را رسم کنید



۳) تعیین $\left(\frac{R_S}{E_S}\right)_{min}$ حالت

۴) تعیین مقدار واقعی حالت (چند برابر حالت n_{min} است.)

گاز ورودی E را به صورت دی جذب می‌کنند:

$$E_{Np+1} \; \rho_G \; \frac{1}{A_c} = G'$$

$\frac{m^3}{s} \; \frac{kg}{m^3}$ (دی) $\frac{1}{\text{سطح مقطع}}$ $\rightarrow \frac{kg}{m^2 s}$

نحوه‌ی دست یابی به قطر ستون:

* چهار مرحله‌ی آن را انجام بده:

$$\left.\begin{aligned} E_{Np+1} \; \rho_G \; \frac{1}{A_c} &= G' \\ L_0 \; \rho_L \; \frac{1}{A_c} &= L' \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{L_0 \rho_L}{E_{Np+1} \rho_G} = \frac{L'}{G'}$$

حال به سراغ شکل (۲-۸) می‌رویم.

ص ۴۵۳

Sunwood

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

انتقال جرم بالا و پایین ستون با هم متفاوت است.

برای استفاده از شکل (8-31) تا جای ادامه می دهیم که $\frac{\Delta P}{Z}$ توصیه شده در صفحه ۴۵۷ بررسیم.

جذب برج: 300 ، تقطیر ← فشار atm: 500

24: ساعت

یکی از مشکلات تاثیر در خصوصیات فیزیکی است ← تمام فرضیات ما باید جوری باشد که حتماً در safe site باشد. (مثلاً ... ممکن است کم یا زیاد شود.)

یعنی عمل انتقال جرم انجام شود (طول و اندازه های بزرگ و زمان کافی باشد)

بایست اعداد عددی و یا تابعی که مجهول است G است ← G بدست می آید.

$$G' = E_{NPtI} \; \rho_G \; \frac{1}{A_c} \Rightarrow A_c = \text{بدست می آید} = \frac{\pi}{4} D^2$$

(G': $kg/m^2 s$)

قطر ستون بدست می آید.

اگر A_c متغیر باشد:

انتقال جرم از فاز گاز به مایع داریم ← بیشترین دی گاز و مایع خورد در پایین است.

چون وقتی که از بالا به پایین می آید فرض بر این است که جزئی از مایع به گاز منتقل می شود (یعنی حلال کاملاً صحیح انتخاب می شود.) [قطع انتقال از گاز به مایع است]

⇐ در ستون جذب بر مبنای پایین طراحی می کنیم

⇐ " دفع " " بالا " "

صحیح تر: هم بر مبنای بالا و هم بر مبنای پایین طراحی می کنیم، اگر اختلاف بیش از ۲۰٪ بود، قطر بالا و پایین ستون متفاوت است (ستون با دو قطر)

هرگاه جریانی به ستون وارد یا از ستون خارج می شود انتقال شیب قطر وجود دارد و لزوماً باید خصوصیات داخلی را تغییر دهیم.

Subject:

Year Month Date ( )

ابتدای مثال ۵ ص ۴۶۱ :

* آیا ستون با یک خط مماس هم راه حل دارد؟ برای حل این سؤال باید هم برحسب پایین هم برحسب بالا حل کنیم. حتماً حل کنیم. اگر اختلاف بین از ۲٪ باشد برحسب هر دو خط و اگر اختلاف کمتر از ۲٪ باشد برحسب یک خط.

* برحسب پایین ← خصوصیات فیزیکی پایین (خصوصیات فیزیکی مارپایین - برای خصوصیات فیزیکی مایع هم باید بدانیم در پایین - در حالتی ریسه است و خصوصیات فیزیکی پایین مایع را آماده هم)

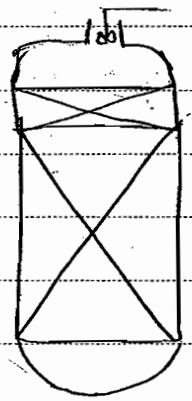
برحسب بالا ← خصوصیات فیزیکی بالا

* فشار بین سطحی هم ترین پارامتر است در حالت استخراج مایع - مایع و سیلوزیته متوسط بالا و پایین است.

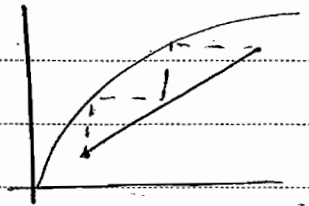
بررسی ۲ روش ارتفاع:

ستون دیفرانسیلی و مرحله ای:

اگر ارتفاع ستون دیفرانسیلی هم بصورت دیفرانسیلی و هم بصورت مرحله ای قابل دستیابی است. روشی که ساده و قابل استفاده است مرحله ای است.



ستون مقابل دیفرانسیلی است و برای حل از روش مرحله ای استفاده کردیم.



۲ مرحله ای کودی

$$\frac{\text{تغذیه}}{\text{راندمان}} = \text{تعداد مراحل واقعی}$$

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

* HETP : ارتفاع معادل یک سینی ایده‌آل است که به صورت مرحله‌ای کار می‌کند ←
ارتفاعی از یک ستون دیواره‌ای است که به صورت مرحله‌ای کار می‌کند.

ایده‌آل یا تئوری ؟؟

$Z = N_p \times HETP$ → (ارتفاع)

* سؤال) اگر packing و نوع آن pallring و افت فشار $17mmH_2O$ باشد، از چه عددی برای HETP ما استفاده می‌کنیم. اگر افت فشار از $17mmH_2O$ کمتر باشد نسبت HETP چه می‌شود یا کمتر ؟ توضیح: چون هرچه ارتفاع بیشتر باشد، افت فشار بیشتر است و همچنین افت فشار زیاد شده، ارتفاع زیاد می‌شود.

* سؤال) این اعداد چه عددی برای Rasching و Saddle هم قابل استفاده است. حال و اگر این دو تا HETP کمتر می‌شود یا بیشتر ؟ توضیح: بیشتر

چه عددی خوانده شود.

HTU : Heat of Transfer Unit

* اگر ستون آلوده باشد باید کم ستون پر شده و یا باید زیاد ستون سینی‌دار مناسب‌تر است.

مثال ۴ و مثال ۵، مثال ۶ خوانده شود.

مسائل آخر فصل: فقط مربوط به ستون‌های پر شده.

Subject:

Year.....Month.....Date.....( )

مقاومت ۱۰/۱۵ ۸۷

فصل نهم جذب

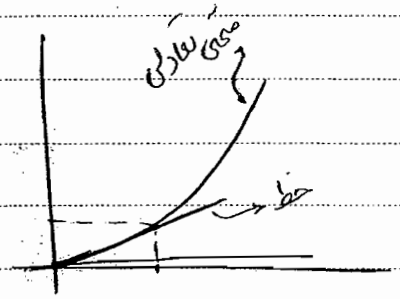
ص ۴۷۵ :

m : ثابت تعادل

x : جزء مولی جزء مستقل شونده در فاز مایع

*y : " " " " گاز

* ممکن است منحنی تعادلی ما به شکل منحنی باشد اما محدوده‌ای که در آن کار می‌کنیم در حدود قسمت نزدیک به خط منحنی تعادل به صورت خط راست باشیم.



* در اغلب موارد در منطقه‌ی عملیاتی ما منحنی تعادلی به شکل خط است.

* انتخاب حلال:

حلالیت گاز در حلال: بصورت selective است و حلالیت باید بسیار بالا باشد.

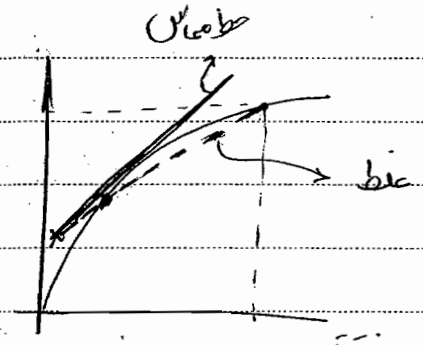
E : G ، R : L

ص ۴۷۸ : خط عمل در جذب بالاست. (E → R)

شکل (۹-۵) : نقطه‌ی $\frac{X_2}{Y_2}$ کاملاً مشخص است.

ص ۴۷۹ :

شکل (۹-۶) : در چنین مواقعی باید مماس رسم کرد.



ص ۴۸۰ : می‌تواند باشد.

شکل (۹-۹) : دومی و هم سو است چون عدد انتقال جزء در ستون اول (سوی عبور جسم) صورت گرفته است.

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

ص۴۸۹ :

آیا روش $Z = N_p \times HETP$ برای تعیین ارتفاع درست است؟ بله درست است ولی در مقایسه با روش دیفرانسیلی که در ادامه گفته می‌شود دقیق نیست.

ص۴۹۴

HETP : در ارتباط با هر ستونی صحیح است.

آیا در ستون spray تعریف HETP معنی دار است؟ بله معنی دار است. HETP ارتفاع معادل یک مرحله ایده آل برای یک ستون دیفرانسیلی است که با فرض مرحله ای بودن حل می‌شود.

آیا انتظار دارید که HETP در ستون پر شده بیشتر است یا باشنده؟ باشنده. چون در ستون پر شده همین packing ها باعث افزایش سطح تماس و افزایش تلاطم و درنتیجه افزایش ضریب انتقال جرم می‌شود.

ص۴۹۳ : ارتفاع ستون دیفرانسیلی ..... : حدیدی است. (ص۴۹۳، ص۴۹۴، ص۴۹۵ جدول ۱۰)

این روش برای هر نوع ستون دیفرانسیلی صحیح است.

فرض کنیم انتقال جرم از گاز به مایع داریم (جذب) : روابط ص۴۹۴

الان به دنبال گرمه‌ایم می‌توانند packed باشد، spray، دیواره‌ای، طوب و ... باشد.

$d(G_y)$: کل انتقال جرم صورت گرفته از گاز به مایع

کل انتقال جرم صورت گرفته داخل آن می‌تواند صورت $N_A \cdot a \cdot S \cdot dz$ باشد.

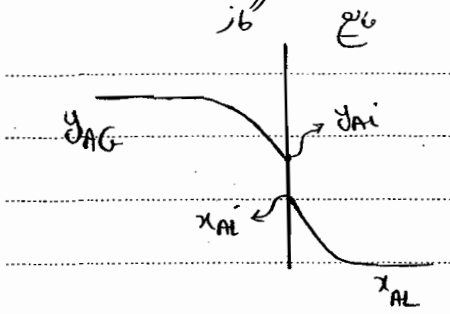
سطح ویژه

$\frac{Kmol}{m^2 \cdot s} \cdot \frac{m^2}{m^3} \cdot m^2 = \frac{Kmol}{s}$

Sunwood

Subject:

Year.... Month.... Date.... ( )



$$*N_A = F_G \ln \frac{1-y_{Ai}}{1-y_A}$$

y_A ← از پایین ستون (y_{A2}) تا بالای ستون (y_{A1}) متغیر است.

$$N_A = k_G (y_A - y_{Ai})$$

$$G_S = G(1-y) \Rightarrow G = \frac{G_S}{1-y} \Rightarrow d(Gy) = G_S \frac{dy}{(1-y)^2}$$

$$\Rightarrow d(Gy) = \underbrace{G}_{\left(\frac{G_S}{1-y}\right)} \frac{dy}{1-y}$$

H_{tG} : Height of Transfer unit (ارتفاع واحد انتقال گاز) $= \frac{G}{F_G \cdot a}$ ~~[illegible]~~

(Gas ←)

(رابطه ۹-۳۰) هم است.

شکل ۹-۱۶ صفحه ۴۹۶: چون $x-y$ است پس به جای خط عملیاتی منحنی عملیاتی داریم. ولی اگر ستیم درصد رفت بود باز هم خط عملیاتی داشتیم

y_{Ai} سمت راست y_{A1} (بالا) متغیر است. y_{A2} (پایین) تا y_{A1} داریم که از y_A نداریم پس

برای حل انتگرال باید با استفاده از اطلاعات داده شده و رابطه‌ی تعادلی منحنی عملیاتی را رسم کنیم. پس از روی منحنی تعادلی y_{Ai} را بدست می‌آوریم.

y_A	y_{Ai}	$\frac{1}{(1-y)\ln\frac{1-y_{Ai}}{1-y}}$
y_{A1}	✓	
	✓	

$\Rightarrow H_{tG} =$ بدست می‌آید

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

$$Z = H_{tG} \cdot N_{tG} = H_{tL} \cdot N_{tL} = H_{toG} \cdot N_{toG} = H_{toL} \cdot N_{toL}$$

$\frac{L}{F_{oL} \cdot a}$ ↑

می‌توانیم N_{tL} را به دست آوریم:

$$\begin{cases} N_A = \dfrac{N_A}{N_A + N_B} F_L \ln \dfrac{1-x}{1-x_i} \\ H_{tL} = \dfrac{L}{F_L \cdot a} \end{cases}$$

← جای x_i عدد زیاد است

می‌توانیم N_{toG} را به دست آوریم:

$$\begin{cases} N_{toG} = \dfrac{N_A}{N_A + N_B} F_{OG} \ln \dfrac{1-y_A^*}{1-y_A} \\ H_{toG} = \dfrac{G}{F_{OG} \cdot a} \end{cases}$$

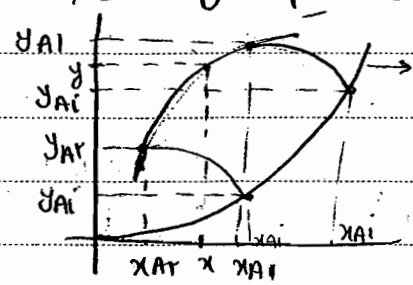
به سوال از قبل حمله داریم.

* ستون با بالا و پایین معلوم داریم (y_{A1} و y_{A2} داریم). نمودار y_A ها را چه جوری انتخاب می‌کنیم؟

y_A
0.07
⋮
0.01

باید معادله منحنی تعادلی $y-x$ را رسم کنیم.

حدس x را بین x_{A1} و x_{A2} انتخاب می‌کنیم و سپس معادله منحنی عملیاتی فرضی حدس x و y متناظر به دست می‌آید.



الان فقط وایسا نره کون!!! گیر نده!!!

ایشال‌های حل‌شده کتاب + ارتباطی بین مثال‌ها (۶۰٪ سوال‌ها)

Sunwood

جدول

Basis 100 g mol Air

composition	g mol	وزن مولکولی MW	mass (g)
O_2	21	32	672
N_2	79	28	2228
total	100		2900

$$MW_{air} = \frac{2900\ g}{100\ g\ mol} = 29\ \frac{g}{g\ mol}$$

$$\frac{kg}{m^3} \quad \frac{lbm}{ft^3} \quad \frac{g}{cm^3}$$

Density- چگالی : ۱ جرم در واحد حجم

← در جامدات با دما حرارت تغییر می‌کند

← مایعات و گازها با دما و حرارت و فشار تغییر می‌کند

Specific gravity * چگالی ویژه

← اگر گویند نسبت به چیست (فعل بر این است که نسبت به آب در دمای 4°C است

$$Sp.gr_A = \frac{\rho_A}{\rho_{ref}} \qquad \rho_A = {}^{s}p.gr \cdot \rho_{ref}$$

* در جامدات و مایعات: جسم خودمان در دمای محیط چگالی اندازه گرفته شده.

جسم مبنا در دمای 4°C چگالی اندازه گرفته شده و مبنا آب است.

$$\rho_{ref} = \rho_{water,\ 4°C} = 62.4\ \frac{lbm}{ft^3}$$

در سیستم SI $\rho_{water} = 1$ ، در سیستم هندی

← خواسته باشد کروانسیته و چگالی ماده یک نسبت داد در SI

چون $\rho_{water} = 1$ است که آسان است.

* در گازها

← باید بگویند در چه فشار و دمایی چگالی اندازه گرفته شود.

← در سیستم آمریکایی یا جاهایی از °API استفاده می‌شود.

American petrolium institute

$$°API = \frac{141.5}{Sp.gr\ {}^{60°F}_{60°F}} - 131.5$$

← این رابطه از کجا آمده و چه چیزی را نشان می‌دهد؟

barrel of crude oil = 42 us gallon = 158.987 lit

$$\Rightarrow L^3T^{-1} = M^{a+c} L^{-a+b-c} T^{-2a-c}$$

h در اینجا واحد ندارد چون واحد متر و یا طول یا ویسکوزیته نمی‌تواند واحدی خیلی خاص گرفته شده باشد

$$\begin{cases} a+c=0 \\ -a+b-c=3 \\ -2a-c=-1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a=-1 \\ b=3 \\ c=-1 \end{cases}$$

* مسئله $d = 16.2 - 16.2e^{-0.021t}$ این رابطه را به گونه‌ای تبدیل کنید که μm به in و min به s تبدیل شود.

$$16.2\ \mu m \left| \frac{1\ m}{10^6\ \mu m} \right| \frac{100\ cm}{m} \left| \frac{1\ in}{2.54\ cm} \right. = 0.35 \times 10^{-4}\ in$$

(روش اول)

$$\frac{-0.021}{s} \left| \frac{60s}{min} \right. = -1.26\ min$$

$$\Rightarrow d' = 6.38 \times 10^{-4} \left(1 - e^{-1.26t'}\right)$$

$$d = d'\ in \left| \frac{2.54\ cm}{1\ in} \right| \frac{1\ m}{100\ cm} \left| \frac{10^6\ \mu m}{1\ m} \right. = 2.54 \times 10^4\ d'$$

(روش دوم)

$$t = t'\ min \left| \frac{60s}{min} \right. = 60t'$$

$$2.54 \times 10^4\ d' = 16.2\left(1 - e^{-1.26t'}\right)$$

$$d' = 6.38 \times 10^{-4}\left(1 - e^{-1.26t'}\right)$$

حرکت سیالات Laminar

۱. مولکول‌ها یک خط مستقیم را طی کنند

* حرکت بین دامنه لوله

۲. مولکول‌ها عمود بر جریان هم حرکت کنند

حرکت درهم Turbulent

۳. حرکت از مستقیم به غیرمستقیم

transitional

اعداد بدون بعد (Dimentionless) <=

$$\text{Reynolds No} = \frac{\rho v D}{\mu}$$

* g mole (mole) واکنش‌های شیمیایی

adsorption جذب سطحی

$$g\ mole = \frac{mass\ in\ g}{MW}$$

$$lb\ mol = \frac{mass\ in\ lb}{MW}$$

$$kg\ mol = \frac{mass\ in\ kg}{MW}$$

Basis 2 lb NaOH

$$2\ lb\ NaOH \left| \frac{1\ lbmol\ NaOH}{40\ lb\ NaOH} \right. = 0.05\ lb\ mol$$

$$2\ lb\ NaOH \left| \frac{4.54\ g}{lb} \right| \frac{g\ mol}{40\ g} = 22.7\ g\ mol$$

$$0.05\ lbmol \left| \frac{4.54\ g\ mol}{1\ lb\ mol} \right. = 22.7\ g\ mol$$

مسئله :

$7.5\ g\ mol_{NaOH}$

Basis is 7.5 gmol

$$7.5\ g\ mol\ NaOH \left| \frac{40\ g\ NaOH}{g\ mol\ NaOH} \right.$$

حل تمرین صفحه طبرقوی

= پیمانه ۱

در هر رابطه ترم هایی که با هم جمع می شوند باید از نظر ابعادی یکسان باشند.

dimensional Consistency

$H = a + bT + cT^2$

$[H] = \frac{Btu}{lb\,mol}$ $\quad [T] = {}^\circ R$

$778\ lbf \cdot ft = 1\ Btu$

$1\ lb\,mol = 454\ gr\,mol$

$\Rightarrow [a] = \frac{Btu}{lb\,mol}$ $\quad [Tb] = \frac{Btu}{lb\,mol}$ $\Rightarrow [b] = \frac{Btu}{lb\,mol\,{}^\circ R}$

* اصل همگنی ابعاد
۱. ترم هایی که با هم جمع می شوند باید از نظر ابعادی یکسان باشند
۲. دو طرف معادله نیز هم باید از نظر ابعادی یکسان باشند.

معادله وان در والس

$\left[P + \frac{a}{\hat{V}^2}\right](\hat{V} - b) = RT$

$[P] = Pa$ $\quad [\hat{V}] = \frac{m^3}{g\,mol}$

$[T] = K$

* وقتی رابطه ای را دیدید باید از خودتان بپرسید آیا ضرایب رابطه دارای بعد هستند یا نه؟

$\left[\frac{a}{\hat{V}^2}\right] = [P] = Pa \Rightarrow [a] = \frac{Pa\,m^6}{g\,mol^2}$ $\quad \left[\frac{m^3}{g\,mol}\right]^2$

$[b] = \frac{m^3}{g\,mol}$

$\Rightarrow [R] = \frac{Pa\,m^3}{g\,mol\,K}$

$R[=]$ $\frac{\text{فشار} \times \text{حجم}^2}{\text{دما} \times \text{مول}}$

ببینید R در کدام سیستم ها

کلاس (2)

(23) sensible heat } تبادل حرارتی بابت اختلاف دما می شود
latent heat } " بابت اختلاف فاز می شود

$h_{fg} = 122.7\,(T_c - T)^{\frac{1}{3}}$

T_c: °R, T: °R, h_{fg}: $\frac{Btu}{lbm}$

$122.7\ [=]\ \frac{Btu}{lbm\,(^\circ R)^{\frac{1}{3}}}$

(1) روش تعدیل ضریب:

بعد ضریب را تعدیل به آنچه می خواهیم می کنیم.

$122.7\ \frac{Btu}{lbm\,{}^\circ R^{\frac{1}{3}}} \left|\frac{1055\ J}{Btu}\right| \left|\frac{lbm}{454\ g}\right| \left(\frac{1.8\,{}^\circ R}{K}\right)^{\frac{1}{3}} = 397.2\ \frac{J}{g\,K^{\frac{1}{3}}}$

$h'_{fg} = 397.2\,(T'_c - T')^{\frac{1}{3}}$

(2) روش جایگزینی: h_{fg} ها و T ها را بر حسب مقادیر مبدا شان جایگزین می کنیم.

h_{fg} را چون می خواهیم h'_{fg} را برایش جایگزین کنیم.

$h_{fg} = h'_{fg} \left|\frac{J}{g}\right| \left|\frac{454\ g}{lbm}\right| \left|\frac{Btu}{1055\ J}\right| = 0.4299\ h'_{fg}$

* اگر تابع ریاضی داشته باشیم مثل log و ... ارجحیت با روش جایگزینی است.

* یک مسئله کنترل ابعادی

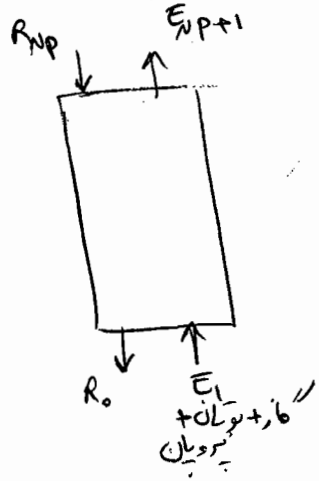
$Q \propto \Delta P^a\ R^b\ \mu^c \Rightarrow Q = h\,\Delta P^a R^b \mu^c$

$L^3 T^{-1} = h(MT^{-2}L^{-1})^a (L)^b (ML^{-1}T^{-1})^c$

دبی حجمی

$\rightarrow$ $\updownarrow R$

(1) گرانروی = نشان دهنده مقاومت داخلی سیال در برابر جریان است. $= \frac{g}{cm \cdot s}$



E1

پروپان) $P_t y_i = P_i^* x_i$

بوتان) $P_t y_i = P_i^* x_i$

فشار جزیی پروپان = 981000 pa

" " بوتان = 265000 pa

$(R_{Np})_{min} = ?$

بوتان را نسبت از پروپان درنظر می‌گیریم.

$y_1 = 0.1 \rightarrow Y_1 = 0.11$

$x_{Np} = 0 \rightarrow X_{Np} = 0$

$y_{Np+1} = 0 \rightarrow Y_{Np+1} = 0$

$x_0 \times 2650 = 0.294 \times (0.1) \rightarrow x_0 = 0.11 \rightarrow X_0 = 0.12$

$E_1 = 1000 \frac{m^3}{hr} \left| \frac{kmol}{m^3} \right. =$

$\frac{kmol}{m^3} = 0.0496$

$E_S = E_1 (1 - y_1) = 900 \frac{m^3}{hr} \left| \frac{kmol}{m^3} \right. = 44.64$

$\frac{kmol}{m^3} \boxed{=} 0.0496 = \frac{kg}{m^3} \left| \frac{kmol}{kg} \right. = 579 \times 58$

$\rho_{بوتان} = \frac{294000 \times 58}{8314 \times 303.15}$

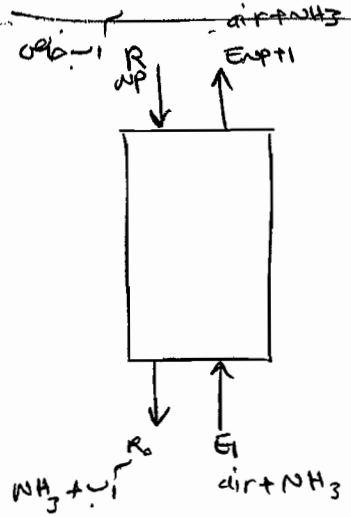
$C_4H_{10} = 58$

$\rho_{بوتان} = 579$

$\frac{Y_1 - Y_{Np+1}}{X_0 - X_{Np}} = \left(\frac{R_S}{E_S}\right)_{min}$

$1000 \frac{m^3}{hr} \left| \frac{579\ kg}{1\ m^3} \right. \left| \frac{kmol}{58\ kg} \right. =$ ظرفیت برج

min →



$d = 0.625\ m$

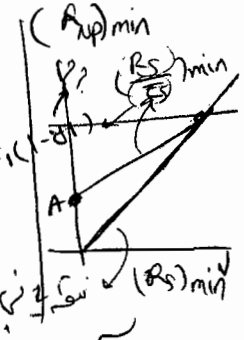
$T = 20^\circ C$

$p = 1\ atm$

$E_1 = 0.67 \frac{m^3}{s}$

$y_1 = 0.035$ مولی

$Y_{Np+1} = 0.2\ Y_1$



$M_1 = 28.6$

$\rho_G = 1.189\ kg/m^3$, $\rho_L = 1000\ kg/m^3$,

منحنی تعادل

$\boxed{Y = 1.075\ X}$

$\frac{29.02x}{12.02x + 17} = 0.035 \rightarrow y_1 = 0.021$

$Y_1 = 0.021$

$NH_3 = 0.035 \times 0.8 \times G_m$

$X_0 = 0$	X_{Np}
$Y_1 = 0.021$	$Y_{Np+1} = 4.25 \times 10^{-3}$

$G_m = 0.67 \frac{m^3}{s} \left| \frac{1.189\ kg}{m^3} \right. \Rightarrow G_m = 0.79663\ kg/s$

$G' = 2.598 \frac{kg}{m^2 \cdot s}$

$L_m = ?$

$L_m = R_{Np} + NH_3$

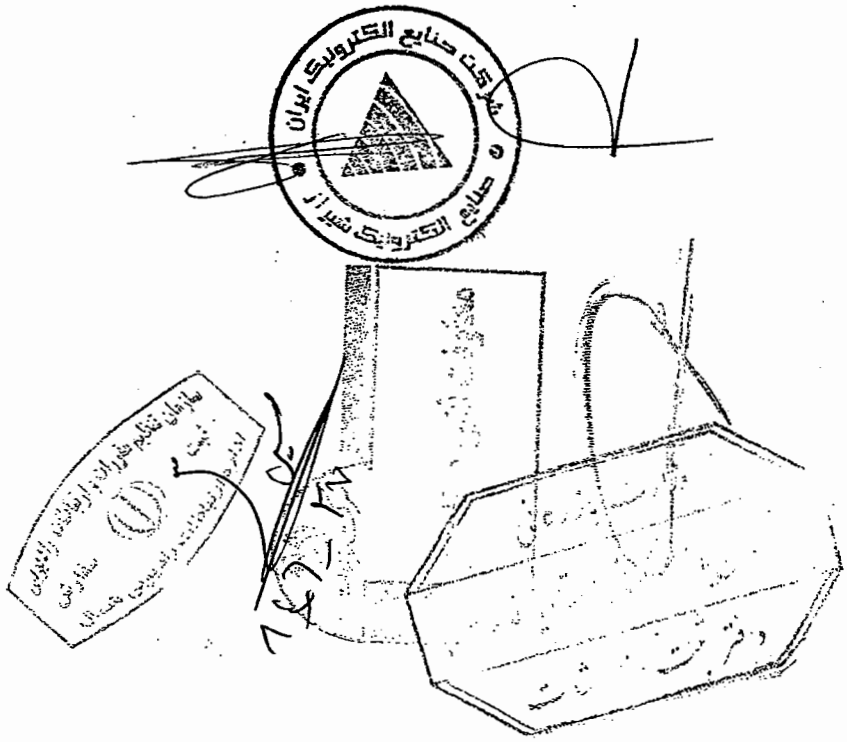
$R_{Np} = ?$

سرعت: $\frac{G'^{1.2} \mu_L^{0.1} C_P}{\rho_G (\rho_L - \rho_G)} = ?$ $\xrightarrow[\text{approximate flooding}]{\text{حد}}$ $x_{حد} = ? = \frac{L_m}{G_m} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{0.5}$

Table 7

OTA EQUIPMENT LIST

S/N	Description		Code	Qty.	UNIT
1	**Service Server&Integrate Interface server**				
1.1	HOST	HP DL 380G4 OS Linux		2	SET
	Each Config:	CPU	Xeon 2.8G	2	PCS
		Memory	1024MB	1	PCS
		Hard Disk	36GB	2	PCS
		Communication Netcard		2	PCS
		Detecting Netcard		1	PCS
1.2	OMM CLIENT				
1.2.1	OMM STATION			1	
		PIV2.4G/512M/40G/LAN/CD/15"			
1.2.2	BUSINESS STATION			1	
		PIV2.4G/512M/40G/LAN/CD/15"			
1.2.3	Printer	Laser Printer supporting Windows XP		1	
2	**Software**				
2.1	Turbo Linux data server 7.0			2	SET
2.1	WINDOWS XP 2003 SERVER or latest Ver. (10 USERS)		For OTA client	1	SET
2.2	Sybase ASE 12.5 for Linux			1	SET
2.3	HA clusert software			2	Set
2.4	System software			1	Set
2.5	SMPP software			1	200SM/Sec
2.6	WAP Protocol software			1	Set
2.7	CIMD Interface			1	Set
2.8	UCP Interface			1	Set
2.9	Call center Interface			1	Set



$\overline{Sh} = Sh_{nc} + 0.664 (Re_{sc}^{0.5})^{0.62}$

$Gr = \frac{g \beta^3 \Delta \rho}{\rho} \left(\frac{\rho}{\mu}\right)^2$ 1000000.00

$Gr = 7912.3 \varepsilon$ $< 10^8$

$Sc = 777.89$

$Sh_{nc} = 0.29 (GrSc)^{0.25} = 52.4$

$\overline{Sh} = 818.17 = \frac{\bar{F} d}{CD}$ (ب) $\overline{Sh} = \frac{\bar{k} d}{D}$ ضریب انتقال جرم

~~$\overline{Sh} = 52.42$~~

$\overline{Sh} = Sh_{nc} + 0$

$Re = 0$

۲ دومین مراجعه زن، سه ماه بعد از گذاشتن I.U.D خواهد بود.

۳ سومین مراجعه زن شش ماه بعد از گذاشتن I.U.D خواهد بود.

۴ زن باید هر سال یک بار تا وقتی که از I.U.D استفاده می‌کند به پزشک و یا به مرکزی که I.U.D را گذاشته است مراجعه کند. همچنین انجام آزمایش پاپ اسمیر (تست تشخیص سرطان "دهانه رحم") سالی یک بار تا سه نوبت الزامی است و چنانچه نتایج هر سه نوبت آزمایشات پاپ اسمیر منفی باشد انجام آزمایش پاپ اسمیر هر سه سال یک بار باید تکرار شود.

این مراجعات علاوه بر اینکه خانم‌ها را از وجود و موقعیت درست I.U.D مطمئن می‌کند یک بررسی برای سلامتی آنان نیز محسوب می‌شود که بسیار مفید خواهد بود.

پس از اتمام اثر I.U.D می‌توان آنرا خارج کرده و در صورت تمایل زن به ادامه این روش، بلافاصله I.U.D دیگری را جایگزین کرد. بهتر است خارج ساختن ارادی I.U.D نیز در روزهای قاعدگی صورت گیرد.

نکات الزامی مورد رعایت در خصوص استفاده کنندگان از I.U.D

۱- خانم‌ها باید نوجه داشته باشند که در ماه اول بعد از گذاشتن I.U.D بهتر است از وسیله مطمئن دیگری نیز استفاده کنند چرا که در ماه اول، تأثیر I.U.D کامل نیست و احتمال حاملگی بالاتر از مواقع دیگر است.

۲- خانم‌هایی که I.U.D دارند اگر به مدت طولانی از بعضی از انواع داروهای مسکن استفاده می‌نمایند باید در مدت استفاده از این داروها علاوه بر I.U.D از روش دیگری نیز جهت جلوگیری از بارداری استفاده نمایند.

۳- رعایت نظافت و بهداشت دستگاه تناسلی بخصوص در زنانی که از I.U.D استفاده می‌کنند از بروز عفونت پیشگیری می‌کند و بسیار حائز اهمیت است.

مزایای I.U.D

۱- روشی طولانی اثر است و یکبار گذاشته شده و تا ۸ سال باعث جلوگیری از بارداری می‌گردد. (نوع TCU 380 A)

۲- نیاز به یادآوری ندارد.

۳- نیاز به تعویض ندارد.

۴- اثری بر نزدیکی زن و مرد ندارد

۵- برای زنان شیرده روش مناسبی بوده و هیچ اثری بر روی شیرخوار و ترکیب شیر مادر ندارد.

۶- بر روی حاملگی بعدی آثار زیان‌بار ندارد

۷- احتمال حاملگی با I.U.D کم می‌باشد. به‌طور متوسط از هر ۱۰۰ زن استفاده‌کننده در طول یک سال ۰/۵ تا ۵ درصد احتمال حاملگی وجود دارد.

۸- کارگذاشتن و خارج کردن آن سریع و راحت است و نیاز به بستری شدن در بیمارستان ندارد.

۹- بعد از خارج کردن I.U.D قدرت باروری بازگشته و حاملگی به‌طور طبیعی صورت می‌گیرد.

۱۰- دخالت مصرف‌کننده در نحوه استفاده از آن بسیار ناچیز است.

۱۱- موجب افزایش وزن نمی‌شود.

۱۲- ارزان است و در برخی از کشورها نظیر ایران در مراکز بهداشتی - درمانی به‌طور رایگان ارائه و جایگذاری می‌شود.

عوارض I.U.D

بعد از گذاشتن I.U.D در تعدادی از استفاده کنندگان ممکن است عوارضی رخ دهد که در اغلب موارد چندان جدی نیست و به راحتی قابل درمان می‌باشد و وجود آنها معمولاً باعث قطع مصرف I.U.D نخواهد شد ولی باید از این عوارض مطلع بود. این عوارض عبارتند از :

- خونریزی زیاد قاعدگی و لکه‌بینی

اگر لکه‌بینی و خونریزی زیاد بیش از ۸ تا ۱۰ هفته طول بکشد و درمان دارویی مؤثر نباشد، I.U.D باید برداشته شود ولی معمولاً بعد از چند دوره قاعدگی، این وضعیت بهبود یافته و قاعدگی فرد به وضعیت طبیعی باز خواهد گشت و اغلب اوقات میزان این خونریزیها فقط کمی بیشتر از مواقع دیگر است و مسئله نگران کننده‌ای نیست اما در هر حال چنانچه خونریزی بیش از ۸ تا ۱۰ هفته طول کشید باید I.U.D خارج شود.

متوسط خونریزی با I.U.D پلاستیکی ۵۰ تا ۱۰۰ درصد و با I.U.D مس‌دار ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. خونریزی زیاد قاعدگی، شایع‌ترین شکایت زنان استفاده‌کننده از I.U.D است و ۴ تا ۱۵ درصد علت خارج کردن آن، بعد از گذشت یک سال می‌باشد.

مسأله ۲)

$y_{AG} = 0/12$ $\quad k_L = 2/6 \times 10^{-2}$

$x_{AL} = 0/0001$ $\quad k_G = 1/12 \times 10^{-9}$

$y = 80/6\, x$

الف) $N_A = k_L \rho C (x_{Ai} - x_{AL})$

$k_x = k_L C \rightarrow \frac{950}{18}$

$k_y = k_G P_t \rightarrow$ *

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{y_{Ai} - y_{Ae}}{x_{Ai} - x_{AL}} = -\dfrac{k_x}{k_y} \\ y_{Ai} = 80/6\, x_{Ai} \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} x_{Ai} = ? \\ y_{Ai} = ? \end{cases}$$

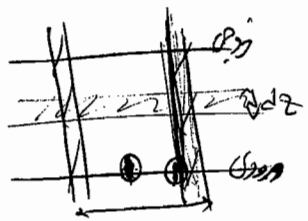
ب) $m = m' = m'' = m''' = 80/6$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} \rightarrow \frac{1}{m'' k_y}$$

در: $\dfrac{\frac{1}{k_x}}{\frac{1}{K_x}}$

در: $\dfrac{\frac{1}{m'' k_y}}{\frac{1}{K_x}}$

ج)



$d = 0/10\ m$

$u = 5\ m/s$

$P_t = 1\ atm$

$T = 25°C$

$\rho_L = 950$

$M_{H_2O} = 18/02$

حالت ① $y_{AF} = 0/10$

حالت ② $y_{A1} = 0/00$

① $y_{A2} = y_{Ai}$

x_{AL}

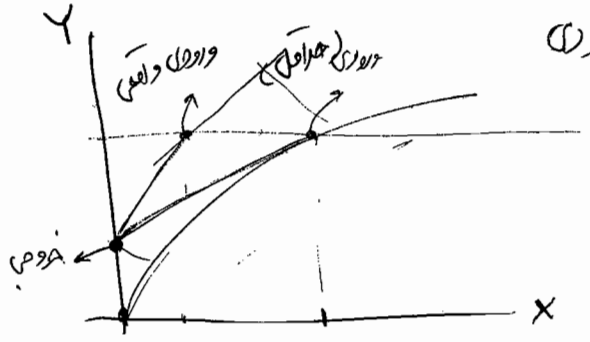
② $y_{AL} = y_{Ai}$

x_{Ai}

$N_A M_A S = (-dC_A) u' S' M_A$

$k_0 (y_A - y_{Ai}) = \frac{P}{RT} \pi d\, dz = \frac{P}{RT} u \frac{\pi}{\varepsilon} d^2\, dy_A$

$y = 80/6x \Rightarrow \frac{y}{1+y} = 80/6 \frac{x}{1+x} \Rightarrow y = f(x) = ?$



حالت ① | $x_{AL} = ? \rightarrow x_{AL} = ?$; $y_{AG} = 0/10 \rightarrow y_{AG} = ?$

حالت ② | $x_{AL} = 0 \rightarrow x_{AL} = 0$; $y_{AG} = 0/00 \rightarrow y_{AG} = ?$

$\frac{y_{AG} - y_{AG}}{x_{AL} - x_{AL}} = \left(\frac{R_S}{E_S}\right)_m \Rightarrow x_{AL} = ?$

جدا، $R_S = 5 (R_S)_m \Rightarrow$

$\frac{y_{AG} - y_{AG}}{x_{AL} - x_{AL}} = \left(\frac{R_S}{E_S}\right)_{\text{جدا}} = ? \Rightarrow$

جدا، $x_{AL} = ? \Rightarrow$

جدا، $x_{AL} = ?$

حالت ① | $x_{AL} = ?$; $y_{AG} = ? \rightarrow -\frac{k_x}{k_y}$ در شیب $\Rightarrow x_{Ai}, y_{Ai}$ در منحنی تعادل $\left(\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}\right)$

حالت ② | $x_{AL} = ?$; $y_{AG} = ? \rightarrow -\frac{k_x}{k_y}$ در شیب $\Rightarrow x_{Ai}, y_{Ai}$ در منحنی تعادل $\left(\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}\right)$

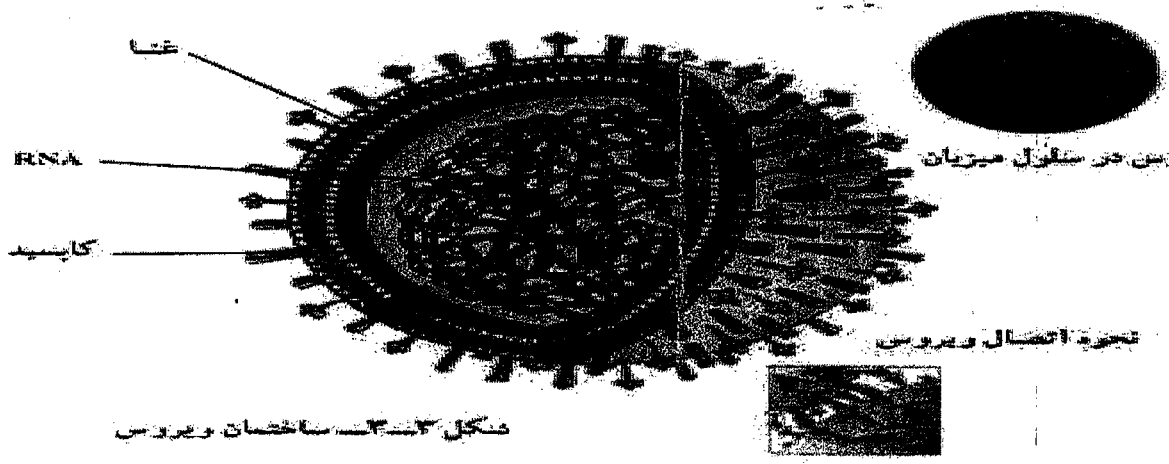
۳ــ به علت وقوع لیزوژنی، بدین معنی که باکتری به‌وسیله ویروس قبلاً آلوده شده و اسید نوکلئیک ویروس جزء ساخت ژنتیکی باکتری شده است. چنین باکتری‌ای در مقابل آلودگی مجدد ویروسی که اسید نوکلئیک خود را جزء ساخت ژنتیکی آن کرده است مقاوم یا ایمن است.

۴ــ برخی از ویروس‌ها برای اتصال به باکتری‌ها احتیاج به یون‌های خاصی دارند. علاوه‌بر این، دما و مادهٔ غذایی موجود در محیط باکتری در فعالیت ویروس بی‌اثر نیست. بدیهی‌ست، فاژها در شرایطی قادر به متلاشی کردن باکتری‌ها هستند که محیط از هر حیث مساعد باشد.

با توجه به مطالب فوق، برای تشخیص باکتریوفاژها، فاژ را همراه با باکتری‌ها بر سطح آگار در داخل ظرف پتری کشت می‌دهند. چنانچه پس از رشد باکتری‌ها بر سطح آگار، مناطقی شفاف و عاری از باکتری به نام «پلاک» مشاهده شد، دلیل بر متلاشی‌شدن باکتری‌ها به‌وسیله فاژهاست. نبودن پلاک بر روی سطح آگار، نشان‌دهندهٔ غیرفعال‌بودن فاژ در باکتری مورد نظر است.

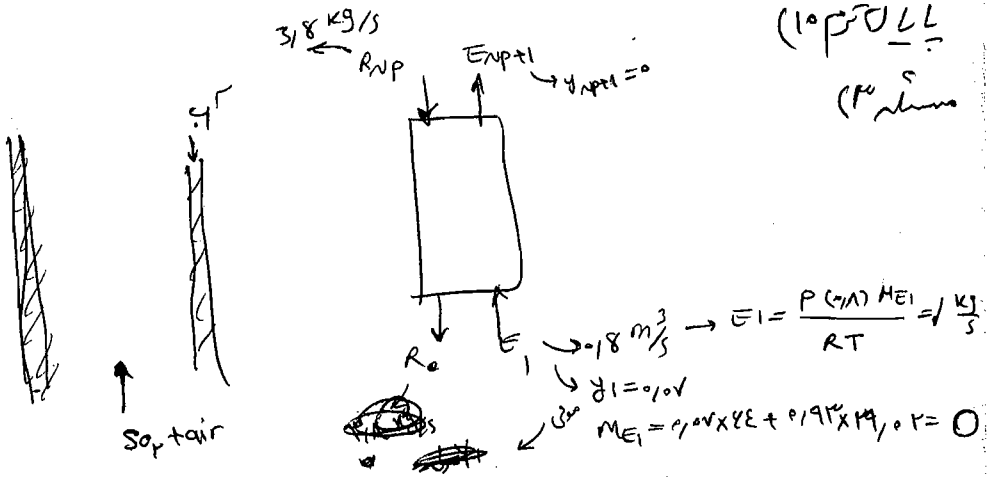
هر پلاک ممکن است دارای 10^{-6} تا 10^{-8} عدد فاژ باشد. در صورت وجود پلاک، رشد آن‌ها به‌تدریج یا کاهش فعالیت سوخت و سازی باکتری‌ها متوقف می‌شود. اگر غلظت آگار موجود در محیط کشت افزایش یابد، از اندازهٔ پلاک‌ها به علت کاهش سرعت انتشار فاژها در آگار کاسته می‌شود. اندازهٔ پلاک‌ها به اندازهٔ فاژ نیز بستگی دارد. فاژهای کوچک با سرعت بیشتری منتشر شده، قادر به متلاشی کردن باکتری‌های بیشتری هستند.

شکل پلاک‌های موجود بر سطح آگار با یکدیگر متفاوت است و بستگی به نوع فاژ دارد. پلاک‌ها ممکن است شفاف، کدر، دندانه‌دار، صاف و غیره باشند.



شکل ۳ــ۳ــ ساختمان ویروس

مسئله ۳)



الف) $\frac{\Delta P}{Z} = 400 \Leftarrow$ آفت سنج؟

ب)

$\rho_L = 1235$ $\mu_L = 0.0025$

پاسخ: ۰ میلی

ارتفاع = 8 m
عمق = 1 m

هوا ورودی $y_1 = 0.07$ → جرم مولکولی هوا ورودی $M_{E1} = 0.07 \times \frac{64}{29} \rightarrow$

$y_{NP+1} = 0$

$R_0 = 3/8$ kg/s $= G_m = ✓$

$L_m = R_{NP} + \text{آب ورودی} = ✓$ } $\frac{L_m}{G_m} = ✓$

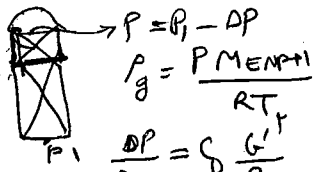
آب ورودی $So_2 = E_1 y_1 - 0$

$\rho_G = \frac{P M_{E1}}{RT} = 1$

$\frac{\Delta P}{Z} = ✓ \rightarrow$ جرم $= ✓$

$Q' = ✓ \rightarrow Ac = ✓ \Rightarrow D = ?$

ΔP دوبرابر $= \Delta P \times 8$



مسئله ۱-

$2A \rightarrow 3B$

$N_B = -\frac{3}{2} N_A$

$Z = 2$ mm
$T = 25^\circ C$
$P = 1$ atm
$D_{AB} = 2/2 \times 10^{-5}$ $\frac{m^2}{s}$

الف) ترکیب ① $x_{A1} = 0/4$ $x_{B1} = 0/6$

ترکیب ② $x_{A2} = 0$ $x_{B2} = 1$

$x_A = 0/4$ $x_B = 0/6$

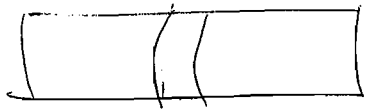
$N_A = \frac{1}{2} \bar{F} \ln \frac{-2-0}{-2-0/4}$

$\frac{N_A}{N_A + N_B} = -\frac{2N_A}{N_A}$ $\quad -\frac{3}{2} N_A$

$C = \frac{PM}{RT}$

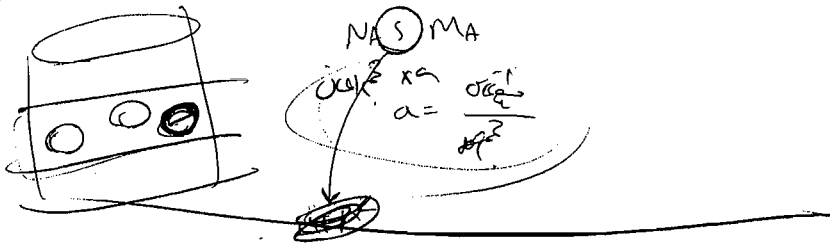
$M = 0/4 M_A + 0/6 M_B$

ج)



$N_A S M_A = dC_A$ ~~$u S' M_A$~~

$k(y_A - y_{Ai}) = \frac{a S' dz}{ax \text{ ارتفاع}} = \frac{C}{RT} u S' dy_A$ $\quad 1 m^2$ متغیر از ۱ تا ۲



$\frac{dy}{dz} = \frac{k_c (y_{Hi} - y_H) M_A S}{\text{حجم}}$

$\frac{dy}{dz} = \frac{\text{حجم}}{\text{حجم}}$

۱- زنانی که یکبار زایمان کرده‌اند.

۲- زنان زایمان کرده‌ای که سابقه هیچگونه بیماری مقاربتی ندارند.

۳- زنان زایمان کرده‌ای که خواستار استفاده از یک روش پیشگیری از بارداری مناسب و طولانی مدت باکارآیی بالا هستند.

۴- زنانی که به‌علت عوارض جانبی یا بیماری‌های زمینه‌ای قادر به مصرف قرص‌های ضدبارداری خوراکی نمی‌باشند.

۵- زنانی که به فرزند خود شیر می‌دهند.

۶- زنانی که جهت استفاده از روش‌های دیگر پیشگیری از بارداری، مشکل دارند.

۷- زنانی که در دسته گروههای پرخطر[1] برای استفاده از روش‌های هورمونی قرار دارند.

۸- زنانی که بچه بیشتر نمی‌خواهند و در ضمن تمایل به استفاده از روش دائمی پیشگیری از بارداری هم ندارند.

چه زمانی برای گذاشتن I.U.D در داخل رحم مناسب است.

۱- I.U.D را در هر زمانی که حاملگی وجود نداشته باشد می‌توان گذاشت ولی بهتر است برای اطمینان از اینکه در زمان گذاشتن I.U.D حاملگی وجود نداشته باشد در روزهای خونریزی قاعدگی (روزهای ۵-۲) گذاشته شود. علاوه بر آن در این روزها گذاشتن I.U.D به‌دلیل نرم بودن دهانه رحم راحت‌تر است.

۲- در خانمی که تازه زایمان کرده و مایل است از I.U.D استفاده کند بهتر است ۶ تا ۸ هفته پس از زایمان I.U.D گذاشته شود.

۳- اگر زایمان به‌صورت سزارین باشد گذاردن I.U.D پس از ۶ تا ۸ هفته مانعی ندارد.

۴- بعد از سقط زیر ۱۲ هفته، بلافاصله می‌توان I.U.D را در رحم قرار داد.

۵- در صورتی که سقط بالای ۱۲ هفته باشد، شش تا هشت هفته بعد از آن می‌توان I.U.D را در رحم قرار داد.

طریقه گذاشتن I.U.D

پزشک باید قبل از گذاشتن I.U.D با انجام آزمایشات لازم (تست تشخیص سرطان دهانه‌رحم و... و تست

1) High Risk

حاملگی) و معاینات بالینی دقیق از سلامت فرد استفاده کننده از I.U.D اطمینان کامل داشته باشد.

برای گذاشتن I.U.D خانم داوطلب روی تخت معاینه زنان، خوابیده و پزشک یا ماما بعد از تمیزکردن دهانه رحم، با وسیله خاصی گردن رحم را در وضعیت مناسب نگه داشته و I.U.D را از طریق سوراخ گردن رحم به داخل رحم هدایت می‌کند. این کار ناراحتی برای فرد داوطلب بوجود نمی‌آورد و به سادگی قابل انجام است.

در انتهای هر I.U.D نخی وجود دارد که بعد از گذاشتن I.U.D، دو سانتی‌متر از این نخ از دهانه رحم بیرون می‌ماند. در روز گذاشتن این وسیله به خانم‌ها آموزش داده می‌شود که چطور باید هر چند وقت یکبار نخ را لمس کنند تا از وجود I.U.D و موقعیت درست آن اطمینان پیدا کنند. اگر نخ I.U.D لمس نشود احتمال دارد که I.U.D خودبخود خارج شده و یا در داخل رحم جابجا شده باشد. بنابراین اگر نخ I.U.D لمس نشد می‌بایست به پزشک و یا مرکزی که در آن I.U.D گذاشته شده است مراجعه نمود.

علائم هشداردهنده به استفاده کنندگان از I.U.D

بعد از گذاشتن I.U.D باید مراقب بود تا در صورت بروز هر یک از موارد زیر فرد استفاده‌کننده به پزشک و یا به مرکزی که در آن I.U.D گذاشته شده است مراجعه نماید. این موارد عبارتند از:

۱- عقب افتادن قاعدگی

۲- لکه‌بینی و ادامه خونریزیها بیش از ۸ تا ۱۰ هفته

۳- بروز دردهای شکمی

۴- ترشح غیرعادی و عفونت

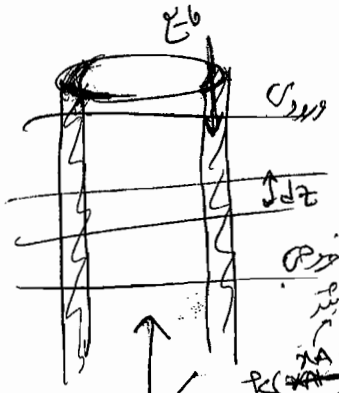
۵- احساس کسالت و تب و لرز

۶- لمس نشدن نخ I.U.D (ناپدید شدن نخ)

بلافاصله بعد از گذاشتن I.U.D ممکن است دردهای شکمی به‌علت انقباض رحم بوجود آید که با مصرف مسکن برطرف خواهد شد و نگران‌کننده نیست.

اقدامات پیگیری‌کننده بعد از گذاشتن I.U.D

۱- یک ماه بعد از گذاشتن I.U.D لازم است که زن به پزشک و یا به مرکزی که I.U.D را گذاشته است مراجعه کند تا معاینات لازم انجام شود.



$Z_L = 0.8$ mm

ورودی: $x_A = 0.004$ ← دریاچه

خروجی $C_A = 1000$ ppm

$N_A = k(x_A - x_{Ai})$ ← بیشتر

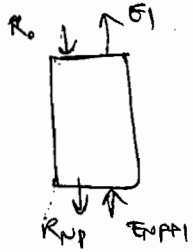
$N_A M_A S = C \frac{dx_A}{dC_A} M_A S \rightarrow Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{4\Gamma}{\pi r}$

$N_A M_A S = \pi r dz$ ، $S = \pi r^2$

$\Gamma = \frac{4}{20} \frac{kg}{s} \left| \frac{10^{-3}}{1kg} \right| \left| \frac{1m^3}{10^3 lit} \right|$

$\int_0^{1000\,ppm}$ برای دریاچه

پایان ترم - سری (۴)



ضریب واحد

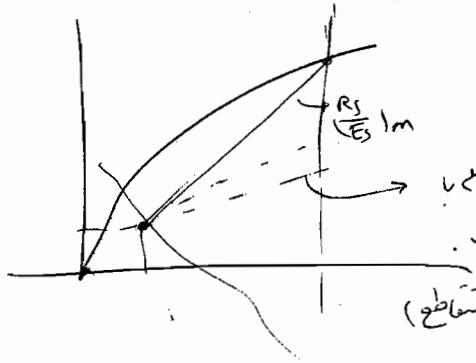
(راندمان هر مرحله = ۰٫۶)

$x_0 = 0.15$

$x_{Np} = 0.05$ $\quad y_{Np+1} = 0$

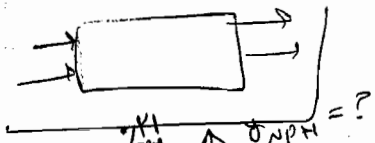
$R_0 = 0.025$ $\quad \frac{m^3}{s} \left| \frac{1100}{1} \right| = \frac{kg}{s}$ $\quad \rho = 1100\ kg/m^3$

E_{Np+1} واقعی $= n (E_{Np+1})_m \Rightarrow (E_{Np+1})_m = ?$



خط جاری است ← مرحله با راندمان هر مرحله ۰٫۷ است.

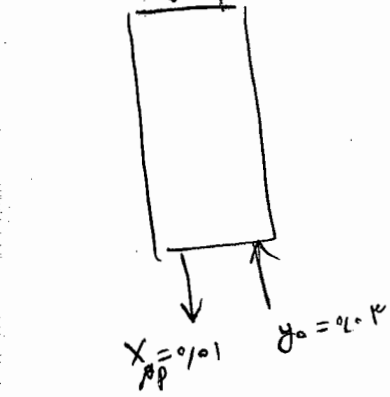
$0.7 = \frac{X_2 - X_1}{X_e - X_1}$ (مثل متقاطع)

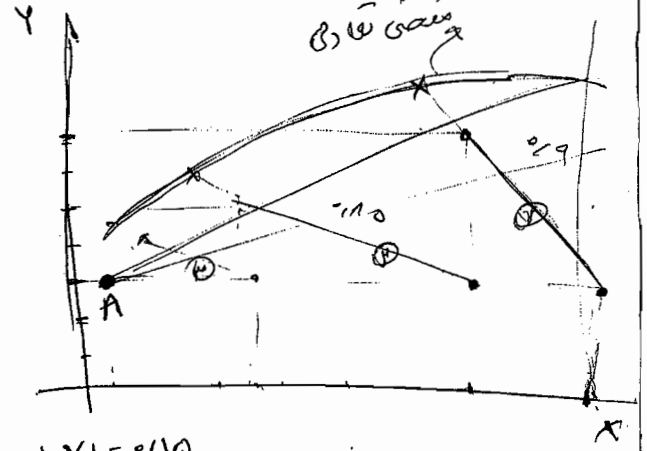


$HETP = 1.5$ m

$Np = ?$

$R \rightarrow \infty$ وضع





متقاطع ① $\left| \begin{matrix} X_0 = 0.21 \\ Y_0 = 0.04 \end{matrix} \right. \rightarrow \left| \begin{matrix} X_1 = 0.15 \\ Y_1 = 0.07 \end{matrix} \right.$

نکته: X و Y هم اندازه ← از روی محور پایین می‌گیریم.

ضریب اندازه: $\frac{X_2 - X_1}{X_e - X_1}$

② $\left| \begin{matrix} X = 0.15 \\ Y = 0.04 \end{matrix} \right. \rightarrow \left| \begin{matrix} 0.07 \\ 0.05 \end{matrix} \right.$

واکسیژن و عبور هم سو:

ورودی A $\left| \begin{matrix} 0.01 \\ 0.04 \end{matrix} \right. \rightarrow \left| \begin{matrix} 0.21 \\ ? \end{matrix} \right.$ $\Rightarrow \left(\frac{R_s}{E_s}\right)_m \rightarrow (E_s)_m$ ✓

E_s واقعی ✓ $= E_s$ حدس اولیه $\times 5$ ← خط جدید ← تعداد مراحل

ب) در هریک از خطوط ①، ② و ③ به طور جداگانه E_s حساب کن!

نحوه عملکرد I.U.D در پیشگیری از بارداری

مکانیسم عمل I.U.D به قرار زیر می‌باشد:

۱- ممانعت از مهاجرت اسپرم به قسمت فوقانی دستگاه تناسلی زن

۲- ممانعت از انتقال تخمک

۳- ممانعت از عمل لقاح

۴- از آنجاکه I.U.D به‌عنوان جسم خارجی عمل می‌کند وجود آن باعث تجمع سلول‌های دفاعی شده که به نوبه خود تخمک را از بین می‌برند. I.U.D موجب برانگیخته شدن واکنش‌های التهابی پوشش داخل رحم در برابر جسم خارجی شده و تقریباً هزار برابر حالت طبیعی، گلبول‌های سفید خون در پوشش داخلی رحم جمع می‌شوند و این سلول‌ها از طریق واکنش‌های شیمیایی باعث از بین رفتن اسپرم و تخمک می‌گردند.

البته تئوری‌های دیگری نیز مطرح شده است که عبارتند از خاصیت اسپرم‌کشی I.U.D های مسی، اختلال در تکامل پوشش داخلی رحم در I.U.Dهای آزادکننده پروژسترون و تغییر فعالیت طبیعی مژک‌های لوله‌های رحمی.

موارد منع مطلق مصرف (I.U.D)

در صورت وجود موارد زیر به هیچ وجه نباید از I.U.D استفاده کرد:

۱- حاملگی و یا احتمال آن

۲- عفونت حاد لگنی

۳- داشتن سابقه بیماری التهابی لگن

۴- خونریزی غیرعادی رحمی که علت آن تشخیص داده نشده است.

۵- سرطان‌های مربوط به دستگاه تناسلی نظیر سرطان گردن رحم و...

۶- مشکلات مادرزادی رحم مانند رحم دو شاخه

۷- بیماری‌های رحمی مانند فیبروم[1]

۸- سابقه حاملگی خارج از رحم

1) Fibroma

موارد منع نسبی مصرف I.U.D

در صورت وجود موارد زیر بهتر است که از I.U.D استفاده نشود:

۱- زنانی که تاکنون زایمان نکرده‌اند.

۲- وجود عفونت لگنی قبل از آخرین زایمان

۳- اختلالات انعقادی خون (وجود اشکال در لخته شدن طبیعی خون)

۴- خون قاعدگی بیشتر از حد معمول باشد بخصوص اگر باکم‌خونی همراه باشد.

۵- در دهای شدید قاعدگی

۶- کسانی که در معرض عفونتهای مقاربتی بیشتری قرار داشته باشند. (واژینیت[1]، سرویسیت[2])

۷- سابقه جراحی قبلی روی لوله‌های رحمی و تخمدان

۸- میوم[3] رحم

۹- لیومیومای[4] رحم

۱۰- اندیومتریوز

۱۱- استنوز گردن[5] رحم

۱۲- نازایی[6]

۱۳- حساسیت به مس و همچنین بیماری ویلسون[7] که یک اختلال نادر دفع مس است.

۱۴- داشتن سابقه حاملگی خارج از رحم

۱۵- وجود غده‌های عضلانی در رحم

۱۶- بیماری‌های دریچه‌ای قلب

۱۷- ناتوانی جسمانی و عقلانی برای کنترل نخ I.U.D

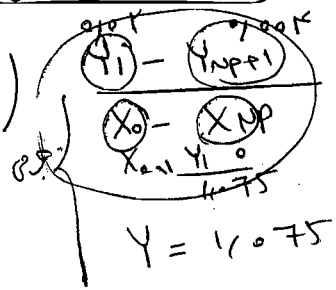
چه افرادی می‌توانند از I.U.D استفاده کنند.

افرادی که می‌توانند از I.U.D استفاده کنند عبارتند از:

1) Vaginitis
2) Cervicitis
3) Myoma
4) Liomyoma
5) Stenosis
6) Nulliparity
7) Wilson's Disease

$R_{NP} = 0.48 - 0.012 \Rightarrow \boxed{A_{NP} = 0.47 \ \frac{kg}{s}}$

أول: $\boxed{R_{S_{solv}} = 0.47 \ \frac{kg}{s}}$



$\frac{Y_1 - Y_{NP+1}}{X_0 - X_{NP}} = + \frac{R_S}{E_S}$

$Y = 1.075 X$

$\Rightarrow \frac{0.102 - 0.002}{0.102 - 0} = \frac{R_S}{0.7832} \rightarrow \boxed{R_S = 0.77 \ \frac{kg}{s}}$

$\boxed{n = \frac{0.47}{0.43} = 1.1}$

---

saddle → 2.5 cm → C_f = 110

C_D =

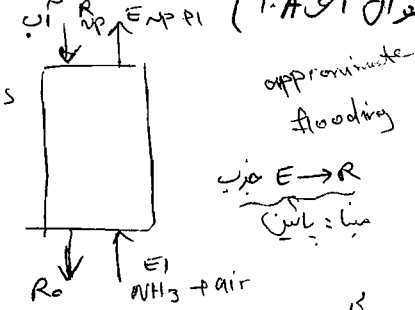
$d = 0.42$ m

$T = 20^\circ C$

$P = 1 atm$

$\mu_L = 0.01$ poise

$\mu_L = 1000$



سوال آخر T.A

E_1:
- $E_1 = 0.47 \ \frac{m^3}{s}$
- $\rho_{g_{20}} y_1 = 0.10$ → ρ_g → $Y_1 = 0.136$
- $M_{E_1} = 28.6$
- $\rho_g Y_1 = 0.102$ → $\rho_g y_1 = 0.091$
- $E_1 = 0.8 \ \frac{kg}{s}$

E_{NP+1}:
- $Y_{NP+1} = 0.1\% \ Y_1$ → ρ_g
- $\rho_{g_{20}} Y_{NP+1} = 0.007$ → ρ_g → $y_{NP+1} = 0.007$
- $M_{E_{NP+1}} = 28.94$
- $\rho_g Y_{NP+1} = 0.002$ → ρ_g → $y_{NP+1} = 0.002$
- $E_{NP+1} = 0.778 \ (\frac{kg}{s})$

R_{NP}:
- $Y_{NP} = 0$
- $R_{NP} = ?$

R_0:

if $Y = 1.075 X \Rightarrow R_{NP} = (n) (R_{NP})_{min} \Rightarrow n = ?$

$E_S = E_1 (1 - y_1) = 0.7832 \ \frac{kg}{s}$ (E_1 در ρ_{G_1}، y_1 در ρ_{G_1})

$\rho_G = \frac{P M_{E_1}}{RT} = 1.19$

$G_m = E_1 = 0.8 \ \frac{kg}{s}$ ⇝ $G' = \frac{G_m}{A_c} = \frac{0.8}{\frac{\pi}{4}(1.2)^2} = 1.07 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$

$L_m = ?$

$y^3 : \frac{G'^2 \mu_L^{0.1} C_f}{\rho_a (\rho_L - \rho_a)} = 0.3$ ⟶ $x_{NP} = 0.03$

$0.03 = \frac{L'}{1.07} \left(\frac{1.19}{1000 - 1.19} \right)^{0.5} \Rightarrow L' = 2.22 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s} \Rightarrow L_m = L' \cdot A_c$

$L_m = 0.48 \ \frac{kg}{s} \Rightarrow L_m = R_{NP} +$ جزء NH_3

جزء $NH_3 = E_1 y_1 - E_{NP+1} y_{NP+1} = 0.8 \times 0.11 - 0.778 \times 0.003 = 0.09 \ (\frac{kg}{s})$

- درد

بعضی از خانم‌ها بعد از گذاشتن I.U.D ممکن است دچار دردهای اسپاسمی شوند که ناشی از انقباضات رحمی در قسمت پایین شکم می‌باشد. دردهای شکمی یا کمردرد با مصرف داروهای مسکن مناسب به راحتی قابل کنترل است و می‌توان با کمپرس آب گرم در قسمت پایین شکم جهت تسکین درد، استفاده کرد. این دردها معمولاً بلافاصله و یا در طی ماه اول، پس از گذاشتن I.U.D ممکن است ظاهر شوند. زمان بروز درد ممکن است هنگام جایگذاری I.U.D، چند روز پس از آن و یا در دوره قاعدگی باشد. طبق برآورد سازمان جهانی بهداشت بین ۱۵ تا ۴۰ درصد از I.U.Dها تنها به خاطر وجود "درد" بیرون آورده می‌شوند.

در زنان زایمان نکرده و در زنانی که چندین سال از زمان آخرین زایمان آنها گذشته باشد درد شدیدتر است.

اگر درد با مسکن کاهش پیدا نکرد و شدید بود می‌تواند نشانه‌ای از بیماری‌های التهابی لگن و یا سوراخ شدن رحم باشد که در این صورت زن باید به پزشک و یا مرکز "بهداشتی - درمانی" که I.U.D را جایگذاری کرده است مراجعه نماید تا اقدامات لازم پزشکی صورت گیرد.

- خروج خودبخود I.U.D

I.U.D گاهی به‌طور خودبخود خارج می‌شود و اگر خانمی توجه کافی نداشته باشد و به‌طور منظم وجود نخ I.U.D را بررسی نکند ممکن است بدون اینکه متوجه شود I.U.D خارج گشته لذا به این ترتیب احتمال حاملگی ناخواسته بالا می‌رود. بنابراین باز هم بر روی بررسی منظم نخ I.U.D تأکید می‌گردد.

توجه داشته باشید که بیشترین احتمال خروج I.U.D زمانی است که I.U.D پس از زایمان، گذاشته می‌شود، خصوصاً اگر در ۳ ماهه اول پس از زایمان گذاشته شود این احتمال بیشتر خواهد بود. همچنین در زنانی که تاکنون زایمان نکرده‌اند نیز احتمال خروج خود بخودی I.U.D وجود دارد.

زن در صورت شک به خارج شدن I.U.D حتماً باید به پزشک، ماما و یا به مرکز بهداشتی - درمانی مراجعه کند.

در زنی که I.U.D به‌طور خودبخودی خارج شده باشد احتمال خارج شدن I.U.D بعدی دو برابر است. می‌توان برای بار سوم I.U.D را به کار برد ولی اگر باز هم خارج شود و به آن توجه نشود ممکن است زن باردار شود. از این رو باید پس از بار سوم از وسیله دیگری برای جلوگیری از بارداری استفاده شود.

دفع خود بخود I.U.D در سال اول ۱ درصد تا ۱۰ درصد بیشتر از سال دوم است و بخصوص در سه ماهه اول بعد از گذاشتن I.U.D اتفاق می‌افتد.

- حاملگی خارج از رحم[1] (E.P.)

احتمال حاملگی خارج از رحم در زنانی که I.U.D نداشته باشند ۰/۸ درصد است ولی در زنانی که I.U.D دارند در حدود ۳ تا ۴ درصد از بارداری‌های آنها را "حاملگی خارج از رحم" تشکیل می‌دهد. نشانه‌های حاملگی خارج از رحم درد در بخش پایینی شکم، خونریزی تیره رنگ و کم از مهبل و یا قطع قاعدگی است.

- بیماری التهاب لگن[2] (P.I.D.)

بیماری التهابی لگن، همه بیماری‌های عفونی حاد، نیمه حاد و مزمن تخمدان‌ها، لوله‌های رحمی، رحم و بافت‌های همبندی و... لگن را شامل می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که این عارضه در زنانی که از I.U.D استفاده کرده‌اند بیشتر است. افزایش این عارضه می‌تواند به‌علت وارد شدن میکروب‌ها هنگام جای‌گذاری I.U.D و یا از راه بالا رونده از نخ دنباله I.U.D باشد. خطر عفونت در چند ماه اول جای‌گذاری I.U.D و پس از پنج سال استفاده بیشتر است.

- سوراخ شدن رحم

سوراخ شدن رحم نفوذ I.U.D در دیواره رحم و عبور آن به حفره شکم است. اگر I.U.D کاملاً عبور کرده باشد سوراخ شدن را کامل و هرگاه هنوز در ماهیچه جدار رحم باشد عمل سوراخ کردن[3] را ناقص می‌نامند.

بروز سوراخ شدن بین $\frac{۱}{۱۵۰}$ تا $\frac{۱}{۹۰۰۰}$ گزارش شده است و این دامنه تفاوت به زمان جایگذاری، طرح و نوع I.U.D، فن جایگذاری و مهارت جاگذارنده بستگی دارد.

---

1) External Pregnancy (E.P)
2) Pelvic Inflamation Disease (P.I.D)
3) Perforation

فصل ۲

قانون اول فیک: در شرایط عملیاتی ثابت (دما و فشار ثابت) جرم یک جزء (یعنی جزء A یا B) که در یک مخلوط دوجزئی (یعنی مخلوط A و B) در واحد زمان از واحد سطح عمود بر جهت انتشار عبور می‌کند با گرادیان غلظت جرمی A در راستای انتشار نسبت مستقیم دارد.

$$J_{A_z} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dz} \qquad \text{ثابت} = \frac{J_{A_z}}{\frac{dC_A}{dz}}$$

$$N_{A_z} = J_{A_z} + \frac{x_A}{x_A + x_B}(N_{A_z} + N_{B_z})$$

مولکولی — توربولانسی

$$Sh = \frac{hD}{k} \qquad Nu = \frac{hL}{K} \qquad Pr = \frac{C_p\mu}{K} \qquad Sc = \frac{\mu}{\rho D_{AB}}$$

$$St = \frac{Nu}{Re\,Pr} \qquad St_H = \frac{Nu}{Re\,Pr} \qquad St_M = \frac{Sh}{Re\,Sc}$$

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \qquad Pe = Re\,Pr \qquad Pe = \frac{vD}{\alpha}$$

$$St_H = \frac{f}{2} \qquad St_M = \frac{f}{2}$$

$$St_H\,Pr^{\frac{2}{3}} = \frac{f}{2}$$

$$\frac{Nu}{Re\,Pr^{\frac{1}{3}}} = \frac{f}{2}$$

۱) عملیات جداسازی در مهندسی شیمی

جداسازی اجزاء یک محلول یا مخلوط از یکدیگر

هدف نهایی عملیات مهندسی شیمی

ترکیبات یک یا چند جزئی جاضر از ترکیب یا مخلوط دو

عملیات جداسازی

جداکردن اجزاء یک مخلوط یا اضافه‌کردن یک جزء عملیات تفاضلی

اضافه‌کردن — جداکردن = تغییر ترکیب مخلوط یا محلول اولیه

جداسازی اجزاء یک محلول یا مخلوط خوراک از جاض

فازی (دهنده)

جداسازی بدون واکنش شیمیایی — جداسازی با ایجاد اختلاف یا تفاوت

خوراک — ظرف تولید یا مخلوط خوراک

فاز — ناحیه

۱) تقطیر (Distillation) — جدا کردن اجزاء مایع از یکدیگر با تبخیر

۲) جذب (Absorption) — جدا کردن اجزاء گاز از یکدیگر با حل کردن در مایع

Fractional Absorption

Leaching — Desorption — Stripping

۳) استخراج مایع (Liquid Extraction) — جدا کردن اجزاء مایع از یکدیگر با حل کردن در مایع

۴) رطوبت‌گیری (Dehumidification) — جدا کردن آب از هوا

- سؤال استاد در تلفنی 6 و 12، 18 ← P-119 جزوه در راه من ؟

- خط هیک از خطوات پس آزمونست how ؟

$$-N_A M_A \rho = 4\pi r^2 \left(\frac{dx}{d\theta}\right)$$

- در مثال 11 فصل 6 ص ۲۷۸ چرا از ② را این شکلی نوشته است ؟ یعنی H_2S هیچ نفشی ندارد؟ گاز

- مثال 1 فصل 8 ← چاجی حل نکرده است ؟

- P-474

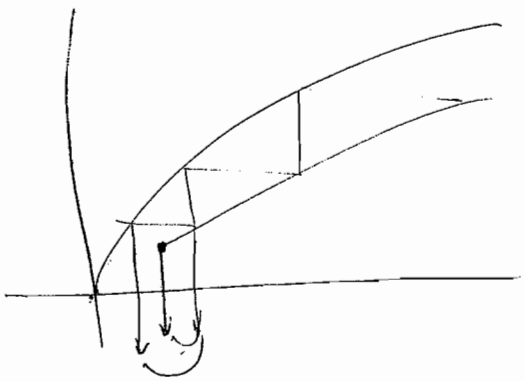
* واسه تعداد مراحل (اون تیه اخر راه حساب در راه حلها مساوی است ؟

* P-492 چرا فلاکس جرمی مایع را برمبنای پایین در نظر گرفته است ؟

$$\text{نوشتن } Lm = R_2 + \left[0/08\,\epsilon_1 - 0/004\,(E_{Np+1})\right] \rightarrow \frac{E_8}{1-\psi_{Np+1}}$$

* تفاوت وقتی سیگنال ۸۰٪ جذب سیستم میشود یا خیر ؟

$\epsilon_1 \neq 0$



ته حفاظت در برابر اشعه کد ۵۳۰

عتی

	۱۳ - ۱۴/۴۰	۱۴/۵۰ - ۱۶/۳۰
ای	مروری بر پرتوگیری خارجی(۲) رئیس محمد	مروری بر پرتوگیری خارجی(۲) رئیس محمد
ری	قواعد کار با پرتو در مراکز پرتونگاری دیوبند	بررسی مشکلات کاری
		آزمون

توجه: (P.108) مثال ۱۰ ← همراه با حرکت توده‌ای

$Sh = \frac{2R}{r-R}$ مثال ۱۳ ← بدون حرکت توده‌ای

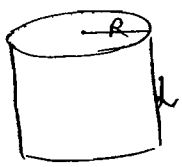
مثال ۱۰) $K_c = \frac{Dr}{r-R}\left(\ln \frac{C-C_A}{C-C_{AS}}\right)\frac{4}{C_{AS}-C_A} \cdot \frac{1}{R}$

مثال ۱۳) $K_c = \frac{Dr}{r-R}\,\frac{1}{R}$

سوال: آیا $\left(\ln \frac{C-C_A}{C-C_{AS}}\right)\frac{C}{C_{AS}-C_A}$ $\begin{cases} >1 \\ 0< <1 \end{cases}$ ؟

if $0<\lambda<1$ → $K_{c10} < K_{c13}$

if $\lambda>1$ → $K_{c10} > K_{c13}$



مسئله: $Sh = ?$, $K_C = ?$ (P.108 :مرجع)

~~$N_{Ar} = \frac{-D_{AB}}{1-y_A} \frac{dC_A}{dr}$~~ ~~$\frac{C-C_{AB}}{C-C_A}$~~

$Sh = \frac{K_C C_{B,M} d}{C D_{AB}}$ / حالت پایا: $N_{Br} = 0$

$N_{Ar} = \frac{-1}{1-y_A} D_{AB} \frac{dC_A}{dr}$

$\dot{m}_{Ar} = \frac{-D_{AB}}{1-\frac{C_A}{C}} \frac{dC_A}{dr} 2\pi r L M \Rightarrow \dot{m} = \frac{CD}{C_A - C} 2\pi r L M \frac{dC_A}{dr}$

$\Rightarrow \dot{m} \int_R^r \frac{dr}{r} = 2\pi L M C D \int_{C_{AS}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A - C}$

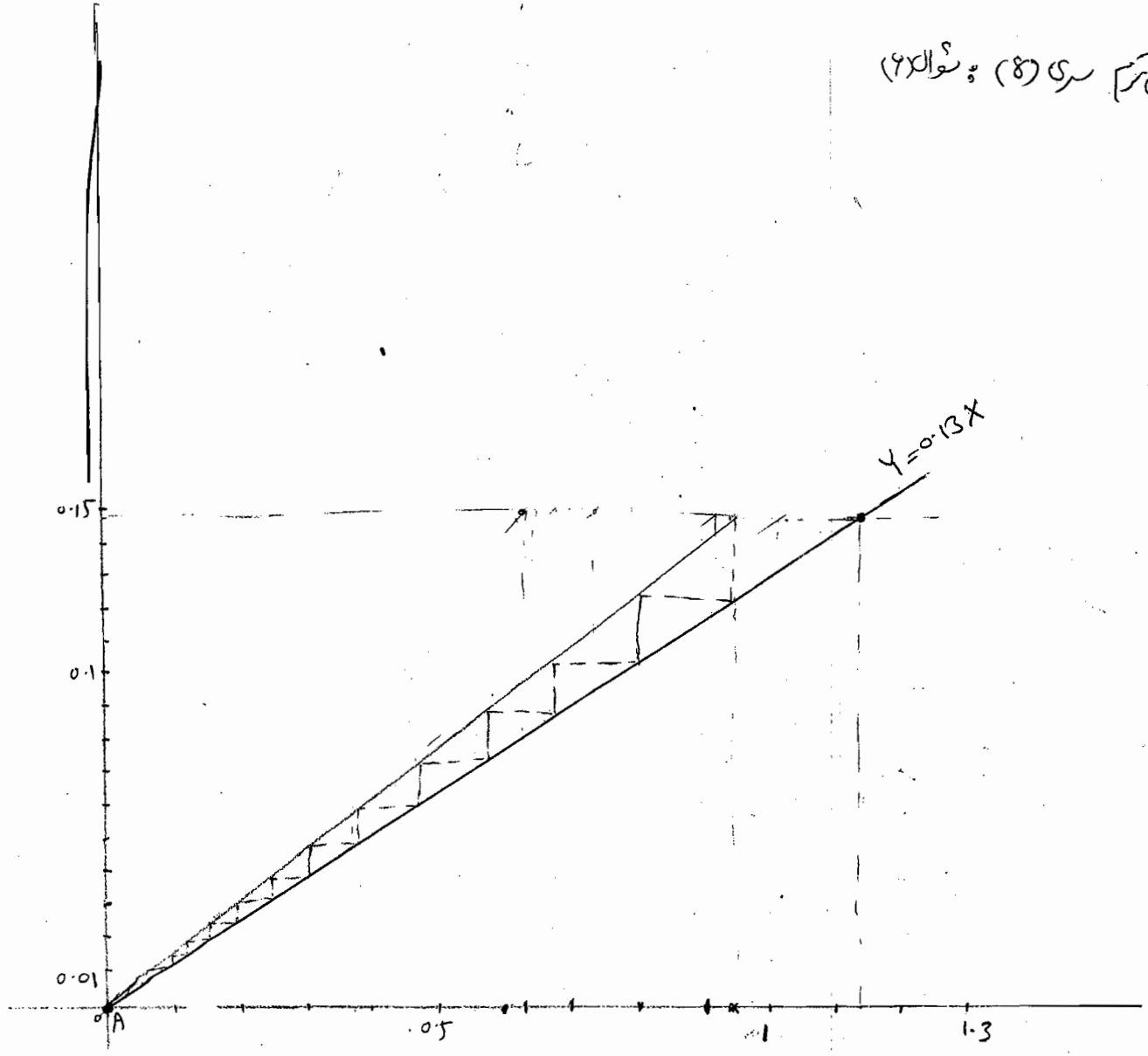
$\dot{m} \times \ln \frac{r}{R} = 2\pi L M C D \ln \frac{C_A - C}{C_{AS} - C} \Rightarrow \dot{m} = 2\pi L M C D \frac{\ln \frac{C-C_A}{C-C_{AS}}}{\ln \frac{r}{R}}$

$\dot{m} = K_C (\overline{C_{AS} - C_A}) 2\pi R L M = 2\pi L M C D \frac{\ln \frac{C_B}{C_{BS}}}{\ln \frac{r}{R}} \Rightarrow$ $\overline{C_B - C_{BS}}$

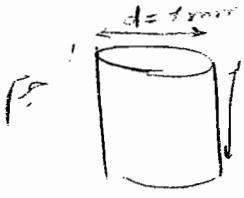
$K_C C_{B,M} = \frac{CD}{R \ln \frac{r}{R}}$

$\Rightarrow Sh = \frac{CD}{R \ln \frac{r}{R}} \times \frac{2R}{CD} = \frac{2}{\ln \frac{r}{R}}$: شرایط بدون حرکت توده‌ای ثبت

جایان ترم سری (8) سوال (۲)



مثال ۹ : انتقال حرارت $Nu_{av} = 0.43 + 0.0022\, Re^{0.8}\, Pr^{0.4}$ $1 < Re < 4000$



$P_{air} = 1\ atm$ $\quad T_{air} = 40^\circ C$

L: سطح خارجی لوله

$P^* = 400\ mmHg$ $\quad T_{سطح} = 14^\circ C$

الف) $F = ?$ $\quad P_{av}$

① $\begin{cases} P_{A1} = 760\ mmHg \\ P_{B1} = 240\ mmHg \end{cases}$ ② $\begin{cases} P_{A2} = 0 \\ P_{B2} = 520\ mmHg \end{cases}$

A: UF_6

B: هوا

سطح انتقال

$\begin{cases} y_{A1} = 0.76 \\ y_{B1} = 0.24 \end{cases}$ هوا $\begin{cases} y_{A2} = 0 \\ y_{B2} = 1 \end{cases}$

$\begin{cases} y_A = 0.380 \\ y_B = 0.620 \end{cases}$ → حرکت نفوذی ⇒ خصوصیات گاز

$T_{av} = \frac{10+4}{2} = 37.5^\circ C$ $\quad \begin{cases} \rho_{av} = 4.1\ kg/m^3 \\ \mu_{av} = 2.17 \times 10^{-5}\ Pa.s \end{cases}$ $\quad D = 9.04 \times 10^{-6}\ m^2/s$

$Sh_{ave} = 0.43 + 0.022\, Re^{0.8}\, Sc^{0.4}$

$Re = \frac{\rho u l}{\mu} = 2211.4$ $\quad Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 0.728$ $\quad \Big\} \Rightarrow Sh_{ave} = 15.38$

$Sh_{ave} = \frac{F_{ave} d}{C D} \Rightarrow F_{ave} = 11.403 \times 10^{-10}\ \frac{kmol}{m^2.s}$

$\frac{z}{F} = 2.34 \times 10^{-4}\ m$

ب) $\theta = ?$ $\quad \begin{cases} F_{ave} = \text{ثابت} \\ \text{سطح انتقال جرم متغیر} \rightarrow S_{ave} \end{cases}$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta}$ $\quad m = \pi r^2 h \Rightarrow dm = 2\pi h\, dr$

$-N_A M_A \bar{S}_{ave} = \frac{dm}{d\theta} \xrightarrow{N_B = 0} -F_{ave} \ln \frac{1-0}{1-0.24} \cdot M_{UF_6} \frac{\pi h}{\ln \frac{d_2}{d_1}} = 2\pi h r \frac{dr}{d\theta}$

$-1.43 \times 10^{-3} \left(\ln \frac{1}{0.76}\right) M_{UF_6} \frac{\pi h}{\ln \frac{d_2}{d_1}}\, d\theta = 2\pi h \int_{r_1}^{r_2} r\, dr \Rightarrow \theta = ?$

فاکتور دفع $S = \frac{mE_S}{R_S}$

فاکتور جذب $A = \frac{R_S}{mE_S}$

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

نفوذ مولکولی
نفوذ و حرکت توده‌ای

مثال ۲ – صفحه ۷۹

$$x_A = \frac{C_A}{C}$$

$$N_{Az} = \frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} \frac{D_{AB} C}{z} \ln \frac{0 - \frac{C_{A2}}{C}}{0 - \frac{C_{A1}}{C}}$$

نفوذ مولکولی

شار جرمی (یا) اسفار جرم $m''_{Az} = N_{Az} S M_A$

① در حالت ظرف $N_{Az} = -N_{Bz}$

$$N_{Az} = \frac{D_{AB} P_t}{RTz} (y_{A1} - y_{A2})$$

تغییرات C_A برحسب z کاملاً خطی است.

$N_{Az} \neq 0$

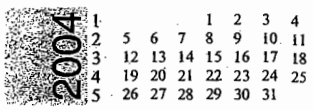
② $N_{Bz} = 0$ مجموع نفوذ و حرکت توده‌ای جزء B = ۰ است.

$$N_{Az} = \frac{D_{AB} P_t}{RTz} \frac{y_{A1} - y_{A2}}{y_{B,M}} = \frac{D_{AB} P_t}{RTz} \frac{P_{A1} - P_{A2}}{P_{B,M}}$$

$$y_{B,M} = \frac{y_{B2} - y_{B1}}{\ln \frac{y_{B2}}{y_{B1}}}$$

غیرخطی

$$n''_{Az} = N_{Az} S$$



سرعت مولی $= v^*$

جزء مولی i در مخلوط $x_i = \dfrac{c_i}{\sum_{i=1}^{n} c_i}$

جزء جرمی i در مخلوط $w_i = \dfrac{\rho_i}{\sum_{i=1}^{n} \rho_i}$

$n_{iz} = \rho_i u_i$ $\left[\dfrac{kg}{m^2 s}\right]$ شار جرمی

$N_{iz} = c_i u_i$ $\left[\dfrac{kmol}{m^2 s}\right]$ شار مولی

$c = \sum_{i=1}^{n} c_i$ غلظت مولی مخلوط

$\rho = \sum_{i=1}^{n} \rho_i$ غلظت جرمی مخلوط

j_{Az} $\left[\dfrac{kmol}{m^2 s}\right]$ شار مولی A

$N_{iz} = j^*_{Az} + x_i \sum_{i=1}^{n} N_{iz}$

$j_{Az} = -D_{AB} \dfrac{dc_A}{dz}$

$N_{Az} = j_{Az} + x_A \sum_{i=1}^{n} N_{iz}$

$N_{Az} = c_A u_A$

$N_z = \sum_{i=1}^{n} N_{iz} = cu = c_A u_A + c_B u_B + \cdots$

شهادت میرزا تقی خان امیرکبیر (۱۲۳۰ هـ.ش - برابر با ۱۷ ربیع الاول ۱۲۶۸ هـ.ق)

2004

				1	2	3	4
2	5	6	7	8	9	10	11
3	12	13	14	15	16	17	18
4	19	20	21	22	23	24	25
5	26	27	28	29	30	31	

$\mu \left[\frac{kg}{m\,s} \right]$

یکشنبه
۲۱
دی
۱۸ ذیقعده ۱۴۲۴

11 Sun. January 2004

$$D = \left(\frac{k^{3}}{\pi^{3} m_A} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{T}{P \left(d_A \right)^{2}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$\delta_{AB} = [m]$ مقدار جدایی پس از برخورد

تابع دما

D_{AB} تابع برخورد / دیتانس بین مولکولی

مولکول A و B

برای مایعات

دما
تابع
شکل هندسی

جاذبه و حداقل فاصله دهنده مولکول

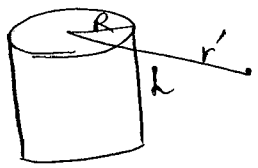
$$D^{\circ}_{AB} = \frac{\left(117.3 \times 10^{-19} \right) \left(\Phi M_B \right)^{\frac{1}{2}} T}{\mu \; V_A^{0.6}}$$

۱			۱	۲	۳	۴	۵
۲	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۳	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹
۴	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶
۵	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰			

* حالا فرض می‌کنیم استوانه‌ای به شعاع R داریم. که از حرکت توده‌ای مرفنظر می‌کنیم:

فرض: $N_{Br}=0$

$$N_{Ar}=J_{Ar}+x_A(N_{Ar})$$



$$N_{Ar}=\frac{J_{Ar}}{1-x_A}$$

$$J_{Ar}=-D_{AB}\frac{dC_A}{dr}$$

$$x_A=\frac{C_A}{C}$$

$$\Rightarrow$$

$$N_{Ar}=-D_{AB}\frac{dC_A}{dr}\frac{C}{C-C_A}$$

$$m_{Ar}=N_{Ar}S_r M_A=\frac{-D_{AB}C}{C-C_A}2\pi rL M_A\frac{dC_A}{dr}\Rightarrow$$

$$\frac{+\dot{m}_{Ar}}{2\pi L}\int_{r=R}^{r=r}\frac{dr}{r}=-D_{AB}C M_A\int_{C_A=C_{AS}=C_A^*}^{C_A=C}\frac{dC_A}{C-C_A}\Rightarrow$$

$$\frac{\dot{m}_{Ar}}{2\pi L}\ln\frac{r}{R}=+D_{AB}C M_A\ln\frac{C-C_A^*}{C-C_A}$$

~~$N_{Ar}=\frac{D_{AB}C M_A}{\ln\frac{r}{R}}\ln\frac{C-C_A^*}{C-C_A}$~~

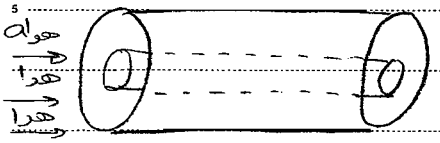
$$\dot{m}_{Ar}=2\pi D_{AB}C M_A L\frac{\ln\frac{C-C_A^*}{C-C_A}}{\ln\frac{r}{R}}$$

اولین
دپارتمان تخصصی و جامع مهندسی شیمی
تخصصی ترین مرکز دوره های آمادگی
کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی
"به خانه مهندسی شیمی خوش آمدید"
«مؤسسه آموزش عالی آزاد نگاره»

$$\dot{m}_2 - \dot{m}_1 = \frac{dm}{d\theta} \rightarrow -ns = \frac{dm}{d\theta} \rightarrow -144.1 \times N_A \times (8\times10^{-4}) = \frac{dm}{d\theta}$$

$$\Rightarrow \frac{dm}{d\theta} = -0.1154\, N_A$$

سوال ۵)



$u_{هوا} = 9\ m/s$

$T_{هوا} = 30^\circ C$

$P = 1\ atm$

$d_i = 2.5\ cm$ ، $d_O = 3\ cm$

$l = 20\ cm$

$P_s = 0$ فشار بخار قند ناچیز است.

انتقال حرارت با کندانس بخار $30^\circ C$: $h = 0.14 Re^{0.8}$: حرارت

از تناظر طلبن استفاده می‌شود:

$$h = 0.14 Re^{0.8} = c_p \mu \rho\, P_r^{-2/3} J_H \quad bRe^n$$

$$0.14 \left(\frac{l}{\mu}\right)^{0.8} (\rho u)^{0.8} = c_p (\rho u) P_r^{-2/3} b \left(\frac{l}{\mu}\right)^n (\rho u)^n$$

$$n + 1 = 0.8 \rightarrow n = -0.2$$

با خصوصیات فیزیکی داریم:

$$b = 0.14 \left(\frac{l}{\mu}\right)^{0.8-n} P_r^{2/3} \frac{1}{c_p}$$

$$P_r = \frac{c_p \mu}{k} = 0.71 \rightarrow b = 0.41 \qquad J_H = 0.14\, Re^{-0.2} \Rightarrow \begin{cases} j_D = 0.14 Re^{-0.2} \\ j_D = \frac{Sh}{Re\, Sc} Sc^{2/3} \end{cases}$$

$$Sh\ Sc^{-1/3} = 0.14\, Re^{0.8}$$

A: نفتالین B: هوا

PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

ابتدا $\begin{cases} P_{A_1} = 0.4 P_a \\ P_{B_1} = 1.012 \end{cases}$ انتها $\begin{cases} P_{A_2} = 0 \\ P_{B_2} = 1.012 \end{cases}$

$\begin{cases} y_{A_1} = 4.4 \times 10^{-4} \\ y_{B_1} = 0.999999 \end{cases}$ $\begin{cases} y_{A_2} = 0 \\ y_{B_2} = 1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} y_A = 2.2 \times 10^{-4} \\ y_B = 0.999 \end{cases}$

$$Sc = \left(\frac{\mu}{\rho D}\right)_{air} = \frac{0.018 \times 10^{-3}}{1.17 \times 0.2 \times 10^{-4}} = 22.4$$

$$\rho_{air} = \frac{PM}{RT} = 1.17$$

$$Re = \frac{\rho u d}{\mu} = 7859.17 \rightarrow Sh = 0.044 = \frac{FL}{CD} \Rightarrow F = 9.22 \times 10^{-8} \frac{kmol}{m^2 s}$$

$$C = \frac{P}{RT} = 0.042 \qquad N_B = 0$$

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow -F \ln \frac{1 - y_{A_2}}{1 - y_{A_1}} = -2\rho l \pi r g \frac{dr}{d\theta}$$

$$m = \pi (r_o^2 - r_i^2) l \rho g \rightarrow dm = -2\rho l \pi r_i g dr_i$$

$$\Rightarrow -9.22 \times 10^{-8} \ln \frac{1 - 0}{1 - (4.4 \times 10^{-4})} \int_0^{\theta} d\theta = -\frac{2\rho (0.2)(3.14)(9.8)}{\text{ثانیه}} \times \int_{1.25 \times 10^{-2}}^{0.1425 \times 10^{-2}} r_i \, dr_i$$

در شکل 8 - 31) $G' = 6.65$ باب/ساعت‌فوت‌مربع $x_{مول} = 0.061$

$y_{مول} = 0.51$ } از جدول خارج می‌شود $\rightarrow \frac{\Delta P}{l} =$ Flooding دچار

⇐ می‌توان سایز و packing طوری انتخاب کرد که φ کم شود. می‌توان قطر ستون را افزایش داد.

ارتفاع = $N_p \times HETP \Rightarrow 3 = N_p \times 0.5 \Rightarrow N_p = 6$ (ایده‌آل)

پایان قسمت سری (۹)

ادامه حل مسئله ۴) $N_p = 6$: در شکل صفحه‌ی بعد از طریق رسم خطهای مختلف خطی را که شامل ۶ مرحله است پیدا می‌کنیم.

$$\left(\frac{R_S}{E_S}\right) = \frac{0.118 - 0}{0.11 - 0.011} = 1.19$$

$$E_S = 4.81 \ (kg/s) = E1(1 - y_1) \Rightarrow E1 = 4.81 \ kg/s$$

لحاظ کنار زدن

$$G' = \frac{4.81}{\pi/4(1)^2} = 6.13 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$ واحد

چون ستون نفوذ داریم به محاسبات بر مبنای پایین ستون است:

$L_m = 6.2$

$G_m = 4.81 +$ مقدار جزء A استخراجی

مقدار جزء A استخراجی $\Rightarrow$

جزء $x_{Np} = 0.075$

جزء $x_0 \Rightarrow \frac{60x}{16x + 44} = 0.011 \Rightarrow$ جزء $x_0 = 8.09 \times 10^{-3}$

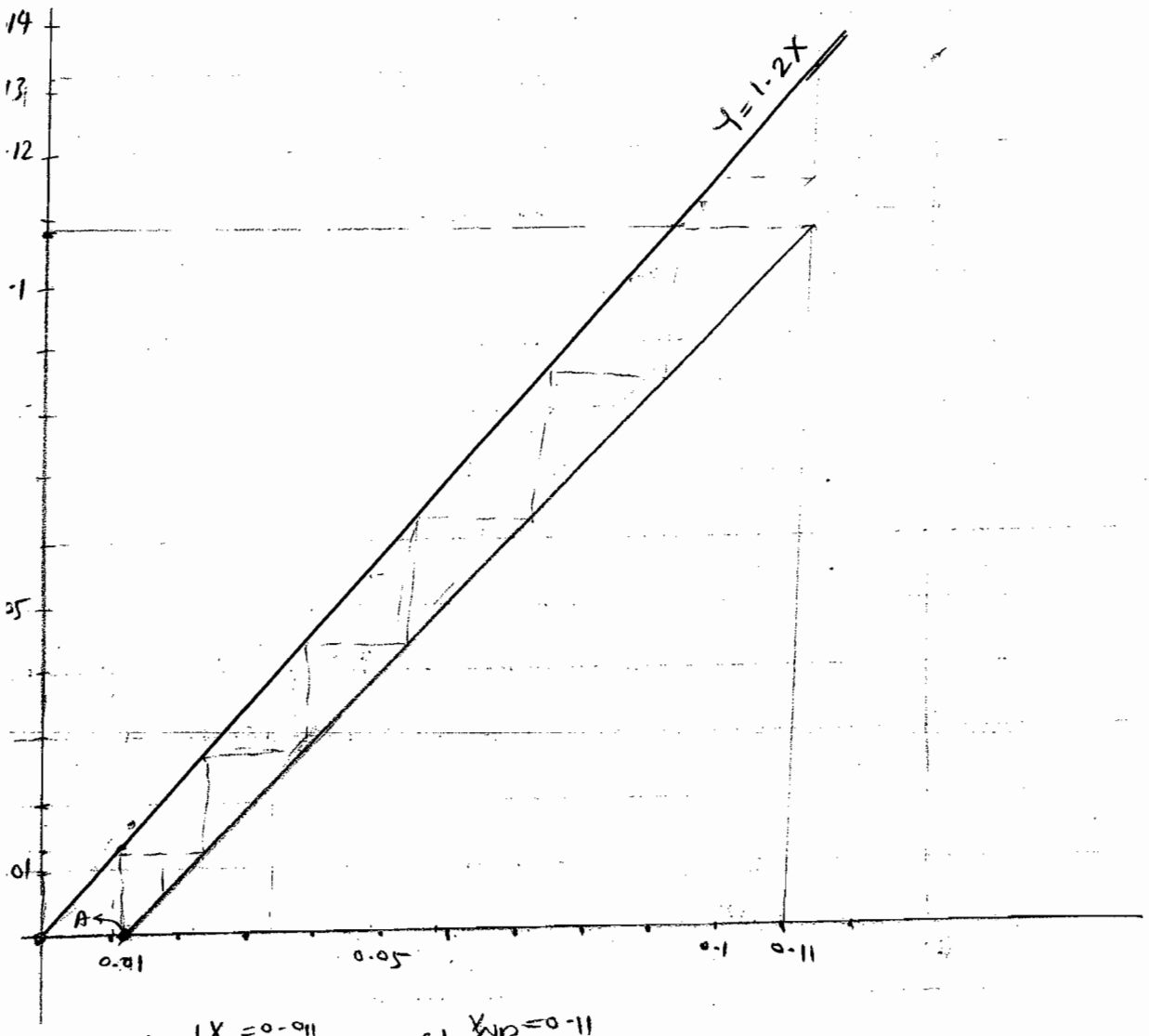
$$(0.075 - 8.09 \times 10^{-3}) \times L_m = 0.41$$

$$\Rightarrow G_m = 5.22 \ kg/s \Rightarrow \frac{L'}{G'} = \frac{L_m}{G_m} = 1.19$$

$$\rho_G = \frac{PM}{RT} = 2.62$$

$$R_S = R_{NP}\,(1 - x_{NP}) = 5.73 \ \text{kg/s}$$

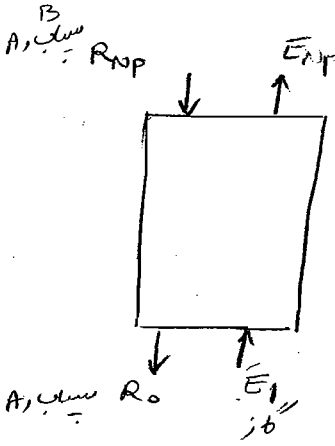
$Y = 1.2X$ حال نمودن تعادل را رسم می‌کنیم:



A $\begin{cases} X_0 = 0.011 \\ Y_0 = 0 \end{cases}$ B $\begin{cases} X_{NP} = 0.11 \\ Y_{NP+1} = 0.118 \end{cases}$

مسئله ۴) packed

$d = 1m, \quad h = 3m$



هدف جذب ۹۰٪ جزء A موجود در پساب

R = پساب $\quad E$ = بیرون

$$\begin{cases} X_{NP} = 0.1 \Rightarrow \text{بیرون } X_{NP} = 0.11 \\ R_{NP} = 6.2 \ kg/s \end{cases}$$

$Y_1 = 0$

هدف: $X_0 = 0.1 \ X_{NP} = 0.011 \rightarrow x_0 = 0.011$

$\rho_L = 1000 \ kg/m^3, \quad \mu_L = 10^{-3} \ pa\text{-}s, \quad T = 25^\circ C$

$C_f = 52 \Rightarrow E_1 = ?$

منحنی تعادل: $y = 1.2x \Rightarrow Y = 1.2X$

E1) $M1 = M_{بیرون} = 64$

R_{NP}) $M_{R_{NP}} = 0.1 \times 44 + 0.9 \times 60 = 58.4$

تبدیل درصد جرمی به مولی:

$$\text{مولی } x_{NP} = \frac{\frac{x}{44}}{\frac{x}{44} + \frac{(1-x)}{60}} = 0.1 \Rightarrow$$

$$\frac{\frac{x}{44}}{\frac{16x + 44}{44 \times 60}} = \frac{60x}{16x + 44} = 0.1 \Rightarrow x = 0.075$$

$$X_{Np} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{مول کربن}} = \frac{31.89\times10^{-4}}{3.189\times10^{-3}} \rightarrow x_{Np} = 3.179\times10^{-3}$$

$$X_0 = 1.754\times10^{-4} \rightarrow x_0 = 1.754\times10^{-4}$$

$$R_{Np} = 42 \ kg/hr$$

X	4.78×10^{-5}	7.97×10^{-5}	1.28×10^{-4}	1.59×10^{-4}	1.91×10^{-4}
Y	3.67×10^{-6}	1.47×10^{-5}	7.33×10^{-5}	4.03×10^{-4}	9.17×10^{-4}

X	2.55×10^{-4}	2.87×10^{-4}	3.19×10^{-4}
Y	$3.3\times10^{-3} = 33\times10^{-4}$	$0.01 = 100\times10^{-4}$	$0.029 = 290\times10^{-4}$

$$\text{مقدار جزئی} = 0.001 \Rightarrow \text{مول } Y = \frac{P}{P_t - P} = 1.32\times10^{-6}$$

$$\text{جرم } Y = \text{مول } Y \times \frac{\text{جرم مولکولی } A}{\text{جرم مولکولی نیتروژن}} = \frac{78}{}$$

حالا باید منحنی تعادل را رسم کنیم. برای اول توجه جدول بالا محدوده‌ی عملیاتی را مشخص می‌کنیم و منحنی تعادل را نیز در همین محدوده‌ی عملیاتی رسم می‌کنیم.

پایان گام سری (۹)

$$\Rightarrow \int_{120}^{4.95} -F \ln\frac{1-x_A}{1-x_A^*}\cdot g \cdot dx = -\int_{0.026}^{} y \cdot G\, dx_A$$

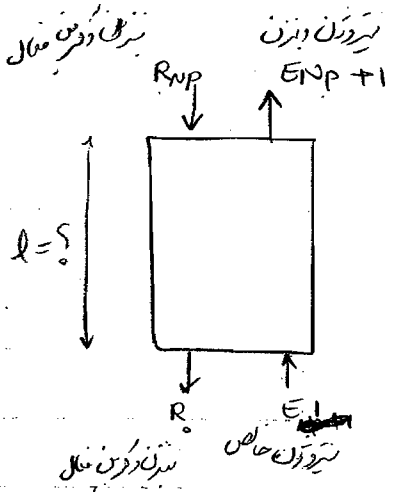
(ادامه مرحله مسئله ۲)

$F(x_A)$

مسئله ۳) هدف: جداسازی بنزن موجود در کربن فعال

R = بنزن و کربن / E = بنزن

R_{Np}: $\begin{cases} \dfrac{1000\,cm^3\ \text{بنزن}}{1\,g\ \text{کربن}} \\ 42\ kg/hr \end{cases}$ (STP: 1atm, 25°C)



$\begin{cases} Y_{1} = 0 \\ (E_{1})_{\text{واقعی}} = 2(E_{1})_{min} \end{cases}$

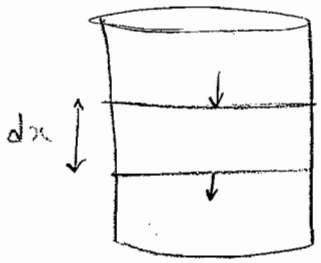
$R_0 = \dfrac{55\,cm^3\ \text{بنزن}}{1\,g\ \text{کربن}}$ (STP: 1atm, 25°C)

HETP = 0.5 m

A = بنزن $= C_6H_6 = 12\times 6 + 6 = 78 \Rightarrow M_A = 78$

(۱۰) $m_{\text{بنزن}} = \dfrac{PVM}{RT} = \dfrac{101330\times 1000\times 10^{-6}\times 78}{8314\times 298.15} = 3.189\times 10^{-3}\,g$

(۱) $m_{\text{بنزن}} = 1.754\times 10^{-4}\,g$



$$N_A \cdot M_A \cdot S' = \left[(C_A + dC_A) M_A S - C_A M_A S' \right] u$$

$$N_A S' = -u S \, dC_A \qquad C_A = x_A C$$

$$N_A S' = -uCS \, dx_A$$

استقال جرم از سطح کرات کاتالیستی صورت گرفته است:

$$S' = a \times S \times dx$$

$$\Rightarrow \quad N_A \, a \, dx = -uC \, dx_A$$

برای بدست آوردن u:

$$\rho = \frac{PM}{RT} = 0.44 \quad \Rightarrow \dot{m} = \rho u S \quad \Rightarrow u = 4.95 \ m/s$$

$$N_A = -1 \times F \ln \frac{1 - x_A}{1 - x_A^*}$$

(x_A: تعیین‌کننده، $\frac{x_A^* + x_A}{2}$: متغیر)

برای بدست آوردن F:

$$F = \frac{CD}{Z_F} \quad \text{و} \quad D_{Am} = \frac{1 - x_A}{\sum_{i=B}^{n} \frac{x_i}{D_{Ai}}} = \frac{1}{\sum_{B}^{n} \frac{x_i'}{D_{Ai}}}$$

$$C = \frac{P}{RT} = 0.026 \quad \Rightarrow$$ F بصورت تابعی از x_A بدست می‌آید

پایان ترم سری (۹)

ادامه حل مسئله ۱)

$$\theta = 46985477$$

$$\Rightarrow 10/669 = \int_{0.02}^{0.005} \frac{dd}{5.765\times10^{-7} l^{-1} + 9.4779 d^{-0.5} u_\infty^{0.5}}$$

$$\Rightarrow u_\infty = \checkmark \quad , F = \frac{Q}{z_F} \Rightarrow z_F = \checkmark$$

مسئله ۲)

$$2A \rightarrow B + 3C$$

$$N_B = \frac{-1}{2} N_A \quad , \quad N_C = \frac{-3}{2} N_A$$

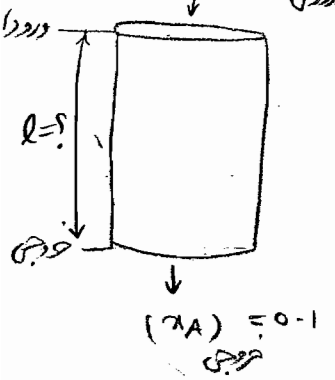
$$N_A + N_B + N_C = \left(\frac{2}{2} - \frac{1}{2} - \frac{3}{2}\right) N_A = -N_A$$

$$\frac{N_A}{\Sigma N_i} = -1$$

سطح ویژه‌ی کاتالیست

$$T = 200^\circ C, \quad P = 101330 pa \quad , \quad a = 120 \frac{m^2}{m^3}$$

آمونیاک خالص $(x_A) = 1$ ورودی $\quad , \dot{m} = 1/3 \frac{kg}{s}$



$$\frac{-7.03\times10^{-6}}{r}(y_{A2}-y_{A1})M_A = \rho_{\text{ساکن}}\frac{dr}{d\theta} \Rightarrow$$

$$1.596\times10^{-10}\int_0^{\theta} d\theta = \int_{r_1=0.01}^{r_2=\frac{0.01}{4}} r\,dr \Rightarrow \theta = 46985477.16(s)$$

$$\theta = 783091.286\ (min)$$

$$\theta = 13051.52\ (hr)$$

$$\theta = 543.81\ (day) \Leftarrow \theta = 1.5\ (year)$$

ب) $u_\infty = ?$, $Z_F = ?$; $\theta = \frac{1}{100}\theta_1$

$\theta = 469854.77\ (s)$

$$Re = \frac{\rho u_\infty d}{\mu} = 85000\, u_\infty d$$

$$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 1.67$$

$$\overline{Sh} = 2 + 328.83\, u_\infty^{0.5} d^{0.5} = \frac{Fd}{CD}$$

حدس $C = \frac{\rho}{M} = 0.041$

$$\Rightarrow F = 5.765\times10^{-7}\frac{1}{d} + 9.4779\, u_\infty^{0.5} d^{-0.5}$$

حدس $\Rightarrow F = k$ $(y_{B,M}\to 1)$

$$\Rightarrow (5.765\times10^{-7} d^{-1} + 9.4779\, u_\infty^{0.5} d^{-0.5})(y_{A1}-y_{A2})M_A = \rho_{\text{ساکن}}\frac{dr}{d\theta}$$

2.04×10^{-4}

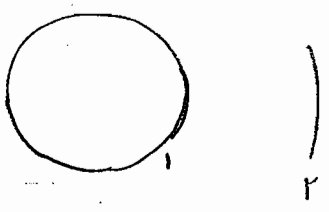
پایان ترم - سری (ق)

مسئله ۱:

$d = 2cm = 0.02\ m$ (هوا کره‌ای)

$T = 25^\circ C$, $P = 1atm = 101330\ pa$

الف) $\theta = ?$ $\quad d_2 = \frac{1}{4} 0.02 = 0.005$



(1) $\begin{cases} P_{A1}^* = 20.7 & \Rightarrow y_{A1} = 2{,}04 \times 10^{-4} \\ P_{B_1} = 101309/3 & \Rightarrow y_{B1} = 9{,}998 \times 10^{-1} \\ M1 = 29{,}04 \end{cases}$

(2) $\begin{cases} P_{A2} = 0 & , y_{A2} = 0 \\ P_{B2} = 101330 & , y_{B2} = 1 \quad , M2 = 29.02 \end{cases}$

$\bar{U}$: $\begin{cases} y_A = 1.02 \times 10^{-4} & , y_B = 9{,}99898 \times 10^{-1} \\ \rho = \rho_{air} = \frac{PM}{RT} = 1.19 \end{cases}$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow -k(y_{A2} - y_{A1}) S M_A = S \rho \frac{dr}{d\theta}$ (ثابت)

$\Rightarrow k = ?$

$R = \left(\frac{\rho u d}{\mu}\right) \xrightarrow{u=0} 0 \quad \Rightarrow \overline{Sh} = 2$

$\frac{kd}{D} = 2 \Rightarrow k = \frac{1{,}406 \times 10^{-5}}{d} = \frac{7.03 \times 10^{-6}}{r}$

①

خط عمل به ازای شیب تعادلی

A | $X_{Np} = 0$, $Y_{Np+1} = 0$ — B | $X_0 = ?$, $Y_1 = 0.147$

ستون جذب داریم ⇐ برمبنای پائین ستون حل می‌کنیم.

$G_m = 1.87$ kg/s

$L_m =$ 4 + بنزن استخراج شده $= 4.23936$ kg/s $\Rightarrow \frac{L'}{G'} = \frac{L_m}{G_m} = 2.27$

بنزن استخراج شده $= 0.128 \times 1.87 = 0.23936$

(از جدول (عبارتش مشکل می‌شود))

$$\rho_G = \frac{pM}{RT} = 1.247 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_L = 800$$

از طرفی: $G' = \frac{G_m}{A_C} = \frac{G_m}{\frac{\pi}{4}d^2} = 3.722$

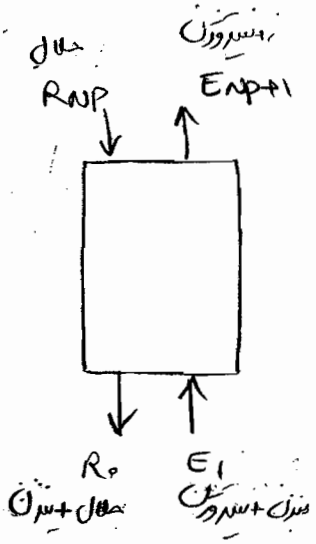
$x_{خوراک}$: $\frac{L'}{G'}\left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G}\right)^{1/2} = 0.08$

$y_{خوراک}$: $\frac{G'^2 C_f \mu_L^{0.1}}{\rho_G(\rho_L - \rho_G)} = 0.1$

$\Rightarrow \frac{\Delta P}{Z} = 700$

از طرفی $h = 2m$, $HETP = 0.4 \Rightarrow N_p = \frac{2}{0.4} = 5 \Rightarrow$

راندمان $= \frac{\text{تئوری}}{\text{واقعی}} \Rightarrow$ واقعی $= 12.5$ → با رفت در شکل رسم می‌کنیم $\Rightarrow X = 0.93$



پایان ترم – سری (8)

ص

حلال: R

مخلوط بنزن و نیتروژن: E

$R_{NP} = 4\ kg/s$ $\quad x_{NP} = 0$

حلال $\begin{cases} \rho_L = 800 \\ \mu_L = 0.002 \end{cases}$ ویژگی

$E_1 = 1.5\ m^3/s$

y_1 مولی (بنزن) $= 0.05$

$T = 25^\circ C$, $P_t = 1\ atm$

$\frac{\Delta P}{Z} = 1000$ $\quad \varphi = 18$ $\quad$ برج $D = 0.8m$, $h = 2m$

$HETP = 0.4m$

$y_{NP+1} = 0$ $\quad$ منحنی تعادل $Y = 0.13X$ $\quad$ $\theta_{NP+1} = 5$ (بنزن)

$M_{بنزن} = 78.11$ $\quad M_{نیتروژن} = 28$ $\quad \eta_{ستون} = 40\%$

E_1 $\begin{cases} y_1 \text{ مولی} = 0.05 \Rightarrow Y_1 = 0.128 \rightarrow y_1 = 0.114 \text{ (از صفحه 8)} \\ M_1 = 0.05(78.11) + 0.95(28) = 30.05 \\ E_1 = \frac{PVM_1}{RT} = 1.87\ kg/s \end{cases}$

R_{NP} $\begin{cases} R_{NP} = 4\ kg/s \\ x_{NP} = 0 \end{cases}$ $\quad$ E_{NP+1} $\begin{cases} y_{NP+1} = 0 \\ \end{cases}$

۶

Cl_2 : B آب : A

$$J_D = \frac{Sh}{Re\,Sc}\,Sc^{2/3} \Rightarrow J_D = \bar{Sh}\,Re^{-1}\,Sc^{-1/3}$$

$$\bar{Sh} \times (4.076)^{-1} (833.33)^{-1/3} = 1.12 \times 10^{-4} \Rightarrow$$

$$\bar{Sh} = 4.31 \times 10^{-3}$$

$$\left.\begin{aligned} \bar{Sh} &= \frac{k\delta}{D} \\ \delta &= 0.8 \times 10^{-3} \end{aligned}\right\} \quad k = 6.47 \times 10^{-9}$$

$C = ?$ | (1) | (2)

(1): $x_{A1} = x_A^* = 0.003$, $x_{B1} = 0.997$, $M_1 = 18.18$

(2): $x_{A2} = 0$, $x_{B2} = 1$

$$C = \frac{\rho}{M} = 55.49$$

سمتِ حرکت است.

$$\rightarrow \dot{m} = u \rho \pi/4 \left[(1.25 \times 10^{-2})^2 - (0.8 \times 10^{-3})^2\right] \Rightarrow u = 0.033 \ m/s$$

$$(*) \Rightarrow 2\pi (1.25 \times 10^{-2})(6.47 \times 10^{-9})(0.003 - x_A)\,dx =$$

$$= 55.49 \times 0.03 \times \pi (1.25 \times 10^{-2} - 0.8 \times 10^{-3})\,dx_A$$

$$\int_0^h dx = \int_0^{1000\,ppm} dx_A$$

طول $h = \frac{h}{20}$

پایان ترم - سری (8)

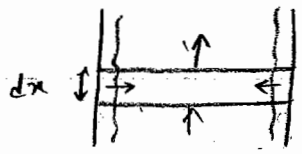
$z = 0.8 \times 10^{-3}\ m$ $\quad N = 20$

$Q = 4\ \frac{lit}{s}$ $\quad d_i = 2.5 \times 10^{-2}\ m \rightarrow r_i = 1.25 \times 10^{-2}\ m$

$\hookrightarrow Q = 4 \times 10^{-3}\ \frac{m^3}{s}$

$x_A^* = 0.003$

$y_{A_1} = 1000\ ppm$ $\quad y_{A_2} = 0$



$N_A M_A S = ((C_A + dC_A) - C_A)\, u\, S' M_A$

$\Rightarrow N_A S = dC_A \cdot u \cdot S'$

$S = 2\pi r\, dx$ $\quad S' = \pi (1.25 \times 10^{-2} - 0.8 \times 10^{-3})^2$

$C_A = C \cdot x_A$

$\Rightarrow (*)\ 2\pi (1.25 \times 10^{-2})\, N_A\, dx = C u \pi (1.25 \times 10^{-2} - 0.8 \times 10^{-3})^2 dx_A$

$N_A = k_x (x_A^* - x_A)$ $\quad \Rightarrow k_x = ?$

$$J_D = 1.76 \times 10^{-5}\, Re^{0.506}\, Sc^{0.17}$$

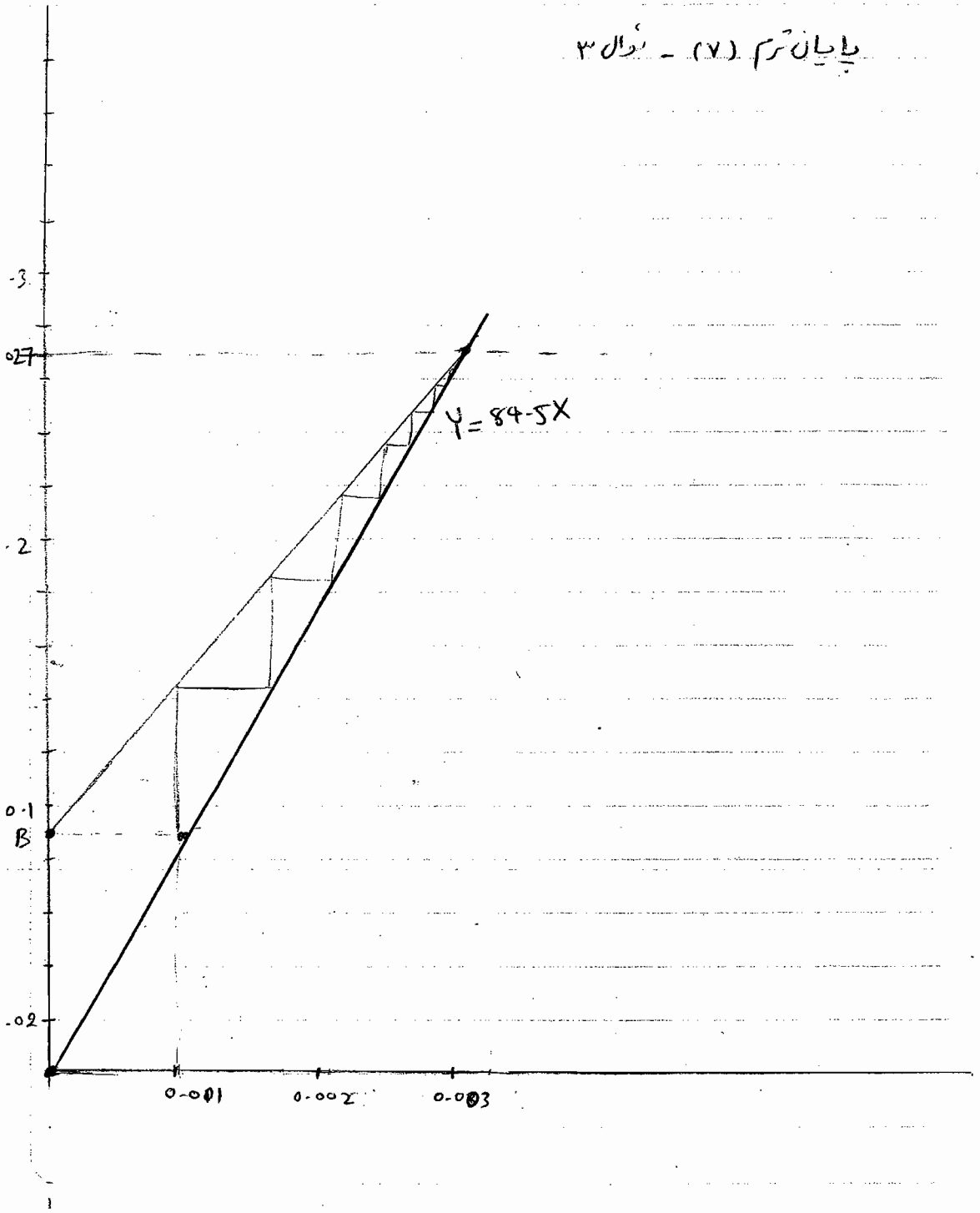
$$Re = \frac{4\dot{m}}{2\pi^2 r} = 4.076$$

$$Sc = \frac{\mu}{\rho D} \doteq 833.33$$

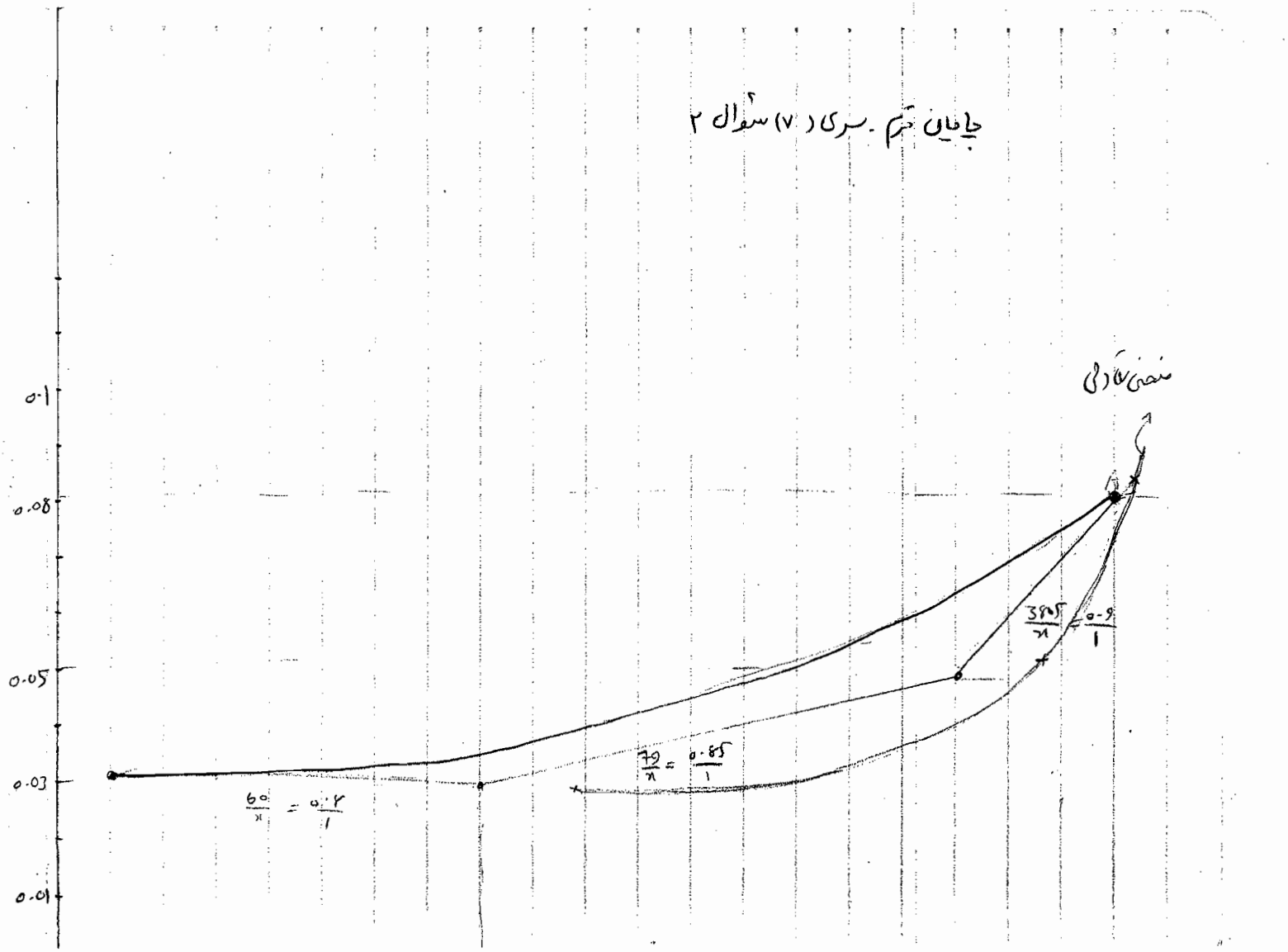
$$J_D = 1.12 \times 10^{-4}$$

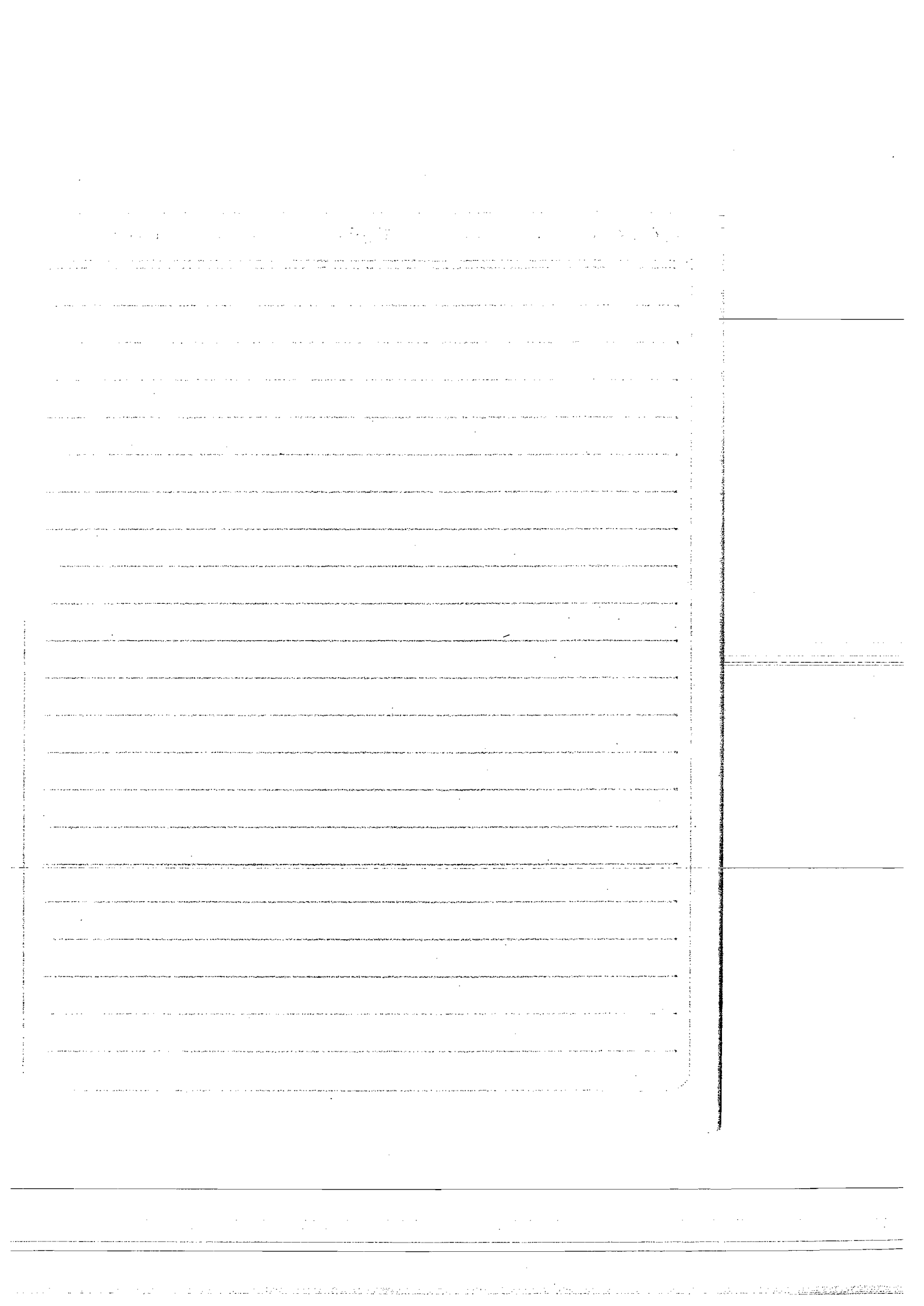
$$\frac{Sh}{Re\, Sc^{1/3}}$$

پایان ترم (۷) - سوال ۳



جایمان جزم ـ سری (۷) سؤال ۲





ادامه پایان ترم (۲)

ادامه حل سؤال ۳

$N_p = 8$

$HETP = 2.5 \Rightarrow h = 8 \times 2.5 = 20\ (m)$

ب) ستون جذب طراحی $(E \to R)$ ← محاسبات برسیای پایین ستون است.

$G_m = E1 = 1.49\ kg/s$

$L_m = R_{Np} +$ مقدار SO_2 استخراجی $= 70.8197$ } $\frac{L_m}{G_m} = 47.53$

مقدار SO_2 استخراجی $= (0.21 - 0.08) \times \frac{E1}{1.49} = 0.1937$

$\rho_G = \frac{PM}{RT} = 1.24$

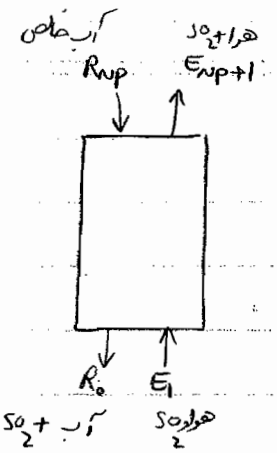
$x_{خوراک} = \frac{L_m}{G_m}\left(\frac{\rho_G}{\rho - \rho_G}\right)^{0.5} = 1.68$ } $y_{خوراک} = 0.008$ (از شکل)

$\frac{\Delta P}{z} = 300\ \frac{Pa}{m}$ (از شکل)

$G' = \frac{G_m}{\pi/4 d^2} = 1.898\ kg/s$

$y_{خوراک} = \frac{G'^2 C_f M_L^{0.1}}{\rho_G(\rho - \rho_G)} \Rightarrow C_f = 5.76$

ج) خیر، چون برای $d_p > 0.9m$ باید اندازه اسمی حدود 50-75mm باشد ولی در این اندازه φ در محدوده‌ی مورد نظر نمی‌باشد.



۱۴. E : هوا و SO_2

R : آب

E_1 { $E_1 = 1.2 \frac{m^3}{s} \Rightarrow \frac{PVM1}{RT} \Rightarrow$ جرمی $E_1 = 1.49 \frac{kg}{s}$

$y_1 = 0.11$ جرمی

$M1 = 0.11(64) + 0.89(29.02) = 32.87$

R_{NP} { $X_{NP} = 0$

E_{NP+1} { $y_{NP+1} = 0.038$ جرمی

$(R_{NP})_{\text{واقعی}} = 1.5\,(R_{NP})_{min}$

y_1 جرمی $\Rightarrow 0.11 = \dfrac{\frac{x}{64}}{\frac{x}{64} + \frac{1-x}{29.02}} \Rightarrow \dfrac{29.02x}{-34.98x + 64} = 0.11 \Rightarrow$ جرمی $y_1 = 0.21$

جرمی $Y_1 = 0.27$

y_{NP+1} جرمی $\Rightarrow 0.038 = \dfrac{29.02x}{-34.98x + 64} \Rightarrow$ جرمی $y_{NP+1} = 0.08$

جرمی $Y_{NP+1} = 0.087 \simeq 0.09$

الف) تعداد مراحل ایده‌آل $= ?$ ارتفاع ستون $= ?$ $\Leftarrow HETP = 2.5\,m$

رسم منحنی تعادلی

A { $X_e =$, $Y_1 = 0.27$ } B { $X_{NP} = 0$, $Y_{NP+1} = 0.09$ }

منحنی تعادلی: $Y = 84.5\,X$ { (0,0) , (0.003, 0.27) , (0.001, 0.09) }

$(X_0)_{min} = 0.003 \Rightarrow \left(\dfrac{R_S}{E_S}\right)_{min} = \dfrac{0.09 - 0.27}{0 - 0.003} = 60$

$E_S = E_1(1 - y_1) = 1.49(1 - 0.21) = 1.1771 \ kg/s$

$(R_S)_{min} = 70.626 \Rightarrow (R_{NP})_{min} = \dfrac{70.626}{1 - 0} = 70.626 \ kg/s$

۱۵ پایان ترم - سری (۲)

حرارت = R / حجم = E

ادامه حل سؤال ۲) رسم منحنی:

A	D
0.21	0.01
0.08	Y_{NPH} =

حال حجم min را بدست می آوریم.

؟

ج) $F = \frac{d}{dx}(\bar{F}x) \Rightarrow \bar{F} = \frac{\int_0^{0.1} F\,dx}{\int_0^{0.1} dx}$ (10cm)

$$\overline{Sh} = 0.0027 \frac{\rho u x}{\mu} Sc^{0.43} = \frac{\bar{F}x}{CD} \Rightarrow$$

$$\bar{F} = 0.0027 \frac{CD\rho u}{\mu} Sc^{0.43} = 2.369 \times 10^{-4}$$

$$F = \frac{d}{dx}(\bar{F}x) = \frac{d}{dx}(2.369\times10^{-4}x) = 2.369\times10^{-4} \ \frac{kmol}{m^2 \cdot s}$$

20cm) $\Rightarrow F = 2.369\times10^{-4} \ \frac{kmol}{m^2 \cdot s}$

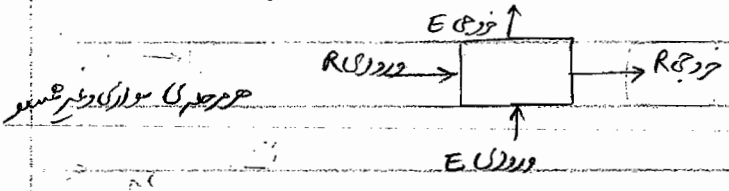
یعنی در این جا F مستقل از x است.

۴) به جای سینی درجه‌ی متقاطع از سینی سوراخی دیگر هم می‌توانستیم استفاده می‌کنیم.

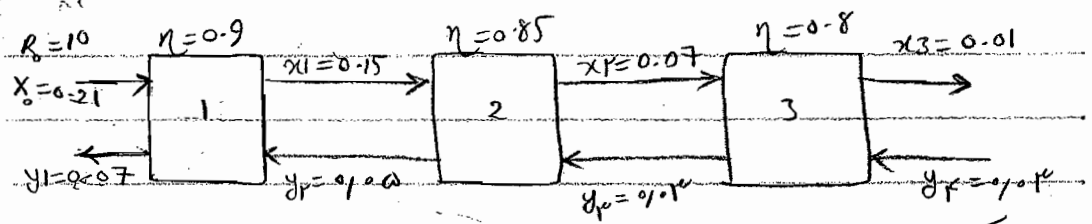
HETP = 1.5

الف) ارتفاع = ؟

$(\text{حدل})_{\text{واقعی}} = 2(\text{حدل})_{\text{min}}$



هر مرحله‌ی سوراخی دیگر شبیه



$X_0 = 0.21$, $X_1 = 0.18$, $X_2 = 0.08$, $X_3 = 0.01$

$Y_1 = 0.08$, $Y_2 = 0.05$, $Y_3 = 0.03$, $Y_4 = 0.03$ → مارزاریم

ضمناً به اونکته‌ی آخری

جانیان ترم - سری (7)

$u_\infty = 4\ m/s \qquad T = 25^\circ C,\ P = 1 atm$ (1

$A = 50 \times 4 \times 10^{-4} \Rightarrow A = 0.02\ m^2$

الف) $\bar{F} = ?$

$\bar{Sh} = 0.0027\ Re\ Sc^{0.43}$, $\rho = \frac{PM}{RT} = 1.186$ ← air

$Re = \frac{\rho u x}{\mu} = 139,361.46$

$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 2.98$

$\bar{Sh} = 562.87$

چون $y_A + y_B = 1$ است (1) $\begin{cases} P_{A1} = P_A^* = 10.6\ pa \rightarrow y_{A1} = 1.05 \times 10^{-4} \\ P_{B1} = 101319.4 \rightarrow y_{B1} = 0.999895 \end{cases}$ (2) $\begin{cases} P_{A2} = 0 \rightarrow y_{A2} = 0 \\ P_{B2} = 101330 \rightarrow y_{B2} = 1 \end{cases}$

$\bar{y} = y_A = +5.2305 \times 10^{-5} \qquad y_B = 0.999995$

↳ تقریبی

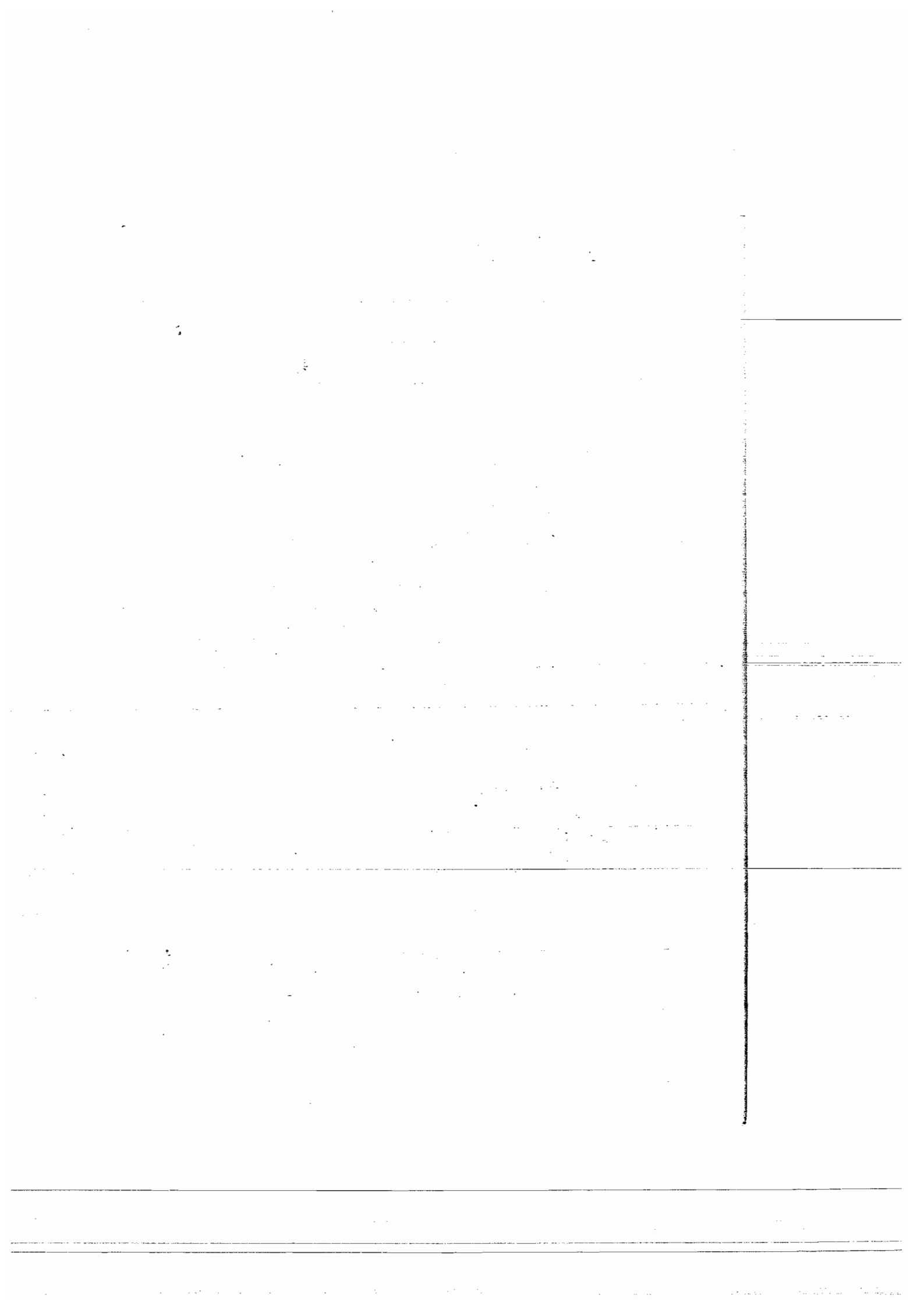
$C = \frac{\rho}{M} = 0.041 \qquad , \bar{Sh} = \frac{\bar{F} x}{CD} \Rightarrow$

$\bar{F} = 2.369 \times 10^{-4} \left(\frac{kmol}{m^2 \cdot s}\right) \rightarrow \bar{F} = \frac{CD}{z} \Rightarrow z = 8.913 \times 10^{-4}\ m$

ب) $\theta = 3600(s)$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow + N_A M_A S = \frac{dm}{d\theta}$

$-\bar{F} \rho u \frac{1 - y_{A2}}{1 - y_{A1}} M_A\ 50 \times 4 \times 10^{-4}\ d\theta = \Delta m = m_2 - m_1$ ← جواب



پایان ترم - سری (۴)

ادامه حل سؤال ۳)

دبی جرمی گاز $= G_m = \frac{PVM}{RT} = 1.32 \ kg/s$

$$G' = 1.32 \ \frac{kg}{s} \Big/ \frac{\pi}{4} d_i^2 \ m^2 = 1.68 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

$$\rho_G = \frac{PM}{RT} = 3.311 \quad , \rho_L = 1000$$

(شکل 31-8):

G_{x_2} : 0.054 $\longrightarrow$ $\frac{\Delta P}{Z} = 300 \ pa \Rightarrow (x_{G_{x_2}})_1 = 0.12$

$\frac{\Delta P}{Z} = 400 \ pa \Rightarrow (x_{G_{x_2}})_2 = 0.185$

$$(x_{G_{x_2}})_1 = 0.12 = \frac{L'}{G'} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{0.5} \Rightarrow L' = 3.5 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

$$(x_{G_{x_2}})_2 = 0.185 \Rightarrow L' = 5.39 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

$$3.5 < L' < 5.39 \ \left(\frac{kg}{m^2 \cdot s} \right)$$

$$D_i = 2r \Rightarrow F = 5.58\times10^{-4} r^{-0.31}$$

$$(*) \Rightarrow -F \ln\frac{1-0}{1-x_{A1}} \times M_A \bar{\rho} = \rho \frac{dr}{d\theta}$$

$$5.58\times10^{-4} r^{-0.31} \times 180.1 = 1550 \times \frac{dr}{d\theta} \Rightarrow$$

$$6.486\times10^{-5} \int_0^{\theta} d\theta = \int_{3\times10^{-3}}^{1.5\times10^{-3}} r^{-0.31} dr$$

$$\theta = 23.127\ (s)$$

۱۴) Rasching → ceramic → $1\frac{1}{4}$" → $C_p = 125$

هدف: جداسازی جزء خاص موجود در بخار گازی!

ستون $d_i = 1\ m$

$\dot{m}_{\text{جامد}} = 0.4\ \frac{m^3}{s}$

$\Delta P/l = 350\ \frac{N}{m^3}$

$P = 101\,330\ pa$, $T = 25^\circ C$

$R = 8314$

$M_{jb} = 81$, $\rho_{\text{حلال}} = 1000$

$\mu_{\text{حلال}} = 10^{-3}\ pa\cdot s = \mu_L$

؟ محدوده‌ی دبی مایع

$5.2\times10^{-3}\ \frac{m^3}{s}$ از ؟ تا ؟ مجاز است

؟ توصیه برای کارکرد مطمئن ستون از

if $\Delta p >$ < توصیه ؟ → پیشنهاد برای رفع مشکل ؟

ادامه‌ی پایان ترم سری (۲)

ادامه‌ی حل سئوال ۲)

$$J_D = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{-0.31}$$

$$\frac{Sh}{Re \cdot Sc} \cdot Sc^{2/3} = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{-0.31} \Rightarrow Sh = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{0.69} Sc^{1/3}$$

(1) سطح کره

(2) سطح تخت

(1)
$$x_{A1} = \frac{\frac{0.67}{180.1}}{\frac{0.67}{180.1} + \frac{0.33}{18.02}} = 0.169$$

$x_{B1} = 0.83$

$M_1 = 45.41$

$\rho_1 = 1200 \ kg/m^3$

(2)
$x_{A2} = 0$

$x_{B2} = 1$

$M_2 = 18.02$

$\rho_2 = 1000 \ kg/m^3$

$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = 1100 \ kg/m^3$ درصدت نیستیم!

$\mu = 0.9 \times 10^{-3}$

$Re = \frac{\rho u D_i}{\mu} = 146666.67 D_i$

$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 1170.5$

$Sh = 24179.07 D_i^{0.69} = \frac{F D_i}{CD}$ $\Big\}$ $F = 6.92 \times 10^{-4} D_i^{-0.31}$

$C = \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} = 40.96$

$$N_A = \frac{N_A}{\sum N_A} \cdot F \ln \frac{1 - x_{A2}}{1 - x_{A1}} = 1.36 \times 10^{-6}$$

$$(*) \Rightarrow 1.36 \times 10^{-6} \times 155 \times \frac{2}{1948} \qquad \theta = \int_{10^{-3}}^{0.5\times10^{-3}} dh$$

$$\Rightarrow \theta = 2310/25\ (s) = 38.5\ min = 0.64\ hr$$

(۴) A: گلوکز، B: آب

d_i متوسط $= 0.1$ m $D_i = 3 \times 10^{-3}$ m

$u_\infty = 0.12$ m/s $T = 25^\circ C$, $P = 1 atm$

$M_A = 180.1$

$\rho_B = 1000$ kg/m^3, $\varepsilon_0 = 0.4$

ضریب کروی $= 0.67$ (حدس) آب ساکن، دیواره نفوذناپذیر

$\theta = ?$ $(D_i)_2 = \frac{1}{2} (D_i)_1$

$$J_H = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{-0.31}$$

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow (*) - N_A \cdot M_A \cdot S = \rho \cdot \delta \cdot \frac{dr}{d\theta}$$

$$N_B = 0 \Rightarrow \frac{N_A}{\sum N_i} = 1$$

$$N_A = F \ln \frac{1 - x_{A2}}{1 - x_{A1}} \Rightarrow F = ?$$

(۴)

پایان ترم - سری (۲)

(۱

$CoSO_4 = A$, $H_2O = B$

$N_B = 7N_A \Rightarrow \frac{N_A}{N_A + N_B} = \frac{1}{7}$

$A = 2 \times 3 \times 4 \times 10^{-2} = 0.24 = 2A'$

$\theta = ?$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow (*) \; -N_A - M_A \cdot 2A' = A \rho_{CoSO_4 \cdot 7H_2O} \frac{dh}{d\theta}$

$\Rightarrow N_A = ?$

(۱) سطح کریستال

(۲) طرف آب

۱) $\begin{cases} x_{A1} = x_A^* = 0.0186 \\ x_{B1} = 1 - 0.0186 \\ \rho_1 = 1137.3 \; \frac{kg}{m^3} \\ M_1 = x_{A1} M_{\text{سیال}} + x_{B1} M_{H_2O} = 22.91 \end{cases}$

(۲) $\begin{cases} x_{A2} = 0 \\ x_{B2} = 1 \\ \rho_2 = 1000 \; \frac{kg}{m^3} \\ M_2 = 18.02 \; \frac{kg}{m^3} \end{cases}$

$M_{\text{سیال}} = M_{CoSO_4} + 7M_{H_2O} = 281.14$

$F = \frac{CD}{z} \Rightarrow C = \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} = \frac{1}{2}\left[\frac{\rho_1}{M_1} + \frac{\rho_2}{M_2}\right] = 52.57$

$F = 5.073 \times 10^{-4} \; \frac{kmol}{m^2 \cdot s}$

(۱)