جزوه باما

دانلود جزوات ، نمونه سوالات
و پاورپوینت های دانشگاهی

Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

بنام خدا

جلسه‌ی اول ۸۷/۷/۲

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 دوجزئی مورد کتب قرار می‌گیرد. چرا؟

چون حتی در سیستم های چندجزئی ابتدا آن را به سیستم دوجزئی A و B تقلیل کرده و روابط حاکم بر سیستم‌های دوجزئی را مورد استفاده قرار می‌دهیم و این روند را ادامه می‌دهیم

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:

کاربردی 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 جزء خاص یک

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

در تقطیر دو جزء مایع و بخار هوا را در کنار یکدیگر قرار دادند.

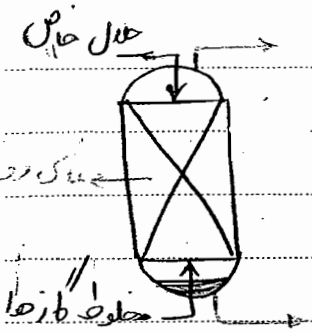
یا یک مخلوط گازی داریم. اگر بخواهیم هوا را اجزا را با هم جدا کنیم واحد عملیاتی بسیار بزرگ و کار خیلی سخت می شود. پس چه کار کنیم؟

PqPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

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



(شکل ۱-۱)

پس داریم :

کارهندسی شیمی
- کنار هم قرار دادن اجزا
- جداسازی
  - I) مستقیم ـ غیر قابل امتزاج
  - II) مستقیم ـ قابل امتزاج
  - III) غیر مستقیم که توسط غشا جدا شده‌اند.

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

از نظر ما (ماکروسکوپیک) گاز ـ 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 چه چیزی باعث 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؟

Jozvebama.ir

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 7]

غشا چیست؟

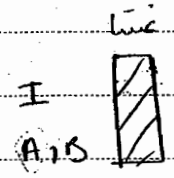
غشا پرده یا صفحه‌ی نازکی است که بین دو فاز قرار می‌گیرد و مانع از تماس مستقیم دو فاز می‌شود.

فاز I و II می‌تواند قابل امتزاج باشد.

پس وظیفه غشا چیست؟

۱) جلوگیری از اختلاط 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 میکروفی (بسیار ریز) است. مثلاً ضخ جزء A از فاز I

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

قابل عبور است ← Diffusion

۲) permeation: ① جذب جزء A به لایه‌ی غشا (میل جایگاه‌های خالی در ساختار غشا جذب می‌کند)
② حرکت جزء A از داخل غشا (conduction) (میل جابه‌جایی از ناحیه‌ی پرفشار به کم‌فشار)
③ رسیدن جزء A به فاز II. (از غشا خارج می‌شود)

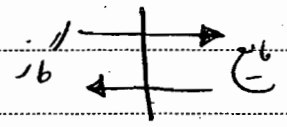
کاربردهای غشا چیست؟
الکترودیالیز: جون وارد محیط غشایی شده و غشا به گونه‌ای است که جزء یونی از فاز I از داخل غشا عبور کرده و وارد داخل فاز II می‌شود.

و ...

I) مصنوعی - غیرقابل امتزاج: گاز - گاز ← حذف: کرک جوانوی بسیار زیاد
گاز - مایع: تقطیر
جامد - گاز
مایع - مایع
جامد - مایع
جامد - جامد ← حذف: کرک جوانوی بسیار کم

مثل سطل ۱-۱.

I-۱) 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 کلیه‌ی اجزا در هر دو فاز وجود دارند.



انتقال جرم دوطرفه است.

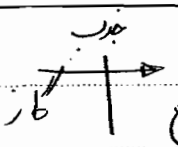
انتقال جرم دوطرفه.

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

PAPCO

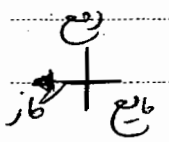
Jozvebama.ir

Subject :
Year. Month. Date. ( )



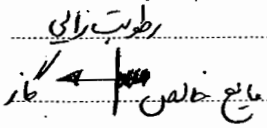
ممکن است از مایع به گاز هم صورت گیرد ولی مایع را باید جوری انتخاب کنیم که این اتفاق بعید جون حلال های فاسبار گران قیمت است. ولی اگر این اتفاق افتاد باید فاز گاز را وارد شکل ۱-۱ کنیم.

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.
اجزای سبک به سرعت های مختلف منتقل شوند.

کدام Fractional (جزئی) است؟
دفع می‌تواند باشد یا نباشد. تبخیر است.
جذب " " رطوبت زایی نیست.

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

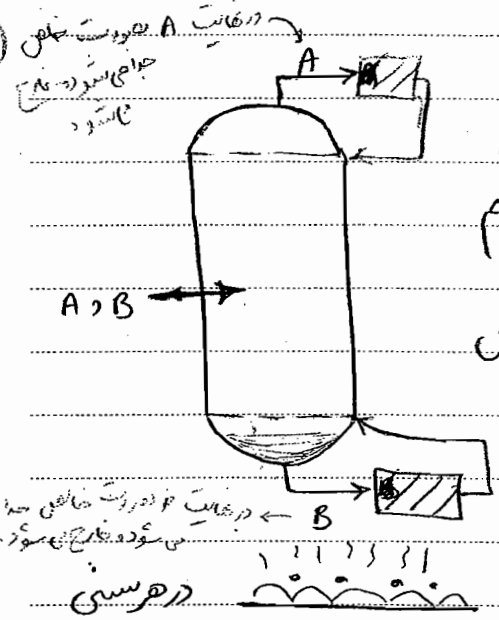
* رطوبت گیری: عامل بین مایع خالص و گاز است که انتقال جرم از گاز به مایع خالص است.

آیا تغییر جهت انتقال جرم روی روابط تاثیر گذار است؟ خیر.
" " " روی مقدار انتقال جرم تاثیر گذار است؟ بله. چرخش‌های روی داخل حباب تغییر می‌کند.

گاز — مایع خالص

در تقطیر چه اتفاقی می‌افتد؟

تقطیر عامل بین مایع و گاز است.
مایع می‌آید و به پائین می‌ریزد 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 Condense می‌کنیم و به مایع تبدیل می‌شود و در راه حرکت به پائین عامل بین مایع و بخار داریم.



دو جزئی است.
پدیده ترکیب به جذب و دفع
انتقال جرم در هر دو جهت.

(در هر بار حرکت به پائین ← غنی شدن نسبت به جزء سنگین تر B)
(" " " بالا ← " " سبک تر A)

جزوه باما

Jozvebama.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

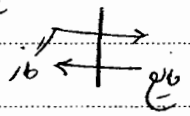
جلسه ی دوم ۸۷/۷/۷

ادامه ی صفحه 2

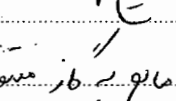
- عملیات شیمیایی
  - جداسازی
    - با واکنش شیمیایی
    - بدون واکنش شیمیایی
      - I) دو فاز مستقیم ـ غیر قابل امتزاج
      - II) دو فاز مستقیم ـ قابل امتزاج
      - III) دو فاز غیر مستقیم (توسط غشاء جدا شده اند)
  - تماس دادن اجزا

I-1) گاز ـ مایع :

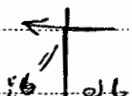
* تعریف : عملی که اجزا از فاز مایع با نسبت های متفاوت به گاز و از گاز با نسبت های متفاوت به مایع منتقل می شوند.



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



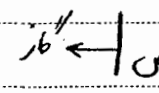
* دفع : اگر مایع حل شونده و عملیات اجرا با نسبت های متفاوت از مایع به گاز منتقل شود از لفظ دفع نسبی (fractional desorption) استفاده می شود.



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

* رطوبت زنی : (Humidification)

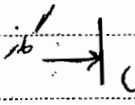
↳ fractional نیست.



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

* رطوبت گیری : (Dehumidification)

↳ fractional نیست

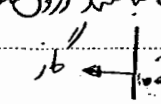


$D = 10^{-5} \frac{m^2}{s}$ ؟

I-2) جامد ـ گاز : (P.4)

* تصعید : (Sublimation)

ممکن 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 باشد و حلالیت

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اتفاق Fractional نیفتد:

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

جامد ..... گاز

* جذب سطحی (Adsorption): تماس بین جامد و گاز که جامد نسبت جاذب دارد. گاهی روی سطح جامد می‌نشیند. ولی گاهی وارد خلل و فرج بستر جامد می‌شود.
می‌تواند سنتی یا غیرسنتی 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 و C → C حل شده → Solute
محصول مطلوب خارج شود

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

* 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 بدست 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 خود (سرد کردن)

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

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

جامد
سیال ← ...

سی Adsorption تماس 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.

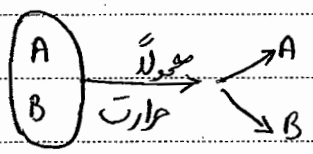
* انتقال جرم
  - گاز
  - مایع

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

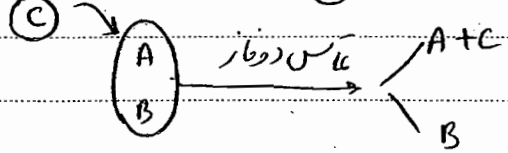
عملیات مستقیم و غیرمستقیم: (p.7) (مثل ...)

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 بتواند جزء مورد نظر را از فاز اول جدا کند). جذب سطحی و جذب گاز ـ مایع یا استخراج مایع ـ مایع.



PqPCO

Jozvebama.ir

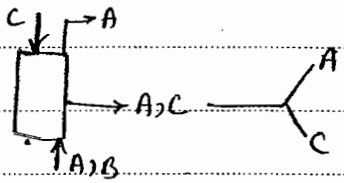
Subject:
Year. Month. Date. ( )

؟ 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.

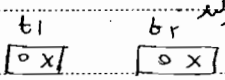
آیا همیشه عمل مستقیم به غیر مستقیم ترجیح داده می‌شود؟ خیر. گاهی مواقع ممکن است A را بخواهیم، پس باید ببینیم کدام ساده‌تر است. اگر جزء C را بخواهیم، به خاطر بدست آوردن آن باید عملیات را ادامه دهیم.



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

پایدار یا ناپایدار: هیچ یک از نقاط واحد عملیاتی

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

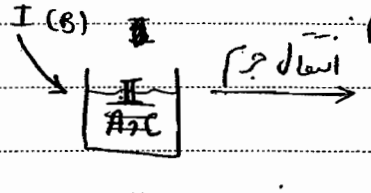


آیا پایداری به معنای عدم انتقال جرم است؟ خیر. در کل واحد انتقال جرم وجود دارد.
برای رسیدن به پایداری باید ۳ برابر ماده در ظرف بریزیم.

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

یک مرحله ـ مجموعه مراحل راندمان:

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



با مقدار کمتری C

هدف: جداسازی C

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

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

مجبور برسانیم ... ولی با مقدار بزرا برای c را خواهیم ...

مثلاً اگر مقدار اولیه‌ی c = ۲۵٪ و پس از مرحله‌ی اول به ۵٪ برسیم یعنی کار تمام نشده است و باید دوباره با پارامتر فاز I عملیات را تکرار کنیم. تا به نقطه‌ی مطلوب برسیم.

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

راندمان:

راندمان چه زمانی تعریف می‌شود؟ وقتی خروجی‌ها در حالت تعادل باشند.

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 → (۲۰-۱۱) → ۹

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 کرده و ... دهه‌های اجزای مفید و مضر را تشخیص و سعی می‌کنیم آن را به مقدار سازمان 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 دبی فاز سیلاب، دبی فاز مورد نظر را پست می‌آوریم.

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

سوال ۲) دبی مابه ۵٪ رسید ولی می‌خواهیم به ۳٪ برسانیم ← تعداد مراحل ایده‌آل ← اعمال راندمان ← تعداد مراحل واقعی ← ارتفاع برج.

PAPCO

؟؟

Jozvebama.ir

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؟

شدت وزن فازها یا حجم فازها ← مقاومت ستون (بر حجم)

تهویه‌ی موادد ← ارتفاع ستون (بر ارتفاع)

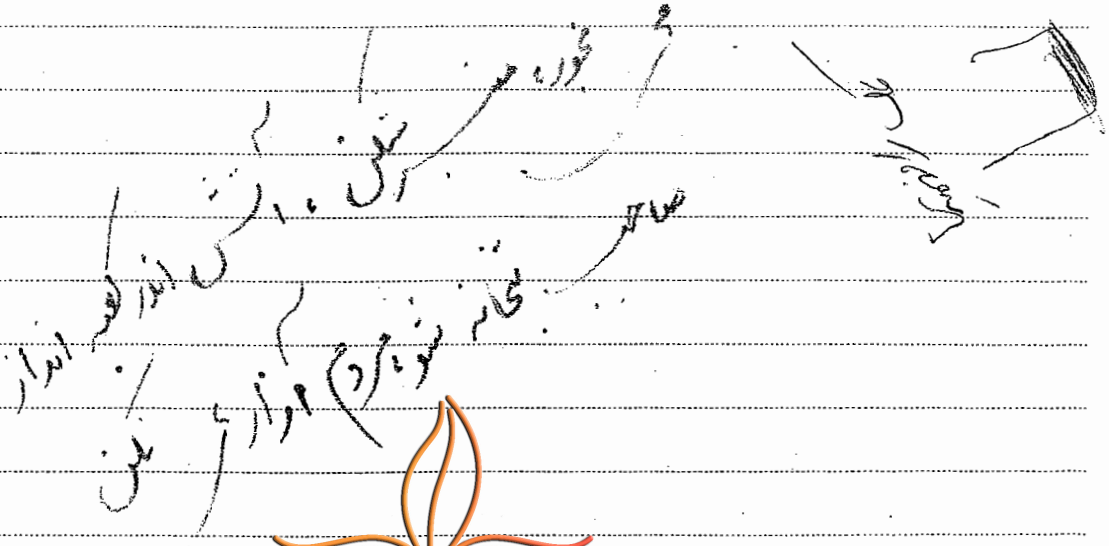
حداقل تعداد مراحل ایده‌آل = ۲۰ و راندمان = ۵۰٪ است ←

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 خودرا مشخص کن)



جزوه باما

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

امتحان میان ترم: ۲۲ آبان (۸٪)

جلسه‌ی سوم ۸۷/۷/۹ (شکل ۱۵ ص)

دستگاه های دیزایسیلی ـ 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 هیدرولیکی این واحدها بر عهده‌ی مهندسین شیمی می‌باشد.

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

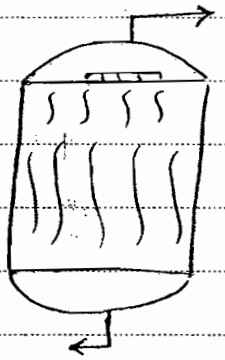
یک ستون دیزایسیلی به ستونی گفته می‌شود که در عرض نقاط ستون، تماس بین دو فاز و انتقال جرم بین دو فاز وجود دارد.

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

طراحی این ۲ ستون متفاوت از هم است.

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

بله می‌توان. اما بهتر است بصورت دیزایسیلی طراحی شود.



شکل (۳-۱):
ستون دیزایسیلی

ستون‌های تقطیر سینی‌دار ← بهترین نمونه‌ی ستون مرحله‌ای (دیزایسیلی)

آیا هر ستون تقطیر سینی‌دار حتماً ستون مرحله‌ای است؟

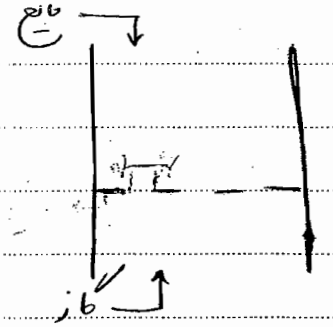
خیر. ستون تقطیر سینی‌دار با ناودانی = ستون دیزایسیلی

PqPCO

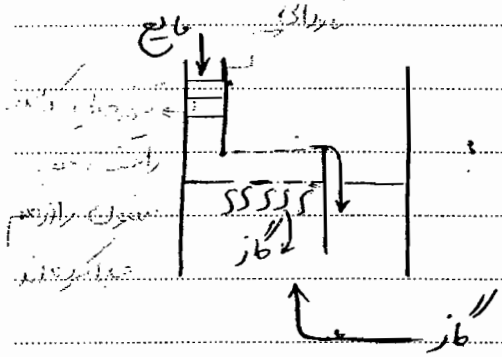
Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )



(شکل ۳-۲) ستون تطاریسی دار بدون نوسان که ستونی دیفراسیلی است



(شکل ۳-۳) ستون تطاریسی دارای نوسان (ستون مرحله‌ای) تطاریسی‌ها محل تماس دو فاز است (نه هر جا)

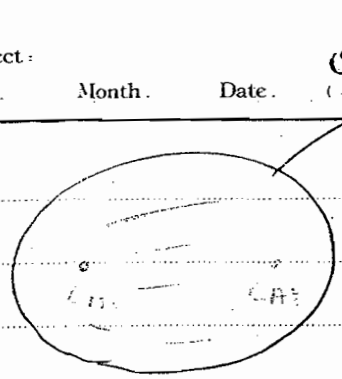
جریان ستون مرحله‌ای به دیفراسیلی و برعکس ارجحیت دارد؟
جواب خاصی ندارد. هیچ کدام به دیگری مزیت ندارد. و هرکدام مقرون به صرفه تر است بسته به اطلاعات دقیقی در مورد سینی ها داریم. مثلاً اگر اطلاعات دقیقی در مورد سینی ها نداریم بهتر است برای مرحله‌ای نرویم. اگر آلودگی داریم بهتر است از دیفراسیلی استفاده نشود.

* فصل دوم :

چرا در فصل دوم سعی شود مکانیزمی در سوالات بررسی شده است جلوگیری 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.)

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

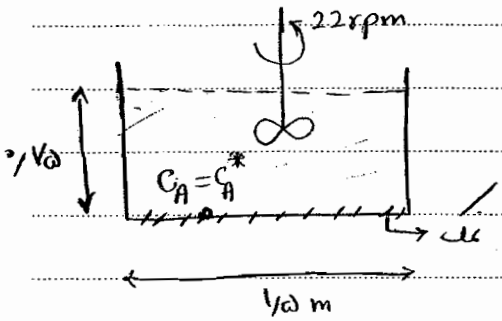


if $C_{A1} > C_{A2}$:

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 بی‌جهت 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 = ۱/۵m و عمق ظرف = ۰/۷۵m .

آب بالای غلت کاملاً خالص است و هیچ‌گونه عربی ندارد. ⇐ مایع درست به غلت چسبیده است.

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

⇐ غلظت غلت در بالاترین نقطه را بدست می‌آوریم.

C_A^* = غلظت نهایی مشاهده می‌شود:

پس از گذشت ۱۵ سال غلظت غلت 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؟

بین هزینه‌ی ابعاد آن مناسب با ابعاد ظرف و پره‌های آن مناسب با ویژگی‌های مایع (ویسکوزیته) درون ظرف است (هزینه متناسب و مناسب)، درون ظرف قرار دهیم.

برای این ظرف هزینه با ۲۲ rpm .

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

سوراخ

[در ستون تنظیر سنجی دار هرکف از سنی هانفت جزن را بر عهده دارد و هبت های خروجی از سوراخ ها نیز همین طور.]

پس از استفاده از هزن 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 مربوط به هزن:

مجموع نفوذ مولکولی و نفوذ ادی‌ها.

درست است ادی‌ها را به علت تلاطم داریم ولی سایز و اندازه‌ی ادی‌ها به جدی است که درون خود ادی‌ها نیز نفوذ مولکولی صورت می‌گیرد.

اگر یک توده ساحل چند ماهی داشته باشیم:

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

روی سطح ماهی‌ها حرکت می‌کنند

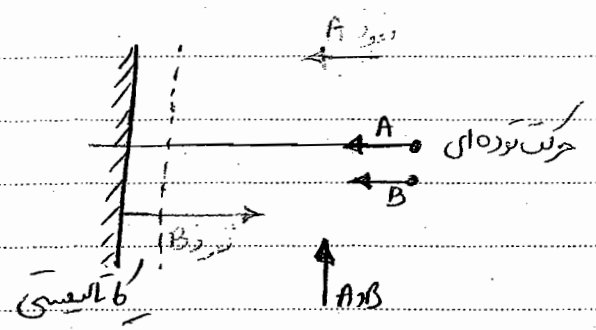
گاهی نفوذ مولکولی از نفوذ ادی‌ها بیشتر است و گاه برعکس.

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.

Jozvebama.ir

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

Year. Month. Date. ( )



اگر دیواره‌ی غشا نیمه تراوا را در نظر می‌گیریم:
مایع حاوی A و B در حال حرکت است.

خلاصه‌ی به این علت ایجاد می‌شود که در نزدیکی سد جاذب A، هر دو A جاذب 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 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.

Jozvebama.ir

Subject:

Year Month Date ( )

برای طراحی ستون تنها به J_A و N_A نیاز داریم.

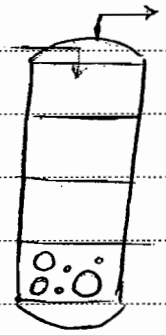
در فصل ۲ و ۳ مقدار J_A و N_A که حساب می‌کنیم فقط در یک موضع خاص است و فرض می‌کنیم در بقیه‌ی ستون نیز برقرار است. البته می‌توان در هر موضع شرایط خاص آن را اعمال و J_A و N_A را حساب کرد.

① محل تماس دو فاز ← سطح خارجی حباب‌ها

② ضد تا حباب وجود دارد S (البته سرعت و سایز حباب‌ها متفاوت است)

③ زمان توقف حباب‌ها (با سایزها و سرعت‌های متفاوت) که مثلاً ارتفاع یک موضع خاص را 1m 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.



جزوه باما

Jozvebama.ir

Subject :

Year. Month. Date. ( )

جلسه‌ی چارم ۸۷/۷/۱۴

حرف ما از انتقال جرم، بررسی قانون انتقال جرم در اثر نفوذ مولکولی و در اثر حرکت توده‌ای است.

قانون اول فیک:

خیلی شبیه قانون اول فوریه است.

چرا کار تجربی جرم از حرارت سخت‌تر است؟

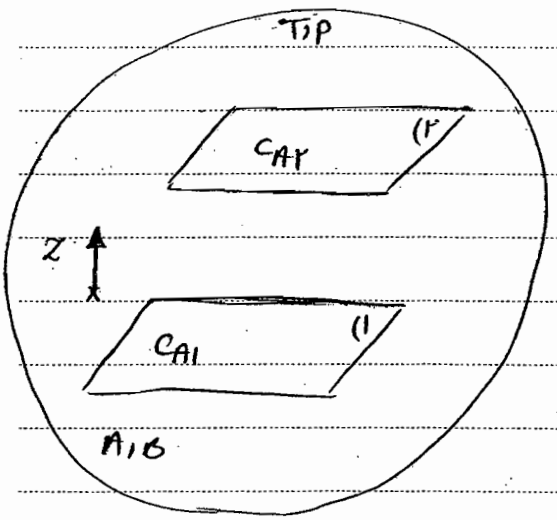
قانون اول فوریه به دنبال قانون اول فیک بدست آمده. فرض کنیم که قطعه‌ای استوانه‌ای جامد گرم داریم که می‌خواهیم پروفایل دمایی آن را بدست آوریم.

می‌توان 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 قطعه‌ی نمکی داریم و می‌خواهیم 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}: مقدار انتقال جرم از واحد سطح در واحد زمان

فلاکس انتقال جرم جزء A در جهت z =

شار جزء A

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

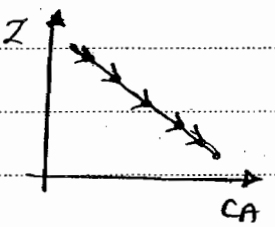
$C_{A1} > C_{A2}$

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

Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )



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

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

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

فقط در T و P ثابت

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

قانون اول فیک:

$$J_{Az} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dz}$$

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 سیمیایی نیز هست.

$$D\,[=]\ \frac{\frac{Kmol}{m^2 \cdot s}}{\frac{Kmol}{m^3 \cdot m}} = \frac{m^2}{s}$$

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: در جهت x ناشی از حرکت سیال در جهت z

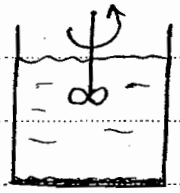
* (گرادیان پدیده)(ثابت پدیده) = فلاکس پدیده *

فلاکس: مواد از سطح در واحد زمان

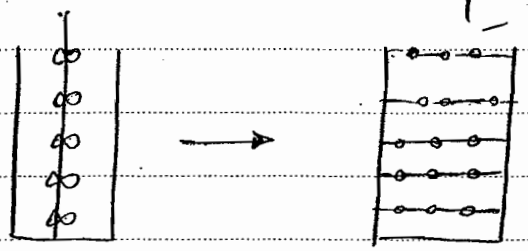
PAPCO

Jozvebama.ir

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 قرمز و سفید است

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

(توپ‌ها بسیار کم چسبیده به سیال)

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

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 به خود قصد خوردن هستند ←

قصد خوردن توپ‌ها نفوذ مولکولی است.

در همان مقطع زمانی ثابت قبل

ممکن است یکی از توپ‌ها در خلاف جهت قصد بخورد و کم شود. (-۱)

اگر ۲ توپ دیگر سریع قصد بخورند و به ۵ توپ قبلی برسند (+۲)

PaPCO $-1+5+2$

Jozvebama.ir

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 نفتی و یک لایه‌ی گاز نفتی bulk (حرکت توده‌ای) وجود ندارد. آیا این به معنی انتقال جرم کم است؟ اگر وجود دارد پس چرا گاهی سینی نفتی با راندمان بالای ۱۰۰٪ کار می‌کند؟

پس انتقال جرم کم نیست و به دلیل راندمان بالای ۱۰۰٪ سینی، زیاد است. ← پس چرا؟

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.

که از آن استفاده می‌کنیم.

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

(*)
$$J_{AZ} = D_{AB} \frac{dc_A}{dz}$$: انتقال جرم نسبت به سرعت متوسط در اثر نفوذ مولکولی

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

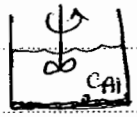
که از این دو رابطه بسیار در طراحی استفاده می‌کنیم.

دبی جرمی ها → قطر
فلاکس → ارتفاع

PAPCO

Jozvebama.ir

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 ٪۱۰۰ تئوری هستند.

آخر ما باید برایم: 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:

Jozvebama.ir

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 جرائی پس از برخورد.

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

K : ثابت بولتزمن

T : دما برحسب کلوین

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

$D_{\underbrace{CH_4}_{A}-\underbrace{air}_{B}}$: ضریب نفوذ گاز در هوا =

($D_{AB}=D_{BA}$ اثبات می‌شود)

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

[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.

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

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

* یکی از خریت های تئوری ـ تجربی ۲-۳۳ و ... این است که حضورد ما با تابع برخورد خیر نشان داده شده است.

δ_A, δ_B

حال باید دلتا رابیدا کنیم 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_L (حجم عزان) 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 تقوذ دهایی‌ات و ۲-۴۱ و رابطه‌ی ولر، استفاده می‌شود.

ادامه‌ی جدول

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

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

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

$10V_C + 8V_H - \underbrace{2(20.2)}_{\text{یک حلقه}} \Rightarrow$ چون از فولر استفاده کرده است

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

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه‌ی پنجم ۱۶/۷/۹۷

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

همراست رنج مقادیر تجربی را بدانیم:
مثلاً برای گازها بسیار کم قابل دست یابی نیست پس چه دانستن رنج آن بسیار به ما کمک می‌کند.
رنج گازها $(\text{-----}) \times 10^{-5}\ \frac{m^2}{s}$ است. (T,P را دقت کن)
جدول ۲-۷ ص ۳۸:
کمترین D_{AB} برابر ۰٫۷۴ و بیشترین برابر ۶٫۲۵ است، و معمولاً بین ۰٫۳ تا ۵ است.
ضریب نفوذ در مایعات $(\text{-----}) \times 10^{-9}\ \frac{m^2}{s}$ است.
برای جامدات چون کریستالی هستند و خلل و فرج زیادی دارند، محدوده‌ی خاصی ندارد.

برای محاسبه‌ی فلاکس ۲ مشکل عمده داریم: ① مقدار D
② ضخامت Z (لایه‌ای که از آن انتقال جرم صورت می‌گیرد.)
با محاسبه‌ی اشتباه D خطای خیلی بزرگی رخ نمی‌دهد ولی با محاسبه‌ی اشتباه 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 نفوذ 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.)
نکته:
ضریب نفوذ 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 در چه است یا رطوبت زنی؟ قطعاً رطوبت زنی است،

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر دو جزء 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 قرارداد می‌کنیم اگر تغییرات دما در مسأله‌ای بیش از ۲۸°C باشد، حتماً اثر Ω باید بررسی شود. اما اگر کمتر بود، اثر Ω را نادیده می‌گیریم. (open book) در حالت close book هرگز اثرات دما روی Ω 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 بیش از ۲۸°C بود:

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

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

در حالت open book و اگر تغییرات دما بیش از ۲۸°C بود.

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

$$D_{Am} = \frac{N_{Az} - y_A \sum_{i=A}^{n} N_{iz}}{\sum_{i=A}^{n} \frac{1}{D_{Ai}}\left(y_i N_{Az} - y_A N_{iz}\right)} \quad (۵۲-۲)$$

رابطه‌ی (I) :

این رابطه بیشتر برای گازها مورد استفاده است چون در بیشتر موارد 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 (جداسازی یک جزء خاص):

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

سطح جاذب A

Jozvebama.ir

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 داشته باشند. ولی انتقال جرمشان صفر است.

صحیح است ولی تنها جزء A از میان B و C

D_{Ai}: ضریب نفوذ جزء A از میان جزء i

مخرج کسر رابطه (I) به صورت زیر می‌شود:

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

صورت کسر رابطه (I)

حفظ شود

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

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

جزء مولی i در مخلوط عاری از A

$y_{CT}, y_{BT}, y_{AT}, \dots$

$y_{C1}, y_{B1}, y_{A1}, \dots$

مخلوط عاری از اجزای A و B و C و ... است.

حالت دوم

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

آره.

PaPCO
جزوه باما

Jozvebama.ir

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, ... غلظت
A: رقت، B: رقت، C: رقت

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

↳ فرض ما است.

این حالت خیلی کاربرد دارد. مثلاً در حالت قبل ما D_{AB}، D_{AC} و ... را می‌خواستیم که مگر بست 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.

مثال: 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:

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

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

SI در

(۲-۵۸) : رابطه‌ی ویلک ـ چانگ :

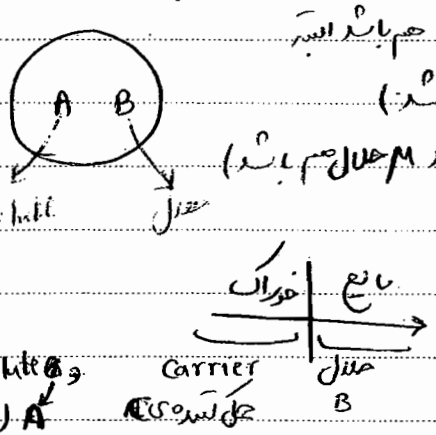
φ بستگی به نوع حلال دارد.

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

M وسکوزیته‌ی محلول (چون سیم در حرکت است می‌تواند M حلال هم باشد)

V_A از جدول محاسبه شود.

مثلاً در استخراج مایع ـ مایع :



جدول ۸-۲ را نمی‌خواهد ولی مثال ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ مهم است.

درجه‌ی سانتی 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.

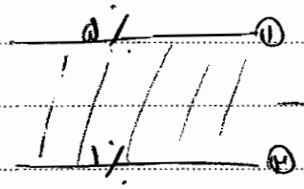
⇐ ضریب نفوذ مایعات فوق العاده تابع غلظت solute در لایه‌ی انتقال جرم است.

Jozvebama.ir

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 صـ ۵۸ :

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

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

$cD_{AB} \Rightarrow$ بهترست c برای گاز در دمای محیط و فشار 1atm برحسب $\frac{m^2}{s}$.

برای مایعات، برای آب برحسب $\frac{cm^2}{s}$.

مسائل ۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷ هم است و کافی. مسائل حل شده ۱۲، ۱۳، ۱۴ هم است و مابقی صورت تست وجود داشته است.

فصل سوم :

حال به سراغ مسائل انتقال جرم برای سیال ساکن یا موضعی از سیال جریان خاص آرام 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:

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

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

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

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

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

$$\int_{Z_1}^{Z_2} dz = \int_{C_{A1}}^{C_{A2}} (\quad) dC_A$$

Z_2 ——— C_{A2}
Z_1 ——— C_{A1}

(که ناصری Z_1, Z_2 در حد چند mm است.)

$$\Rightarrow \boxed{N_{AZ} = \frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} \frac{D_{AB}\cdot C}{Z_2 - Z_1} \ln \frac{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A2}}{C}}{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A1}}{C}}} \quad : (2-3)$$

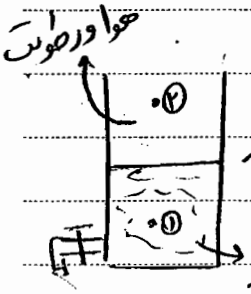
این رابطه برای انتقال جرم در شرایط یک‌نواخت، برای سیال ساکن یا موضعی خاص از جریان آرام است.

(P.68, P.67)

مثال: چرا سیال ساکن مترادف موضعی خاص از جریان آرام است؟

انتقال جرم در

حواب: فرض کنید در شکل روبرو 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.

PAPCO ——— جذب نمی‌شود

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

رابطه ی 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 $\Leftarrow N_B = 0$

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

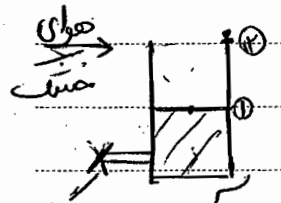
شرایط
در ستون‌ها غلظت یکنواخت است.

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

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

قرارداد: ① جایی که غلظت زیاد است.
② جایی ″ ″ کم است.

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 فشار بخار مایع را در روی سطح مایع بدست آورده و جایگذاری می‌کنیم $\Leftarrow$ فشار A در مرز ① بدست می‌آید. P_{A1}

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

با حضور شیب و در شرایط یکنواخت، ثابت است.

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

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

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

N_{Az} ضمناً نباید تابعی از 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 :

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

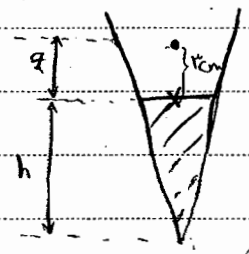
مطلوبست فلاکس انتقال جرم در شکل زیر در نقطه‌ای به فاصله‌ی ۳cm از سطحی تماس؟

$P_{A@3cm} = ?$

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

$N_{Az} = \frac{D_{AB}}{\frac{c_A}{c}-1}\frac{dc_A}{dz} \Rightarrow \int_0^{0.03} N_{Az}\,dz = \int_{P_{A1}}^{P_{A2}} \frac{D_{AB}}{\frac{P_A}{P}-1}\,dP_A$

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



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

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

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

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

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

چه سطحی کره نیست؟

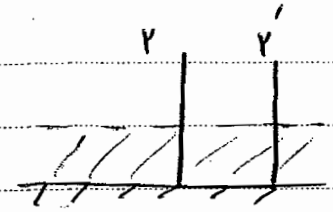
چون در قطره، حباب و قوسات کروی در حال بالا رفتن می‌باشد.

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

در یک کانال دو در حالت عمودی (روبه‌سمت بالا) خط streamline ها را

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )



داریم و جریان های سطحی را نداریم :

البته شرط مرزی ۲ با ۲' متفاوت است.

جلسه ی ششم ۲۱ / ۸۷۷

گاهی انتقال جرم در جامد را مشابه انتقال جرم در شرایط غیر یکنواخت در نظر می گیرند ولی این طور نیست و انتقال جرم در جامد در شرایط یکنواخت هم اتفاق می افتد.

شرط تعادلی بر انتقال جرم در جامد با انتقال جرم در سیال ساکن یا موضعی حاصل از جریان آرام دارد این است که دیگر حرکت توده ای نداشیم 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 یک بعدی را در نظر می گیریم ؟

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

انتقال جرم در جهت θ و φ در مقایسه با جهت R آن قدر کم است که از آن صرف نظر کرده و فقط در جهت R در نظر گرفته می شود.

هرگاه بصورت free conv باشد معمولاً $N_{AZ} = J_{AZ} + x_A \sum N_{iZ}$: از این رابطه استفاده می شود.

$$N_{AZ} = \frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} \frac{D_{AB} \cdot C}{Z} \ln \frac{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A2}}{C}}{\frac{N_{AZ}}{N_{AZ}+N_{BZ}} - \frac{C_{A1}}{C}} \qquad (۲-۳۰)$$

ضخامت مسیری انتقال جرم

P4PCO

Jozvebama.ir

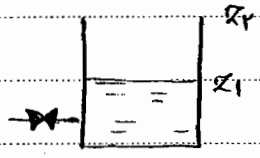
Subject:
Year. Month. Date. ( )

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 $\frac{T}{P}$ / جامد $\frac{T}{\text{نوع}}$

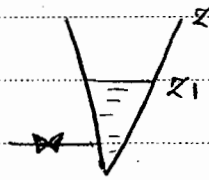
② غلظت کل ثابت باشد: پس این رابطه برای گازها برقرار است و نه مایعات.

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



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

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



$N_{Bz} = 0$

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

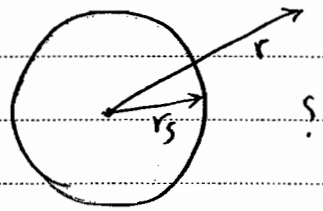
$$N_{Az}\Big|_z = \frac{\dot{m}_{Az}}{M_A \, S\big|_z} \qquad S_{ave} = \pi r_1 r_2$$

* * * * * *

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 کروه‌ای به شعاع r_1 به نقطه‌ای به فاصله‌ی r از مرکز کره بصورت شعاعی می‌گیرد. تلاکس انتقال جرم؟

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

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

Jozvebama.ir

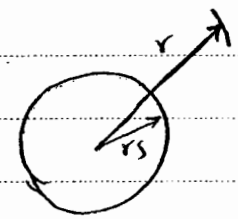
Subject:
Year Month Date ( )

قطره‌ی تعادلی در لحظه‌ی 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.



فقط تصویر اینجور اتفاق می‌افتد و ماده‌ای $N_{Bz} = 0$: هم روی چیزی نمی‌نشیند.

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

P.69

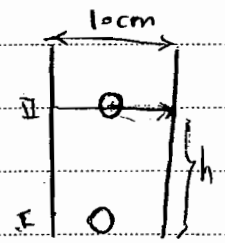
مثال: حباب کروی درون ستون استوانه‌ای به قطر 10cm به سمت بالا صعود می‌کند. انتقال جرم از حباب

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

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

چسبیده به دیواره چقدر است؟

در نقطه‌ی چسبیده به دیوار

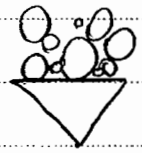


P4PCO

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

مثال ۱ : را تصور می‌کنیم که 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 :

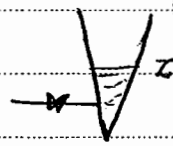
① مشخص کردن نایری انتقال جرم و آیا سطح انتقال جرم در مرز ① تا ② ثابت است یا خیر.

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

در رابطه‌ی II در صفحه ۳۶ جزوه:

$$\pi r_1 r_2 = S_{ave} \quad \leftarrow \text{خروجی ۱}$$

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



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 $N_{Az} = \frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} \frac{D_{AB} \cdot C}{z} \ln \frac{1 - \frac{CA_2}{C}}{1 - \frac{CA_1}{C}}$

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

P4PCO

این شرایط صفحه ۳۶ برقرار است.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

به شکل حباب روی حلد 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:

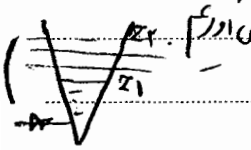
در بین ۲ واحد عملیاتی که آن سر و کار داشتیم یا لایه‌ی گاز یا مایع سروکار داشتیم پس لایه‌ی گاز یا مایع مهم است.

مسائل انتقال جرم
- تک فازی
  - نفوذ
  - همرفت
- دو فازی
  - غیر قابل حل
  - قابل حل
    - سیال ساکن - موضعی خاص از جریان آرام
    - در جریان آرام - در جریان متلاطم

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

بررسی انتقال جرم در یک لایه‌ی گاز (تک فازی، نفوذ، سیال ساکن - موضعی خاص از جریان آرام)

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



$$N_{Az} = \frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} \cdot \frac{D_{AB}\cdot C}{z} \ln \frac{\frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} - \frac{C_{A1}}{C}}{\frac{N_{Az}}{N_{Az}+N_{Bz}} - \frac{C_{A2}}{C}} \qquad (۲-۳)$$

PqPCO

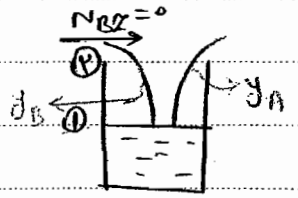
Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

حالت خاص ۱)

$N_{B2} = 0$

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



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

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

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

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

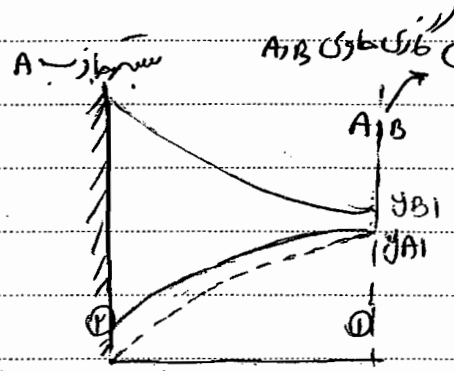
$$N_{A2} = \frac{D_{AB} \cdot P_t}{RT(z_2 - z_1)} \frac{y_{A1} - y_{A2}}{y_{B,M}} \Rightarrow \left(y_{B,M} = \frac{y_{B2} - y_{B1}}{\ln \frac{y_{B2}}{y_{B1}}} \right)$$

میانگین

$$N_{A2} = \frac{D_{AB} \cdot P_t}{RT(z_2 - z)} \frac{y_A - y_{A2}}{y_{B,M}} \quad (IV)$$

روی جلد کتاب هم هست.

(به پروفایل y_A و y_B در شکل ۱-۴ توجه کن)



A در روی جلو حذف می‌شود ⇐

$N_{B2} = 0$

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

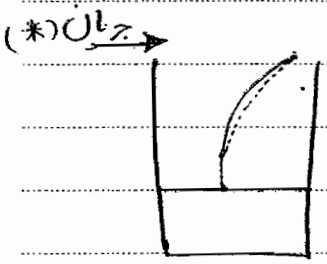
Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

به شکل های صر ۲۷ 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 زیاد شدن زمان q_{A_1} در y_{B_1} ضعیف می‌کند. اما شکل شکست آن تغییری نکند. فقط شیب تغییر می‌کند.



شکل شکست

همه‌جا می‌تواند تغییر کند؟ وقتی شرایط جریان (*) تغییر کند.

با افزایش ارتفاع (رابطه‌ی ۲۷ صر ۴۰) شیب کم می‌شود.

مثال ۱ و ۲ و ۳ مهم است.

P4PCO

Jozvebama.ir

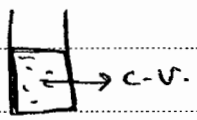
Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه‌ی هفتم ۸۷/۷/۲۸

مثال ۱ در ص ۸۶ :
در فصل پنجم انتقال جرم در سیال ساکن یا موضعی خالص از جریان آرام در شرایط یک‌نواخت 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 :

$$m_1 - m_2 = \frac{dm}{dt}$$

و بدین ترتیب می‌توان شدت ارتفاع مایع 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 . سپس مماس 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 ...)

Jozvebama.ir

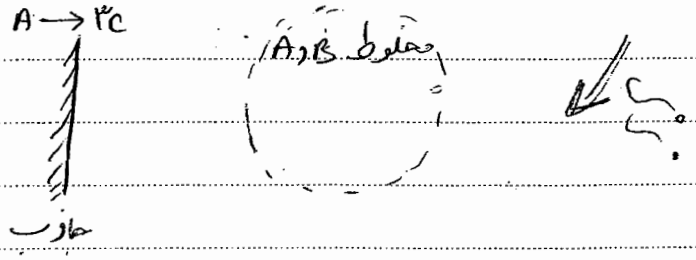
Subject:
Year. Month. Date. ( )

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 (با 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 هموژنی و هتروژنی؟
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 هموژنی 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 ↳

$N_B = -2N_A$

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در گاز ها حالت جنبشی را بررسی می کنیم ولی در مایعات بررسی می کنیم چون در مایعات روابط قابل اعتماد نداریم.

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

دمای توده با دمای بستر کاتالیست می تواند متفاوت باشد. اگر دما متفاوت بود، متوسط دمای ۱ و ۲ را به عنوان دمای مخلوطی در نظر می گیریم.

آنالیز جریان گاز: منظور توده ی گاز است. که مربوط به یک موضع خاص است که با حرکت روی بستر کاتالیستی می تواند تغییر کند.

شکل واقعی این مثال در ص ۱۱۰ است ☺ الآن داریم مثال ۵ را با ص ۱۱۰ تلفیق می کنیم. می خواهیم ببینیم طول راکتور چه قدر باشد، به شرط آن که تعداد کاتالیست ها مشخص باشد.

درون کاتالیست ریز و درشت است. فرض کنیم لایه ی نازکی روی این کره ها تصور کرد (مانند کره ی نان) که این نان در شکل ۳-۱۲ نرم سازی شده است و اعمال جرم در آن بررسی شده است.

مثال ۵

پس کلیه ی اطلاعات مربوط به یک موضع خاص است که اطلاعات این موضع در مثال ۵ داده شده است. با جمع مواضع می توان کل اعمال جرم را بدست آورد.

برگردیم به ص ۸۴: کاتالیست جاذب آمونیاک است = شرایط به گونه ای است که گاز آمونیاک از میان N_2 و H_2 عبور و محصولات بطرف دیگر حرکت می کنند.

$A \rightarrow B + 3C$

B سرعت تولید ای = مقدار تولید شده $= r_B(N_A + N_B + N_C)$
$= r_B(N_A + \frac{1}{2}N_A + \frac{3}{2}N_A)$

راه من ☺

ممکن است سر امتحان مقدار حرکت توده ای H_2 و N_2 و جهت آن ها را خواهد آیا می توان از مقدار اعمال H_2 در مقایسه با ... صرف نظر کرد؟

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

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

ورتکس سرعت ← $C_{A1}=0$

این در حالی است که برای مثال a، 1mm و برای مثال b، 10 cm است. ⇐ در هر دو سایز صحبت از یک انتقال جرم داده شده است و گفته مسئله غیرقابل حل است.

* به نظر شما در حل مسائل انتقال جرم، داده‌ها در مورد مرتب بودن هم است یا انتقال جرم؟

در انتقال جرم، جون تفاوت روش‌های جرم مختلف با هم ۱۰۰ برابر است و مثلاً ۱۰۰ برابر خطا ایجاد نمی‌کند ولی در مورد D این طور نیست.

مثال a: اصولاً هرگاه ورتکس ضروری وجود دارد:

در این جا هم بعد هم ورتکس روی سیم لخت است. ← (عامل حرکت توده‌ای)

اما در مثال a جون ورتکس سریع است فقط بعد نفس دارد.

(*) یا اگر ورتکس مثال a کند باشد، آیا اطلاعات بدست آمده و روش حل درست است؟

خیر، تغییر می‌کند

برای محاسبه‌ی ورتکس فرمول‌هایی 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:

$$\frac{D_1}{D_2}=\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{P_2}{P_1}\right)\left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1}\right)^2/\Omega$$

② جون اطلاعات مربوط به مرز ① باید مرز ② را تشکیل دهیم.

آیا مرز ① به هم می‌خورد یا ②؟

مرز ①. جون ورتکس کاتالیستی در طول سیم هواره اتفاق می‌افتد در طول سیم کاتالیستی مصرف می‌شود.

چه زمانی ممکن است مرز ② به هم بخورد؟

اگر ورتکس کمی به پایین دست زمان کندتر شود.

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در طراحی راکتور در ابتدا هم مزر ① و هم مزر ② به هم نمی خورد. ولی با گذشت زمان با گاهش اکسیژن کاتالیست ها به هم می خورد.

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

تست: مقدار N_2 در لایه حقر است؟

مقدار N_2 در لایه با متوسط گیری بدست می آید.

$y_A \longrightarrow$ متوسط مزر ① و ②

چه مزر ① هم با بستر چه مقاومت از این با بستر در مزر ② هواره آمونیاک مصرف شده و N_2 ، $2H_2$ تولید می کند.

~~مقدار مزر ① با تغیر فعالیت تغیر می کند.~~

با تغیر شرایط مزر ①، مقادیر فعالیت در مزر ② تغیر می کند.

مثال ۴:

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

چرا در این مثال هم بار کلی حضور حامل نادیده شده است؟

استفاده جرم در سه لایه ای ثابت:

$$N_{A2} = \frac{N_{A2}}{N_{A2}+N_{B2}} \frac{D_{AB}}{z} \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \ln \frac{\frac{N_A}{N_{A2}+N_{B2}} - \frac{C_{A2}}{C}}{\frac{N_A}{N_A+N_B} - \frac{C_{A1}}{C}}$$

جایه 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 ——————

$\left(\frac{\rho}{M}\right)_1 = \frac{\rho_1}{M_1} \longrightarrow$ دانسیته مایع در مزر ①

جرم مولکولی مخلوط مایع در مزر ①

P4PCO

Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حالت خاص:

انتقال از فاز ساکن

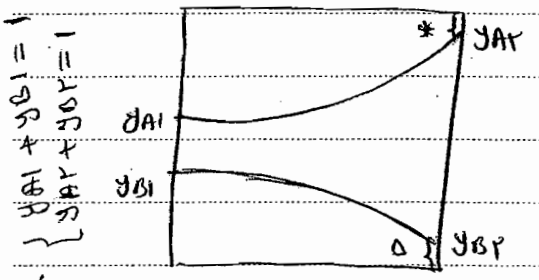
$N_B = 0$: بستر (حالت تبخیر)

حالت خاص ۱:

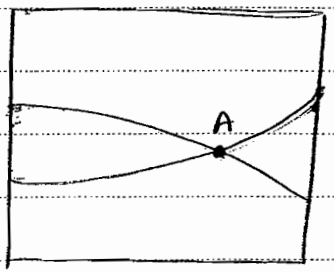
$$\frac{N_A}{N_A + N_B} = 1 \Rightarrow N_A = \frac{D_{AB}}{Z}\left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} \ln \frac{(1-y_{A2})}{(1-y_{A1})} \quad \begin{matrix} y_{B2} \\ y_{B1} \end{matrix}$$

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

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



* و ۰ با هم برابر باشند تبخیر نمی‌شود.



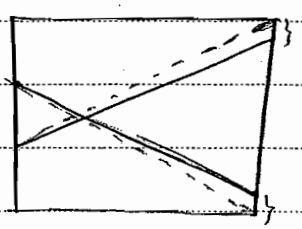
نقطه‌ی A هیچ معنی ندارد هیچی

حالت خاص ۲:

$(N_A = -N_B)$

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

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

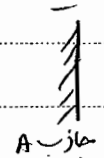


شکل (۴-۷)

$N_A = -N_B$

حالت خاص ۲ کجاها اتفاق می‌افتد؟

تقطیر ستون‌هایی که تا انتهای مراحل ادامه ضروری نیست.



Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

دلیل ! جزوه

آیا در تبخیر در شکل (۷-۴) خط چین اتفاق می افتد؟ یا اگر ارتفاع ستون تبخیر خیلی بلند باشد به گونه ای که در بالای سطح جزء A و در پایین سطح جزء B داشته باشیم. (جداسازی کامل A و B صورت گیرد)

حلسری هشتم ۸۷,۷,۳۰

ادامه ی فصل ۳ :

بررسی انتقال جرم در یک لایه ی ساکن ۲ $N_{A1} = N_{B1}$ ۱ ... ۲ ... ۲ ...

حالت های دیگر

مثال A

بررسی انتقال جرم در خارج کره

مثال B

مثال جرم و حرارت در سیستم

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

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

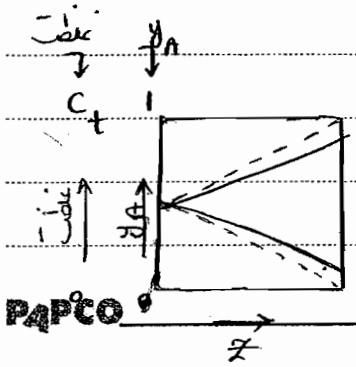
یادآوری ضروری

* حالت خاص $N_{AZ} = -N_{BZ}$ در تبخیر یا در سطح تماس ۲ فاز اتفاق می افتد.

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

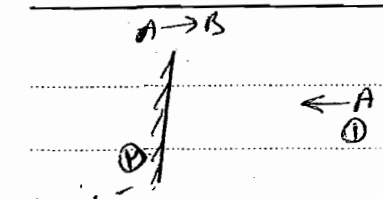
$$= \frac{D_{AB}}{Z} (C_{A1} - C_{A2})$$

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



Jozvebama.ir

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 ⟶ Ⓑ نمود

B: Ⓑ ⟶ 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:
علت اصلی رابطه‌ی (I) برای بدست آوردن شار بر این علت است که نیروی محرکه‌ی Δx یا ΔC یا ΔP_A یا Δy مشاهده شود و آن را واضح شود.
پس هرجا به Δx یا ΔC یا ΔP_A یا Δy در رابطه رسیدیم، هرچیزی به غیر از Δx، ΔC، ... ضریب انتقال جرم که در حالت‌های متفاوت با هم برابر نیستند.
* تفاوت حرارت و جرم: ممکن است در جرم بر خلاف حرارت، ضریب انتقال جرم عددهای متفاوتی با ابعادهای مختلف داشته باشد.
در جرم ممکن است ضریب انتقال جرم $= 0$ یا بی‌بعد باشد در بعد دیگری با همان شرایط ۵ باشد.

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

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

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

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

Jozvebama.ir

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 (I) جرم انتقال جرم از آن [illegible] صورت گیرد

* علت اهمیت رابطه (I): انتقال جرم

آن را به شکلی در بیاورید که انرژی محرکه دیده شود تا بعد ضریب انتقال جرم است که ضریب انتقال جرم با کار بعدی به دست می آید.

* حالات خاص دیگر در یک لایه ی تابع:

مثال ۸:

حل شدن یک قطعه ی کریستالی:

تابع نرنگ: مزه ⓐ با گذشت زمان به هم می خورد حتی اگر قطعه ی کریستال با گذشت زمان کاملاً حل شود، حالت آن به حدی است که خروجی آب خالص به هم می خورد. ← نظرتان: با گذشت زمان مزه ⓐ تغییر می کرده $x_{A2} \neq 0$ می بود.

؟

اگر تابع نرنگ بود، چه؟

شکل واقعی این مسئله در صفحه ۱۱۷ می باشد.

صفحه ۱۱۷ ← ظرف حاوی به همراه، گازی به صورت حباب های گازی وارد می شود ←

فرض اول آن فرض می کنیم قطعات کریستال قبل حباب گازی است.

توضیح حل.

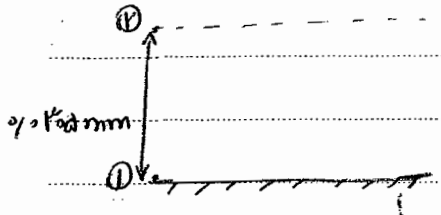
$\frac{CuSO_4}{A} \cdot 5 \frac{H_2O}{B}$

Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

با حل شدن کریستال bulk دفعه شروع می‌شود. (مادامی که حل نشده bulk وجود دارد)



(شکل الف ـ ۸)

الف) $N_A = ?$ با توجه به شکل صفحه بعد ؟؟؟ با توجه به مول کریستال $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

کریستال باهم حل می‌شود. بنابراین: bulk وجود دارد؟

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

N_A: مجموع مولکول‌های A در bulk وجود دارد

N_B: مجموع مولکول‌های B در bulk وجود دارد

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

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

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

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

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

در آب خالص

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

حلالیت ← درجه‌دماهای داده نمی‌شود / درجه‌دماهای داده می‌شود

از روی handbook در دمای مسئله بدست می‌آید. $\simeq 2\%$

$20^\circ C$

(*) 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: $x_{A2} = 0$

Jozvebama.ir

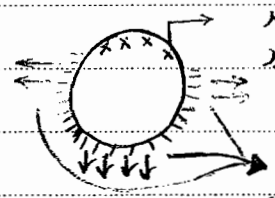
Subject :
Year . Month . Date . ( )

آیا علاوه بر مواردی که توضیح داده شده در مورد محلول‌های رقیق، رابطه‌ی (*) 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 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 جرم حرکت پیستونی ایجاد می‌کند و حرکت پیستونی bulk دارد.

(شکل ب ۸-۴)

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

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

(مقسمت) مقسمت کریستال ۱۳۵۰ : دقت کن که ρ_2 در راست جایگزین می‌شود.

مرز ① : اگر: دانسیته‌ی مایع حسیده به جامد ← دانسیته‌ی محلول اشباع (۱۱۹۳)

PAPCO

Jozvebama.ir

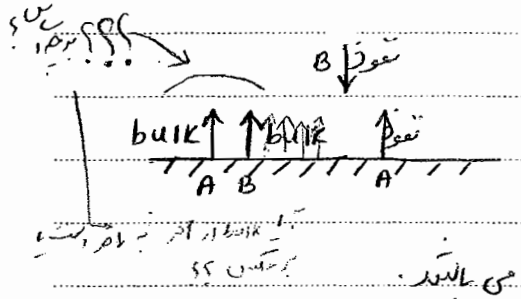
Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر کریستال مکعب مستطیل باشد، انتقال جرم فقط از یک سطح صورت گیرد، مرز رشد بلوری را دور می‌زنیم 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 رابطه‌ها $-N_A M_A S$ می‌گیرند، اگر مثال نقطه‌ای بود چون خالص است درست بود، اما حالا کریستال داری و باید هم A و هم B را در نظر بگیری:

$$\dot{m}_2 = N_{AS} S_A M_A + N_{BS} S_S M_B$$



جهت تعویض bulk: (البته می‌دانی در واقعیت bulk نداری)

تعویض bulk برای A هم‌سو و برای B غیرهم‌سو می‌باشد.

آیا همواره تعویض bulk هم‌سو هستند؟ خیر. برای A با هم جمع و برای B از هم کم می‌شود.

$$J_A + J_B = 0$$

این اعداد و ارقام را برای مثال 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 جاب کروی یا یک قطره‌ی کروی است.

انتقال جرم هم داخل و هم خارج کره وجود دارد.

در داخل کره همواره شرایط غیر یک‌نواخت است ولی در خارج کره می‌تواند یک‌نواخت هم باشد

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

PAPCO

Jozvebama.ir

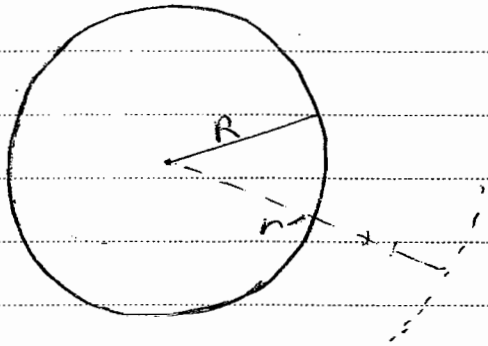
Subject :

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 توده bulk در نظر می‌گیریم:

فرض کنیم کره‌ای به شعاع R داریم. که انتقال جرم به فاصله‌ای 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 تغییر 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_r مقدار

C_A برابر مقداری مشخص است: $r = r' : C_A = C_A$ ، $r = R : C_A = C_{AS} = C_A^*$

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

غلظت درست در فاز گازی درست در محل تماس برابر است با غلظت در حد اشباع

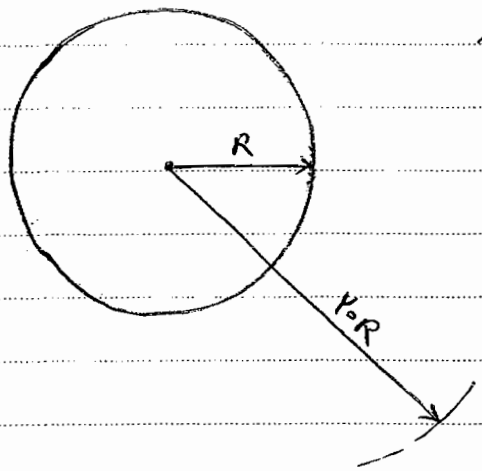
$$\dot{m}_{Ar} = \frac{D_{AB} C}{r' - R} \ln \frac{C - C_A}{C - C_{AS}} \cdot 4\pi r' R \cdot M_A$$

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

Jozvebama.ir

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

$Sh = ?$ ، $N_{Br} = 0$

$$\dot{m}_{Ar} = \frac{D_{AB} \cdot C}{r - R} \ln \frac{C - C_{A1}}{C - C_{A0}} \cdot F\pi \cdot R^{2} \cdot M_A$$

$\dot{m}_{Ar}$: دبی انتقال جرم از کره‌ای به شعاع R به سطحی به شعاع ۲۰R هم‌مرکز کره (تقریب حرکت توده‌ای داریم)

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

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.

$$S_r = S\Big|_{r=R} = F\pi R^2$$

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

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 ← صورت ضربی از نیروی محرکه تعریف می‌شود، چرا؟

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

در سطح دورترین (S_r)

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$C_{B2} - C_{B1}$

$$\Rightarrow \dot{m}_{Ar} = F\pi R^2 . K_c (C_{A1} - C_{A2})$$

$$= \frac{D_{AB} \cdot C}{r-R} \ln \frac{C - C_{A2}}{C - C_{A1}} . 4\pi R r_2 . M_A$$

C_{B1}

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

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

با مرتب کردن (۱/۱۰):

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

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

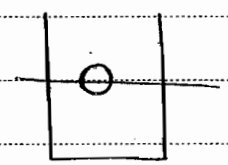
* مقدار عددی عدد شروود در خارج کره به این سببی دارد که انتقال جرم به اینجا صورت می‌گیرد.

جدول ص ۱۰۲ راجع‌کن !!! :

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 در داخل سبوی به قطر ۱۰ cm رو به بالا در حرکت 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 سوال کنیم همراه آن یک حباب دیگر هم بیاید، مگر از ۲/۰۱ می‌شود؟؟

چون نزدیک سطحی که داشتن سیالی نیز رخ دهد شروود کم می‌شود.

انتقال جرم خارج استوانه در ص ۱۰۵ و جدول ص ۱۰۷ راجع‌ال بازن

چون:

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

$$10 - 1 = 9$$

$$10 - 2 = 8$$

میل از قطر بزرگ

تعداد قطرها

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه ی ۱۷/۸/۵

ادامه فصل ۲

انتقال جرم در سیال ساکن و مایع یک جزیی که آزاد

انتقال جرم خارج کره در S.S

نسبت سه پدیده جرم، حرارت، مومنتم

* تشابه بین انتقال جرم

مقدمه

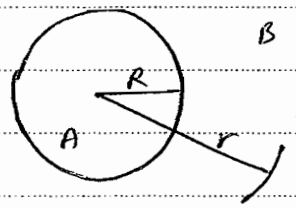
انتقال جرم در یک لایه گاز، تعریف F، تعریف K

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

انتقال جرم در خارج کره:

اگر قطعه انتقال جرم از کره به محیل اطراف صورت گیرد

لایه ی انتقال جرم متشکل A و B است.



if $N_B = 0$

اگر بستر کره قابلیتی نداشته B تولید شود در این صورت $N_B \neq 0$ است ولی مشکلی ایجاد نمی‌شود و مانند 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 تبخیر قطره مقدار (کره) هم مطرح است:

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

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* فرض کنید ستونی به ارتفاع 5.1 متر داریم و جلوی دو پایش سلول بسته و به سمت بالا حرکت می‌کند. فرض بر این است که حباب کروی (قطرات کروی) کنار طول ستون به سمت بالا حرکت می‌کند، درصورتی که سلسله وجود نداشته باشد، ثابت است. آیا این فرض صحیح است؟

جرم پوستن ← ایلاف و

انتقال جرم را برای قطره‌ی کروی در طول ستون را بدست می‌آوریم. استوکس که از مقدار $(V_0 = h)$ ارتفاع و از مقدار سرعت

این است که سرعت زمان تماس 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 با ثابت فرض کردن قطر قطرات کروی در ستون به ارتفاع 5m در طول ستون میزان 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

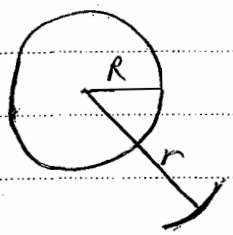
پس باید فرضیات ما به گونه‌ای باشد که ارتفاع ستون بیش از مقدار واقعی باشد.

حل انتقال جرم حباب را در طول ستون بدست می‌آوریم (مثلاً با استفاده از روابط ... یا خودمان؟ صورت مسئله چیست؟)

در طول ستون به 10٪ کاهش می‌یابد. $(R' = 0.9R)$ پس شعاع 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؟

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )



بیلان جرم را دور قطره‌ی کروی می‌بندیم.

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

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

سوال ؟؟ آیا این فرض شما را در safe side قرار می‌دهد؟

* فرض می‌کنیم که r در طول ستون تغییر نمی‌کند. (در طول این ستون R تغییر می‌کند. (R بزرگ شود، نیروی 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 $80^\circ F$ استفاده می‌کنیم.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

آیا اگر T_1 را برابر T_2 بگذاریم، دقیقاً مساوی با T_2 بدست می‌آید؟ خیر. (۱) مرز

باید ابتدا دمای T_1 را بدست آورد و بعد در رابطه‌ی آنسوآین قرار داد.

چه موقع صفر می‌شود تا کاملاً تبخیر 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 قرار دهیم و این قطره در ستون قرار گیرد و واکنش هموژن $A \rightarrow 2B$ در موضع خاص ستون و روی بستر کاتاستی اتفاق می‌افتد. برای جرم معنی از کاتاست (باعدد) تعیین کنید که کدام قطره بهتر است؟ (قطره‌ی استوانه‌ای را طوری انتخاب کنید که یک بار انتقال جرم از آن از سطح جانبی و بار دیگر از بالا و پائین ستون گیرد. (باهم جمع کن.))

N_A ⑤ 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

Jozvebama.ir

Subject:
Year Month Date ( )

از ترکیب ثابت‌های بدیده گاهی اعداد بدون بعدی حاصل می‌شود.

$$\text{پرانتل} \quad Pr = \frac{C_p \cdot \mu}{k} = \frac{\mu/\rho}{\frac{k}{\rho C_p}} = \frac{D}{\alpha}$$

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

ما باید محدوده‌ی Pr و Sc و Le را بدانیم:

Pr { گازها $0.45 < Pr < 0.9$
مایعات : $T = 20^\circ C$: for آب $Pr = 7.02$

Sc { گازها $0.77 - 0.83$
مایعات : $T = 25^\circ C$: for آب $Sc = 297$

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

اگر مقدار عددی Pr یا محدوده‌ی آن را در یک واحد عایقی 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 عایقی 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 تشابه داده شده که برای جریان آرام داده شد، قابل تعمیم به مسائل هم هست؟

بله هست. شرط:

$\nu \longrightarrow \varepsilon_M$
$\alpha \longrightarrow \varepsilon_\alpha$ $\qquad D \longrightarrow \varepsilon_D$

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در جریان جداجسم : مثلاً $\tau_{zx} = -\varepsilon_0 \nu \frac{d(\rho u_x)}{dz}$

در P.119 سرهمی روابط موجود است . مثال ۱۵ در حد یکی دو تا تست می‌تواند مطرح شود.
تمام سؤالات فصل ۳ را می‌توانیم جواب دهیم ولی برخی مسائل سخت است.
مسائلی ۳۵، ۳۶ نیازی نیست.

فصل ۴ را نمی خواهد بخوانی.

فصل پنجم :

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

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

برای دست یابی به فلاکس ها دو مستقل داشتیم ، D ، z . ۷ تا؟!
باید برو (۱) و (۲) را تشخص دهیم. مثلاً ۵ تا حالت مطرح است که استفاده از روابط حدی یا ترجاه را در Safe side قرار می‌دهد یا نه !؟.
مشکل D به هرحال به گونه‌ای حل می‌شود. حالا اگر جزئی پرت جواب بدهیم، ۲ برابر خطا ایجاد می‌شود.
برای حل مستقل z از ضریب انتقال جرم F استفاده می‌کنیم.
هدف حل مستقل D ، 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.

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

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

تعریف نیروی F (ضریب انتقال جرم):
(در یک فاز یا چند 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 باید عامل در فاز صورت بگیرد و انتقال جرم صورت بگیرد.

عامل 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. بین به جای F می‌آوریم K. 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 $= (C_{A1} - C_{A2}) \rightarrow K_C$ [=] $\frac{m}{s} = \frac{kmol}{m^2 \cdot s} \cdot \frac{kmol}{m^3}$
  - 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

Jozvebama.ir

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 مشخص)
پس حتماً 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 ← جابجایی: F_{OG}
F ← F_L مایع ← جابجایی: F_{OL}

k ← گاز: k_c, k_y, k_G (k کوچک درگیر فازی) ← جابجایی: 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 $k'_G = 3/2$ نفی: $N_A = -N_B$ است. لایه‌ی انتقال جرم یک فازی و گاز است، و نیروی محرکه آن ΔP است.

Jozvebama.ir

Subject:
Year Month Date ( )

جلسه ۸۷/۸/۷

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

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

بر مبنای F

هدف ما دست یابی به فلاکس است.

$$F = \frac{D \cdot C}{Z} \rightarrow \begin{cases} F_G = \dfrac{D_{AB} \cdot P_t}{RTZ} \rightarrow \text{ضخامت لایه انتقال جرم} \\ F_L = \dfrac{D_{AB}}{Z}\left(\dfrac{\rho}{M}\right)_{ave} \end{cases}$$

برای گازها می‌توان بادقت قابل قبولی D_{AB} را تعیین کرد. اما در مورد مایعات روابط قابل قبولی وجود ندارد.
اما در کل D عینی 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 می‌شد 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.

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

P4PCO

Jozvebama.ir

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: $Sh = \frac{k d}{D}$ 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 ← کلی

گر رابطه‌ای بین F و k را بدانیم هر است با 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 ۱۸۷ ← 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

Jozvebama.ir

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 نیروی محرکه ندارد و برای هر دو حالت 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:

اگر نبودن bulk را مترادف انتقال جرم کم در نظر بگیریم، در این صورت $F_G = K'_y$ ($N_A = -N_B$ داریم bulk)

در شرایطی 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 فاز مایع 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 ($y_{B1} \to 1$) $F_G \to K_y$

هدف ما از این مبحث حل مسائل دو فازی است.

مثال ۲:

① $N_A = K \Delta p$ به ازای K گازها ⇐ می‌فهمیم که Δp ازای چیست:

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

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 .

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date.

انتقال جرم دوتایی:

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

نحوه ی حل مسائل دوتایی:

مقدمه همان نحوه ی دست یابی به منحنی های تعادلی در سیستم دوتایی 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 ترکیب 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 دوجزئی یا دو مقاومتی:

ستون دیواره مرطوب به این گونه است که:

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

برای سادگی کار به وضع ساده تر می پردازیم و

بعد تعمیم 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 (اشباع می کنیم. (با هیچ آبی توسط SO_2 و هوا جذب نشود)

(شکل الف)

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

درست است انتقال جرم دوطرفی 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 قسمت~~ (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 ندهد،

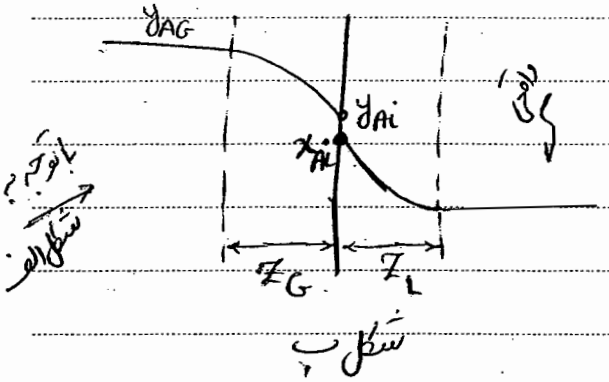
منظور این است که دو جزئی حل کن، در غیر این صورت حتماً باید سه جزئی حل کنی.)

ماتریس A در شکل الف را که یک بلدی است به صورت دوبلدی نشان می‌دهیم:

نقطه چسبیده به مایع

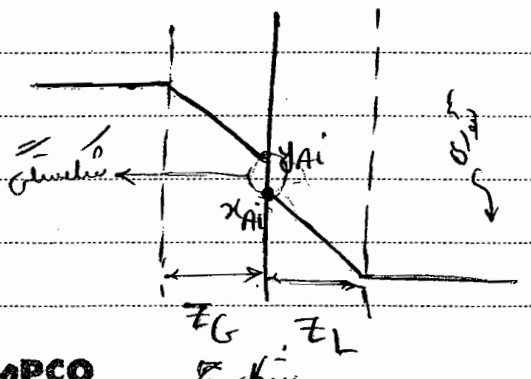
y_{AG} : غلظت جزء A در توده‌ی گاز

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



شکل ب

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



شکل تئوری دوفیلمی:

شکل ب (حالت واقعی)

شکل ج (حالت تئوری دوفیلمی)

P4PCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

علت شکستگی در شکل ب و ج چیست؟

این شکستگی مربوط به مقاومت حصل مشترک است. ① 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 تمام 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 تئوری سریع یا کند باشد، می‌توانیم کاری کنیم که جریان در فاز 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 هم خصوصیات فیزیکی (D و ...) بستگی دارد.

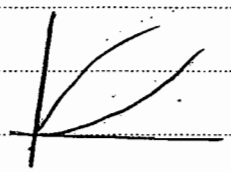
عمدتا

حواره به این سه موضوع فکر کن.

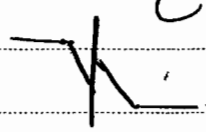
1) physical property (D, μ, ρ, ...)
2) operating condition = شرایط عمل (T, P)
3) geometric system

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

در صورتی این روابط صحیح است:



منحنی‌های تعادلی



PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year . Month . Date . ( )

امتحانی

به سؤال 8 در p.122 مراجعه کن:

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

B و C غیر فرار امتزاج هستند حلال منطبق تابلیت جذب A را دارد.

آیا صحبت های صفحه ی قبل در این سؤال درست است؟ بله. درست است.

بین فازها

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

یعنی هیچ کدام منحنی تعادلی را قطع نمی کند.

خط $x=y$

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

p.190 و p.191 ←

نحوه ی حل دو مازی ها:

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

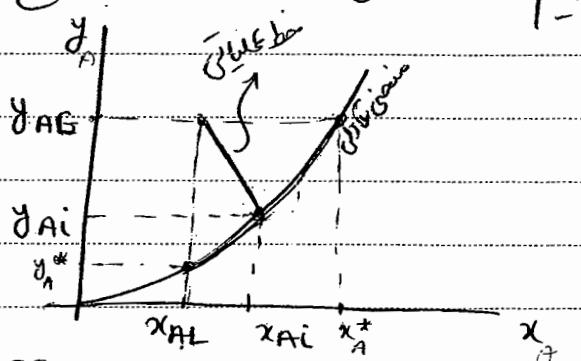
$$\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}$$: خط عملیاتی سیستم شیمیایی در موضع حاضر

ما فعلیم در عمل طول ستون این رابطه صادق است ولی با برآورد عملیاتی موضع حاضر را داشته باشیم. این در مواضع مختلف y_{AG}، x_{AL} و y_{Ai}، x_{Ai} قطعاً تغییر می کند و k_x، k_y هم می تواند تغییر کند.

① منحنی تعادلی را رسم می کنیم.

② خط 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.



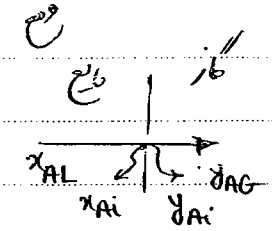
PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date.

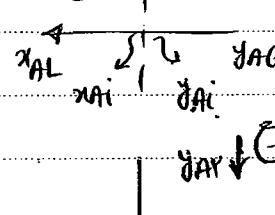
آیا شکل رسم شده برای واحد عملیاتی دفع می‌تواند درست باشد؟

دفع: تماس گاز-مایع است که انتقال از مایع به گاز صورت می‌گیرد.

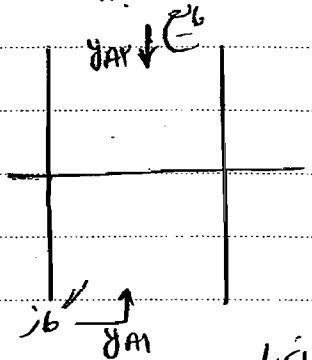


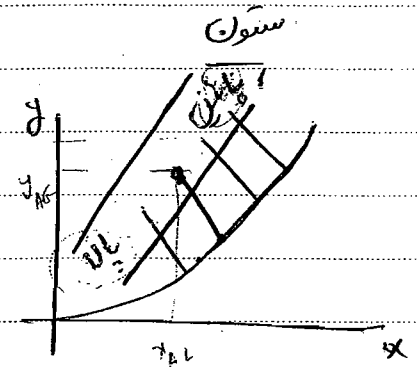
یعنی باید $y_{AG} < y_{Ai}$ باشد. ولی در شکل صفحه‌ی قبل این طور نیست.

این شکل رسم شده می‌تواند برای جذب صحیح باشد:



سوال: ستون جذب





ستون را در صفحه 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 $\begin{cases} y_{AG} \text{ ورودی} \\ x_L \text{ خروجی} \end{cases}$ بالای ستون $\begin{cases} y_{AT} \text{ خروجی} \\ x_{AL} \text{ ورودی} \end{cases}$

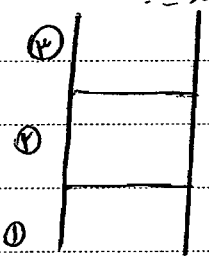
$y_{A1} > y_{AT}$ ⇒ خط عملیاتی بالای ستون درست مشخص می‌شود.

آیا خط‌هایی که به سمت تعادل می‌روند می‌توانند خارج از خط تعادل باشند؟

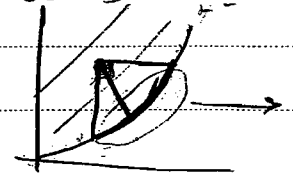
می‌توانند باشند اگر فرایند انتقال جرم موضعی در تمامی مواضع یکی باشد. و K_x و K_y می‌توانند نباشند.

اما حرکت باشد دامنه‌ی عملیاتی آن ○ است ← یعنی نمی‌تواند خارج باشد.

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



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

Jozvebama.ir

Subject:

Year . Month . Date . ( )

$y_{Ai} = f(x_{Ai})$ در سطل (ها) که موضع عملیاتی مشخص شده است،

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

روش محاسباتی: $\dfrac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\dfrac{k_x}{k_y}$

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

منحنی عملیاتی

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

x_{Ai}, y_{Ai}

می‌توان از روش محاسباتی یا ترسیمی استفاده کرد. ولی علت در فصل مشترک رابطه بیاوریم و بعد فلاکس 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 بود بصورت ترسیمی بلدیم بیاوریم؟

ضخامت لایه‌ی انتقال جرم $0.03mm$ است. کربنات‌دار ما $1mm$ است و چون هیچ وسیله‌ای موجود نیست که بتوانیم از لایه‌ی $1mm$ عرضی برداشت کنیم که بگوییم از طول عمل $0.03mm$ ناصله داشته باشد. البته شاید در حرارت باشد ولی در جرم نیست.

P4PCO

Jozvebama.ir

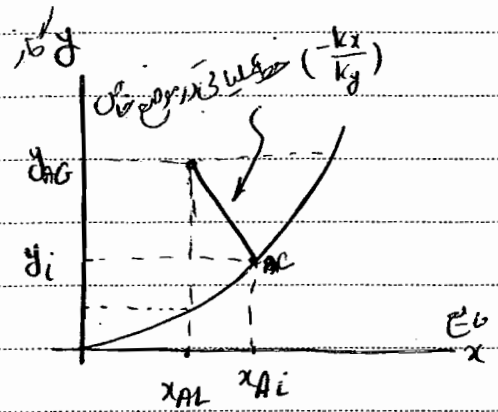
Subject:
Year . Month . Date . ( )

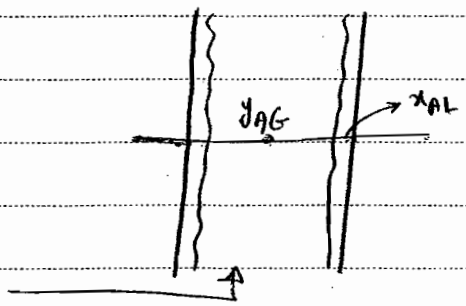
PAPCO

Jozvebama.ir

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 حفظ باشی.

اگر انتقال جرم از فاز مایع 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 ↓ محور y ها ← محور x ها ← محور y ها ← محور x ها

درست نوشتم؟!

مایع - مایع

حلال (y ها) ← مایع ← خوراک (x 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 ممکن است نرسد.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

اگر ستون خیلی خیلی بلند باشد ممکن است انتهای ستون با فاز تعادلی را قطع کند.

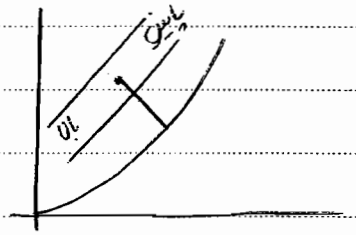
خطوط گازی حاوی جزء خاص در تماس با فاز مایع قرار می‌گیرد. هدف: انتقال جزء خاص از فاز گاز به فاز مایع

مشخص در بالای ستون.

در پایین 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 اختلاف

نیروی محرکه ممکن در فاز گاز ضرب شود، N_{OG}

رابه ما بدهد.

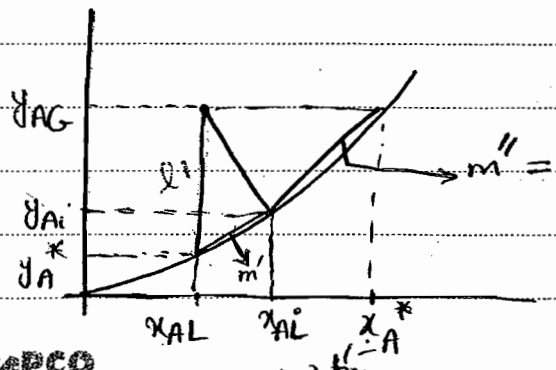
$$K_y (y_{AG} - y_A^*) = N$$

اختلاف 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 اختلاف نیروی محرکه‌ی ممکن در فاز گاز را داشته باشیم (خط y_1) و رابطه‌ی آن با نیروی محرکه‌ی فاز مایع از x_{AL} تا x_{AL} (صفر) خواهد شد.



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

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

K_x : اگر در Max نیروی محرکه‌ی سمتی درفاز مایع $(x_A^* - x_{AL})$ ضرب شود، همان N برابر 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 انحلال y_{AG} را داریم ولی y_{Ai} را نداریم (غلظت در فصل مشترک در فاز گاز). لایه‌ی گازی با ضخامت $0.3mm$ 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} (غلظت در فصل مشترک حسب شده به گاز در فاز مایع)

y_A^* : غلظت 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 رابطه‌ی بین K_y , k_y را داشته باشیم:

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

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

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

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

PAPCO

√√

Jozvebama.ir

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 وجود تفاوت‌های جرم و حرارت است!

(I) $\frac{1}{k_x}$: مقاومت فیلم مایع (اگر مقاومت کل برمبنای فیلم مایع تعریف شود)

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

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

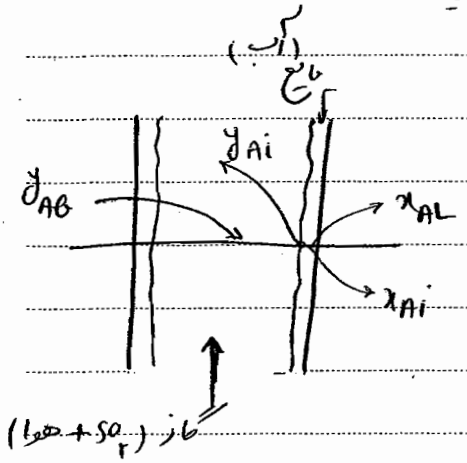
$\frac{m'}{k_x}$: مقاومت فیلم مایع (اگر مقاومت کل برمبنای فیلم گاز تعریف شود.)

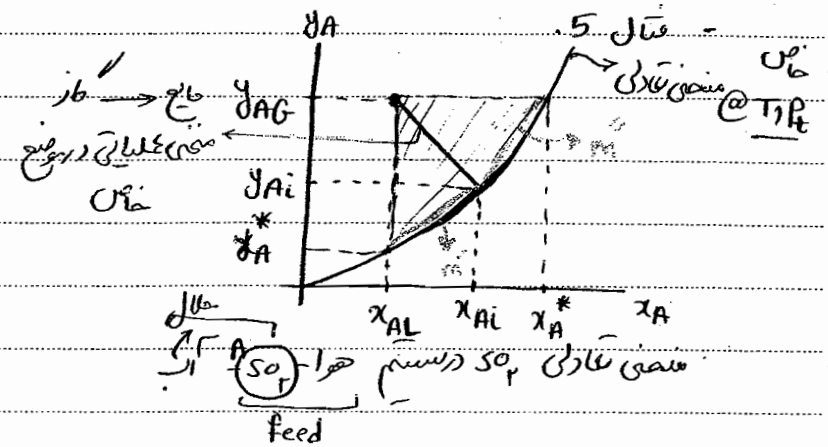
Jozvebama.ir

Subject:
Year . Month . Date . ( )

۱۹ / ۸ / ۸۷ جلسه ی

- ضرایب K, k
- بررسی مقاومت ها
- مثال ۴
- ضرایب انتقال جرم F_L ، F_G ، F_{OL} ، F_{OG} و رابطه بین آن ها
- منحنی تعادلی در موضع خاص





فرض بر این است که در طول 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 فقی مقاومت کل بر حسب فاز گاز بیان شود

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

$$K_x = m'' K_y$$

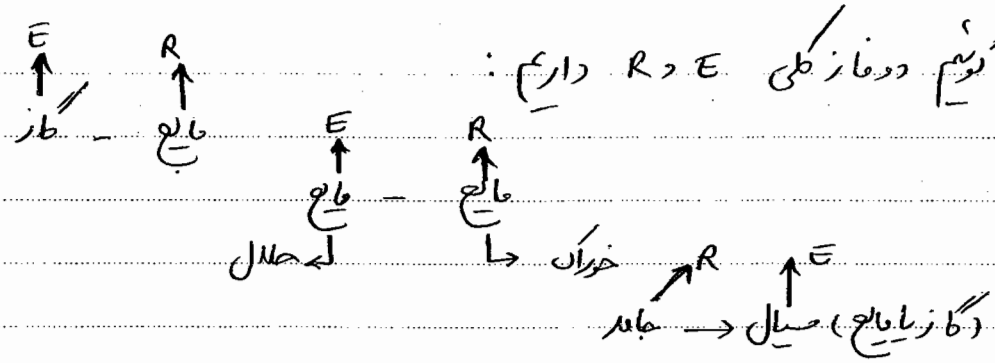
$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_y}$$

$\frac{1}{m'' k_y}$: مقاومت سطح گاز و فقی مقاومت کل بر حسب فاز مایع بیان شود.

Jozvebama.ir

Subject:
Year . Month . Date . ( )

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

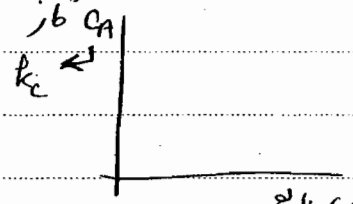


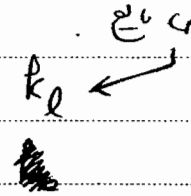
گاهی حتی در مورد فاز-مایع هم ممکن است منحنی تعادلی را برحسب y-x نشنیم.
مثلاً p. 196 آب را نگاه کن.

فاز	مایع
C_A	C_A
P_A	x_A
y_A	

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

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





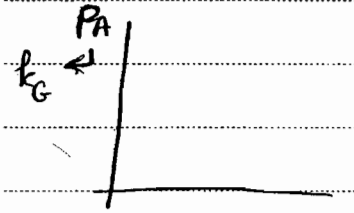
* شکل کلی منحنی تعیین می‌کند فقط اعداد روی آن در چه جزئی ضرب یا تقسیم می‌شوند.

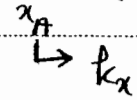
$C_A - C_A$ یعنی $y - x$ یعنی

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

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

$$K_L = m''' K_C \quad \text{تبدیل} \to \quad (K_x = m''' K_y)$$





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

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

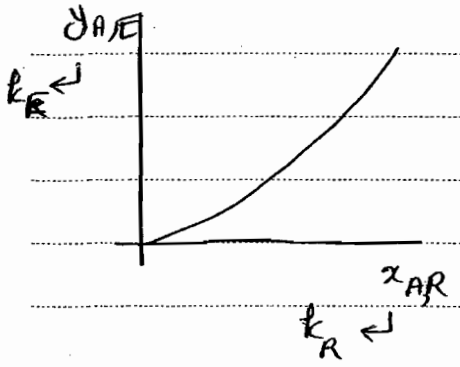
$$K_x = m'' K_G$$

P4PCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year . Month . Date . ( )

فرض کنیم گاز-مایع نباشد و E و R باشد:



$$\frac{1}{K_E} = \frac{1}{k_E} + \frac{m'}{k_R}$$

$$\frac{1}{K_R} = \frac{1}{k_R} + \frac{1}{m'' k_E}$$

$$K_R = m'' K_E$$

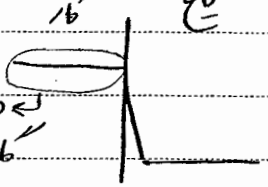
آیا می‌توان سیستم دوفازی را در مقابل یک فاز دید؟

بلی. مثلاً گاهی گفته می‌شود که مقاومت فاز continuous صرف نظر شده است و باید یک کسر 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 دوفیلمی:

در حالتی که مقاومت سیستم گاز نادیده گرفته شده است

!!!

* جدیدتر در P.195 هم است.

Jozvebama.ir

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 "فاز" است.

* اگر $y = 101/2x$ باشد، آیا کل مقاومت در سیستم فاز است یا خیر. باید شرط $k_x = k_y$ هم بررسی شود. این مطلب در مثال ۴ صفحه ۱۹۸ 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 $\left[k_x = k_y \text{ و } m'' \gg\right] \Rightarrow$

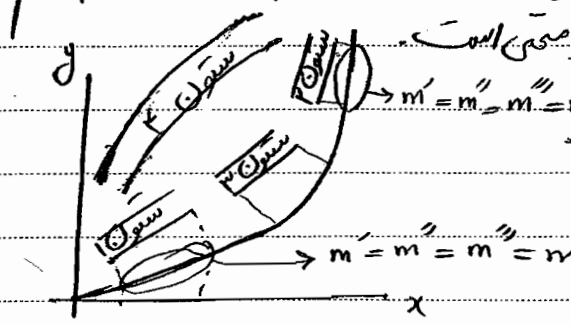
کل مقاومت در فاز مایع است.

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 نام سختی تعادل نیاز نداریم و ستون مط در بعضی 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.

"فاز ستون ۳ را داریم و می‌توانیم اظهار نظری کنیم"

Jozvebama.ir

Subject:
Year . Month . Date . ( )

در مثال ۴ $k_x = k_y$ است و جنس هم با هم اختلاف دارند با این حال $m \gg$ 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

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

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

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

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

(۰/۴٪ جزء مولی ۱۰۰ است.)

$y_{AG} = 0.01$

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

۰/۲	۰/۳	$\omega_{AL} = 0.4$	۰/۵
۲۹	۴۶		۸۳
		$y_{AG} = 76$	

در این جا x_{AL} و y_{AG} هردو درصد جا قرار گرفته است.

لی منحنی عملیاتی باید در این محدوده رسم شود.

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.

P_A

$K_L = m'' K_G$

C_A

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date .

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

C_A	
P_A	

$$C_A = C x_A$$

خواهیم داشت $m' = m'' = m''' = m$.

* بدون توجه به صحبت های استاد :

$$K_G \rightarrow K_y \rightarrow K_L \rightarrow K_x$$

باید رابطه های روبه رو را اثبات کنیم :

* 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 x_A^* است .

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

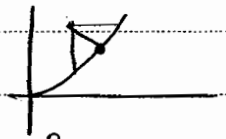
$$\boxed{k_x = k_l C}$$

PAPCO

Jozvebama.ir

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 معادل های انتقال جرم در گاز و مایع ؟ Z_G ، Z_L = ؟

$$F = \frac{DC}{Z}$$ (فصل دوم)

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

مایعات: $\frac{\rho}{M}$

طریقه ی بیان سوال قسمت د)

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

اگر Z_L کوچک باشد یعنی متلاطم است.

در صورت ۲۰۱ : $Z_L = 0.008\,mm$

$\rightarrow$ یعنی کوچک است پس فیلم مایع متلاطم است ①

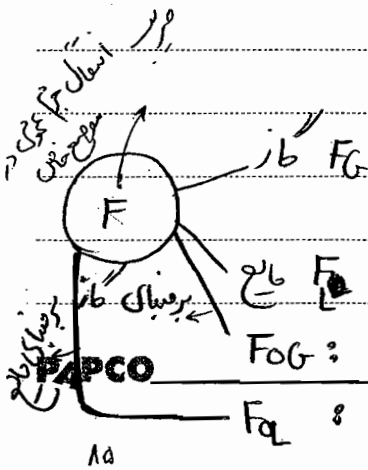
متلاطم است $\leftarrow$ فیلم مایع یا متلاطم است

یا سرعت حرکت سیال پایین زیاد باشد یعنی زیان عبور کمی داشته باشد. (ممکن است D زیاد یا یعنی دیفوزیویتی زیاد باشد) ②

$Z_G = 5\,mm$

* با این که Z_L و Z_G هر دو با هم مقاومت 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.

overal ↑

ضریب انتقال جرم حالت عمومی در موضع خاص کلی برمبنای فاز گاز $\rightarrow$ G / O

ضریب انتقال جرم حالت عمومی در موضع خاص کلی برمبنای فاز مایع $\rightarrow$ L / O

۱۸

Jozvebama.ir

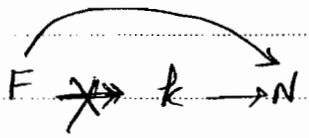
Subject:
Year. Month. Date.

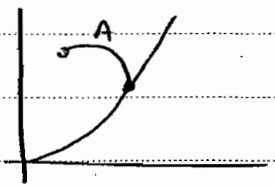
گاهی نمی‌توان از طریق رویه رو N را بدست آورد:

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

رسم

ولی گاهی نمی‌توان خط عملیاتی رسم کرد، پس:





اصولاً روش صحیح F است.

حالا منحنی A چه جوری بدست می‌آید؟

به رابطی ۵-۲ در صفحه ۳۵ توجه کن.

(۵-۴۱) گاز

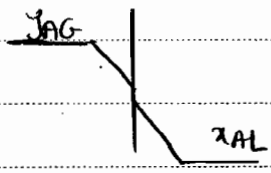
(۵-۴۲) مایع

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

غلظت جایی که کم است. انتقال جرم از گاز به: $y_A^* = \frac{C_{A2}}{C}$ کم

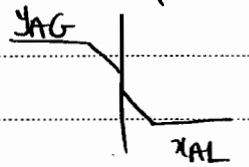
مایع صورت می‌گیرد.

در رابطی (۵-۴۳)



غلظت جایی که زیاد است: $y_{AG} = \frac{C_{A1}}{C}$ زیاد

غلظت جایی که کم است. $x_{AL} = \frac{C_{A2}}{C}$ کم (۵-۴۴)



غلظت جایی که زیاد است. $x_A^* = \frac{C_{A1}}{C}$ زیاد

این روابط مهم است حفظ باشی.

Jozvebama.ir

Subject:
Year . Month . Date . ( )

حل مسئله ۸۷ و ۸۸ ، ۸۱

F_L ، F_G ، F_{OG} ، F_{OL} . 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 بازهم جمع بیان

گاز ← (۵-۴۱) مایع ← (۵-۴۲)

اگر خواهیم همان طور که ضریب کلی انتقال جرم بنی 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)

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

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

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

$\Rightarrow$ شیب خط عملیاتی $\Rightarrow$ رابطه‌ی ۵-۴۵ : معنی عملیاتی شیب خط

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

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

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

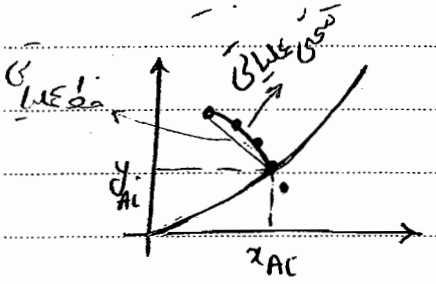
به مثال ۵ توجه کن :

خط سوم : آبانیز گاز و مایع ← یعنی توده‌ی گاز و مایع داریم . y_{AG} یعنی x_{AL} ،

$$\begin{cases} y_{AG}=\%A \\ x_{AL}=\%۵۵ \end{cases}$$

برای رسم منحنی عملیاتی :

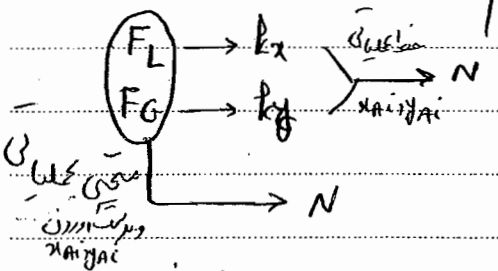
حداقل ۲ نقطه می خواهیم ، ۳ نقطه کم است که اگر از این ۲ نقطه ، یک نقطه بیرون منحنی باشد خطا است .



حال چرا این کار را می کنیم ؟

ممکن است F_L و F_G را داشته باشیم ،

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



برای رسم خط عملیاتی حتماً باید k_x و k_y را داشته باشیم ،

یکی از k_x و k_y بدست نیامد با منحنی تعادلی رسم کنیم .

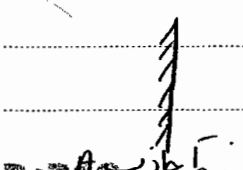
رابطه‌ی بین F_{OG} ، F_{OL} درست مثل رابطه‌ی بین K_y ، K_x است ولی خیلی پیچیده است .

خط در دو حالت خاص این رابطه بسیار ساده می شود .

(p. 204)

حالت خاص ۱ - $\sum_{i=A}^{n} N_i z = N_A$

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



PAPCO

Jozvebama.ir

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 نظر این اتفاق می‌افتد. یا در حالت دوجزئی: $N_A = -N_B$

رابطه‌ی ۴۶-۵ و ۴۶-۵ .

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

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m'}{k_x} \longrightarrow \text{مثل } 48\text{-}5$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m'' k_y} \longrightarrow \text{مثل } 49\text{-}5$$

چون در این حالت خاص که $\sum N_{iz} = 0$ است، bulk حذف شده و انتقال جرم مقاومتر 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)

$(5\text{-}18) \longrightarrow$ اگر سیستم بدون bulk باشد : $F_G = k'_y$

$(5\text{-}19) \longrightarrow$ " : $F_L = k'_x$

حالا اگر حرکت باسیم و bulk هم نداشته باشیم : $x_{B,M} \to 1$ (از 0.06 بالاتر) ، $P_{B,M} \to P_t$ (از 0.06 بالاتر) ⇒ [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

صر ۴۲۵ رانکین: حرکت حدود ۱٪ دیفیوژن است.

(۲) } باید انتقال جرم

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

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

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

۱۹ P4PCO

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

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date.

اما در امتحان نباید این کار را بکنیم و باید دقیق حل کنیم. مثلاً مثال ۱۰ فصل ۶ فوق العاده دقیق است (UF۶ داریم) و در مورد UF۶ حتی مقدار خیلی کم آن هم غلیظ است. ولی در مورد ستانین این طور نیست. اما اگر در یک مسأله واقعی تشخیص دادیم خیلی رقیق است با حدرقت آن را حل می‌کنیم (UF۶ هیچ گاه در حد رقت نیست.)

مثال ۵:

توضیح جلسه‌ی داخل پرانتز: می‌توان محلول دایع را رقیق از آب دریا فرض نمود. [در این باید اسیم حل حالة عمر عمان بود] چرا؟

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

$y_{AG} = 0.8$

$x_{AL} = 0.05$

$x_{Ai} = ?$

در واقع باید متوسط کمتر از ۶ باشد تا رقیق باشد.

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

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

اگر سه 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.

ستون پاشنده

ورود آب به هوا اتفاق نیفتد.

هوا + بخار آب

ستون پاشنده

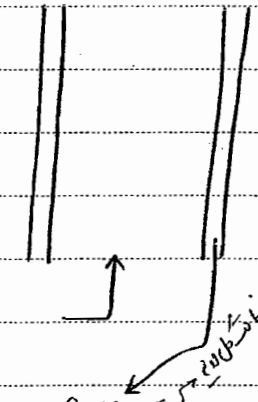
(مثال ۱۱ فصل ۶).

یکوری: دیگر طرح سؤال قسمت ب:

آیا جریان مایع متلاطم است؟ آیا جریان گاز نسبت به مایع متلاطم است؟

Jozvebama.ir

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.

$$Re = \frac{\rho u L}{\mu}$$

$$Re = \frac{\rho_e V_e \delta}{\mu_e}$$

صفحه‌ی تخت

< 1100 آرام

> 1500 متلاطم

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 قسمت الف برگردیم:

$$Sh_G = \frac{F_G d}{CD}$$

$d_i = -2\delta$: هر است

t°

$\frac{P_t}{RT}$ ← D_{NH_3-air} (البته بهتر بود D_{Am} را برای داشتم) ← فصل دوم

در این جا فرض بر این است که مقاومت لم است.

اکنون انتقال جرم آمونیاک از بین هوا و آمونیاک صورت می‌گیرد.

B هوا

A آمونیاک

گاز

آب (از تبخیر صرف نظر کردیم) در حد اکثر 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 جزء سیم اما آمونیاک زیاد است.

حالا چون سیستم غلیظ است و $P_{B,M}$ را هم نداریم، متوجه می‌شویم در می‌توان مستقیماً از F_G به k_y رسید ⇐ نیاز به **تصحیح** عملیاتی داریم.

Jozvebama.ir

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 ← $x_{B,M} \to 1$ (صورت سؤال در این مورد نگفته بود)

آب (مایع حلال)

$$k_L \times \frac{f}{M} = F_L \qquad \left(C = \frac{f}{M}\right)$$

$$\left(\frac{1-y_A}{1-y_{AG}}\right) = \left(\frac{1-x_{AL}}{1-x_A}\right)^{F_L/F_G}$$

$y_{AG} \to 0$ ، $x_{AL} \to 0.05$

$N_C = 0 \quad , \quad N_A \neq 0$

در صفحه ۲۰۵: توضیحات حل را بنی رقیق کوان.

در صفحه ۲۰۶: منحنی عملیاتی اگر فقط جزء A تبادل کند: $\frac{N_A}{\sum N} = 1 \quad , \quad \sum N = N_A$

← توضیحات خیلی مهم است.

$0.2 \to 0.1759$

$x_{Ai} = 0.274$

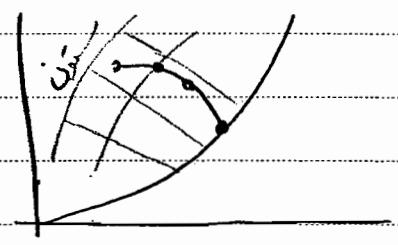
$x_{AL} = 0.005$

در نتیجه فرض رقیق بودن: $\text{متوسط} = \frac{x_{Ai} + x_{AL}}{2} \simeq 0.16$

میلیم مایع غلط است.

اگر فاز مایع را رقیق فرض نکنیم، چه جوری حل می‌شد؟ باید از طریق حدس و خطای x_{AL} حل می‌کردیم. ($x_{B,M}$ بدست می‌آید و F_L بدست می‌آید و با حل x_{Ai} بدست می‌آید و آن‌قدر تکرار می‌کنیم تا x_{AL}ها باهم برابر شود)

مثلاً برای ۴ بعضی ستون بدست می‌آوریم.



برای حل ستون‌ها به صفحه ۴۹۶ نگاه کن.

منحنی عملیاتی واحد: حال ستون است.

سؤال: ممکن است در امتحان مایع ـ مایع را بخواهد.
ارتفاعی از ستون که بتوانیم جرم سطحی انجام دهیم.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$k_L x_{B,M} = F_L$

اگر ثابت نبود:
① حدس x_{Ai}
② برابر آوردن $x_{B,M}$ ③ برابر F_L ④ برابر x_{Ai}
⑤ مقایسه‌ی x_{Ai} برابر آمده با x_{Ai} حدس زده شده.
⑥ این قدر تکرار کن تا x_{Ai} ها مساوی شوند.

$\frac{1-y_{Ai}}{1-y_{AG}} = \left(\frac{1-x_{AL}}{1-x_{Ai}}\right)^{F_L/F_G}$ ⑦ ← برابر x_{Ai}

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 برابر آوردن N برای برابر آوردن ارتفاع استفاده کردیم.
در فصل 3 ، Z ، D را داشتیم.

در فصل 6: هدف دست یابی به K و F است، تا آن را در فصل 5 استفاده کنیم.
از F و K می‌توان در یک 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 باید خوب تئوری داشته باشد.

سؤال استادی امکان

$Sh = f(Re, Sc)$

PqPCO $Nu = f(Re, Pr)$

Jozvebama.ir

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 بخوانند.
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 روابط تجربی) در مبحث تئوری‌ها فقط ۲ تا تئوری را توضیح می‌دهد و می‌خواهد.

تلفیق مثال‌ها بسیار مهم است!

PqPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

کپی سوال از جامع دکتری می‌دهد.

جنسی ۸۷/۸/۲۴

آرام و متلاطم:

تقسیم بندی مسائل جریان:

۱- در مسائل پایدار z را به عنوان متغیر در نظر می‌گیرند.

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 مثل آب و دیگری متلاطم باشد.

در جریان آرام و متلاطم همواره با z مستقل داریم و این z در F یا 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 فصلهای کاربردی (P-216 - P-217 - P-218) بدست آورده است.

اثبات لازم نیست. تجمع جرم = جرم تولید یا حذف + جرم خروجی - جرم ورودی

P.218:

رابطه‌ی (۶-۱۸) مهم است و باید بلد باشیم: قانون دوم نیوتن

اگر دانش شیمیایی و حرکت توده‌ای نداشته باشیم: (۶-۱۹) ⇐ قانون دوم فیک.

قانون دوم فیک را معادل انتقال جرم در جامدات در نظر می‌گیرند.

اگر پدیده رطوبت وجود در فضای کروی جامد می‌خواهد بیرون بیاید ⇐ قانون دوم فیک برقرار است. در واقع این قانون داخل فضای کروی صادق خواهد بود.

آیا در صباب یا ظرف کروی صادق است؟ خیر به علت حرکت توده‌ای در صباب یا فضای کروی قانون دوم فیک کاملاً صادق نمی‌باشد.

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

قانون دوم فیک به ترتیب در کدام صحیح تر است؟ ۱) جامد ۲) عطره کروی (مایع) ۳) حباب و گاز)

هرچه قدر دسلوزر کم باشد، چرخشهای زیاد تری انجام شده و قانون دوم فیک صحیح تر است.

آیا قانون دوم فیک برای تخصصات کارترین 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 بوسینسگ را می نویسم 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 (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 نویسم و به رابطه ی تئوری می رسیم و این رابطه ی تئوری را با روابط بدست آمده مقایسه کرده و اشتباهات را بررسی می کنیم.

معادله بوسینسگ ساده و ساده تر شده → B.C I.C → $C_A = C_A(\dots)$ → $\bar{C_A}$ → فلاکس N

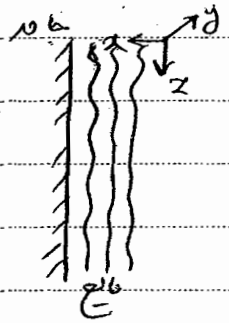
ضریب انتقال جرم ← معادله سرعت ← رابطه تئوری

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

انتقال جرم در سیستم جامد در حال ریزش:

انتقال جرم از جامد 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 (۱۸-۹) 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. (اصطکاک دیواره گاز و جامد)

اگر طبیعت 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)

$$(18-9) \Rightarrow u_x \frac{\partial c_A}{\partial x} + u_z \frac{\partial c_A}{\partial z} = D\left(\frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_A}{\partial z^2}\right) \quad (I)$$

$u_x \frac{\partial c_A}{\partial x}$: bulk (x) — $D\left(\frac{\partial^2 c_A}{\partial x^2}\right)$: نفوذ (x)

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.

(ساده‌سازی کردیم.)

p. 223 کتاب

$z=0$	$x=x$	$c_A = c_{A0}$
$z=z$	$x=0$	$c_A = c_{Ai}$: غلظت در سطح مشترک
$z=z$	$x=\delta$	$\frac{\partial c_A}{\partial x}\Big\|_{x=\delta} = 0$

برای حل (I) نیاز به ۳ شرط مرزی داریم.

اگر بخواهیم بدون ساده‌سازی حل کنیم به ص ۲۴۰ رابطه‌ی (۹۷-۶) می‌رسیم.

(۹۷-۶) حل رابطه‌ی (۹۰-۶) در ص ۲۳۹ است.

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date .

در p.220 : روش تقریبی با حل تقریبی ✓ رابطه‌ی (۶-۹۰) به رابطه‌ی (۶-۱۱۰)

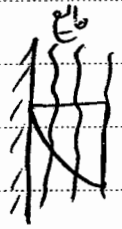
در صفحه ۲۴۰ می‌رسیم.

رابطه‌ی (۶-۹۷) را با رابطه‌ی (۶-۱۱۰) مقایسه کن. (هردو حل رابطه‌ی (۶-۹۰) است:)

↓ بدون ساده‌سازی ↓ با ساده‌سازی

• رابطه‌ی (I) را داریم اگر سرعت حرکت مایع به سمت پایین خیلی زیاد باشد و تونز خیلی کم باشد، احتمالاً فقط در لبه انتقال جرم خواهیم داشت.

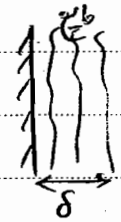
$$u_z \frac{\partial C_A}{\partial z} = D \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2}$$



• 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 ⇐ تونز صورت نمی‌گیرد.

↑ ؟

Jozvebama.ir

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) جابجایی اجباری بدون تعادل
ب) تماس گاز و

در سیال ساکن چون اغلب ضخامت لایه ی ساکن همان ضخامت لایه ی انتقال جرم است در دستیابی به ضرایب انتقال جرم جنبی 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 چندان موفق نبوده.

۱) تئوری ها
۲) تماس جرم و حرارت
۳) روابط تجربی جرم.

از ص ۲۴۸: تئوری ها ۲ نوع دارد: ۱) تماس سیال - جامد ۲) تماس سیال - سیال

بسیاری از واحدهای عملیاتی در حین ۲ نوع تماس کار می کنند. (تقسیم بندی فصل اول)
تئوری ها مربوط به انتقال جرم درون جامد است. یعنی در سیال - جامد فقط مربوط به انتقال جرم در سیال است.
انتقال جرم در جامد اغلب در شرایط غیر ماندگار است.

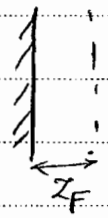
تئوری های سیال - جامد:
تئوری فیلم: در لایه ی چسبیده به جامد یک فیلم نازک سیال (گاز یا مایع) تشکیل می شود.

Jozvebama.ir

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 : $J_{Az} = \frac{D}{Z_F}(C_{A1} - C_{A2})$: انتقال جرم مولکولی در اثر نفوذ

$N_{Az} = \frac{N_{Az}}{\sum N_i} \frac{DC}{Z_F} \ln \dots$

در جایی که مولکول در فیلم نفوذ دارد : $J_{Az} = \frac{D}{Z_F}(C_{A1} - C_{A2}) = k_c (C_{A1} - C_{A2})$ ∴ $k_c \propto D$

ضریب انتقال جرم بصورت تابعی از D است.

در جایی که bulk در فیلم نفوذ دارد : $N_{Az} = \frac{N_{Az}}{\sum N_i} \frac{DC}{Z_F} \ln \dots$ ∴ $k_c \propto D$

نتیجه :

تئوری فیلمی نشان دهنده ی این است که $k_c \propto D$ (یا $k_c \propto D^{0.5}$ نیز) 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 زمانی $n = 0$ است؛ زمانی که اصلاً نفوذ مولکولی ندارد. هرگاه انتقال جرم در اثر واکنش شیمیایی باشد : در این حالت k_c اصلاً با D نمی تواند رابطه نداشته باشد و فقط تابع سرعت واکنش باشد.

ما مهندسان (مارو میگیم) می توانیم ۰.۹ را در تئوری لحاظ کنیم.

تئوری های سیال - سیال (غیر مثل امتزاج)

* ۱) تئوری دوفیلمی (Lewis - whitman)
* ۲) تئوری نفوذ عمقی (Higbie - سطح)

PAPCO

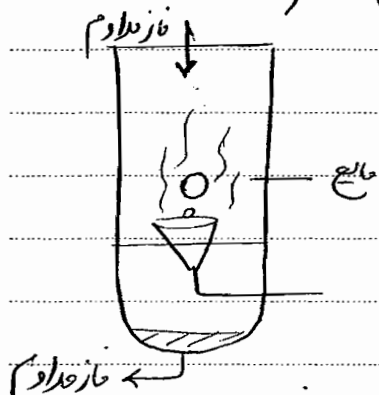
Jozvebama.ir

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 فیلم یعنی کار ما بیشتر ایراد دارد.
اول تئوری نفوذ عمقی در p.250 و p.251 مطالعه شود.

تئوری نفوذ عمقی:
اشکال دوفیلمی از نظر Higbie ، تئوری فیلمی هیدرودینامیکی صادق 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 یک spray ستون قرار دارد.) یعنی تماس حباب با فاز مایع مداوم برقرار گرفته شده است و اطراف حباب مملو از مایع است یعنی اری ها وجود دارد. (اصلاً حالت steady نسبت به حالت قانون دوم فیک صادق است ← ایراد دوم)



ایراد خودنوابی تئوری نفوذ عمقی:
از کجا معلوم که این اری ها (مثلاً اری تاره پنک در p.251) کل مقطع را طی کند. از کجا 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 : $n \rightarrow 1$ (تقریباً یک)

قطره‌ی تولوئن به علت کشش سطحی بالا در آب زمین خوردن نمی‌شکند ولی بوتانول زودی می‌شکند.
عادت دارم بشکند ولی نه خیلی زیاد. چون با شکستن سطح تماس افزایش می‌یابد ← مراجعه به صفحه‌ی ۲۵۴ ، تئوری کشش سطحی؛ این تئوری نشان می‌دهد که ستون را با چه دوری بچرخانیم. اگر خیلی بشکند 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.

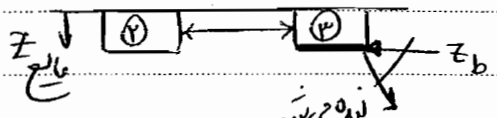
Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

توضیح تقریبی:

لایه‌ی مایع

گاز



لایه می‌شود.

فرض بر این است که به علت تلاطم بالا غلظت جزء A در تمام نقاط لایه‌ی مایع C_{A_0} 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 می‌گوید 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 تماس گاز و مایع (غلظت روی سطح)

$z=\infty$

B.C 2: $C_A(\infty, \theta) = C_{A_0}$: انتقال جرم دارد صورت جریان مولی هرگز به سطح انتهایی نمی‌رسد. (انگار z_b در ∞ قرار گرفته است.)

اگر مقدار انتقال جرم زیاد، تغذیه‌ی گاز در مایع، سرعت حرکت مایع به علت بالا زیاد و حباب کوچک باشد می‌تواند به سطح انتهایی برسد، وقتی تماس زیاد باشد و $C_A(0,\theta) \neq C_A^*$

ولی Higbie می‌گوید با توجه به این که تغذیه بسیار کند است، z_b آن قدر بزرگ است که هرگز نمی‌رسد و این z_b چرا می‌تواند بسیار بزرگ (∞) فرض کرد. جذب‌سازی (مثلاً A) به آب

شرط اولیه: $C_A(z, 0) = C_{A_0}$

حل این معادلات به $k_{L,av} = 2\left(\frac{D_{AB}}{\pi\theta}\right)^{1/2}$ می‌رسد.

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

زمان تماس = $\frac{\pi D}{2}$ ... V_t = terminal

به صورت ۲ar۲ برو: کلیه‌ی 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

N_{Aav}: شار انتقال جرم در طول زمان θ که در هر لحظه ثابت و یکسان در نظر گرفته شده

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 $0.5 \le n \le 0.8-0.9$ است ولی تئوری دوملی 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 می‌آید 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

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

شرایط: (صفحه ۲۵۸)

الف) شرایط جریان و شکل هندسی مناسب باشد.

مثلاً اگر در جریان Re در منطقه متلاطم باشد باید در جرم هم در منطقه متلاطم باشد.

کره‌ای را در نظر بگیرید که انتقال حرارت 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.

حرارت: کره ساکن، جریان متحرک
جرم: کره متحرک، جریان ساکن

ب) بسیاری از اطلاعات و نتایج انتقال حرارت برای موقعیت‌هایی است که انتقال جرم وجود ندارد.
اصولاً حرارت 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 حرارت عیناً شبیه هم هستند. (شکل ص ۲۵۸)

به ص ۲۳۹ برو: بین چه قدر روابط شبیه هم است. (یعنی در جرم به جای T در حرارت، C_A بذار:)

$\varepsilon_D = \varepsilon_q$.

روش قیاس:

الف) به رابطه حرارت نگاه کن. اگر رابطه حرارت فقط شامل اعداد بدون بعد باشد، ایراد بدون بعد مشابه را جایگزین کن.
جرم

Jozvebama.ir

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 ؟
* چگونه: 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 بیشتر از جرم است.

چگونه؟:
اگر رابطه ی حرارت یا جرم فقط شامل اعداد بدون بعد باشد (مثل مثال ۶ در ص ۲۶۱)

مثال ۶:
عدد ۰/۴۳ و ۵۴۲/۰ هم بدون بعد است.

اما گاهی رابطه ی ما فقط شامل اعداد بدون بعد نیست (مثل مثال ۸ در ص ۲۶۸)

البته گاه می توان سمت چپ و راست معادله را جوری ادغام کرد که به اعداد بدون بعد برسیم.

پس اگر رابطه ی ما فقط شامل اعداد بدون بعد یا قابل تبدیل به اعداد بدون بعد بود از روش اعداد بدون بعد مشابه استفاده می کنیم.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

الف) اعداد بدون بعد شاپه:

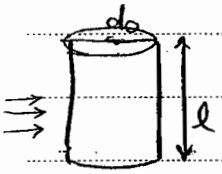
روش کار: جایگزینی اعداد بدون بعد شاپه ⇐ رابطه‌ی حرارت به جرم یا جرم به حرارت تبدیل می‌شود ⇐ F_L یا F_G یا kها به دست می‌آید ⇐ طبق مثال فصل ۵ حل می‌کنیم.

* اعداد بدون بعد شاپه در پدیده‌ی جرم و حرارت در صفحه ۲۶۰ آمده است که حتماً باید جدول ۶-۲ را بلد باشیم:

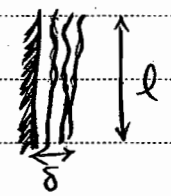
① $\frac{C_A - C_{A1}}{C_{A2} - C_{A1}}$: اگر به جای C_{A2} ما C_A^* را در مخرج در واقع $C_A^* - C_{A1}$ حداکثر انتقال جرم ممکن را نشان می‌دهد و $C_A - C_{A1}$ انتقال جرم صورت گرفته را نشان می‌دهد ⇐

$$\text{راندمان} = \frac{C_A - C_{A1}}{C_A^* - C_{A1}}$$

② Re: L طول مشخصه است که توضیح آن در آخر صفحه‌ی ۲۵۹ آمده است (نه کلمه‌ی معمولاً وقت کن!)



عملاً در حرکت سیال عبور از استوانه گاه $L = d_p$ 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 / ← conductivity

④ Gr_D : ρ, μ : ویسکوزیته و دانسیته‌ی لایه

① و ② : اختلاف جزء : $\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2$

⑤ U: سرعت (حاصل تقسیم دبی حجمی بر سطح مقطع)

L: طول مشخصه

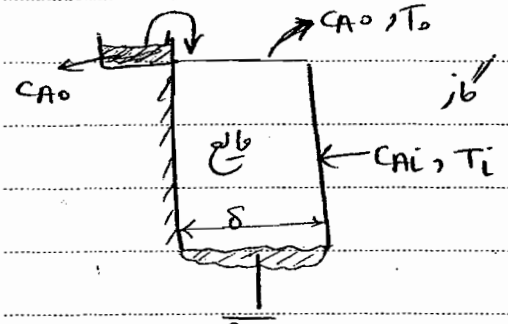
Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

⑦ تانکور متانین کالرن = تانکول

مثال ۵ : راندمان انتقال جرم را خودت بدست بیاور.

روش کار : سمت چپ رانگاه می‌کنم 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 مرحله نیست)

اگر بدون بعد بود یعنی می‌تواند قالب اعداد بدون بعد را ایجاد کند.

می‌بینم که η بدون بعد است.

هندسه سیستم : $\frac{L}{\delta}$ هندسه سیستم هواره می‌تواند تبدیل 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 مشابه 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 $\frac{C_{Ai} - \overline{C_{AL}}}{C_{Ai} - C_{A0}} = 1$

$C_{Ai} = C_A^*$

نسبت بردار

Jozvebama.ir

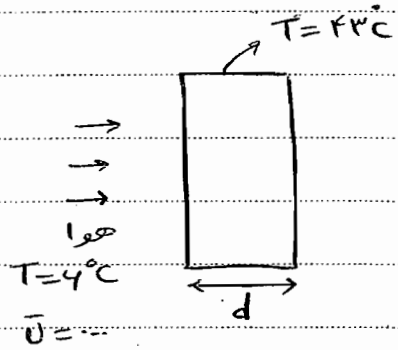
Subject:
Year. Month. Date. ( )

مثال ۶:

سیلندر استوانه‌ای شکل داریم: [درمیان جرم و حرارت در سطوح واقعی خطا بالایی تا حدی از اثر اضافی 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 ← مخلوط داخوف الاده از UF_6 غلیظ شده است و فرضیات در حد رفت کاملاً غلط است.



اول باید رابطه‌ی حرارت را به جرم تبدیل کنیم:

$$Nu_{av} = 0.43 + 0.532\, Re^{0.5}\, Pr^{0.31}$$

یعنی عدد ناسلت

در مواقع مختلف کاملاً تغییر می‌کند و در بالا و پایین و به خصوص جلو و عقب با هم متفاوت است.

صحبت‌ها به اسالجرم

یعنی δ در همه جا یکسان است: $Nu_{ave} \rightarrow Sh_{ave} \rightarrow Fav$

که بسیار این طور نیست و ما سه 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 انتقال جرم خیلی کم است از همین رابطه استفاده می‌کنیم و نیازی به تبدیل به ضخامت استوانه‌ای نداریم (البته در ادامه باید اربعالت را تائید کنی)

مرز ② مرز ①

استوانه UF_6

$N_B = 0$: هوا به UF_6 نمی‌چسبد (هوا جذب UF_6 نمی‌شود.)

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در این سؤال فرض می‌کنیم استوانه‌ای داریم که هوا داره از رویش 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. (نگرشود)

[$a = \frac{m^2}{m^3}$ سطح در دسترس به ازای واحد حجم]

ادامه حل مثال ۶: تنها مشکل ما در خصوصیات فیزیکی است. می‌دانیم بازدهت زمان dl در حال تغیر است. ($Sh_{av} = \frac{Fd}{C \cdot D}$) که تغیرات d بازدهت زمان در قسمت ج توضیح داده شده است.

بقای خصوصیات فیزیکی، خصوصیات فیزیکی ثابت است. (نگرشود)

مرز ① و مرز ② در صـ ۴۶۱ تشکیل شده است.

مرز ② را هوای خالص در نظر گرفتیم: یعنی فرض شده که N_{F_2} به خوبی 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 { ⇒ ثابت ⇒ خصوصیات فیزیکی ⇒ $\frac{Re}{Sc}$ ⇒ Sh → F → N
② {

می‌تواند سؤال بصورت دو لایه‌ای مایع و گاز (مثل فصل ۵) باشد (F_{L_2} باشد باشیم) و سختی عملیاتی را از ما بخواهد. (سختی عملیاتی در صـ ۲۰۳) F_G و F_L می‌خواهیم.

* در قسمت ج، F را بصورت تابعی از d در آورده است. آیا ثابت F برحسب d قابل توجیه است؟ توضیح دهید. (نگرشود)

Jozvebama.ir

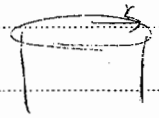
Subject:
Year. Month. Date. ( )

چرا از Save 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 نیز صحیح است.

دو تا سوال جدید در مورد مثال ۶:

الف) وقتی سطح انتقال جرم متغیر است، یعنی از Save استفاده نمی‌کنیم.
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 ص ۲۶۳ توجه کن.)
مسائل این فصل بسیار مهم و جالب و پرکاربرد است.

ب) مکانیزم کاپیتزا:

کار تجربی
شرود ـ لیلیلند: حرکت گاز درون لوله و مایع در حال ریزش ←
گاز Sh
کار تجربی
شرود ـ لیستون: حرکت مایع درون لوله و دیواره جامد قابل حل در مایع
مایع Sh →

این دو تا کار تجربی جرم را انجام دادند

پراندل کار تجربی حرارت انتقال حرارت به سیال داخل لوله.

رابطه‌ای که شرود ـ لیلیلند برای گازها دادند، $Sh_{گازها}$ است در ص ۲۶۴.

" " شرود ـ لیستون " 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 حدوده‌ی Sc هم برای گازو هم برای مایعات

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

کارتجی برابل حال رابطه (۶-۱۳۰) است.
کلبرن فقط (۶-۱۳۰) را مرتب کرده است (۶-۱۳۱)

f: friction factor $= \psi(Re) =$ Re تابع

$j_H = b Re^n$ ← از طرفی f تابعی توانی از Re است

پس قیاس کلبرن رابطه (۶-۱۳۴) است.

ص۲۶۴ و ص۲۶۵ بیاریم ← بخوان.

یعنی shaw در ص۲۶۵ حال جزری است که در ص۲۶۴ توسط شروود-گیلیلند-لیستون به دست آمده بود.

Jozvebama.ir

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 تا فصل تستم را خودمان می خوانیم.

تابع کلبرن: $h = f(\ )$ حتماً بصورت power function

$\rightarrow h \rightarrow J_H \Longrightarrow J_H(Re) = bRe^n$

(این استقال تابع کلبرن 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: بسیار.

خودمان می توانیم این کار را در قالب حرارت هم انجام دهیم.

در این جا Geometry خوب شده است (یعنی برای مسئله ناصحن داریم حل می کنیم). درست است Geometry خوب شده است ولی می توان scale down یا scale up کرد. (یعنی اندازه را می توان تا بی نهایت کرد)

H_2
$T = 38^\circ C$
$p = 1\ atm$
$u = 10\ m/s$

$h = 21.3 (\rho u)^{0.6}$

[در پایان ترم ۳ تا مسأله ی سخت خواهیم داشت.]

تابع کلبرن: فصل ۱۳، ۵ و ۶ و ۷ و ۸

H_2
$T = 38^\circ C$
$p = 1\ atm$
$u = 10\ m/s$

A: رطوبت
B: هیدروژن

هوا → حرارت

می دانیم ضخامت لایه ی انتقال جرم به علت $u = 10\ m/s$ کم است.

لذا می توانیم از ۲-۳ استفاده کنیم یعنی forced convection داریم و مقاومت سمت هیدروژن صفر می شود. ($Nu = 0$)

P4PCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$\Rightarrow N_A = F_G \ln \frac{1-y_{A2}}{1-y_{A1}}$ جریان هیدروژن بصورت جداکن است

مرز ① تعیین می‌شود.

$y_{A2}=0$ ، $y_{A1}=y_A^*=$ غلظت در حد اشباع

$y_A^* = \frac{P^*}{P_t} = 0.064$: از همین جا باید تصمیم گیری کنیم آیا سیستم 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 دارم: نیاز به قیاس جرم و حرارت دارم. چون رابطه‌ی اصلی بصورت بدون بعد بیان است پس باید از قیاس کلبرن استفاده کنم پس باید ابتدا به j_H برسم و بعد j_H را بصورت تابعی توانی از Re بنویسم.

$j_H = St_H Pr^{2/3} = \frac{h}{c_p u \rho} Pr^{2/3}$ به جدول صـ۲۶۰ برو.

$\Rightarrow h = \frac{\rho u c_p}{Pr^{2/3}} (j_H)$ $f(Re^n) = bRe^n$ $\Rightarrow h = \frac{\rho c_p u}{Pr^{2/3}} bRe^n$ ساده‌ی $\Rightarrow$ بعدی

← در قیاس کلبرن همیشه j_H را بصورت bRe^n بنویس. گری $h = 21.3(\rho u)^{0.6}$

$\left.\begin{matrix} \frac{\rho c_p u}{Pr^{2/3}} bRe^n = 21.3(\rho u)^{0.6} \\ Re = \frac{\rho u L}{\mu} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{\rho c_p u}{Pr^{2/3}} b\left(\frac{\rho u L}{\mu}\right)^n = 21.3(\rho u)^{0.6}$

چون می‌خواهم همه‌جان L را داشته باشم

$\Rightarrow 1+n=0.6 \Rightarrow \boxed{n=-0.4}$

از اینجا چون شکل نامشخص است، L حذف می‌شود و فقط مشکلش این است که scale up/down نشده کرد.

$\Rightarrow b = \left(\frac{\mu}{L}\right)^{n=-0.4} Pr^{-2/3} \frac{1}{c_p}$

Jozvebama.ir

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 کلیرن نشات گرفته از حرارت است.)

((در ص ۲۶۸ خصوصیات فیزیکی هوا Hr داده شده است و ما باید از خصوصیات فیزیکی منطقه 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]]

$$j_D = \frac{f}{2} j_H = b Re^{n} = 1.28\, l^{-0.4}\, Re^{-0.4} = 1.28 \left(\frac{\rho u}{\mu}\right)^{-0.4}$$

$$\left.\begin{aligned} j_D &= St_D\, Sc^{2/3} \\ St_D &= \frac{Sh}{Re\, Sc} \end{aligned}\right\} \Rightarrow j_D = \frac{Sh}{Re\, Sc} Sc^{2/3} = 1.28 \left(\frac{\rho u}{\mu}\right)^{-0.4}$$

برویم 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 متوقع.

$$F_G = \frac{CD}{Z_G} \Rightarrow Z_G = 0.6\ mm$$: این فرضیات اولیه صحیح بوده است.

آیا می‌شود: یک طرف استوانه‌ای پر از بستری خشک داریم. چه مدت زمان طول می‌کشد تا بستر خشک شود و هوای خروجی حتی رطوبت خواهد داشت؟

از طریق تجربی بدست می‌آید ← مثل مثال 12 ← رطوبت هوای خروجی بدست می‌آید (با حدس ارتفاع را دارم)

حد اکثر برای $(PA)_{out}$ ← (PA_2) بدست می‌آید. (آب رطوبت) ← جدا کردن آب از بین ذرات بستر

$$m_1 - m_2 = -\frac{dm}{d\theta} \Rightarrow -N_A S M_A\, d\theta = \int_{m_1}^{0} dm$$

(بدون دور بستر استوانه) ← معادله‌ی رطوبت راطوبت

$N_A = k_G (P_{Ai} - P_A)$ ← P_{Ai} در سطح مشترک

$S = \pi \times a$ کل بستر

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

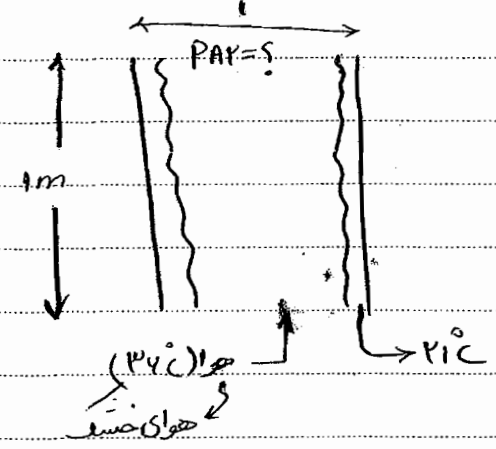
۸۷/۸/۱۲ جلسه ی

مثال ۱۲:

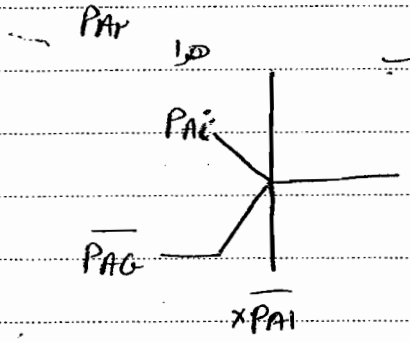
چون اطلاعی در مورد ضخامت نیم دارم، فرض بر این است که ضخامت خیلی کم است.

A: رطوبت

$(\rho u)_{\text{هوا}} = ۲ \frac{kg}{m^۲ s}$

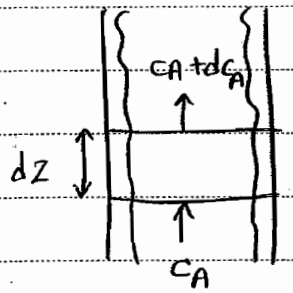


k: ضریب طول دیواره ثابت است (که اگر ثابت فرض نشود با این اطلاعات مسأله غیرقابل حل است.)



تغییرات فشار می تواند به گونه ای باشد که مسأله به صورت دو فازی و با استفاده از منحنی های غلظتی (مثل فصل ۵) حل شود.

المانی 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.

$(C_A + dC_A) \times m_A \times u \times S - C_A m_A u S =$

$\frac{kmol}{m^۳} \times \frac{kg}{kmol} \times \frac{m}{s} \times m^۲ \Big| \frac{kg}{s}$

$\downarrow$

$(N_A) \times S \times m_A$

سطح انتقال جرم (با S فرق دارد) $\leftarrow$

$\frac{kmol}{m^۲ s} m^۲ \times \frac{kg}{kmol} \Big| \frac{kg}{s}$

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$S = \frac{\pi d^2}{4}$ در واقع [اصحابت سلیم] ۲ ولی چون الان صحابت نیستم $d = d_i$ $\Rightarrow d = \bar{d}_i$: 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

$\Rightarrow dC_A \, u \frac{\pi d^2}{4} = k_G (P_{Ai} - \bar{P}_A) \pi d \, dz \Rightarrow$

$\frac{ud}{4} \int_{\bar{P}_{A1}}^{\bar{P}_{A2}} \frac{dC_A}{P_{Ai} - \bar{P}_A} = \int_0^l k_G \, dz$ $\quad (C_A \simeq \bar{C}_A)$

$dC_A = \frac{dP_A}{RT}$

$\bar{P}_{A2}$ ← 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 خط شود ؛

نوع دیگری طرح سوال:

مطلوب است دستیابی به ارتفاع ستون برای اینکه غلظت A در نقطه ورودی ۳ و در نقطه‌ی خروجی به ۹۰٪ حد اشباع برسد (یعنی در بالا رطوبت به حد اوا رسیده شود. $\bar{P}_{A2} = 0.9 P_A^*$ ← که P_A^* با توجه به نوع مواد مشخص می‌شود.)

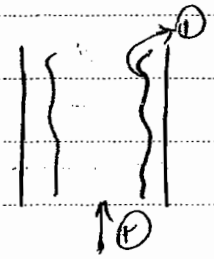
$\bar{u}$ در پایین ستون $= \frac{V}{u}$

در رابطه (*) فقط $\bar{k}_G$ نامشخص است ← به اطلاعات داده شده (ضریب انتقال جرم داخل لوله) می‌رویم.

Jozvebama.ir

Subject:
Year Month Date ( )

حرکت سیال داخل لوله → رابطه 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 دقت 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 سرمت)

$$\rho = \frac{PM}{RT} = 1,145$$

* در آب Sh_d (sc) $^{0.33}$ است ولی حل با استفاده از ۰/۴۴ برای گاز بهتر جواب می‌دهد.
بهتر است از توان ۰/۴۴ استفاده کنیم (میاسن شروود و گیلند).

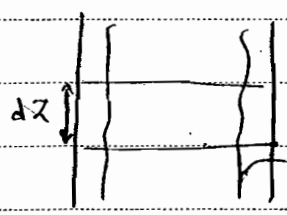
$$F = \frac{DC}{Z} \Rightarrow Z = 0,7 \text{ mm}$$

حال به سراغ بررسی فرض حد دقت می‌رویم.
حتی اگر سیستم غلیظ بود با فرض حد دقت حل کن و آخر سر به این ترتیب زیر چک کن:
ص ۲۸۲.

* [در یک متر ۹۵٪ حد اشباع رسیده ($\frac{1200}{2500} = 0,48$). 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 تغییر زیاد نباشد ⇐ گوییم حد اشباع ۲۵۰۰ است. این مثال نشان داد که در بالا به ۶۰٪ حد اشباع می‌رسیم ⇐ مرز ② را ۶۰٪ مقدار اولیه در نظر بگیر.



$P_{Ai} = ۷۲۰۰۰ = ۶۰٪ (۱۲۰۰۰)$

⇒ وسط = ۸۰۰۰

شرط = ارتفاع حدود یک متر و حد قطر حدود ۲۵ میلی متر.

PqPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* حدس اول جوری است که حتماً باید از P_{Ai} کمتر باشد.

* در مورد مسأله با تبخیر زیاد حل مسأله‌ی 12 در مورد لایه‌ها درست نیست و مزه‌ها را باید توجه به توضیحات صفحه قبل و حدس و خطا حل می‌کنیم. (به Re و ... می‌رسیم و F و k درست می‌آید.) (حدس اول در بالا = 90٪)

سؤال: اگر به جای این ستون، قطر 4cm و ارتفاع 0/5 متر بود، اولین حدس در بالا چه بود؟ نکته: تقریباً این شرایط جدید شروع به حل می‌کردیم و حدس اول را با فرض ثابت ماندن خصوصیات در یکی و حل مسأله ست به مثال 12 برمی‌گشت می‌آوردیم: (با فرض ثابت حل کن و به خودش P_A بده.) $\frac{(P_A)_{\text{خودش}}}{P_{Ai}} = x\%$

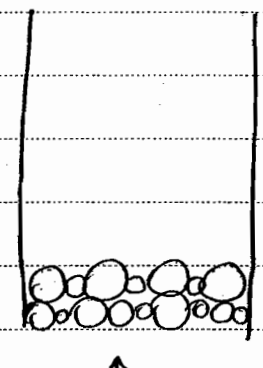
مثال 13 لازم نیست. بقیه‌اش را آخر فصل خودت بخوان. (مثال‌های کره هم خوب است)

مثال 18: ستون پرشده.

ابعاد این مثال خیلی مهم و خوب و با توجه به مسائل تجربی است:

$\frac{\text{قطر حفرات کروی}}{\text{قطر ستون}} \simeq \frac{1}{16}$

اگر از پایین به بالا گاز فضا پر می‌شود و از بالا به پایین می‌رود.



به روابط صفحه 304 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 6، 12 و 18:

این مثال می‌تواند با مثال UF_6 تلفیق شود: (مثال 7 تلفیق UF_6 مثال 12 و مثال 18)

حداقل ارتفاعی لازم است تا در بالا به 90٪ حداشباع برسد؟ (مثال 6 + مثال 12)

نیاز به آن توگیری و رسیدن به رابطه داریم (مثل مثال 12)

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.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

سوال ۵ مثال ۱۸

* داخل ستون از قطرات VF۶ با قطر ۶mm پر شده است هر ارتفاعی از ستون لازم است که هوای خروجی از بالای ستون ۶۰٪ نقطه اشباع رسیده باشد؟
خصوصیات فیزیکی را از ضمائم ۶ و ۱۲ و ۱۸ استخراج کرده و حل می‌کنیم.

ممکن است قطرات هم سایز نباشند.
در یک قطر متوسط در نظر می‌گیریم که مجموع جرم آنها برابر قطر متوسط است.

$$SC = \frac{\mu}{\rho D}$$

$$Re = \frac{\rho u d}{\mu}$$

→ J_D

ادامه حل مثال ۱۸

ممکن است بگوییم در یک ساعت قطر هر یک از قطرات رابطه‌ست با دور و جدول جدید داریم.

① $\begin{cases} x_{A1} \\ x_{B1} \end{cases}$ ② $\begin{cases} x_{A2} \\ x_{B2} \end{cases}$

ادامه‌ی حل مثال ۱۸:
در این مثال فرض شده که p_2 خالص باشد (چون حلالیت طوبز کم است رقیق است) ولی در مثال VF۶ هوا نیز اینطور نیست.

به ابعادت دقت کن، مثلاً اگر $Sc = 0.9$، بر آن اشتباه حل کرده‌ای. (باید Sc در مقیاس جرمان باشد)

* ρ و μ برای گاز است، در لحظه‌ای که قطر = $\frac{1}{8}$ اینچ است، Re حساب می‌شود.
ممکن است در یک مسئله ۲ یا ۳ تا رابطه داشته باشیم، یک بار باید به رابطه و دفعه‌ی دیگر باید رابطه‌ی بعدی را استفاده کنی. محدوده‌ی Re ممکن است جوری باشد که به رابطه‌ی دیگر نیاز استفاده باشد. (مثلاً در امتحان چند تا رابطه و اسه Re داریم.)

$Re = 888$ ، $Sc = 1170$ ⇒ (رابطه ۶-۱۸۸) ⇒ $J_D = ?$

$J_D \rightarrow Sh \rightarrow F \rightarrow k_c$

* در نمای ص ۳۰۷ که F بر حسب می‌آید، Re و F هر دو با d است. آیا با گذشت زمان F تغییر می‌کند؟ نه، چون d تغییر می‌کند. ولی تغییرات ε را نداریم.

PqPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* با کوچک شدن d ، ε کوچک می‌شود یا بزرگ؟ کوچک می‌شود. چون فضای خالی کم می‌شود. (ε = فضای خالی به حجم بستر خاک (بستری که پر از packing است.))

* ص ۳۱۱:

سؤال ۵ را جواب نده، نسبه را می‌توانیم.

سؤال ۴: در مبحث کانن به f (ضریب مودی) رسیدیم، و بعضی‌ها گفتند که f بصورت تابعی توانی از عدد Re است. این f ناشی از وجود جسم جامد در مقابل سیال نیست و ناشی از اصطکاک بوسته‌ای است ⇐ حرکت سیال به موازات خود است نه عمود بر حرکت سیال. درون لوله می‌تواند جواب دهد که اصطکاکش بوسته‌ای است. ⇐ در حرکت اطراف هم می‌تواند جواب دهد.

با مقادیر تجربی بدست آمده اشکال در کجاست؟ چون فرض کردیم مبحث کانن صحیح است

مسائل مهم: ۳ - ۴ - ۵ - ۹ - ۱۴ - ۱۸ - ۲۵ ← حل کن و تحویل بده. (تا زمانی که فصل ۷ تمام نشده) ← مهلت تحویل / نمره

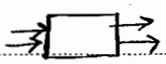
فصل هفتم:

۲ دسته‌ی کلی واحد عملیاتی داریم — یک مرحله‌ای (ص ۳۲۸، ص ۳۲۹) : ۵ نوع واحد است. — چند مرحله‌ای

* معمولاً خارج: R . سبال: E

E: سبال ← گاز - مایع ← R

R: خوراک Feed ← مایع - مایع



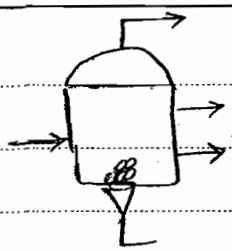
* مثال یک مرحله‌ای - توازی دهم سو: کانال لوله‌ای که صفحه‌ی پایینی مثل شبکه - نقاله عمل نکند و سیال بالایی گاز است (هوای گرم) و شبکه - نقاله را پر از آب صابون می‌کنیم

↳ E ↳ R

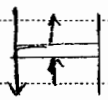
PAPCO (E1 و R1) مقطع ابتدایی = مقطع ۱ — انتهای شبکه - نقاله = مقطع ۲ (R2 و E2)

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )



* یک مرحله‌ای ـ متقاطع : تماس سینی ها درون ستون ها.



مثل طرحی که داریم می‌ماند که داریم هم می‌خورد.

* یک مرحله‌ای ـ غیر پیوسته : فاز E موجود است ، فاز R وارد و خارج می‌شود. آیا شمه نقاله‌ی صفحه‌ی ثبل را بصورت جوازی و غیرهم سو وارد کنم یا غیر پیوسته خبر است؟ کدام بازده بیشتر کاربرد؟

جوازی و غیرهم سو . زیرا :

متوسط driving force (نیروی محرکه) در سیستم های جوازی و غیر هم سو همواره از جوازی و هم سو بیشتر است.

اما هزینه این طور نیست (در کتاب توضیح داده شده است.)

یک مرحله‌ای ـ جوازی و غیرهم سو :

یک مرحله‌ای ـ ناپیوسته (Batch) :

خودت مثال شمه نقاله (آب ـ صابون) را در این ۵ حالت مقایسه کن. (بازده ها را)

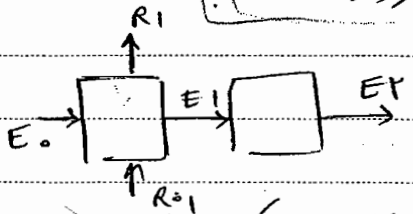
چند مرحله‌ای :

جوازی و هم سو 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 و E_0)

چرا به جای R_0 ، R۱ و R۲ به شکل مقابل قرار داده است؟ خبر شود.



این خط 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 : E

Jozvebama.ir

تمرینات ترم ۹۸

۹۷

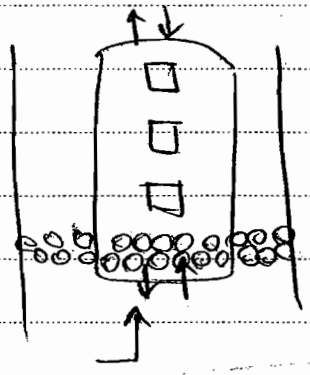
Subject:

Year. Month. Date. ( )

سوال ۵

* اگر باز R1 و E1 در صفحه ۳۴۴ به تعادل برسند، آیا باز ۲ می‌تواند معنی‌دار باشد؟ می‌تواند باشد.
یعنی مرجعی ۱ می‌تواند با $\eta = 100$ کار کند ولی مرجع ۲ معنی‌دار باشد.

* ولی در مورد موازی و هم‌سو (صفحه ۳۴۹) این طور نیست.



سطل ۱ـ۲ :

Shirin
Falamarbani

** برای تانین 6، 12، 18 :

$N_A S M_A = dC_A \cdot u S' M_A$

πd^2

$\pi d^2 dx \times a = \text{مقدار تانین}$

$\int \frac{dP_A}{RT} \cdot u \pi d^2 = k_G (P_A - P_{Ai}) a \int_0^z dz$

ارتفاع نمونه

$F(P_B, M)$ — حدس و خطا

در حرکت می‌باشد :

قطر سطح مشترک از یک ساعت :

$0 - m_1 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow - N_A M_A S = 4\pi r^2 \rho \frac{dr}{d\theta}$

$k_G (P_{Ai} - P_A) M_A \times 4\pi r^2 d\theta = 4\pi r^2 \rho \int_{r_1}^{r_2} dr$

$(P_{Ai} - P_{A1}) - (P_{Ai} - P_{A2})$

$\ln \frac{P_{Ai} - P_{A1}}{P_{Ai} - P_{A2}}$

Jozvebama.ir

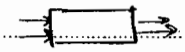
Subject :
Year Month Date ( )

جلسه ی ۲۴ مهر ۹۷

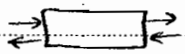
فصل ۷ :

- 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



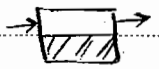
۲) موازی و غیر هم سو



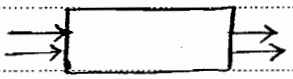
۳) متقاطع

۴) Batch

۵) Semi-Batch



یک مرحله ی عملیاتی موازی و هم سو :



جهت انتقال جرم : $R \rightarrow E$

در جهت انتقال جرم در واقع واضح تعیین ندارد ولی در واقعیت تاثیر دارد.

آیا جهت انتقال جرم در مقدار انتقال جرم تاثیر دارد ؟

؟؟

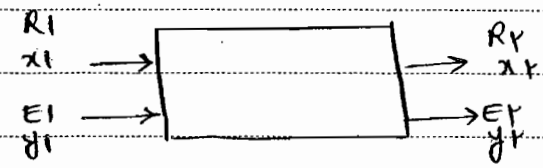
فرض بر این است که دو فاز R و E غیر قابل امتزاج می باشند.

مجتمع های صنایع شامل سیستم های گاز-مایع * مایع-مایع * سیال-جامد می شود.

در پایان ترم یک سوال از تعادلات واحد دارم ← دو یا سه سوال.

x1 : جزء مولی جزئی که می خواهد منتقل شود در ورودی فاز R .

درک و فهم با تطبیق جزء منتقل می شود و این موضوع با مطالب واضحی هم خوانی دارد.



y1 : جزء مولی جزئی که می خواهد منتقل شود در ورودی فاز E .

Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

* R_S: تعداد مولکول‌های قابلیت انتقال ندارند. مقدار پساب خروجی طلا، کل پساب به جز طلا می‌باشد R_S است.

$$R_S = R_1 - R_1 x_1 = R_1(1-x_1)$$

* هدف ما انتقال طلا است. 90 مولی که پساب است و منتقل نمی‌شود ثابت این می‌ماند.

$$\Rightarrow R_S = R_1 - R_1 x_1 = R_2 - R_2 x_2$$

$$\Rightarrow R_S = R(1-x)$$: در هر موضع * تعریف کلی:

$$E_S = E(1-y)$$: در هر موضع * تعریف کلی:

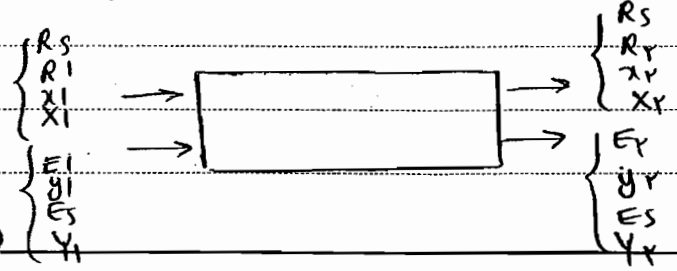
$$X_1 = \frac{x_1}{1-x_1} = \frac{\text{کل مولکول‌هایی که قابلیت انتقال دارند.}}{\text{مولکول‌هایی از خروج انتقالی}}$$ نسبت مولی:

* قابلیت انتقال دارند ⇐ الزاماً 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

Jozvebama.ir

Subject :
Year. Month. Date. ( )

$R_1x_1 + E_1y_1 = R_2x_2 + E_2y_2$: بیلان برای جزء انتقالی

$\frac{R_S}{1-x_1} \cdot x_{i_1} + \frac{E_S}{1-y_1} \cdot y_{i_1} = R_S \frac{x_2}{1-x_2} + E_S \frac{y_2}{1-y_2}$

$\Rightarrow R_S(X_1 - X_2) = E_S(Y_2 - Y_1)$

$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = -\frac{R_S}{E_S}$: شیب عملیاتی برای کل واحد عملیاتی

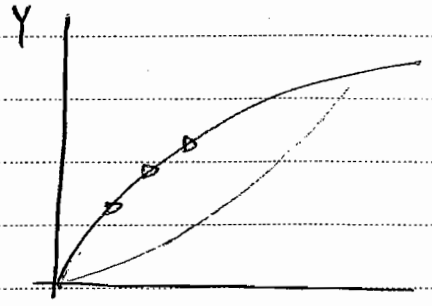
$\begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{vmatrix}$ شیب $= -\frac{R_S}{E_S}$

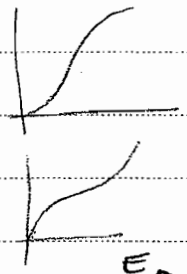
واحد عملیاتی از نقطه $\begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{vmatrix}$ با شیب $(-\frac{R_S}{E_S})$ به نقطه $\begin{vmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{vmatrix}$ می‌رود.

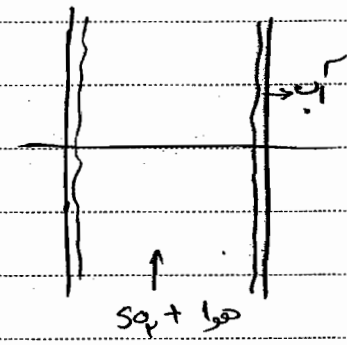
* حل مسائل :

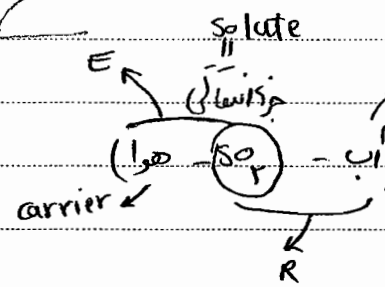
① رسم منحنی تعادلی : رابطه به واحد عملیاتی ندارد و فقط تابع شرایط عملیاتی است. T,P

(برحسب $\frac{Y}{X}$)









X : مقدار SO_2 در محلول (آب - SO_2)

Y : " " " " (هوا - SO_2)

می‌بینید hand book ها منحنی تعادلی فقط برای چند نقطه است.

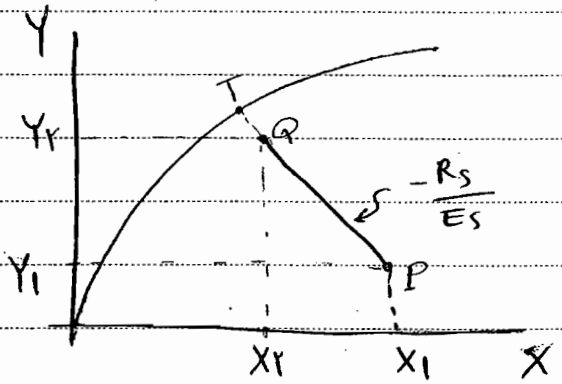
مثال ۱ و ۲ و ۳ ← رسم منحنی تعادلی را به ما می‌دهد.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

۴) 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 با شیب $\frac{-R_S}{E_S}$

خط عملیاتی را رسم کن.



چون اینجا جرم $R \to E$ است یعنی X کاهش و Y افزایش می‌یابد.

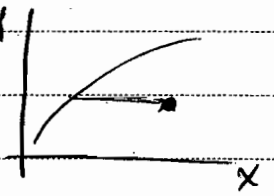
* وقتی برعکس $R \to E$ است، خط عملیاتی پایین می‌آید.

نکته‌ها در صفحه ۳۴۳:

۱) در امتحان، نسبت خط PQ به PT توسط خط‌کش اندازه‌گیری شود تا راندمان تعیین شود.

۳) * گاهی می‌توان جوری کار کرد. مثلاً گیج را یک آن مرارمی دهم و بصورت Batch هم کار می‌کنیم ← اگر جرم موکولی نامشخص باشد بصورت جزئی 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.

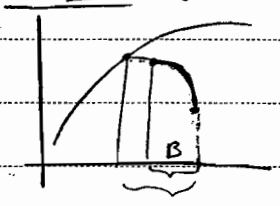


(خط افقی)

$\frac{-R_S}{E_S} = 0$

؟ یعنی تمام مولکول‌های A ورودی و خروجی فاز G باهم برابر است؟

۴) اگر به جای Y-X یا y-x رسم کنیم، به جای خط عملیاتی، منحنی عملیاتی داریم.

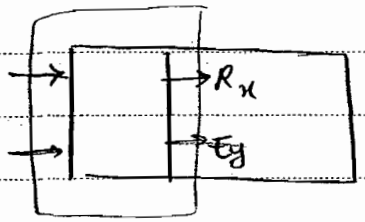


راندمان $= \frac{B}{A}$ این راندمان برمبنای دو فاز است

Jozvebama.ir

Subject :
Year. Month. Date. ( )

ولی ممکن است از ما راندمان برمبنای سیب ساز را بخواهند.



$$y = \frac{-R}{E}x + (R|x_1| + E|y_1|) \rightarrow ؟؟؟$$

شیب منحنی عملیاتی در هر موضع $= \frac{-R_{\circ}}{E}$ در آن موضع خاص.

۵) مثلاً سیستم خوش انعقاده رمق داریم.

۶) معمولاً در تقطیر اتفاق می‌افتد: امول از E به R می‌رود و امول از R به E می‌رود.
برمبنای جزئی: منحنی عملیاتی بصورت خط راست (شیب $\frac{-R}{E}$ 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

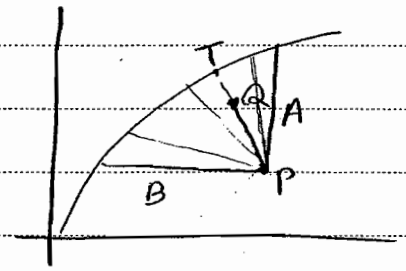
الآن دو اول سیستم را زیاد می‌کنیم هر موضع با $\frac{k_x}{k_y}$ به تعادل می‌رود.

اگر $\frac{R_S}{E_S}$ را نصف دهیم، جایگاه نقطه‌ی T نصف می‌شد. هوا را به ساز را می‌توانیم به اجبار کم و زیاد کنیم

هدف: جدا کردن طلا از باب بوسیله‌ی حلال. هر حلال دست ماشینیست و می‌توانیم جلوی مقدار حلال را عوض کنیم.

حلال min ← خط A

حلال Max ← خط B



به شکل ۷ ـ ۸ دقت کن.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* شکل ۷-۸ می‌تواند برای دفع و در حد رفت باشد. (خط عملیاتی زیر است: دفع. خط عملیاتی خط راست است: حد رفت)

شکل ۷-۸: R و E در تعادل است.

(مثال ۷-۹)

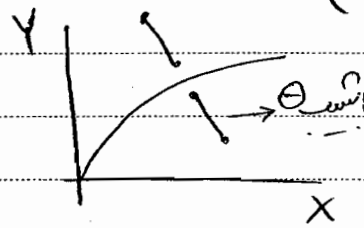
Extraction: استخراج : E : حلال ، R : Solute .

← 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

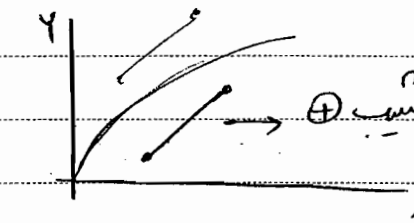
مثال ۴ را خودت بخوان. (مثال ۴ و ۶ را هم ـ مثال ۵ و ۷ را هم)

مثال هم‌سو

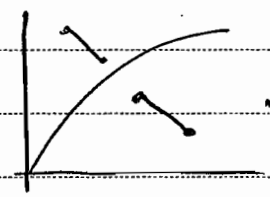
استاد یکی را توضیح داد ولی نفهمیدم را خودت بخوان (نکات عمیاست)



جواب مثال دهم سو: زیر منحنی تعادلی باشیب θ

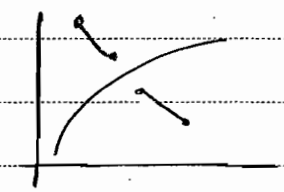


جواب مثال یازدهم سو: زیر منحنی تعادلی باشیب ⊕



مثل جواب مثال دهم سو

سه حالت: Batch , semi-Batch



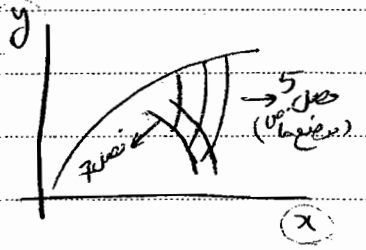
مثل جواب مثال یازدهم سو

Jozvebama.ir

Subject :
Year . Month . Date . ( )

سوال ۲ مثال)

سیستم دهیدراتور Semi-Batch متشکل از یک توری دهم سینی است و به ۳ لقمه از ۷ لقمه اشاره می‌شود



ستون دوازده مرحله ای

حل

سوال ۲ از کدام واحد استفاده کنیم، چرا؟ باید هردو واحد را حل کنیم و ببینیم کدام بهتر است.

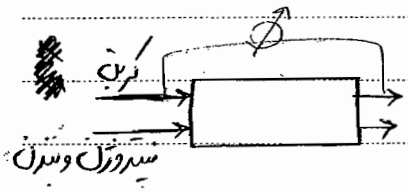
مثال ۶ راجرت کان و باع مقایسه کن. (تا صفحه ۳۶۴ درس داده است.)

جلسه ی ۸۷/۹/۲۶

مثال ۵:

داده های تعادلی نیتروژن - بنزن - کربن.

آیا از یک واحد توری دهم سینی استفاده کنیم یا توری و نیم دهم سینی؟ مثال ۵ و ۷ را حل کن و با هم مقایسه کن.



R: کربن

E: نیتروژن و بنزن

بنزن جزء مسئل شد ۱۰ است.

جزء مولی بنزن: $y_1 = 0.01$ و (دی جرمی) E1 ✓

می‌توان به دی جرمی یا مولی تبدیل کرد ← چون M1 معلوم است.

$\Rightarrow PV = \frac{m}{M_1} RT \Rightarrow$ دی جرمی

$PV = nRT \Rightarrow$ دی مولی

$E_2 y_2 = \text{کل بنزن خروجی} \Rightarrow E2\, y_2 = 0.005\, E1\, y_1 \Rightarrow Y_2 = 0.005\, Y_1$

$\frac{E_5}{1-y_2} y_2 = 0.005 \frac{E5}{1-y_1} y_1$

۹۵٪ مواد است.

$Y_1 = \frac{y_1}{1-y_1}$ ✓

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

$X1 = \frac{\text{گرم نیتروژن}}{\text{گرم کربن}} : X$ ← مشخص است = X1

$\frac{\text{گرم کربن}}{\text{۱۲ cm}^3 (STP)}$

$pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow m = \frac{1.1326 \times 15 \times 10^{-6} \times 28/11}{8314 (273)}$ (M, T)

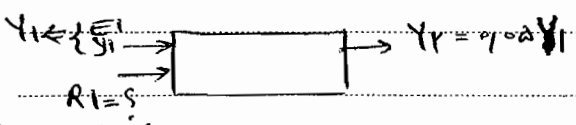
نیتروژن جذب می‌شود.

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 نیتروژن 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 نیتروژن جزو مسئله را حل می‌کنیم (کربن می‌تواند جرم‌های مولکولی متفاوتی داشته باشد.)

* پس باید هر دو جزء را جدا کنیم.

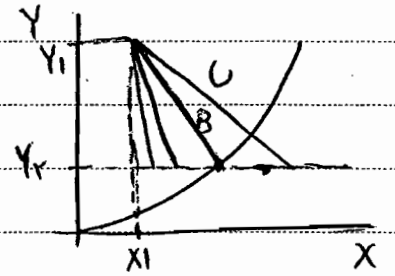
* حتماً اول جهت انتقال جرم $E \rightarrow R$ را مشخص کن.

** چون انتقال جرم $E \rightarrow R$ است حتماً خط عملیاتی بالاست (خیلی مهم)

حداکثر دهم سود ← شیب منفی. (بالا یا پایین)

* گاهی موارد به قسمت راحتی برایت رسم می‌کنیم لازم نیست حتماً مقیاس محور X و Y یکی باشد.

خط عملیاتی ای صحیح است که ادامه دارد از $\frac{X1}{Y1}$ حداقل به Y2 برسد. این خط C حداقل است.



(شکل الف)

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

بین ما چون ۲ 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.

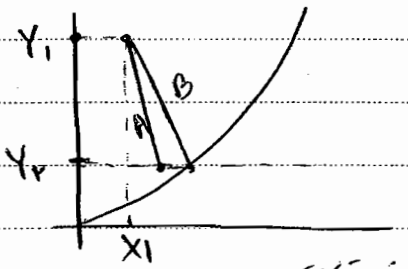
B خط: $\left|\frac{-R_S}{E_S}\right|_{min}$ ← ثابت ← R_{Smin} ✓ و

حداقل مقدار جاذب را بدست آوردیم.

$R_{Smin} = R_{1min}(1 - x1)$

ب $R_{واقعی} = 2R_{1min} \Rightarrow R_{S\,واقعی} = ✓ \Rightarrow E_{S\,واقعی} = ✓$

خط با شیب $\left|\frac{-R_S}{E_S}\right|$ ← رسم می‌کنیم ← خط A

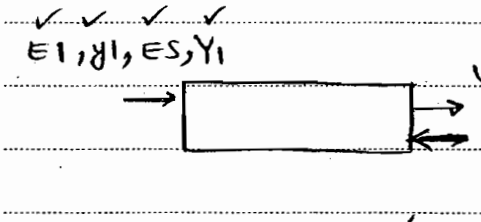


خط A خط واقعی است.

* باید شیب خط را درست بیاوری و tana تقریبا! چون مماس

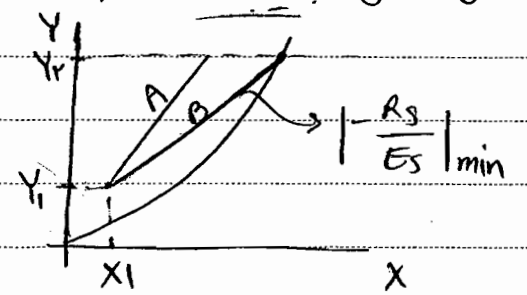
محورهای X و Y یکی نیست. خط در نظر می‌توانی این کار و بکنی. (خطکش ابتدا و بعد)

مثال ۷: جواری و غیرهمسو:



منحنی تعادلی تابع شرایط عملیاتی است و با مثال ۵ فرقی نمی‌کند. جواری و غیرهمسو

$E \rightarrow R$: ⊕ شیب خط عملیاتی بالای منحنی تعادلی باشد ← $\overline{E \rightarrow R}$



درست مثل مثال ۵ حل می‌شود.

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

* حالا کدام هم است؟ به توضیحات انتهای مثال ۶ توجه کن.
اول جدول ص ۳۵۷ را بنویس.

(*) بازده = (عملت ورودی − عملت خروجی) / (عملت ورودی − عملت نقطه مثال)

* با توجه به مثال ۶ ص ۳۵۷: درجوازی و غیرهم سو جاذب رطوبت شیرینی جذب کرده است.

* درجوازی و غیرهم سو برای جداکردن نیتروژن موجود نیست به جوازی و هم سو باید کار شیرینی انجام دهیم.

* ① مقدار ماده‌ی موجود در جاذب ② جداکردن ماده کار آسانی است یا سختی است.
↳ این ۲ مورد را باید محاسبه کنیم
مورد ② 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 جوازی حفظ می‌کند
اما در انرژی اتمی این طور نیست چون خیلی گران و سخت است و باید دوباره بازیابی شود.

بررسی اقتصادی خیلی هم است.

* برای
اغلب ۷ واحدهای عملیاتی هوا با استفاده شیمیایی سریع ~~اغلب~~ اغلب جوازی و هم سو هستند

* * *

* دیدیم به صورت نمودارها به جز جوازی و غیرهم سو به شکل ⟨ است.

آیا این بدین معنی است که قابلیت متقاطع دقیقاً مثل جوازی و هم سو است؟
هردو با یک شیب می‌روند ولی ~~هر~~ انتهای هردو یکی نیست چون نقطه‌ی تماس دو خط در هردو یکی نیست
بازده‌ها با هم یکی نیست. در متقاطع نقطه‌ی پایان (Q) بالاتر از جوازی و هم سو است (در زمان مساوی) چون در متقاطع تداخل بیشتر است و ضریب انتقال جرم بیشتر است.
بازده جوازی < بازده متقاطع
هم سو

Jozvebama.ir

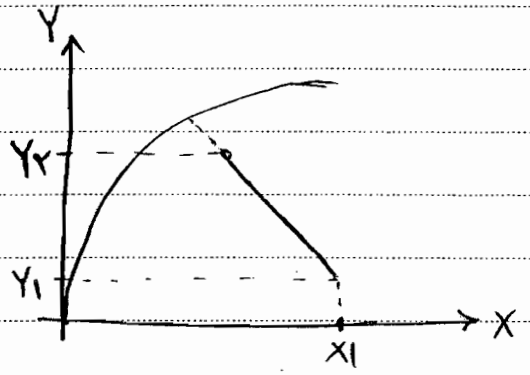
Subject :
Year. Month. Date. ( )

گاهی مواقع لغزش می‌شود به راندمان زیر بیست است آیا درست است؟ بله. چرا؟
(با توجه به شکل ص ۳۶۴ فکر کن)

ص ۳۶۴ هم است.

مجموعه مراحل:
① موازی و غیر سو ② متقاطع ③ موازی و هم سو
پرکاربردترین — کم کاربردترین → چرا؟

X_{Np} → plate , Np: number of plate



موازی و هم سو:
ص 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 بالا به راست

سه مرحله انتقال جرم: ۱) formation ۲) rising ۳) ائتلاف
ازهم پیشی گرفتن — حرکت هرکدام را خود دارد

اگر زمان تشکیل زیاد .....

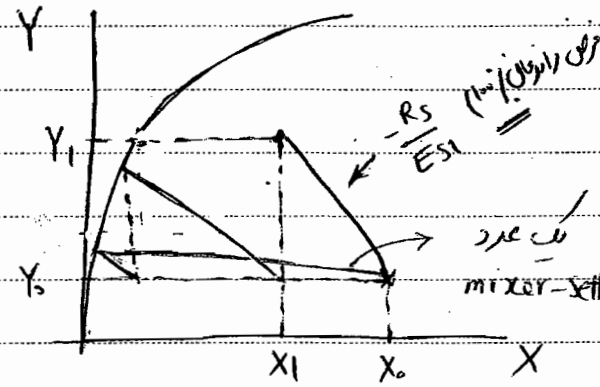
* و خط آخر ص ۳۶۵ خیلی مهم است.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

متقاطع:
توضیحات راجوان.
اگر بیشتر از ۶ واحد ← از ستون استفاده می‌شود.
R: فاز سبک
مرحله‌ی ۱: حلال E_{01} و حلال R_0 وارد می‌شود. خروجی: R_1 و E_1.

① منحنی تعادلی را رسم کن.



ورودی و خروجی از ①

مرحله‌ی ۱ | X_0 | Y_0 | $\xrightarrow{\frac{-R}{E_{S1}}}$ | X_1 | Y_1 | ②

$R_S = R_0(1-x_0)$

$E_{S1} = E_{01}(1-y_0)$

(هرگاه از mixer-settler استفاده کردیم با هم یک مرحله است.)

مرحله‌ی ۲ | X_1 | Y_0 | | X_2 | Y_2 | $\frac{-R_S}{E_{S2}}$

(R_S ها مانند است)

۲. آیا می‌شود به جای ۳ تا mixer-settler از یکی استفاده کرد؟ بله می‌توان فقط اندازه‌اش خیلی بزرگ می‌شود.

۳. 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)

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject :

Year. Month. Date. ( )

مثال ۹:

حلال خالص ⇐ $Y_p = 0$.

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.

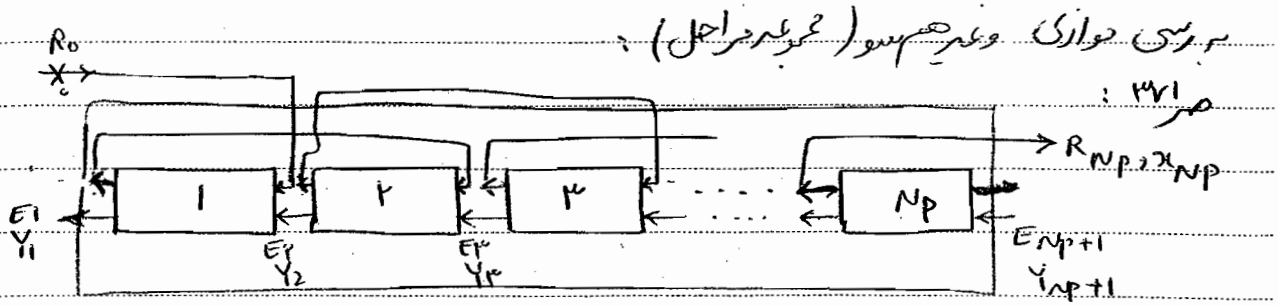
Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

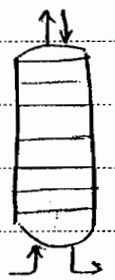
حسبری ۸۷/۹/۱

بررسی جوازی و غیرهم سو (محوطه مراحل) :

شکل صر ۳۷۱ :



اگر شکل فوق را ۹۰° دوران دهیم تبدیل به همان ستون ها می شوند.



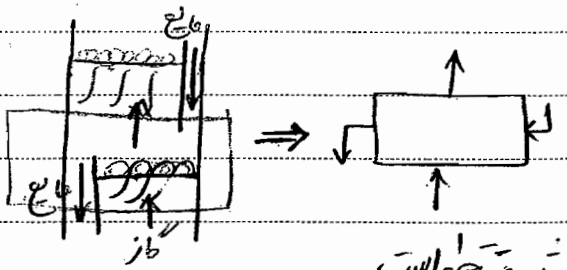
چرا جوازی و غیر هم سو را با شکل ستل ۳۱-۷ در صر ۳۷۱ نشان می دهیم؟

(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 روش مشخص محوطه مراحل جوازی و غیرهم سو ستون سینی دار است به نحوه ی زیر دقت کن :



مثل متقاطع است

یک محوطه جوازی و غیرهم سو هر مرحله اش متقاطع است که صورت جوازی هم سو در شکل ۳۱-۷ نشان داده شده است

شکل صر ۳۷۲

هر دو 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

Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

P.373, P.374

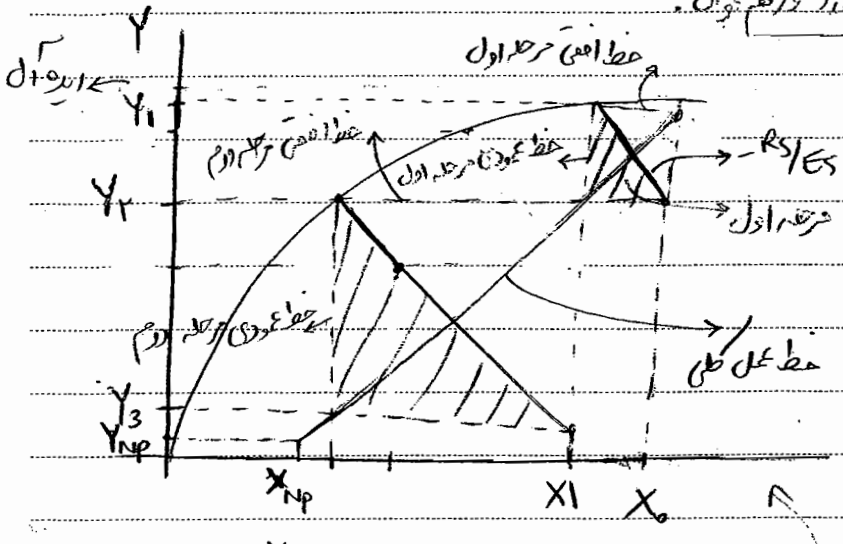
تجارت با صادرات دهم سود:

ایده ال باشد

در این جا اگر خروج ها در تعادل باشند باز هم ادامه و مرحله ی بعد هنوز هم صفی دارایست (جنس)

این قسمت را با استفاده از کتاب بایدورقم بزنید.

روش حل:



۱) رسم منحنی Y و X.

۲) مشخص کردن نقاط

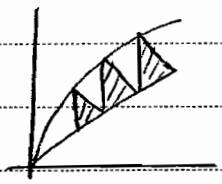
* اگر راندمان را به ما ندهند از ۱ حساب نکنید

مرحله ی 1: $\begin{vmatrix} X_0 \\ Y_2 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{vmatrix}$ $\frac{-R_s}{E_s}$

مرحله ی 2: $\begin{vmatrix} X_1 \\ Y_3 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{vmatrix}$ $\frac{-R_s}{E_s}$

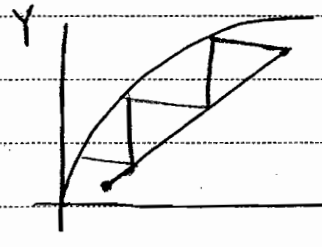
} موازی

این شکل یک ستون عمودی 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 $\frac{R_s}{E_s}$

۴) شروع می کنیم از بالا خط افقی، عمودی، افقی، عمودی را رسم می کنیم. (اگر سؤال گفت از پایین شروع کنیم یا ... باید فکر کنی. گرنه همیشه از بالا شروع کن) ⇐ تعداد مرحله بدست می آید



PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

* ما باید با متوسط E_p آشنا شویم.

E_R = راندمان یک مرحله (راندمان سینی) = مقدار انسعال جزء صورت گرفته در این سینی / حداکثر انسعال جزء ممکن

$E_R = \frac{X_2 - X_1}{X_e - X_1}$ 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 تعویت ایده آل عمل می کنند.

* اگر چند سینی با راندمان ۱۰۰٪ کار کند چه می شود؟
* " ظرف ستون = " " " " ؟

برای جواب این ۲ سئوال باید مثال ۱۲ را بخوانیم.

بله) به صفحه ۳۷۶ بروید:

۲ تا رابطه داریم. (مثال و راه حلش) و رابطه ی (۷-۲۰) و (۷-۲۲) را صرفه (برای حالت خاص است حلش) * برای حالتی که منحنی تعادلی خط باشد *

* خط منحنی تعادلی به شکل منحنی است ولی در بعضی عملیات خط است.
* " " " " " " " " ولی می توان تعویض ۲ تا خط زد.

صفحه ۳۷۶ $\begin{cases} A = \text{فاکتور جذب} \\ \frac{1}{A} = \text{فاکتور دفع} \end{cases}$ ؛ $R \to \infty$ دفع

* مثال) ستونی 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 سینی است. جریان ورودی ۱۰٪ جزء خاص دارد. هدف جداسازی ۹۰٪ این جزء خاص است.

Jozvebama.ir

Subject :
Year. Month. Date. ( )

حلال جدید استفاده خالص است. اگر با صفحه ۲ مرحله ۰٫۵ متر باشد، ارتفاع ستون؟ $Y_{Np+1}=0$

$X_0=0.1 \Downarrow X_e=? \quad X_{Np}=0.1X_0 \quad , \quad Y_{Np+1}=0$

$$N_p=\frac{X_0-X_{Np}}{X_{Np}}$$

* مثال ۷-۲۴ ص ۳۷۷:

* فرض شد برای جذب طراحی کنیم $A=1.3$ ، $\frac{400}{\%0.4}=$ مقدار مجهول ها. تعداد مراحل تعادل؟
جواب: ۷.

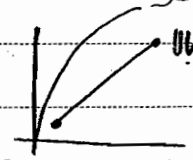
مثال بالا را $A=1$ حل کن؟ جواب: ۲۴.

$A=\frac{R_S}{mE_S}$ A هر چه بزرگتر باشد تعداد مراحل از ۷ به ۲۴ بیشتر است؟

* $A=\frac{R_S}{mE_S}$ R_S (پساب) ثابت است. نوع حلال و E_S ی حلال است. (واسطه به حلال)
اگر حلال ثابت باشد، نوع حل را تغییر می دهیم و اگر نوع حلال ثابت باشد، حلال (دی) را تغییر می دهیم.
اگر هیچ کدام نشد را نشد عوض کرد چه کنیم؟ باید با اندازه پایین 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؟
مثالی دارد: پساب از پایین ستون وارد ستون می شود. هدف جدا کردن ۹۰٪ جزء خاص موجود در پساب 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)



Jozvebama.ir

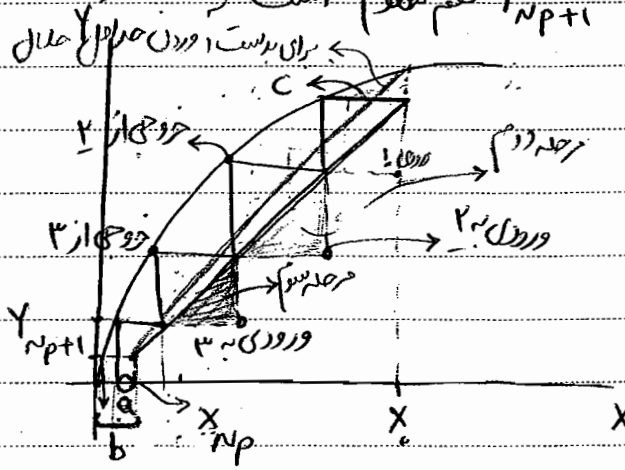
Subject:
Year. Month. Date. ( )

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 جزء موازنه‌ای آن نامشخص است ← وزنی کار می‌کنیم.

از بالا x_0 مشخص است. X_{Np} ، Y_{Np+1} هم معلوم است.



خط عمل زیرا ست

$R \to E$:

الف) $\frac{E_{Np+1}}{R_0} = 1/423$ ← $\frac{E_{Np+1}}{R_0} \to \frac{E_s/1-y_{Np+1}}{R_s/1-x_0}$ ← $\frac{R_s}{E_s} = ?$

★ 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 نگفته از بالا شروع می‌کنیم.

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

درست ۱ ورژن خورده.

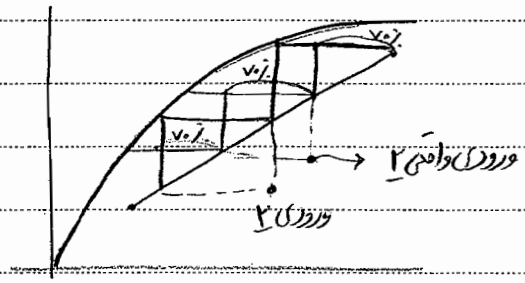
با خط لبه‌ی نسبت خط $\frac{a}{b}$ را حساب می‌کنیم.

$\frac{a}{b} = 0/3$ ⟶

$E_o = 0/75 = \frac{3/3}{\text{واقعی}} \Rightarrow \text{واقعی} = \frac{3/3}{0/75}$

راه‌حل هر مرحله: مرحله اول:

مثلاً راه‌حل هر کرحله از ۷۰ است. ۷ طول خط c را اندازه می‌گیریم (طول = 4cm) با ۳٫۵cm جدا کرده و عمود می‌کنیم ← خروجی واقعی از مرحله‌ی اول با راه‌حل از ۷۰ بدست می‌آید.



Jozvebama.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

Jozvebama.ir

Subject:
Year Month Date ( )

پایان ترم سط ۳ آسانه.

جلسه‌ی ۵ ۸۷/۱۰/۴

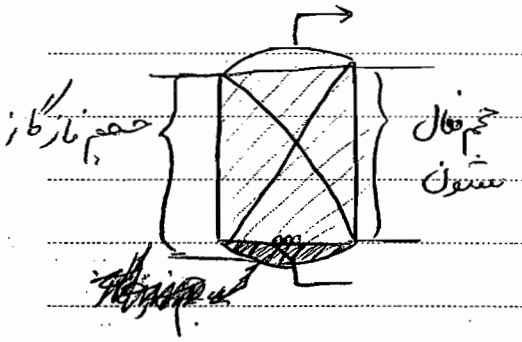
فصل هشتم:

* ستون پرشده ← واحدعملیاتی فرآیندی
* ستون سینی دار بدون نامدانی ← فرآیندی
* " " با نامدانی ← مرحله‌ای

به علت مقاومت کم

* در رابطه‌ی (۸-۱۰) انتقال جرم سط خارج حباب کروی درنظر گرفته شده است، حین به داخل حباب V کاهش دارد.
* چون در داخل حباب کروی سط فوق اشباع زیاد و مویسکوزیته نیز فوق العاده کم است پس در انتقال جرم بین حباب کروی و محیط مایع اغلب سط خارج حباب را در نظر می‌گیرند.
* اگر به جای حباب کروی حفره‌ی کروی داشتیم کی این مصب مستقل داشت چون سرعت ها کم می‌شود و مویسکوزیته هم بالا تری رود.

p. 396) $\Phi_G = \frac{\text{حجم فاز گاز}}{\text{حجم فاز ستون}}$ ← 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 مهزن چون
* اگر Re پایین باشد (مثل سیستم‌های ویسکوز) ← (۸-۲۴) ← P با هم جمع پذیری ندارد
  ← جایی که P با هم جمع پذیری ندارد یعنی جاهایی که روتور خیلی کم می‌چرخد.

Jozvebama.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

اگر در ظرف مهزن به عدد Re بالا باشد ← NPSH هیچ سنخیتی ندارد و فقط به هم ربطی دارد و متناسب آن با NPSH و با Re هم متفاوت است ← (8-25)
(منظور از Re ، رینولدز مربوط به پره است)

در شکل (8-3) جنب راست تصویر کاملاً حفره‌ای است (Re↑↑ Re↓)

(P.410) امروزه به دلیل ارزان و کاربردی مثل فنجانی بیشتر استفاده دارد. ← مسی

(P.411) انواع سنجی ها ← فنجانی ← مثلاً صیقلی کاربرد داشت
سنجی دار

در صفحات بعدی انواع سنجی ها با هم مقایسه شده است (رو خوانی) ← راندمان هم است.

در صر ۴۱۷ پدیده‌ی weeping (چکه کردن) هم است.

صر ۴۱۸ هم است: طراحی سنجی ۱۴ مرحله دارد. ~~مرحله~~
از مرحله‌ی ۳ به بعد در کتاب توضیح داده شده است. ← وابسته ارشد خوانده شود

محاسبات هیدرولیکی در صر ۴۲۳ هم است.

چرا هری سنجی ها مثل هم ساخته می‌شود؟ فرض بر این است که هر ستون به سمت متقارن رود، مگر آن که مرزی به سنجی وارد یا از آن خارج شود و بدین ترتیب RS ها و CS ها به هم بخورد.
تغییر کند

صر ۴۲۵: ستون های پرشده:
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 سوازی و هم سو و هم برای سوازی و غیر هم سو ولی البته سوازی و غیر هم سو.

PAPCO

Jozvebama.ir

Subject :
Year. Month. Date. ( )

شکل ص ۴۴۱ را کامل کنید:
پکینگ ← منظم : روی هم کاملا منظم می‌شوند و بسته می‌شود و داخل برج قرار می‌گیرد. (fix باشد)
↓ نامنظم
ص ۴۴۲

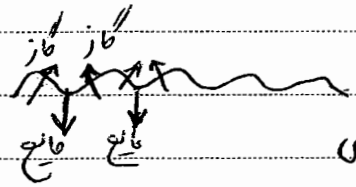
* فاز مایع هم داخل و هم روی سطح packing حرکت می‌کند ← سطح تماس بین دو فاز زیاد می‌شود و انتقال جرم بالا می‌رود و زمان تماس هم زیاد می‌شود.
* پس با استفاده از packing هم S و هم O را عوض می‌کنیم.

* اگر از packing ● را از حالت Rashing به Pall ring (ریباوری) یا Pall ring تغییر دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟
۱) سطح تماس را بیشتر می‌کند.
۲) افت فشار را کمتر است بیشتر کند (البته این عامل نسبتی منفی دارد)
۳) ● زمان تماس را بیشتر می‌کند.
** ۴) خود این packing به توزیع مایع خیلی کمک می‌کند. ● ← به جای قانونه شدن حالت روبرو پیش می‌آید.

* همین طور که مایع پایین می‌آید یک توزیع شده مجدد می‌خواهیم، چرا؟
برای این می‌خواهند که هر کار کنیم کانالیزه می‌شود (مایع از یک کانال پایین می‌آید و بازده پایین می‌آید)

* اگر فاز Rashing استفاده کنیم در مقایسه با Pall ring و Pallring باید بین ۵ متر
و در هر ۵ متر یک توزیع شده مجدد بگذاریم
توزیع شده مجدد بگذاریم یا کمتر از ۵ متر ؟ پس از ۵ متر.

* اگر نگهدارنده‌ی packing را بگذاریم، ممکن است حالتی



سوراخ‌ها را بگیرد، چه کار کنیم ؟
بهتر است ردیف اول را به شکل ص ۴۴۴ (منظم) بچینیم تا سوراخ‌های محل عبور گاز و مایع گرفته نشود و افت فشار موضعی نداشته باشیم.

PdPCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

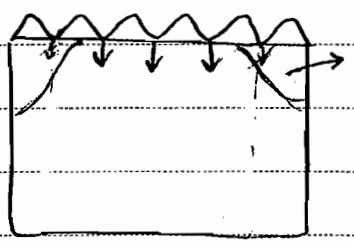
گاهی در هری ستون از packing سطحی استفاده می‌شود. چه زمانی؟
موقعی که افت فشار گاز پارامتر خیلی مهمی باشد. مثلاً گاز پایین ستون از اهمیت است چون افت فشار خیلی کم می‌شود.

p.428 نصب متوقف کننده‌ی packing:
اگر packing جابجا نشود باشکننده باشد و حرکت کند جلوی آن جارا می‌گیرد و می‌گذارد به توزیع کننده‌ی خود برخورد. و جلوی سوراخ جارا بگیرد.

p.44 جنس packing:
خورنده ← سرامیکی هرات و ...

صر ۴۴۴ پارامترهای مهم در انتخاب packing:
* اگر خیلی خیلی کوچک باشد افت فشار خیلی زیاد می‌شود. پس باید کوچک باشد (افت اش سطح تماس اولی نه خیلی.
سایز packing ← ۱
طول ستون ← ۱۶

آخر صر ۴۴۳:
اگر سیستم شما طوری باشد که به آب حساس باشد هرات از همان اولی که می‌خواهیم ستون را پر کنیم، packing را هم پر کنیم ← مثل کولر.
← پوشال کولر به علت افزایش سطح تماس است.



بیا از تولید کننده‌ی packing جدول (۸-۱) را بگیریم.

PAPCO

Jozvebama.ir

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 C_D و Re_p مقادیر ثابت

اصولاً packing ها سه شکل دارد:

۱) کروی ۲) استوانه‌ای ۳) زینی شکل

* اندازه می‌تواند براساس قطر، طول یا قطر سوراخ‌ها باشد ← اندازه در جدول هیچ جا مورد استفاده ندارد ← همراه است تولید کننده برحسب قطر یا طول یا قطر سوراخ مشخصات را بدهد.

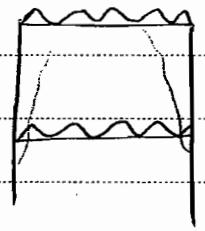
* برای مکینگی از جنس سرامیک با سایز 25mm و نوع rashing ، $C_D = 1.04$ ؟

اگر این packing را داشتیم، آیا می‌توانیم مشخصات را در بیاوریم؟ (باید بتوانیم، قطعاً)

↓ یعنی هم برایم مقدارش مهم است

Re_p : اندازه‌ی پکینگ ← اندازه‌ی المان چیز مهمی نیست و قطر معادل بسیار مهم است.

اعداد Re_p را حفظ باشید.



پوسته‌هایی با توزیع کره‌ی فیبر :

تا صفحه ۴۵۱ درس داده است

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جلسه ی ۱۷ ۱۰/۸

Entrainment :

در یک ستون تواری دیگر هم هست که در خلاف جهت هم حرکت می‌کند ، ممکن است کم‌وبیش این پدیده اتفاق بیفتد .

* کشیده شدن ذرات یک فاز توسط فاز دیگر در خلاف جهت حرکت خودش طوری که ذرات از ستون خارج شوند .

* مثلاً فاز گاز ذرات مایع را با خود به سمت بالا ببرد (Entrainmet مایع) . احتمال دیده 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 ، مشخصات نفتی : فازسنگین : آب) ← در سیستم مایع - مایع خود حالت محلول است (کشیده شدن فاز سنگین توسط فاز سبک به سمت بالا - کشیده شدن فازسبک توسط فازسنگین به سمت پایین .) ← برگشتی بود ؟ جاله مداوم dispers

* در اولین انتخاب فازی که دبی بیشتری دارد معمولاً پراکنده می‌شود . چرا ؟ به علت ایجاد سطح تماس بیشتر .

* بیشترین چیزی که اتفاق می‌افتد ، کشیده شدن ذرات مایع توسط فاز گاز است . اسم‌هایی که بر صدرصد حضور این پدیده را بگزیم (در واقعیت نمی‌شود ۱۰۰٪ پدیده Entrainment را از بین برد .)

Entrainmet → Loading → Flooding

راه‌های کاهش Entrainment :

* ۱) بالاترین سطح روی packing تا یک ضخامتی قطعاتی بگذاریم . ولی برای نیروانت هستا ایجاد شود هزینه است ۹۸٪ ضخامت قطعاتی سوراخ شود .

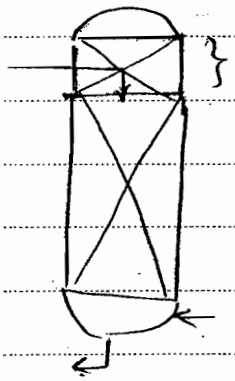
PAPCO

Jozvebama.ir

Subject:

Year.... Month.... Date.... ( )

۲) استفاده از packing خشک، packing ۲ منظور خشک تک‌بازی است.
(منظور شناور ماز گاز باشد (مقدار مایع آن خیلی کم است))



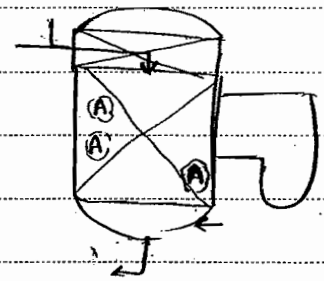
packing خشک

برحسب Fal۲ فرمول.

Loading (انباشتگی)

اگر Entrainment خیلی زیاد شود پدیده Loading اتفاق می‌افتد:
ستون پایک دی مایع و یک دی گاز در حال کارکردن است. با شتاب گرفتن دی مایع، دی گاز را با دی می‌برد ← افت فشار گاز زیاد می‌شود.
شکل (۳۶-A) صر Fal۲.

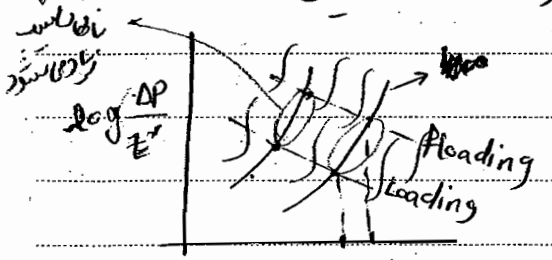
L': فلاکس جرمی مایع $\left(\frac{kg}{m^2.s}\right)$
G': " " گاز " (")



برای فلاسه افت فشار بین دو موضع

* نقاط A نقاطی است که در آن مایع انباشته می‌شود (قبل موضعه)

* وقتی دی گاز خیلی زیاد شود نقاط A به سمت بالا حرکت می‌کند و همان اتفاق می‌افتد.



Entrainment منطقه‌ای که میان Loading خیلی زیاد است و موضعه تشکیل شده

گاهی Loading را مرز افت پدیده و اروینگی در نظر می‌گیرند.

Jozvebama.ir

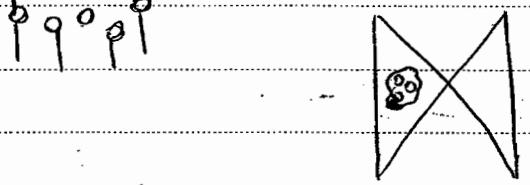
Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

اگر در حوضچه ها فاز مایع جمع شود فاز گاز درون این حوضچه بصورت حباب هایی در می آید یعنی پدیده ی واروئنگ روی داده (فاز پراکنده فاز گاز است و فاز مداوم فاز مایع است.

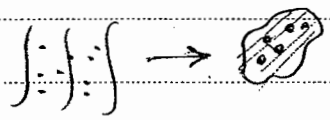
آنان

در حالی که در حالت عادی فاز پراکنده فاز مایع است و فاز مداوم فاز گاز است.



* آلودگی هوا:

O_2 در حکم حباب است و آلودگی ها ذرات هستند در پدیده ی آلودگی هوا که پدیده ی واروئنگ اتفاق می افتد آلودگی ها به هم می چسبند و O_2 ها به صورت ذراتی درمیان آلودگی ها درمی آیند. با توجه به نوداریم می بینم که فاصله ی Loading و Flooding خیلی کم است با کاهش دبی و کاهش گرک جزء زودتر تشکیل می شود.

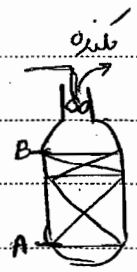


برای طراحی ما در کدام منطقه کار می کنیم؟

زیر Loading.

Entrainment / Loading - Flooding

* در مرحله ی Flooding سیال هر چی سر راهشه با خودش می بره.



* برای حل این مشکل گاهی در بالای بالاترین کلنده قرار می دهیم. (برای انبساط ناگهانی)

ظرفیت کلنده در حدی است که افت فشار گاز از بخش A تا B را تامین کند.

* مهم ترین مرحله عبور گاز از میان بستر دو فازی و بستر یک 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.

Jozvebama.ir

Subject:

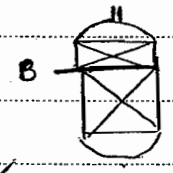
Year.... Month.... Date.....( )

* آیا بهتر است به مقدار تعیین شده ۲ الی ۵ درصد اضافه کنیم یا قدرت دهنده را زیاد کنیم؟
اگر این ۲ تا ۵ درصد جزو B در ستمت مانده کانالیزاسیون گاز و کاهش بازده اتفاق می‌افتد

رابطه‌ی (۸-۴۴) ص ۴۵۲

$g_c(SI) = 1$ ε: خلل dp: قطر ذرات

* ρ_g: منظور دانسیته‌ی گاز درست در بخش B است ؛ دانسیته گاز



* G': فلاکس جرمی گاز ← معمولاً در مسائله بصورت 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 فازی از شکل (۸-۳۱) ص ۴۵۳ استفاده کنید. (L' در بالا، G' در پائین)

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 خود y را کم ترکنیم ← C_F را کم ترکنیم و ...)
۲) کم کردن دبی فاز مایع
⋮

Jozvebama.ir

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

فرض کنیم مثلاً ستون جذب داریم.

ص FAQ : اعداد حتی هم است.

ل اگر افت فشار در ستون جذب و دفع ۳۶۰ بود، بازده چه جوری می‌شد؟ تغییر نمی‌کند.

* ← اگر افت فشار در ستون تقطیر ۳۶۰ باشد، مناسب است؟ خیر. چرا؟ البته طغیان اتفاق نمی‌افتد ولی گاز ① کالیبره شده است (افت فشار کم) یا ② packing آن درست است. (زمان تماس کم شده است)

بین فاز مایع و گاز

* ص FAQ : هلدآپ مایع = حجم فاز مایع در پایین به جز بستر دوغاری.

گاهی قسمتی از مایع بین packing ها گیر می‌کند، البته به صورت ضعیف ←

هلدآپ استاتیک. اگر هلدآپ استاتیک زیاد شود، بازده کم می‌شود. چون ناخالصی 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 از بین بره.

* ص FAQ : مراحل طراحی ستون پرشده:

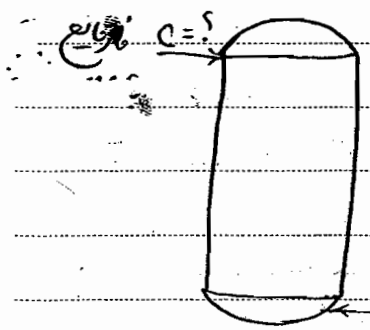
ارتفاع ستون ← خط ستون ← مشخصات packing ← حسن‌پیمل، اندازه

اگر درست نبود ← اندازه را عوض کن (ص ۴۲۷)

جدول ص ۴۲۷

برای اندازه‌ی اولیه: با توجه به دبی گاز، خط را حدس می‌زنیم و سپس اندازه را بدست می‌آوریم و عملیات بالا را انجام می‌دهیم. اگر خط بدست آمده خوب نبود، دوباره اندازه را عوض کن.

در محدوده‌ای که تغییر نمی‌کند



* برای بدست آوردن دبی مایع؟

۱) رسم منحنی تعادل

۲) اتصال 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

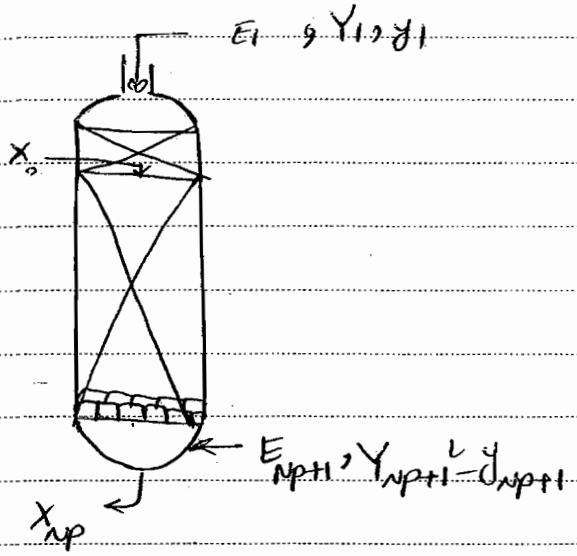
Sunwood

Jozvebama.ir

Subject:

Year.... Month.... Date.... ( )

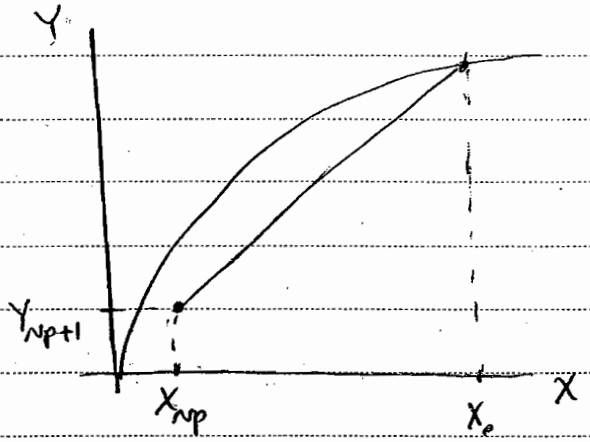
جلسه‌ی ۱۷ مهر ۱۰



* 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 مازاد
معمولاً در جذب دی E_{Np+1} و
در دفع دی R_o مشخص است.
مربوط به مانع

* ۱) رسم منحنی تعادلی ۲) تعیین جهت انتقال جرم (فرض: دفع) $(R \rightarrow E$ خط عمل بالای تعادل)



۳) تعیین $\left(\frac{R_s}{E_s}\right)_{min}$ حالل

۴) تعیین مقدار واقعی حلال (هر روابطی برای n_{min} است.)

گاز مازاد E را به صورت دی جزئی بیان کنید:

$$E_{NpH} \; \rho_G \; \times \frac{1}{A_c} = G' \rightarrow \frac{kg}{m^2 s}$$

$\frac{m^3}{s}$ $\frac{kg}{m^3}$ (دی) $\frac{1}{\text{سطح مقطع}}$

نحوه‌ی دست یابی به قطر ستون:

* چهار مرحله‌ی بالا را انجام بده:

$$\left.\begin{aligned} E_{Np+1} \; \rho_G \; \frac{1}{A_c} &= G' \\ L_o \; \rho_L \; \frac{1}{A_c} &= L' \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{L_o \rho_L}{E_{NpH} \rho_G} = \frac{L'}{G'}$$

حال به سراغ شکل (۲-۸) می‌رویم.

Jozvebama.ir

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

انتهای طراحی قطر بالا و پایین ستون باهم متفاوت است.

برای استفاده از شکل (8-31) تا جای ادامه‌ی حل کنید به $\frac{\Delta P}{Z}$ توصیه شده در صفحه ۴۵۷ برسیم:

جذب برج: 300 ، تقطیر ← فشار: 500 atm

24 : ساعت

یک جریان گازی ← خلأ سطح مقاطع حبس می‌شود

نوع پکینگ ← C_f

یکی از مشکلات مانیفولد حضور مایع است ← تمام فرضیات ما باید جوری باشد که حتماً در safe site باشد. (مثلاً سرعت ممکن است کم یا زیاد شود)

یعنی عملیات جرم انجام شود (طول و اندازه‌ی کافی باشد)

باید ستون اعداد و یا تنها چیزی که مجهول است G است ← G بدست می‌آید.

$$G' = E_{NPtl} \, \rho_G \, \frac{1}{A_c} \Rightarrow A_c = \text{بدست می‌آید} = \frac{\pi}{4} D^2$$

(G': $kg/m^2 s$)

قطر ستون بدست می‌آید.

اگر A_c مشخص باشد:

انتقال جرم از فاز گاز به مایع داریم ← بیشترین دی‌گاز در مایع خود در پایین است.

چون وقتی که از بالا به پایین می‌آید فرض بر این است که جزیی از مایع به گاز منتقل می‌شود (یعنی حلال کاملاً صحیح انتخاب می‌شود) [قطع انتقال از گاز به مایع است]

⇐ در ستون جذب بر مبنای پایین طراحی می‌کنیم

⇐ " دفع " " بالا " "

صحیح تر: هم بر مبنای بالا و هم بر مبنای پایین طراحی می‌کنیم، 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 می‌شود احتمال تغییر قطر وجود دارد و لزوم باید خصوصیات داخلی را تغییر دهیم.

Jozvebama.ir

Subject:

Year Month Date ( )

ادامه‌ی مثال ۵ ص ۴۶۱ :

* آیا ستون با یک خط مماس حرکت می‌کند؟ برای حل این سؤال باید هم برش‌های بالا و هم برش‌های پایین را حتماً حل کنیم. اگر اختلاف بین ۱ و ۲ باشد برش‌های ۱ و ۲ خط و اگر اختلاف کمتر از ۲٪ باشد برش‌های ۱ و ۲ خط.

* برش‌های 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 آورده‌ایم)

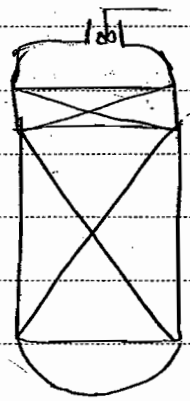
برش‌های بالا ← خصوصیات فیزیکی بالا

* تنش بین سطحی مهم‌ترین پارامتر است در حالت استخراج مایع - مایع و سیلوزیته‌ی متوسط بالا و پایین است.

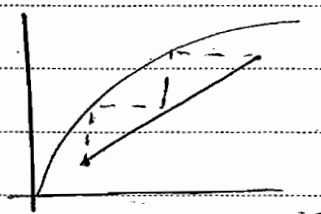
بررسی ۳ روش ارتفاع:

ستون دیفرانسیلی و مرحله‌ای:

اگر ارتفاع ستون دیفرانسیلی هم به صورت دیفرانسیلی و هم به صورت مرحله‌ای قابل دستیابی است. روشی که ساده و قابل اعتماد است مرحله‌ای است.



ستون مقابل دیفرانسیلی است و برای حل از روش مرحله‌ای استفاده کردیم.



۲ مرحله‌ی کودی

$$\frac{\text{تکودی}}{\text{راندمان}} = \text{تعداد مراحل واقعی}$$

Jozvebama.ir

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

* HETP : ارتفاع معادل یک سینی ایده‌آل است که به صورت مرحله‌ای کار می‌کند ←
ارتفاکی از یک ستون دیفرانسیلی است که به صورت مرحله‌ای کار می‌کند.
ایده‌آل یا تئوری ؟؟
$Z = N_p \times HETP$ → (ارتفاع)

* سوال) در packing و pallring و افت فشار $17mmH_2O$ باشد، از ضریب Fav برای HETP ها استفاده می‌کنیم. اگر افت فشار از $17mmH_2O$ کمتر باشد از HETP
مثبت می‌شود یا کمتر ؟ توضیح: چون هرچه ارتفاع بیشتر باشد، افت فشار بیشتر است و هدف ما
افت فشار زیاد شده، ارتفاع را کم کنیم.

* سوال) این اعداد ضریب Fav برای Rasching و Saddle هم قابل استفاده است. حالا در این دو تا HETP کمتر می‌شود یا بیشتر ؟ توضیح: بیشتر

ضریب Fav و ضریب Fav خوانده شود.

HTU : Heat of Transfer Unit

* اگر ستون آلوده باشد باید از ستون پرشده و با افت زیاد ستون سینی‌دار مناسب‌تر است.

مثال ۴ و مثال ۵، مثال ۶ خوانده شود.

مثال آخر فصل: فقط مربوط به ستون‌های پرشده.

Sunwood

Jozvebama.ir

Subject:

Year.... Month.... Date.... ( )

جلسه‌ی ۱۰ ۹۷/۱۰/۱۵

فصل نهم جذب

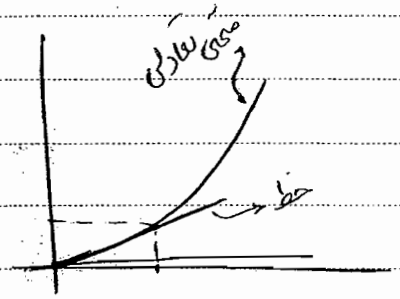
ص ۴۷۵:

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 با شیب خط منحنی تعادل برابر گرفته 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.

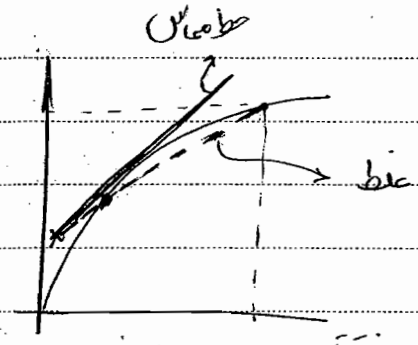
E : G ، R : L

ص ۴۷۸: خط عمل در جذب بالاست. (E → R)

شکل (۹-۵): نقطه‌ی $\begin{matrix} X_2 \\ Y_2 \end{matrix}$ کاملاً مشخص است.

ص ۴۷۹:

شکل (۹-۶): در چنین مواقعی باید مماس رسم کرد.



ص ۴۸۰: می‌تواند باشد.

شکل (۹-۹): دومی و سومی و هم سو هستند چون عدد انتقال جزء در ستون اول (سوی جزء) همین صورت گرفته است.

Jozvebama.ir

Subject:

Year..... Month..... Date..... ( )

ص۴۸۹ :

آیا روش $Z = N_p \times HETP$ برای رسیدن به ارتفاع درست است؟ بله درست است ولی در مقابلش روش دیگری که در ادامه گفته می‌شود دقیق نیست.

ص۴۹۲

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 با این تعاریف 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 ..... : جدید است. (ص۴۹۳، ص۴۹۴، ص۴۹۵) جدید

این روش برای هر نوع ستون دیفرانسیلی صحیح است

فرض کنیم انتقال جرم از گاز به مایع داریم (جذب) : روابط ص۴۹۴

الان به دنبال گرفتن ارتفاع می‌توانیم packed باشد، spray، دیواره‌ای و ... باشد.

$d(G_y)$: کل انتقال جرم صورت گرفته از گاز به مایع

سطح ویژه

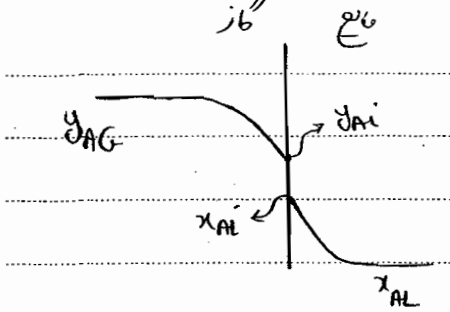
کل انتقال جرم صورت گرفته داخل آن می‌تواند باشد: $N_A \cdot a \cdot S \cdot dz$

$\frac{Kmol}{m^2 \cdot s} \cdot \frac{m^2}{m^3} \cdot m^2 = \frac{Kmol}{s}$

Jozvebama.ir

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 ستم درصد رقت بود باز هم خط عملیاتی داشتیم.

y_{Ai} از سطح مشترک بدست می‌آید. y_A داریم که از y_{A1} (پایین) تا y_{A2} (بالا) متغیر است.

برای هر نقطه باید با استفاده از اطلاعات خوراک و آب منحنی عملیاتی را رسم کنیم. سپس از روی منحنی تعادل y_{Ai} را بدست می‌آوریم.

y_A	y_{Ai}	$\frac{1}{(1-y)\ln\frac{1-y_{Ai}}{1-y}}$
y_{A1}	✓	
⋮	✓	⋮
⋮	⋮	⋮

$$\Rightarrow H_{tG} = \text{سطح زیر}$$

Jozvebama.ir

Subject:

Year..... Month..... Date.....( )

$\frac{L}{F_{oL} \cdot a}$

$$Z = H_{tG} \cdot N_{tG} = H_{tL} \cdot N_{tL} = H_{toG} \cdot N_{toG} = H_{toL} \cdot N_{toL}$$

می‌توانیم N_{tL} را به دست آوریم:

$$N_A = \frac{N_A}{N_A + N_B} F_L \ln \frac{1-x}{1-x_i}$$

← جای کسر عدد زیاد است

$$H_{tL} = \frac{L}{F_L \cdot a}$$

می‌توانیم N_{toG} را به دست آوریم:

$$N_{toG} = \frac{N_A}{N_A + N_B} F_{OG} \ln \frac{1-y_A^*}{1-y_A}$$

$$H_{toG} = \frac{G}{F_{OG} \cdot a}$$

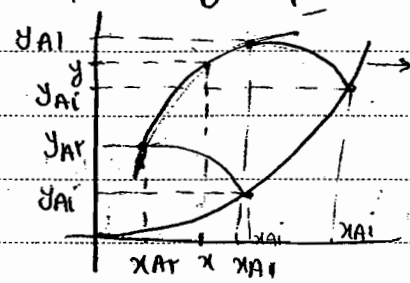
به سؤال از قبل و حتماً داریم.

* 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 عملیاتی $y-x$ را بنویسیم.

حالا x را بین x_{A1} و x_{A2} انتخاب می‌کنیم و در معادله منحنی عملیاتی قرار می‌دهیم تا y متناظر به دست می‌آید.



الان فقط وایسا نره کنار!!! گیر نده!!!

ایشال‌های حل‌شده کتاب + ارتباطی بین مثال‌ها (۶۰٪ سؤال‌ها)

Sunwood

Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

Basis 100 g mol

جدول

composition	g mol	وزن مولکولی MW	mass (g)
O_2	21	32	672
N_2	79	28	2228
total	100		2900

$$MW_{air} = \frac{2900\ g}{100\ g\ mol} = 29\ \frac{g}{g\ mol}$$

$\frac{kg}{m^3}$ ، $\frac{lbm}{ft^3}$ ، $\frac{g}{cm^3}$

Density = چگالی

← در جامدات با دما حرارت تغییر می‌کند

← مایعات و گازها با دما و حرارت و فشار تغییر می‌کند

* چگالی نسبی Specific gravity

← اگر گویند سنگ نسبت به آب چند است یعنی سنگ در دمای 4°C

$$Sp.gr_A = \frac{\rho_A}{\rho_{ref}} \qquad \rho_A = Sp.gr \cdot \rho_{ref}$$

* در جامدات و مایعات: جسم خودمان در دمای محیط چگالی اندازه گرفته شده.

جسم مبنا در دمای 4°C چگالی اندازه گرفته شده و منظور آب است.

$$\rho_{ref} = \rho_{water,\ 4^\circ C} = 62.4\ \frac{lbm}{ft^3}$$

در سیستم SI ، $\rho_{water} = 1$ و در سیستم هندی

← 1 خواسته باشد کدام ماده یک چگالی دارد در SI چون $\rho_{water} = 1$ است که آن است.

* در گازها باید بگویند در چه فشار و دمای چگالی اندازه گرفته شود.

← در سیستم آمریکایی و بارهایی از °API استفاده می‌شود.

American petrolium institute

$$^\circ API = \frac{141.5}{Sp.gr\ \frac{60^\circ F}{60^\circ F}} - 131.5$$

← این رابطه از کجا آمده و چه چیزی را نشان می‌دهد؟

barrel of crude oil = 42 us gallon = 158.987 lit

Jozvebama.ir

$\Rightarrow L^3T^{-1} = M^{a+c} L^{-a+b-c} T^{-m-c}$

h در اینجا واحد ندارد چون واحد متر و یا طول یا وسکوزیته نمی‌تواند واحدی غیر واحدهای گفته 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.

روش اول

$$16.2\ \mu m \left| \frac{1\ m}{10^6\ \mu m} \right| \frac{100\ cm}{m} \left| \frac{1\ in}{2.54\ cm} \right| = 0.35 \times 10^{-4}\ in$$

$$\frac{-0.021}{s} \left| \frac{60s}{min} \right| = -1.26\ min$$

$$\Rightarrow d' = 6.38 \times 10^{-4} \left(1 - e^{-1.26t'}\right)$$

روش دوم

$$d = d'\ in \left| \frac{2.54\ cm}{1\ in} \right| \frac{1\ m}{100\ cm} \left| \frac{10^6\ \mu m}{1\ m} \right| = 2.54 \times 10^4\ d'$$

$$t = t'\ min \left| \frac{60s}{min} \right| = 60t'$$

$$2.54 \times 10^4\ d' = 16.2\left(1 - e^{-1.26t'}\right)$$

$$d' = 6.38 \times 10^{-4}\left(1 - e^{-1.26t'}\right)$$

حرکت سیالات Laminar

۱. مولکول‌ها یک خط مستقیم را طی کنند

* حرکت بین دو حالت

۲. مولکول‌ها عمود بر جریان هم حرکت کنند حرکت درهم Turbulent

۳. حرکت از مستقیم به غیر آن transitional

اعداد بدون بعد Dimentionless

واکنش‌های شیمیایی

* b بر حسب mole

جذب سطحی adsorption

$$Reynolds\ No = \frac{\rho v D}{\mu}$$

$$g\ mole = \frac{mass\ in\ g}{MW}$$

$$lb\ mol = \frac{mass\ in\ lb}{MW}$$

$$kg\ mol = \frac{mass\ in\ kg}{MW}$$

Basis 2 lb NaOH

$$2\ lb\ NaOH \left| \frac{1\ lb\ mol\ NaOH}{40\ lb\ NaOH} \right. = 0.05\ lb\ mol$$

$$2\ lb\ NaOH \left| \frac{4.54\ g}{lb} \right| \frac{g\ mol}{40\ g} = 22.7\ g\ mol$$

$$0.05\ lb\ mol \quad \frac{4.54\ g\ mol}{1\ lb\ mol} = 22.7\ g\ mol$$

مسئله: $7.5\ g\ mol_{NaOH}$

Basis is 7.5 gmol

$$7.5\ g\ mol\ NaOH \left| \frac{40\ g\ NaOH}{g\ mol\ NaOH} \right.$$

Jozvebama.ir

حل تمرین جلسه اول

= پیمانه ها =

در هر رابطه ترم هایی که با هم جمع می شوند باید از نظر ابعادی یکسان باشند.

dimensional Consistency

$H = a + bT + cT^2$

$[H] = \frac{Btu}{lb\,mol}$ $\quad [T] = {}^\circ R$

$778\ lbf \cdot ft = 1\ Btu$

$1\ lb\,mol = 454\ gr\,mol$

$\Rightarrow [a] = \frac{Btu}{lb\,mol}$ $\quad [b] = \frac{Btu}{lb\,mol} \Rightarrow [b] = \frac{Btu}{lb\,mol\,{}^\circ R}$

* اصل همگنی ابعاد: ۱. ترم‌هایی که با هم جمع می‌شوند باید از نظر ابعادی یکسان باشند.
۲. دو طرف معادله نیز هر یک از نظر ابعادی.

معادله واندروالس: $\left[P + \frac{a}{\hat{V}^2}\right](\hat{V} - b) = RT$

$[P] = Pa$ $\quad [\hat{V}] = \frac{m^3}{g\,mol}$ $\quad [T] = K$

* وقتی رابطه‌ای را دیدید باید از خودمان بپرسیم آیا ضرایب رابطه دارای بعد هستند یا نه؟

$\left[\frac{a}{\hat{V}^2}\right] = [P] = Pa \Rightarrow [a] = \frac{Pa\,m^6}{g\,mol^2}$ $\quad \left[\frac{m^3}{g\,mol}\right]$

$[b] = \frac{m^3}{g\,mol}$

$\Rightarrow [R] = \frac{Pa\,m^3}{g\,mol\,K}$

$R[=]$ $\frac{\text{x فشار}}{\text{x دما}}$ ؟ $\frac{\text{فشار}}{\text{دما}}$ ← $\frac{\text{فشار} \times \text{حجم}}{\text{دما} \times \text{مول}}$

R در سیستم‌های مختلف

$h_{fg} = 122.7\,(T_c - T)^{\frac{1}{3}}$

T_c: °R, T: °R, h_{fg}: $\frac{Btu}{lbm}$

$122.7\ [=]\ \frac{Btu}{lbm\,(^\circ R)^{\frac{1}{3}}}$

کلاس (2)

(23) گرمای نهان: sensible heat — مبدل حرارتی بدون تغییر فاز

latent heat — با تغییر فاز

① روش تعدیل ضریب:

$$122.7\ \frac{Btu}{lbm\,{}^\circ R^{\frac{1}{3}}} \left|\frac{1055\ J}{Btu}\right| \left|\frac{lbm}{454\ g}\right| \left(\frac{1.8\,{}^\circ R}{K}\right)^{\frac{1}{3}} = 397.2\ \frac{J}{g\,K^{\frac{1}{3}}}$$

ضریب را تعدیل به آنچه می‌خواهیم می‌کنیم.

$h'_{fg} = 397.2\,(T'_c - T')^{\frac{1}{3}}$

② روش جایگزینی: h_{fg} و T را بر حسب مقادیر مدنظرمان می‌نویسیم.

h_{fg} را به h'_{fg} دلخواه تبدیل کرده و جایگزین می‌کنیم.

$$h_{fg} = h'_{fg} \left|\frac{J}{g}\right| \left|\frac{454\ g}{lbm}\right| \left|\frac{Btu}{1055\ J}\right| = 0.4299\ h'_{fg}$$

* اگر تابع ریاضی داشته باشیم مثل log و ... ارجحیت با روش جایگزینی است.

* یک مسئله و کنترل ابعادی

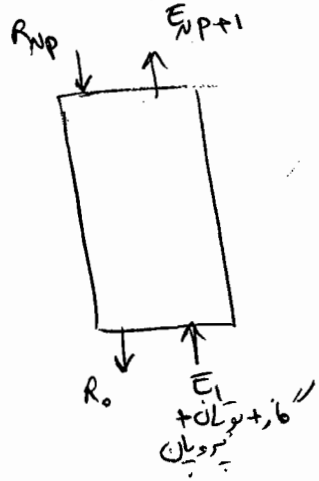
$Q \propto \Delta P^a\ R^b\ \mu^c \Rightarrow Q = h\,\Delta P^a R^b \mu^c$

$L^3 T^{-1} = h(MT^{-2}L^{-1})^a (L)^b (ML^{-1}T^{-1})^c$

دبی حجمی

$\rightarrow$ $\updownarrow R$

(1) گرانروی = نشان دهنده مقاومت داخلی سیال در برابر جریان است. $= \frac{g}{cm \cdot s}$



E_1

پروپان) $P_t y_i = P_i^* x_i$

تولوئن) $P_t y_i = P_i^* x_i$

فشار بخار پروپان = 981000 pa

" " تولوئن = 265000 pa

$(R_{Np})_{min} = ?$

تولوئن را استثنا از پروپان در نظر می‌گیریم.

$y_1 = 0.1 \rightarrow Y_1 = 0.11$

$x_{Np} = 0 \rightarrow X_{Np} = 0$

$y_{Np+1} = 0 \rightarrow Y_{Np+1} = 0$

$x_0 \times 265 = 0.294 \times (0.1) \rightarrow x_0 = 0.11 \rightarrow X_0 = 0.12$

$E_1 = 1000 \frac{m^3}{hr} \left| \frac{kmol}{m^3} \right. =$

$\frac{0.11}{0.12} =$

$\frac{kmol}{m^3} = 0.0496$

$E_S = E_1 (1 - y_1) = 900 \frac{m^3}{hr} \left| \frac{kmol}{m^3} \right. = 44.64$

$\frac{kmol}{m^3} \boxed{=} 0.0496 = \frac{kg}{m^3} \left| \frac{kmol}{kg} \right. = 579 \times 58$

$\rho_{گاز} = \frac{294000 \times 58}{8314 \times 303.15}$

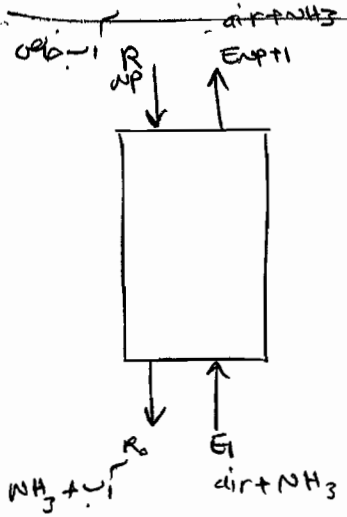
$C_4H_{10} = 58$

$\rho_{مایع} = 579$

$\frac{Y_1 - Y_{Np+1}}{X_0 - X_{Np}} = \left(\frac{R_S}{E_S}\right)_{min}$

$1000 \frac{m^3}{hr} \left| \frac{579\ kg}{1\ m^3} \right. \left| \frac{kmol}{58\ kg} \right. =$

min → حالت سخت‌تر



$d = 0.625$ m

$T = 20^\circ C$

$p = 1$ atm

$E_1 = 0.67 \frac{m^3}{s}$

$y_1 = 0.035$ مولی

$Y_{Np+1} = 0.2\ Y_1$

$M_1 = 28.6$

$\rho_G = 1.189\ kg/m^3$, $\rho_L = 1000\ kg/m^3$,

$Y = 1.075\ X$

$\frac{29.02x}{12.02x + 17} = 0.035 \rightarrow y_1 = 0.021$

$Y_1 = 0.021$

$NH_3 = 0.035 \times 0.8 \times G_m$

$X_0 = 0$	X_{Np}
$Y_1 = 0.021$	$Y_{Np+1} = 4.25 \times 10^{-3}$

$G_m = 0.67 \frac{m^3}{s} \left| \frac{1.189\ kg}{m^3} \right. \Rightarrow G_m = 0.79663\ kg/s$

$G' = 2.598 \frac{kg}{m^2 \cdot s}$

$L_m = ?$

$L_m = R_{Np} + NH_3$

$R_{Np} = ?$

$\frac{G^{1/2} \mu_L^{0.1} C_P}{\rho_G (\rho_L - \rho_G)} = ?$ → approximate flooding → x و y = ? = $\frac{L_m}{G_m} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{0.5}$

الف) دبی آب در حالت خشان ؟

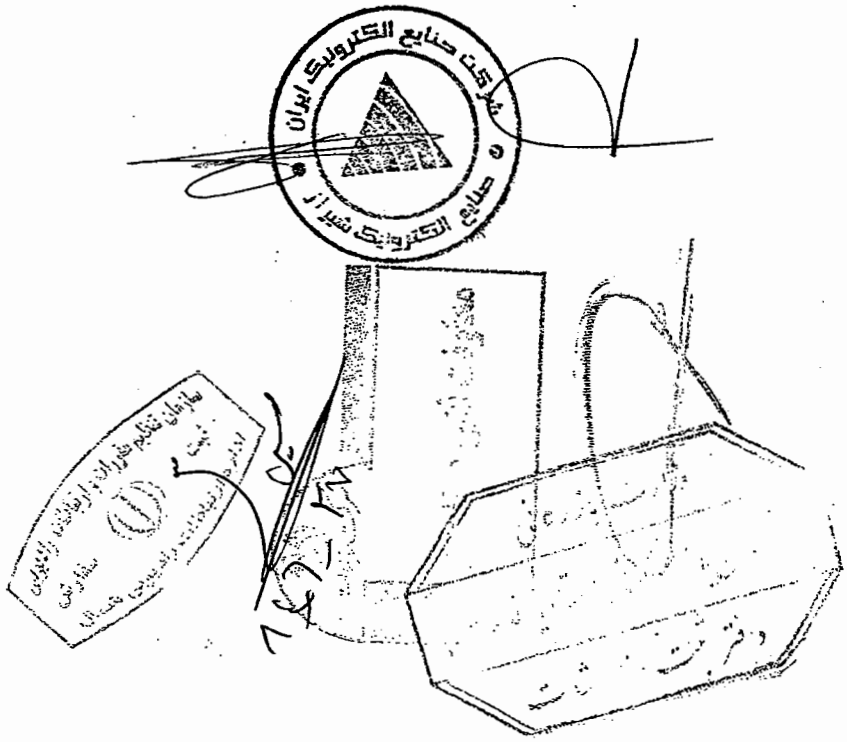
Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

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



$\overline{Sh} = Sh_{nc} + 0.347 (Re Sc^{0.5})^{0.62}$

$Gr = \frac{g \beta^3 \Delta \rho}{\rho} \left(\frac{\rho}{\mu}\right)^2$

$Gr = 7.9 \times 10^{8} \times 2.3 \times 10^{3} \times \varepsilon$ $< 10^{8}$

$Sc = 0.719$

$Sh_{nc} = 2 + 0.459 (Gr Sc)^{0.25} = 52.4$

$\overline{Sh} = 818.17 = \frac{\bar{F} d}{CD}$ (از تعریف) $\overline{Sh} = \frac{\bar{k} d}{D}$

$\overline{Sh} = Sh_{nc}$

$Re = 0$

Jozvebama.ir

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.

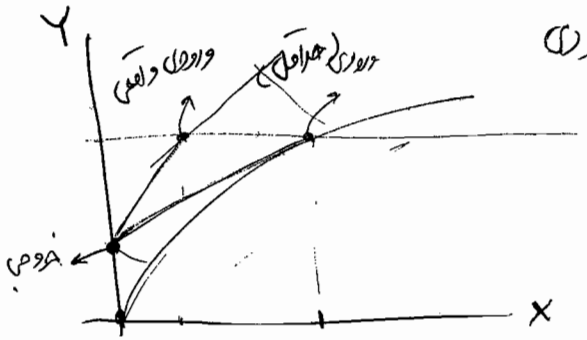
متوسط خونریزی با I.U.D پلاستیکی ۵۰ تا ۱۰۰ درصد و با I.U.D مس‌دار ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. خونریزی زیاد قاعدگی، شایع‌ترین شکایت زنان استفاده‌کننده از I.U.D است و ۴ تا ۱۵ درصد علت خارج کردن آن، بعد از گذشت یک سال می‌باشد.

Jozvebama.ir

$$N_A M_A S = (-dC_A) u' S' M_A$$

$$k_0(y_A - y_{Ai}) = \frac{P}{RT} u \frac{\pi}{\varepsilon} d^2 dy_A$$

$y = 80/6x \Rightarrow \frac{Y}{1+Y} = 80/6 \frac{X}{1+X} \Rightarrow Y = f(X) = \checkmark$



$x_{AL} = ? \rightarrow X_{AL} = ?$
$y_{AG} = 0/10 \rightarrow Y_{AG} = \checkmark$

$x_{AL} = 0 \rightarrow X_{AL} = 0$
$y_{AG} = 0/00 \rightarrow Y_{AG} = \checkmark$

$$\frac{y_{AG} - y_{AG}}{x_{AL} - x_{AL}} = \left(\frac{R_S}{E_S}\right)_m \Rightarrow x_{AL} = \checkmark$$

$$\frac{y_{AG} - y_{AG}}{x_{AL} - x_{AL}} = \left(\frac{R_S}{E_S}\right)_{\text{مول}} = \checkmark \Rightarrow$$

مول، $R_S = 5 (R_S)_m \Rightarrow$

مول، $x_{AL} = \checkmark \Rightarrow$

مول، $x_{AL} = \checkmark$

$x_{AL} = \checkmark$
$y_{AG} = \checkmark \rightarrow -\frac{k_x}{k_y}$ داریم $\Rightarrow x_{Ai}, y_{Ai}$ می‌شود $\left(\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}\right)$

$x_{AL} = \checkmark$
$y_{AG} = \checkmark \rightarrow -\frac{k_x}{k_y}$ داریم $\Rightarrow x_{Ai}, y_{Ai}$ می‌شود $\left(\frac{y_{AG} - y_{Ai}}{x_{AL} - x_{Ai}} = -\frac{k_x}{k_y}\right)$

-10 مسائل ترم

مسأله ۲)

$y_{AG} = 0/12$
$x_{AL} = 0/001$

$k_L = 2/\omega \times 10^{-2}$
$k_G = 1/12 \times 10^{-9}$

$y = 80/6\ x$

الف) $N_A = k_L C (x_{Ai} - x_{AL})$

$k_x = k_L C \rightarrow \frac{950}{18}$
$k_y = k_G P_t \rightarrow$

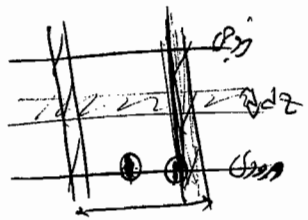
$$\left.\begin{array}{l} \frac{y_{Ai} - y_{AG}}{x_{Ai} - x_{AL}} = -\frac{k_x}{k_y} \\ y_{Ai} = 80/6\ x_{Ai} \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} x_{Ai} = \checkmark \\ y_{Ai} = \checkmark \end{array}$$

ب) $m = m' = m'' = m''' = 80/6$

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

در: $\frac{\frac{1}{k_x}}{\frac{1}{K_x}}$
در: $\frac{\frac{1}{m'' k_y}}{\frac{1}{K_x}}$

ج)



$d = 0/10\ m$
$u = 5\ m/s$
$P_t = 1\ atm$
$T = 25^\circ C$
$P_L = 950$
$M_{H_2O} = 18/02$

① $y_{AF} = 0/10$
② $y_{A1} = 0/00$

① $y_{A2} = y_{Ai}$
② $y_{AL} = y_{Ai}$

Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

۳ـ 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.

۴ـ برخی از ویروس‌ها برای اتصال به باکتری‌ها احتیاج به پوشه‌های خاصی دارند. علاوه‌بر این، دما و مادهٔ غذایی موجود در محیط باکتری در فعالیت ویروس بی‌اثر نیست. فازها در شرایط مطلوب قادرند به تکثیر باکتری‌ها هستند که محیط از هر جهت 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 تکثیر فاژ در باکتری‌ها بوسیله فاژهاست. تعداد پلاک‌ها بر روی سطح آگار، نشان‌دهنده غیرفعال‌بودن فاژ در باکتری مورد نظر است.

هر پلاک ممکن است دارای ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ عدد فاژ باشد. در صورت وجود پلاک، رشد آن‌ها بدون هیچ یا کاهش فعالیت موجب سازش باکتری‌ها متوقف می‌شود. اگر غلظت آگار موجود در محیط کشت افزایش یابد، از اندازه پلاک‌ها به علت کاهش سرعت انتشار فاژها در آگار کاسته می‌شود. اندازه پلاک‌ها به اندازه فاژ نیز بستگی دارد. فاژهای کوچک با سرعت بیشتری منتشر شده، قادرند به طاعونی 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.

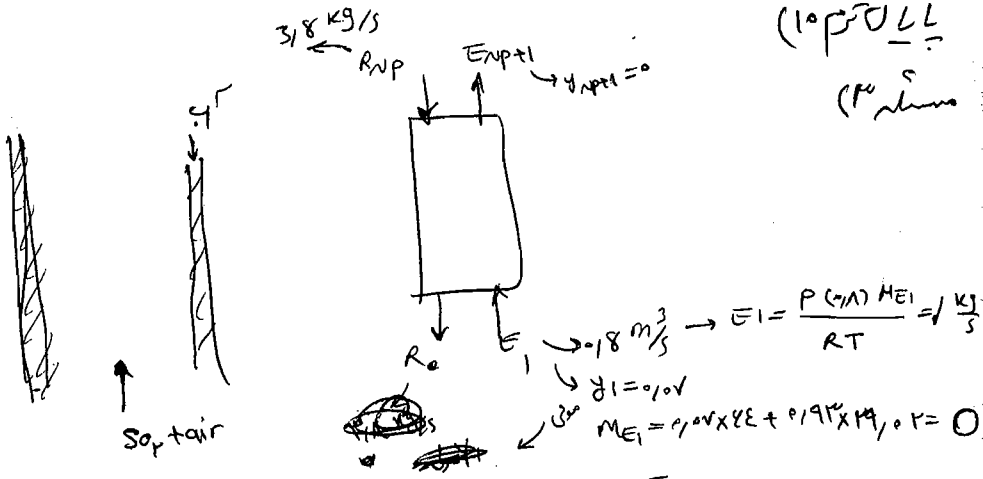
شکل ۳ـ ساختمان ویروس

۷۳

Jozvebama.ir

(۱۰ نمره)

مسئله ۳)



$\rho_L=1235$ $\mu_L=0/0025$

الف) آیا ستون؟ $\Leftarrow \frac{\Delta P}{Z}=400$

ب)

قطر ستون = 8 m

ارتفاع = 1 m

هوای ورودی $y_1=0/0V$ → جرم مولکولی هوای ورودی $M_1=29\times\frac{64}{41}$

$y_{NP+1}=0$

$R_0=3/8\ kg/s$ $=G_m=V$

$L_m=R_{NP}+$ آب $S_{o_2}=V$ } $\frac{L_m}{G_m}=V$

آب $S_{o_2}=E_1 y_1-0$ (مقدار SO_2 خروجی)

$\rho_G=\frac{P M_{E_1}}{RT}=1$

x و z ✓ → $\frac{\Delta P}{Z}=V$ → y خروجی $=V$

$G'=V$ → $A_C=V$ ⇒ $D=?$

$P=P_1-\Delta P$

$\rho_g=\frac{P M_{ENP+1}}{RT_2}$

$\frac{\Delta P}{Z}=\zeta_D\frac{G'^2}{\rho_g}$

P_1

ΔP دو برابر ΔP = $\Delta P\times 8$

(۱۰ نمره)

مسئله ۱-

$2A \rightarrow 1B$

$N_B=-\frac{3}{2}N_A$

$Z=2\ mm$

$T=25^\circ C$

$P=1\ atm$

$D_{AB}=2/2\times10^{-5}\ \frac{m^2}{s}$

الف) ترکیب ① $x_{A1}=0/4$ $x_{B1}=0/6$

ترکیب ② $x_{A2}=0$ $x_{B2}=1$

$x_A=0/4$ $x_B=0/V$

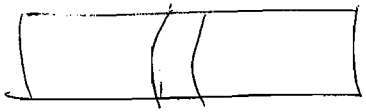
$N_A=\frac{-2}{1}\bar{F}\ln\frac{-2-0}{-2-0/4}$

$\frac{N_A}{N_A+N_B}=-\frac{2N_A}{N_A-\frac{3}{2}N_A}$

$C=\frac{PM}{RT}$

$M=0/4M_A+0/VM_B$

ج)

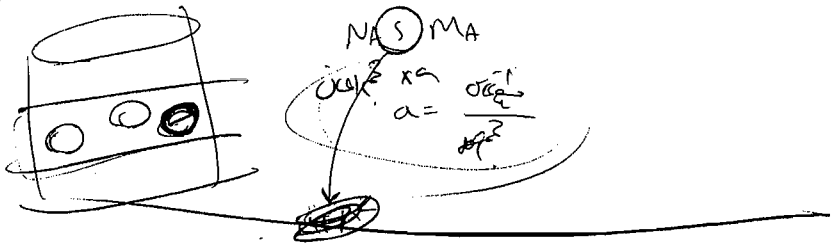


$N_A S M_A = dC_A$ واحد سطح

$k(y_A-y_{Ai})=\frac{a'S'dz}{ax}=\frac{C}{RT}u S' dy_A$

a' سطح انتقال جرم

متغیر از y_{Ai} تا y_A



$\frac{dy}{dz}=\frac{k_c(y_{Hi}-y_H)M_A S}{B}$

$\frac{dy}{dz}=$ ۱/۱۰ − ۳/۱۰

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

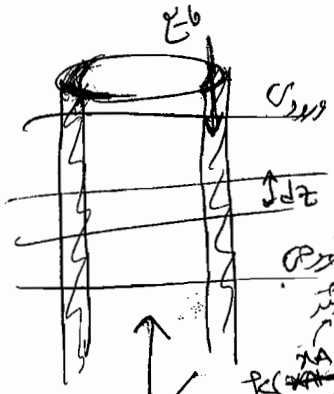
۶- لمس نشدن نخ I.U.D (ناپدید شدن نخ)

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.

Jozvebama.ir



$Z_L = ۰/۸$ mm

ورودی: $x_A = ۰/۰۰۴$

خروجی $C_A = ۱۰۰۰$ ppm

$N_A = k(x_A - x_{Ai})$

$N_A M_A S = C \frac{dx_A}{dC_A} M_A S$

$N_A M_A S = \rho \pi r^2 dz$

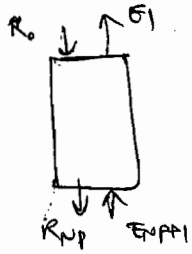
$\int_0^{۱۰۰۰ ppm}$

$Re = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{4\Gamma}{\pi r}$

$\Gamma = \frac{۴}{20} \frac{kg}{s} \left| \frac{1}{1m} \right.$

برای دریاچه

پایان ترم - سری (۴)



مرحله واقعی

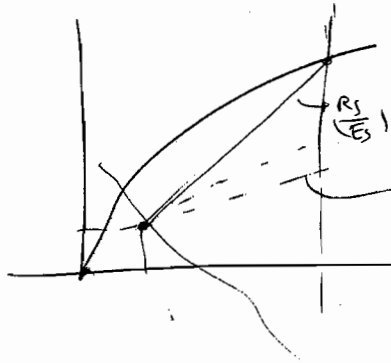
(راندمان مرحله = ۰/۶)

$x_0 = ۰/۱۵$

$x_{Np} = ۰/۰۵$ $\quad y_{Np+1} = ۰$

$R_0 = ۰/۰۲۵$ $\quad \frac{m^3}{s} \left| \frac{1100}{1} \right. = \frac{kg}{s} \checkmark \quad \rho = ۱۱۰۰ \frac{kg}{m^3}$

واقعی E_{Np+1} واقعی $= n \left(\frac{E}{E}\right)_m \Rightarrow \left(\frac{E}{E}\right)_m = ۶$



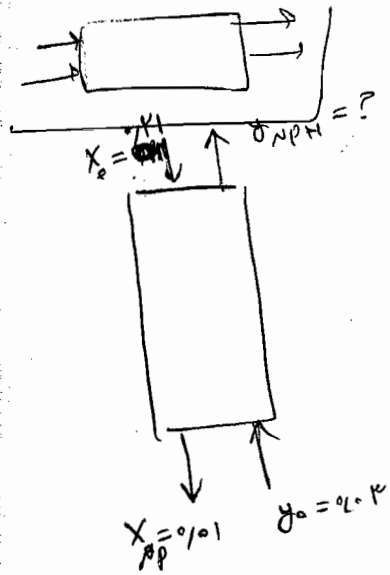
خط جاری است ← مرحله با راندمان مرحله ۰/۷ است.

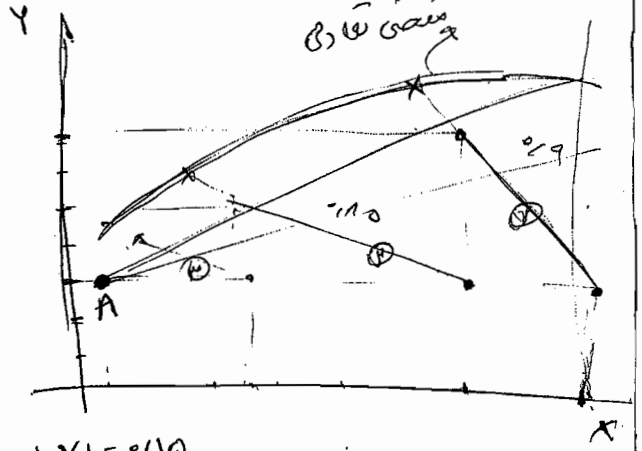
(مثل متقاطع) $۰/۷ = \frac{x_2 - x_1}{x_e - x_1}$

$HETP = ۱/۵$ m

$Np = ?$

$R \to \infty$ وضع





متقاطع ① $\left| \begin{matrix} x_0 = ۰/۱۵ \\ y_0 = ۰/۰۴ \end{matrix} \right. \to \left| \begin{matrix} x_1 = ۰/۱۵ \\ y_1 = ۰/۰۷ \end{matrix} \right.$

نکته: x و y هم اندازه ← از روی خط اول مدرج می‌کنیم.

تعداد مراحل $= \frac{x_2 - x_1}{x_e - x_1}$

② $\left| \begin{matrix} x = ۰/۱۵ \\ y = ۰/۰۴ \end{matrix} \right. \to \left| \begin{matrix} ۰/۰۷ \\ ۰/۰۵ \end{matrix} \right.$

واسرسوالی و غیر هم سو:

ورودی A $\left| \begin{matrix} ۰/۰۱ \\ ۰/۰۴ \end{matrix} \right. \to \left| \begin{matrix} ۰/۲۱ \\ ? \end{matrix} \right.$ $\Rightarrow \left(\frac{R_s}{E_s}\right)_m \to (E_s)_m$ ✓

حل مرحله‌ای ← خط جدید ← تعداد مراحل

واقعی E_s ✓ $\quad \times ۵$

ب) در هریک از خطوط ①، ② و ③ به طور جداگانه E_s حساب کن!

Jozvebama.ir

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.

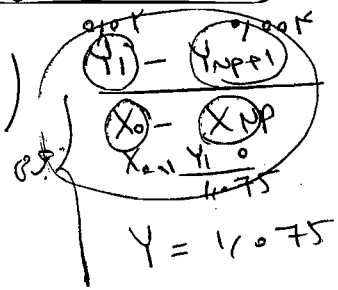
افرادی که می‌توانند از I.U.D استفاده کنند عبارتند از:

1) Vaginitis
2) Cervicitis
3) Myoma
4) Liomyoma
5) Stenosis
6) Nulliparity
7) Wilson's Disease

Jozvebama.ir

$R_{NP} = 0.148 - 0.012 \Rightarrow$ **$A_{NP} = 0.14 \frac{kg}{s}$**

شیب: **$R_{S_{pola}} = 0.14 \frac{kg}{s}$**



$= + \frac{R_S}{E_S}$

$Y = 1.075X$

$\Rightarrow \frac{0.10۲ - 0.100۴}{0.10۲ - 0} = \frac{R_S}{0.7832} \rightarrow$ **$R_S = 0.14۳ \frac{kg}{s}$**

$n = \frac{0.14}{0.14۳} = 1.1$

Saddle → 2.5 cm → C_f = 110

C_D =

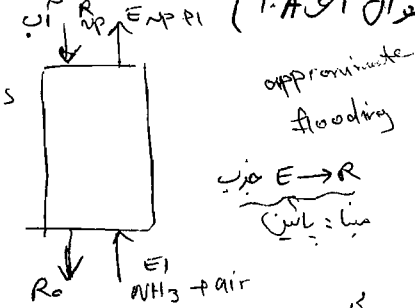
$d = 0.14۳ cm$ m

$\mu_L = 0.001 pa.s$

$\mu_L = 1000$

$T = 20^\circ C$

$P = 1 atm$



سوال آخر T.A

E_1:
- $E_1 = 0.14 \frac{m^3}{s}$
- $\rho_{g_{20}} y_1 = 0.10۳ \rightarrow \rho_g \; Y_1 = 0.136$
- $M_{E1} = 28.16$
- $\rho_g Y_1 = 0.10۲ \rightarrow \rho_g y_1 = 0.101$
- $E_1 = 0.18 \frac{kg}{s}$

E_{NP+1}:
- $Y_{NP+1} = 0.1\% Y_1 \rightarrow \rho_g$
- $\rho_{g_{20}} Y_{NP+1} = 0.1007 \rightarrow \rho_g y_{NP+1} = 1.007$
- $M_{E_{NP+1}} = 28.194$
- $\rho_g Y_{NP+1} = 0.100۴ \rightarrow \rho_g y_{NP+1} = 0.100۴$
- $E_{NP+1} = 0.1828 \left(\frac{kg}{s}\right)$

R_{NP}:
- $X_{NP} = 0$
- $R_{NP} = ?$

R_0

---

if $Y = 1.075X \Rightarrow R_{NP} = (n)(R_{NP})_{min} \Rightarrow n = ?$

$E_S = E_1 (1 - y_1) = 0.1832 \frac{kg}{s}$ (E_1 در $\rho_{g_{20}}$، y_1 در $\rho_{g_{20}}$)

$\rho_G = \frac{P M_{E1}}{RT} = 1.19$

$G_m = E_1 = 0.18 \frac{kg}{s} \rightsquigarrow G' = \frac{G_m}{A_c} = \frac{0.18}{\frac{\pi}{4}(0.12۳)^2} = 1.102 \frac{kg}{m^2.s}$

$L_m = ?$

$y^3 : \frac{G'^2 \mu_L^{0.1} C_f}{\rho_G(\rho_L - \rho_G)} = 0.3 \rightarrow x_{y^3} = 0.0۳$

$0.0۳ = \frac{L'}{1.102}\left(\frac{1.19}{1000 - 1.19}\right)^{0.5} \Rightarrow L' = 2.22 \frac{kg}{m^2.s} \Rightarrow L_m = L' \cdot A_c$

$L_m = 0.14 \frac{kg}{s} \Rightarrow L_m = R_{NP} +$ جذب NH_3

جذب $NH_3 = E_1 y_1 - E_{NP+1} y_{NP+1} = 0.1 \times 0.0۳ - 0.1828 \times 0.00۴ = 0.0013 \left(\frac{kg}{s}\right)$

Jozvebama.ir

- 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

Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

فصل ۲

قانون اول فیک: در شرایط عملیاتی ثابت (دما و فشار ثابت) جرم یک جزء (یعنی جزء A یا B) که در اثر نفوذ مولکولی جزء A به واحد سطح در واحد زمان منتقل می‌شود، با گرادیان غلظت جزء A در راستای انتقال نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{J_{A2}}{\frac{dC_A}{dz}} = \text{ثابت} \qquad J_{A2} = -D_{AB}\frac{dC_A}{dz}$$

$$N_{A2} = J_{A2} + \frac{x_{A1}}{x_{A1}+x_{B1}}(N_{A2}+N_{B2})$$

$$Pr = \frac{C_p M}{K} = \frac{\nu}{\alpha}$$

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

$$Nu = \frac{hL}{K}$$

$$Sh = \frac{k_c L}{D_{AB}}$$

$$Sh = Nu\,Re\,Pr$$

$$Re_M = Re\,Pr\,Sc$$

$$St = \frac{Nu}{Re\,Pr}$$

$$St_M = \frac{Sh}{Re_M\,Sc}$$

$$St_M = St\,Pr^{\frac{2}{3}}$$

$$St_M = \frac{f}{2}$$

$$\frac{St_M}{St} = Pr^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{St_M}{St} = \frac{f}{2}$$

$$\frac{St_M}{St} = Sc^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{St_M}{St} = \frac{f}{2}$$

۱) عملیات جداسازی در مهندسی شیمی

عملیات جداسازی

- جداسازی اجزاء یک محلول یا مخلوط از یکدیگر
- جداسازی اجزاء یک محلول یا مخلوط از حلال
- عملیات جداسازی در مهندسی شیمی
- جداسازی اجزاء یک مخلوط یا محلول با اضافه کردن یک فاز جدید
- عملیات تماسی
- جداسازی اجزاء یک محلول یا مخلوط با اضافه کردن یک فاز جدید
- عملیات جداسازی بدون فاز جدید
- جداسازی اجزاء یک مخلوط همگن با استفاده از اختلاف فشار بخار

۱) تقطیر (Distillation) ← جدا کردن اجزاء یک محلول

۲) جذب (Absorption) ← حل شدن یک یا چند جزء از یک مخلوط گازی در یک حلال مناسب

Fractional Absorption

Fractional Distillation

Leaching ← خارج کردن یک جزء از جامد توسط حلال

Desorption ← Stripping

۳) استخراج مایع-مایع (Liquid-Liquid Extraction)

۴) رطوبت‌گیری (Dehumidification) ← خارج کردن بخار آب از هوا

Jozvebama.ir

- سؤال استاد در تلفنی 6 و 12 و 18 ← P-119 جزوه در راه من ؟

- خط هیک از خطوات پس آزندشت 1 hour ؟

$$-N_A M_A \rho = 2\pi r^2 \left(\frac{dx}{d\theta}\right)$$

- در مثال 11 صفحه 278 چرا در ② را این شکلی نوشته است ؟ یعنی H_2S هیچ نفشی ندارد؟ گاز

- مثال 1 صفحه 8 که چاجی حل نکرده است ؟

- P-464

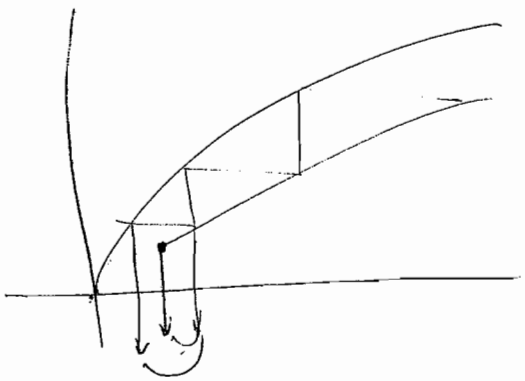
* واسه تعداد مراحل (اون تیه اجزا راه حلش در راه حلش مساوی است ؟

* P-492 چرا فلاکس جرمی مایع را برمبنای پایین در نظر گرفته است ؟

$$\text{نوشتن } Lm = R_2 + \left[0/08\,\epsilon_1 - 0/0004\,(E_{Np+1})\right] \rightarrow \frac{E_3}{1-\psi_{Np+1}}$$

* تفاوت وقتی سیگنال 80٪ جذب سیستم میشه یا خروجی ؟

$\epsilon_1 \mp$



Jozvebama.ir

نته حفاظت در برابر اشعه کد ۵۳۰

عتی

	۱۳ - ۱۴/۴۰	۱۴/۵۰ - ۱۶/۳۰
های	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

Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

توجه: (P.108) مثال ۱۰ ← همراه با حرکت توده‌ای

$Sh = \frac{2R}{r-R}$ مثال ۱۳ ← بدون حرکت توده‌ای

مثال ۱۰) $K_c = \frac{Dr}{r-R}\left(\ln \frac{C-C_A}{C-C_{AS}}\right)\frac{4}{C_{AS}-C_A}\cdot\frac{1}{R}$

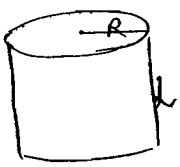
مثال ۱۳) $K_c = \frac{Dr}{r-R}\,\frac{1}{R}$

سؤال: 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 $\lambda>1$ → $K_{c10} > K_{c13}$

Jozvebama.ir



$Sh = ?$
$K_C = ?$

(P.108 :مرجع

~~$N_{Ar} = \frac{-2}{1-\frac{C_A}{C}} D_{AB} \frac{dC_A}{dr}$~~

$N_{Br} = 0$:جریان بر جریان

$$N_{Ar} = \frac{-1}{1-y_A} D_{AB} \frac{dC_A}{dr}$$

$$Sh = \frac{K_C C_{B,M} d}{C D_{AB}}$$

$$\dot{m}_{Ar} = \frac{-D_{AB}}{1-\frac{C_A}{C}} \frac{dC_A}{dr} 2\pi r L M \Rightarrow \dot{m} = \frac{CD}{C_A - C} 2\pi r L M \frac{dC_A}{dr}$$

$$\Rightarrow \dot{m} \int_R^r \frac{dr}{r} = 2\pi L M C D \int_{C_{AS}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A - C}$$

$$\dot{m} \times \ln\frac{r}{R} = 2\pi L M C D \ln\frac{C_A - C_1}{C_{AS} - C} \Rightarrow \dot{m} = 2\pi L M C D \frac{\ln\frac{C - C_A}{C - C_{AS}}}{\ln\frac{r}{R}}$$

$$\dot{m} = K_C \left(\frac{C_B - C_{BS}}{C_{AS} - C_A}\right) 2\pi R L M = 2\pi L M C D \frac{\ln\frac{C_B}{C_{BS}}}{\ln\frac{r}{R}} \Rightarrow$$

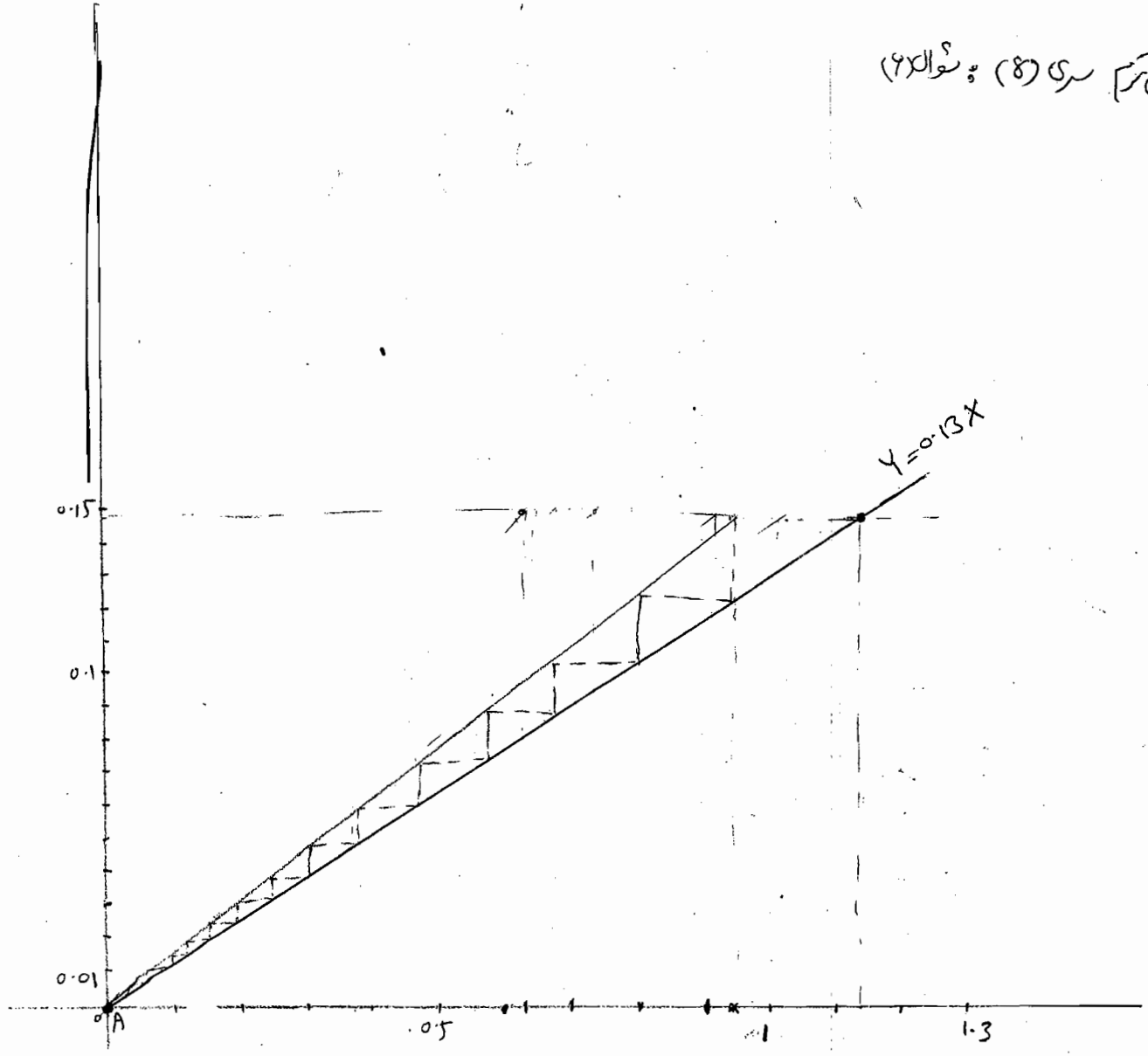
$$K_C C_{B,M} = \frac{CD}{R \ln\frac{r}{R}}$$

$$\Rightarrow Sh = \frac{CD}{R\ln\frac{r}{R}} \times \frac{2R}{CD} = \frac{2}{\ln\frac{r}{R}}$$

شرایط بدون حرکت توده‌ای ثبت

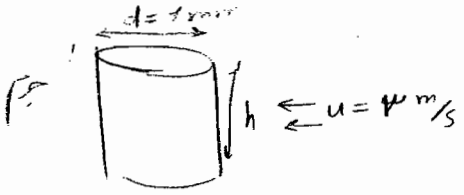
Jozvebama.ir

پایان ترم سری (۸) سوال (۶)



Jozvebama.ir

انتقال حرارت : $Nu_{av} = 0.432 + 0.0222\, Re^{0.8}\, Pr^{0.4}$ $\quad 1 < Re < 4000$ (4 مثال



$P_{air} = 1\,atm$ $\quad P^* = 400\,mmHg$ $\quad L$: سطح تبخیر شونده

$T_{air} = 40^\circ C$ $\quad T_{سطح} = 24^\circ C$

الف) $F = ?$ $\quad P_{av}$

① سطح استوانه: $P_{A1} = 60\,mmHg$, $P_{B1} = 420\,mmHg$ $\quad$ ② هوا: $P_{A2} = 0$, $P_{B2} = 760\,mmHg$

A: UF_6 $\quad B$: هوا

$y_{A1} = 0.08$, $y_{B1} = 0.92$ $\quad y_{A2} = 0$, $y_{B2} = 1$

$y_A = 0.125 \rightarrow 87.5\%$ حرکت نفوذی $\Rightarrow$ حضور سطح

$y_B = 0.875$

$T_{av} = \frac{10+24}{2} = 31.5^\circ C$ $\quad \rho_{av} = 4.1\ kg/m^3$, $\mu_{av} = 2.178 \times 10^{-5}\ Pa.s$, $D = 9.04 \times 10^{-6}\ m^2/s$

$Sh_{ave} = 0.432 + 0.0222\, Re^{0.8}\, Sc^{0.4}$

$Re = \frac{\rho u l}{\mu} = 4422.3$ $\quad Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 0.728$ $\quad \Rightarrow Sh_{ave} = 15.75$

$Sh_{ave} = \frac{F_{ave} d}{C D} \Rightarrow F_{ave} = 11.403 \times 10^{-10}\ \frac{kmol}{m^2.s}$

$\frac{z}{F} = 2.134 \times 10^{-4}\ m$

ب) $\theta = ?$ $\quad \begin{cases} F_{ave} = \text{ثابت} \\ \text{سطح انتقال جرم متغیر} \rightarrow S_{ave} \end{cases}$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta}$ $\quad m = \pi r^2 h \Rightarrow dm = 2\pi h\, dr$

$-N_A M_A \bar{S}_{ave} = \frac{dm}{d\theta} \xrightarrow{N_B = 0} -F_{ave} \ln \frac{1-0}{1-0.92} \cdot M_{UF_6} \frac{\pi h}{\ln \frac{r_2}{r_1}} = 2\pi h r \frac{dr}{d\theta}$

$-1.43 \times 10^{-2} \left(\ln \frac{1}{0.92}\right) M_{UF_6} \frac{\pi h}{\ln \frac{r_2}{r_1}}\, d\theta = 2\pi h \int_{r_1}^{r_2} r\, dr \Rightarrow \theta = ?$

Jozvebama.ir

فاکتور دفع $S = \frac{mE_S}{R_S}$

فاکتور جذب $A = \frac{R_S}{mE_S}$

ژانویه
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

Jozvebama.ir

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 / انتقال جرم

شار انتقال جرم $m''_{Az} = N_{Az} S M_A$

① $N_{Az} = -N_{Bz}$ در حالت ظرف

$$N_{Az} = \frac{D_{AB} P_t}{RTz} (y_{A1} - y_{A2})$$

تغییرات C_A برحسب z کاملاً خطی است.

$N_{Az} \neq 0$

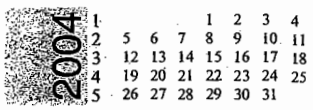
② $N_{Bz} = 0$ مجموع نفوذ و حرکت توده‌ای جزء B = ۰ است.

$$N_{Az} = \frac{D_{AB} P_t}{RTz} \frac{y_{A1} - y_{A2}}{y_{B,M}} = \frac{D_{AB} P_t}{RTz} \frac{P_{A1} - P_{A2}}{P_{B,M}}$$

$$y_{B,M} = \frac{y_{B2} - y_{B1}}{\ln \frac{y_{B2}}{y_{B1}}}$$

غیرخطی

$$n''_{Az} = N_{Az} S$$



Jozvebama.ir

جزء مولی i در مخلوط $x_i = \dfrac{c_i}{\sum_{i=1}^{n} c_i}$

جزء جرمی i در مخلوط $w_i = \dfrac{\rho_i}{\sum_{i=1}^{n} \rho_i}$

$n'_{iz} = \rho_i u_i$ $\quad \dfrac{kg}{m^2 s}$ $\quad$ فلاکس جرمی

$N_{iz} = c_i u_i$ $\quad \dfrac{Kmol}{m^2 s}$ $\quad$ فلاکس مولی

$c = \sum_{i=1}^{n} c_i$ $\quad$ غلظت مولی مخلوط

$\rho = \sum_{i=1}^{n} \rho_i$ $\quad$ غلظت جرمی مخلوط

J_{Az} $\left[\dfrac{Kmol}{m^2 s}\right]$ $\quad$ فلاکس 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	

Jozvebama.ir

$\mu \left[\frac{kg}{m\,s}\right]$

یکشنبه
۲۱
دی
۱۴۲۴ ۱۸ ذیقعده

11 Sun. January 2004

$$D = \left(\frac{k^{3}}{\pi^{3} m_A}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{T^{\frac{3}{2}}}{P \left(d_A + d_A\right)^{2}}\right)$$

$\delta_{AB} = [m]$ مقدار حدای پس از برخورد

D تابع دما

تابع برخورد < دیتانس بین مولکولی

مولکول A و B

برای مایعات

دما
ضریب
غلظت و حرارت نسبی دهنده مخلوط

$$D^{\circ}_{AB} = \frac{(117.3 \times 10^{-19})(\phi M_B)^{\frac{1}{2}} T}{\mu \; V_A^{0.6}}$$

۱				۱	۲	۳
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			

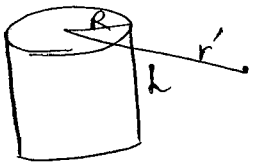
Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

حالا فرض می‌کنیم استوانه‌ای به شعاع R داریم. که از حرکت توده‌ای مرطوب تبخیر می‌شود

فرض: $N_{Br}=0$

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



$$N_{Ar}=\frac{J_{Ar}}{1-x_A}$$

$$J_{Ar}=-D_{AB}\frac{dc_A}{dr}$$

$$x_A=\frac{c_A}{c}$$

$$\Rightarrow$$

$$N_{Ar}=-D_{AB}\frac{dc_A}{dr}\frac{c}{c-c_A}$$

$$m_{Ar}=N_{Ar}S_r M_A=\frac{-D_{AB}c}{c-c_A}2\pi rL\,M_A\frac{dc_A}{dr}$$

$$\frac{+\dot{m}_{Ar}}{2\pi L}\int_{r=R}^{r=r}\frac{dr}{r}=-D_{AB}c\,M_A\int_{c_A=c_{AS}=c_A^*}^{c_A=c}\frac{dc_A}{c-c_A}$$

$$\frac{\dot{m}_{Ar}}{2\pi L}\ln\frac{r}{R}=+D_{AB}c\,M_A\ln\frac{c-c_A^*}{c-c_A}$$

$$\dot{m}_{Ar}=2\pi D_{AB}c\,M_A L\,\frac{\ln\frac{c-c_A^*}{c-c_A}}{\ln\frac{r}{R}}$$

Jozvebama.ir

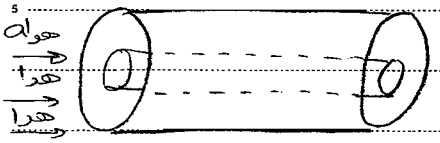
Subject:

Year. Month. Date. ( )

$\dot{m}_2 - \dot{m}_1 = \frac{dm}{d\theta} \rightarrow -ns = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow -144.1 \times N_A \times (8 \times 10^{-5}) = \frac{dM}{d\theta}$

$\Rightarrow \frac{dm}{d\theta} = -0.1154 N_A$

سوال ۵)



$u_{هوا} = 9 m/s$

$T_{هوا} = 30^\circ C$

$P = 1 atm$

$d_i = 2.5 cm \; , \; d_O = 3 cm$

$l = 20 cm$

$P_A = 0$ فشار بخار قند ناچیز است.

انتقال حرارت بسیار کند است : $h = 0.014 Re^{0.8}$: حرارت

از قیاس طبین استفاده می‌شود:

$h = 0.014 Re^{0.8} = c_p \mu \rho \, Pr^{-2/3} J_H \quad J_H = b Re^n$

$0.014 \left(\frac{l}{\mu}\right)^{0.8} (\rho u)^{0.8} = c_p (\rho u) Pr^{-2/3} b \left(\frac{l}{\mu}\right)^n (\rho u)^n$

$n + 1 = 0.8 \rightarrow n = -0.2$

$b = 0.014 \left(\frac{l}{\mu}\right)^{0.8 - n} Pr^{2/3} \frac{1}{c_p}$: با خصوصیات فیزیکی داریم

$Pr = \frac{c_p \mu}{k} = 0.71 \rightarrow b = 0.31 \quad J_H = 0.31 \, Re^{-0.2} \Rightarrow \begin{cases} j_D = 0.31 Re^{-0.2} \\ j_D = \frac{Sh}{Re Sc} Sc^{2/3} \end{cases}$

$Sh \; Sc^{-1/3} = 0.12 \, Re^{0.8}$

A: نفتالین B: هوا

P4PCO

Jozvebama.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

سطح ۱ $\begin{cases} P_{A_1} = 0.1 \text{ Pa} \\ P_{B_1} = 101.88 \end{cases}$ سطح ۲ $\begin{cases} P_{A_2} = 0 \\ P_{B_2} = 101.35 \end{cases}$

$\begin{cases} y_{A_1} = 1.48 \times 10^{-4} \\ y_{B_1} = 0.99999 \end{cases}$ $\begin{cases} y_{A_2} = 0 \\ y_{B_2} = 1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} y_A = 1.33 \times 10^{-4} \\ y_B = 0.9999 \end{cases}$

$$Sc = \left(\frac{\mu}{\rho D}\right)_{air} = \frac{18.5 \times 10^{-6}}{1.17 \times 7.3 \times 10^{-6}} = 22.49$$

$$\rho_{air} = \frac{PM}{RT} = 1.17$$

$$Re = \frac{\rho u d}{\mu} = 7858.18 \rightarrow Sh = 0.044 = \frac{FL}{CD} \Rightarrow F = 9.227 \times 10^{-8} \frac{kmol}{m^2 s}$$

$$C = \frac{P}{RT} = 0.0402 \qquad N_B = 0$$

$$\dot{m}_1^{\circ} - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow -F \ln \frac{1 - y_{A_2}}{1 - y_{A_1}} = -2\rho l \pi r g \frac{dr}{d\theta}$$ (منفی)

$$m = \pi (r_o^2 - r_i^2) l \rho g \rightarrow dm = -2\rho l \pi r_i g dr_i$$

$$\Rightarrow -9.227 \times 10^{-8} \ln \frac{1 - 0}{1 - (4.05 \times 10^{-4})} \int_0^{\theta} d\theta = -\frac{2\rho (0.2)(3.14)(9.8)}{\text{منفی}} \times \int_{1.25 \times 10^{-2}}^{0.1425 \times 10^{-2}} r_i \, dr_i$$

Jozvebama.ir

در شکل 8 - 31)

$G' = 6.65$ lb/ft²s

$x_{مورد} = 0.061$

$y_{مورد} = 0.51$ ← از جدول خارج می‌شود

$\rightarrow \frac{\Delta P}{l} =$ Flooding دچار

⇐ می‌توان سایز و packing طوری انتخاب کرد که ε کم نشود. می‌توان قطر ستون را افزایش داد.

Jozvebama.ir

ارتفاع = $N_p \times HETP \Rightarrow 3 = N_p \times 0.5 \Rightarrow N_p = 6$ (۹) تمرین سری

$N_p = 6$: در شکل صفحه‌ی بعد از طریق رسم خطوط (ادامه حل مسئله ۴)

مختلف خطی را که شامل ۶ مرحله است پیدا می‌کنیم.

$$\left(\frac{R_S}{E_S}\right) = \frac{0.118 - 0}{0.11 - 0.011} = 1.19$$

$$E_S = 4.81 \left(\frac{kg}{s}\right) = E_1(1 - y_1) \Rightarrow E_1 = 4.81 \frac{kg}{s}$$

محل گاز ورودی

$$G' = \frac{4.81}{\pi/4(1)^2} = 6.13 \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

چون ستون نفوذ داریم به محاسبات بر مبنای بالای ستون است:

$L_m = 6.2$

$G_m = 4.81 +$ مقدار جزء A اتانول

مقدار جزء A اتانول $\Rightarrow$

جزء $x_{Np} = 0.075$

جزء $x_0 \Rightarrow \frac{60x}{16x + 44} = 0.011 \Rightarrow$ جزء $x_0 = 8.09 \times 10^{-3}$

$$(0.075 - 8.09 \times 10^{-3}) \times L_m = 0.41$$

$\Rightarrow G_m = 5.22 \frac{kg}{s} \Rightarrow \frac{L'}{G'} = \frac{L_m}{G_m} = 1.19$

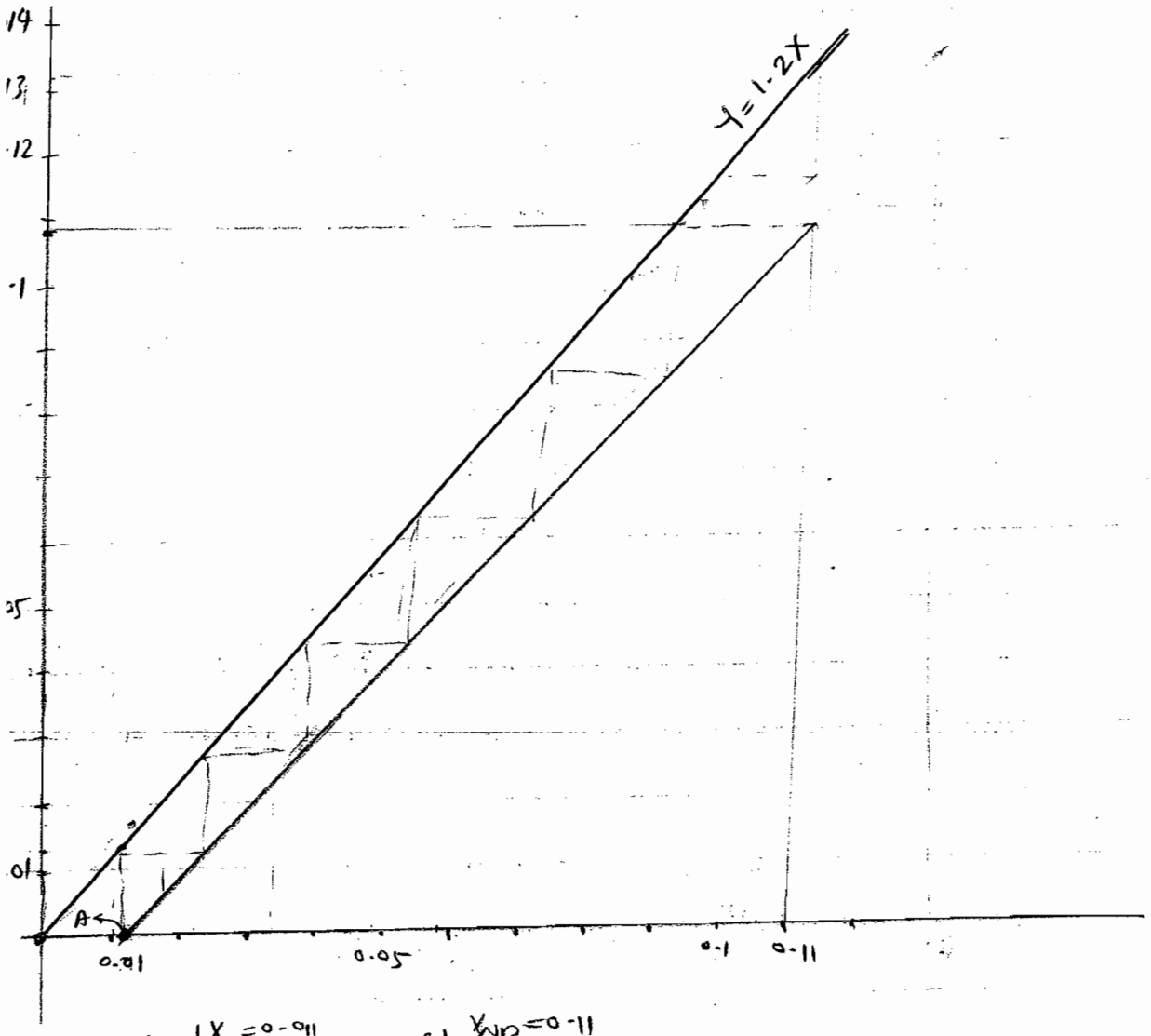
$$\rho_G = \frac{PM}{RT} = 2.62$$

Jozvebama.ir

$$R_S = R_{NP}(1 - x_{NP}) = 5.73 \ \text{kg/s}$$

$Y = 1.2X$

حال شکل تعادل را رسم می‌کنیم:



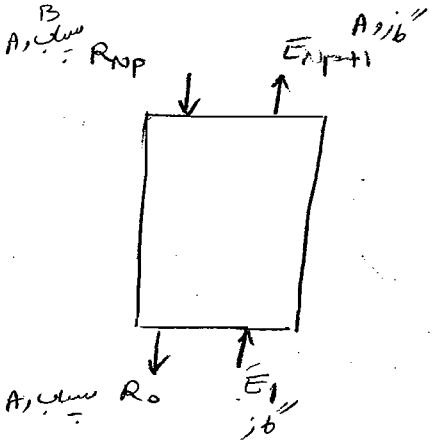
A | $X_0 = 0.011$, $Y_0 = 0$

B | $X_{NP} = 0.11$, $Y_{NP+1} = 0.118$

Jozvebama.ir

مسئله ۴) packed

$d = 1m$, $h = 3m$



هوا جذب ٪۹۰ از A موجود در آب

E = ب″ R = سیاب

$$\begin{cases} \text{ورودی } x_{NP} = 0.1 \Rightarrow \text{خروجی } X_{NP} = 0.11 \\ R_{NP} = 6.2 \ kg/s \end{cases}$$

$Y_1 = 0$

هوا: $X_0 = 0.1$ $X_{NP} = 0.011 \rightarrow x_0 = 0.011$

$\rho_L = 1000 \ kg/m^3$, $\mu_L = 10^{-3}$ pa-s, $T = 25^\circ C$

$C_p = 52 \Rightarrow E_1 = ?$

منحنی تعادل: $y = 1.2x \Rightarrow Y = 1.2X$

E1) $M1 = M_{ب''} = 64$

R_{NP}) $M_{R_{NP}} = 0.1 \times 44 + 0.9 \times 60 = 58.4$

تبدیل ورودی به خروجی:

$$\text{ورودی } x_{NP} = \frac{\frac{x}{44}}{\frac{x}{44} + \frac{(1-x)}{60}} = 0.1 \Rightarrow$$

$$\frac{\frac{x}{44}}{\frac{16x + 44}{44 \times 60}} = \frac{60x}{16x + 44} = 0.1 \Rightarrow x = 0.075$$

Jozvebama.ir

$$X_{NP} = \frac{\text{وزن } g}{\text{وزن کل}} = \frac{31.89\times10^{-4}}{3.189\times10^{-3}} \rightarrow x_{NP} = 3.179\times10^{-3}$$

$$X_0 = 1.754\times10^{-4} \rightarrow x_0 = 1.754\times10^{-4}$$

$$R_{NP} = 42 \ kg/hr$$

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	$3.3\times10^{-3} = 33\times10^{-4}$	$0.01 = 100\times10^{-4}$	$0.029 = 290\times10^{-4}$

$$\text{فشار جزئی} = 0.001 \Rightarrow \text{مول } Y = \frac{P}{P_t - P} = 1.32\times10^{-6}$$

$$\text{جرم } Y = \text{مول } Y \times \frac{M_A}{M_{\text{نیتروژن}}} = \frac{78}{}$$

حالا باید منحنی تعادل را رسم کنیم. ولی اول توجدول مایا محدوده‌ی عملیاتی را مشخص می‌کنیم و منحنی تعادل را فقط در همین محدوده‌ی عملیاتی رسم می‌کنیم.

Jozvebama.ir

پایان گام سری (۹)

(۱۱ مرحله مسئله ۲)

$$\Rightarrow -F \ln \frac{1-x_A}{1-x_A^*} \cdot \underset{120}{g} \cdot dx = -\underset{4.95}{U} \cdot \underset{0.026}{f}\, dx_A$$

$F(x_A)$

مسئله ۳) هدف: جداسازی بنزن موجود در کربن فعال

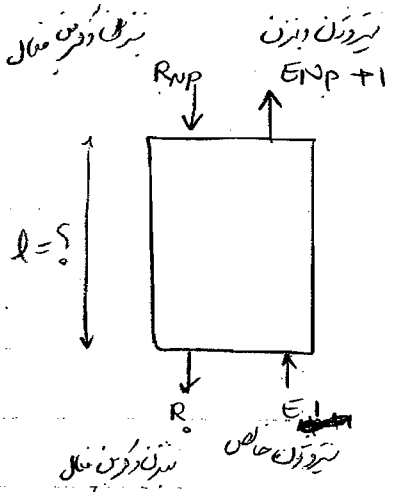
R = بنزن و کربن / E = نیتروژن

R_{Np}: $\begin{cases} \dfrac{10000\,cm^3\ \text{بنزن}}{1\,g\ \text{کربن}} \\ 42\ kg/hr \end{cases}$ (STP: 1atm, 25°C)

$\begin{cases} Y_{\text{ورودی}} = 0 \\ (E_{\text{ورودی}}) \text{واقعی} = 2(E_{\text{ورودی}})_{min} \end{cases}$

R_0: $\dfrac{55\,cm^3\ \text{بنزن}}{1\,g\ \text{کربن}}$ (STP: 1atm, 25°C)

HETP = 0.5 m

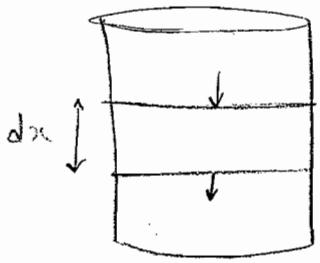


A = بنزن $= C_6H_6 = 12 \times 6 + 6 = 78 \Rightarrow M_A = 78$

(۱۰) بنزن $m = \dfrac{PVM}{RT} = \dfrac{101330 \times 1000 \times 10^{-6} \times 78}{8314 \times 298.15} = 3.189 \times 10^{-3}\,g$

(۱) بنزن $m = 1.754 \times 10^{-4}\,g$

Jozvebama.ir



$$N_A \cdot M_A \cdot S' = \left[(C_A + dC_A) M_A S - C_A M_A S'\right] u$$

$$N_A S' = -u S \, dC_A \qquad C_A = x_A C$$

$$N_A S' = -uc S \, dx_A$$

استفاده جرم از سطح کرات کاتالیستی صورت گرفته است:

$$\rightarrow S' = a \times S \times dx$$

$$\Rightarrow \quad N_A \, a \, dx = -uc \, dx_A$$

برای بدست آوردن u:

$$\rho = \frac{PM}{RT} = 0.44 \quad \Rightarrow \dot{m} = \rho u S \quad \Rightarrow u = 4.95 \ m/s$$

$$N_A = -1 \times F \ln \frac{1 - x_A}{1 - x_A^*}$$

(تعیین کننده) (متغیر) $\frac{x_A^* + x_A}{2}$

برای بدست آوردن F:

$$F = \frac{CD}{Z_F} \quad \text{و} \quad D_{Am} = \frac{1 - x_A}{\sum_{i=B}^{n} \frac{x_i}{D_{Ai}}} = \frac{1}{\sum_{B}^{n} \frac{x_i'}{D_{Ai}}}$$

$$C = \frac{P}{RT} = 0.026 \quad \Rightarrow$$ بدست می‌آید x_A تابعی از F صورت

Jozvebama.ir

پایان ترم سری (۹)

ادامه حل مسئله ۱)

$$\theta = 46\,985\,4/77$$

$$\Rightarrow 10/669 = \int_{0.02}^{0.005} \frac{dd}{5.765\times10^{-7} l^{-1} + 9.4779 d^{-0.5} u_\infty^{0.5}}$$

$$\Rightarrow u_\infty = \checkmark \quad , F = \frac{Q}{z_F} \Rightarrow z_F = \checkmark$$

مسئله ۲)

$$2A \rightarrow B + 3C$$

$$N_B = \frac{-1}{2} N_A \quad , \quad N_C = \frac{-3}{2} N_A$$

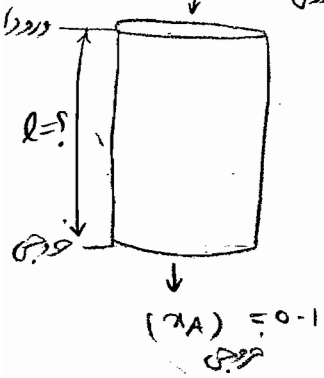
$$N_A + N_B + N_C = \left(\frac{2}{2} - \frac{1}{2} - \frac{3}{2}\right) N_A = -N_A$$

$$\frac{NA}{\Sigma N_i} = -1$$

سطح ویژه‌ی کاتالیست

$$T = 200^\circ C, \quad P = 101\,330 pa \quad , \quad a = 120 \frac{m^2}{m^3}$$

آمونیاک خالص $(x_A) = 1$ ورودی $\quad , \dot{m} = 1/3 \frac{kg}{s}$



Jozvebama.ir

$$\frac{-7.03\times10^{-6}}{r}(y_{A2}-y_{A1})M_A = \rho_{\text{ساکن}}\frac{dr}{d\theta} \Rightarrow$$

$$1.596\times10^{-10}\int_0^{\theta} d\theta = \int_{r_1=0.01}^{r_2=\frac{0.01}{4}} r\,dr \Rightarrow \theta = 46985477.16(s)$$

$$\theta = 783091.286\ (min)$$

$$\theta = 13051.52\ (hr)$$

$$\theta = 543.81\ (day) \Leftarrow \theta = 1.5\ (year)$$

ب) $u_\infty = ?$, $Z_F = ?$; $\theta = \frac{1}{100}\theta_1$

$$\theta = 469854.77\ (s)$$

$$Re = \frac{\rho u_\infty d}{\mu} = 85000\,u_\infty d$$

$$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 1.67$$

$$\overline{Sh} = 2 + 328.83\,u_\infty^{0.5} d^{0.5} = \frac{Fd}{CD}$$

چون $C = \frac{\rho}{M} = 0.041$

$$\Rightarrow F = 5.765\times10^{-7}\frac{1}{d} + 9.4779\,u_\infty^{0.5} d^{-0.5}$$

چون $\Rightarrow F = k \quad (y_{B,M}\to 1)$

$$\Rightarrow \left(5.765\times10^{-7}d^{-1} + 9.4779\,u_\infty^{0.5} d^{-0.5}\right)(y_{A1}-y_{A2})M_A = \rho_{\text{ساکن}}\frac{dr}{d\theta}$$

2.04×10^{-4}

Jozvebama.ir

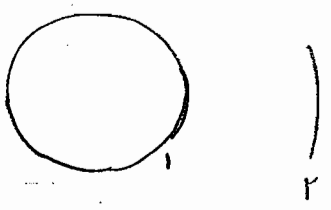
پایان ترم - سری (۵)

مسئله ۱: (هوا و بنزن)

$d = 2cm = 0.02\ m$

$T = 25^\circ C,\ P = 1atm = 101330\ pa$

الف) $\theta = ?$ $\quad d_2 = \frac{1}{4} 0.02 = 0.005$



(1) $\begin{cases} P_{A1}^* = 20.7 & \Rightarrow y_{A1} = 2{,}04 \times 10^{-4} \\ P_{B1} = 101309/3 & \Rightarrow y_{B1} = 9{,}998 \times 10^{-1} \\ M_1 = 29{,}04 \end{cases}$

(2) $\begin{cases} P_{A2} = 0 & , y_{A2} = 0 \\ P_{B2} = 101330 & , y_{B2} = 1 \quad , M_2 = 29.02 \end{cases}$

$\bar{U}$: $\begin{cases} y_A = 1.02 \times 10^{-4} & , y_B = 9{,}99898 \times 10^{-1} \\ \rho = \rho_{air} = \frac{PM}{RT} = 1.19 \end{cases}$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow -k(y_{A2} - y_{A1}) \delta M_A = \delta \rho_{\text{تقریباً}} \frac{dr}{d\theta}$

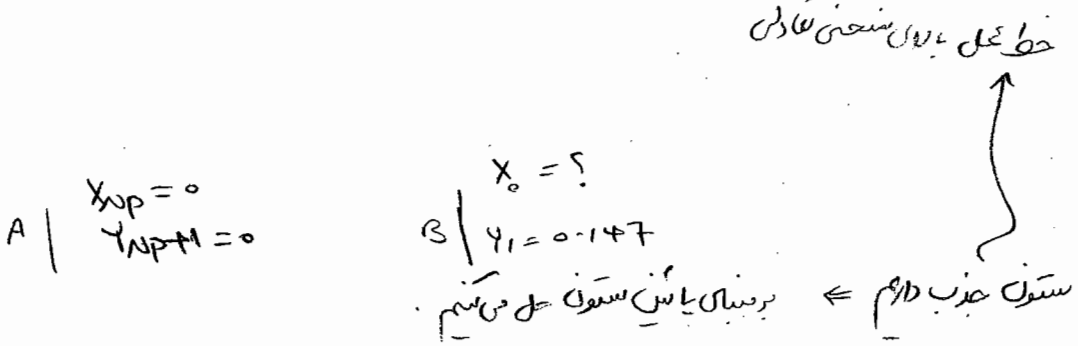
$\Rightarrow k = S$

$R = \left(\frac{\rho u d}{\mu}\right) \xrightarrow{u=0} 0 \quad \Rightarrow \overline{Sh} = 2$

$\frac{kd}{D} = 2 \Rightarrow k = \frac{1{,}406 \times 10^{-5}}{d} = \frac{7.03 \times 10^{-6}}{r}$

①

Jozvebama.ir



$G_m = 1.87 \ kg/s$

$L_m = 4 + \text{نیتروژن انتقالی} = 4.23936 \ kg/s$ } $\frac{L'}{G'} = \frac{L_m}{G_m} = 2.27$

نیتروژن انتقالی $= \underline{0.128} \times 1.87 = 0.23936$

(از جدول (فراوان مثل می‌شود))

$$\rho_G = \frac{pM}{RT} = 1.247 \ kg/m^3$$

$$\rho_L = 800$$

از طرفی: $G' = \frac{G_m}{A_C} = \frac{G_m}{\pi/4 d^2} = 3.722$

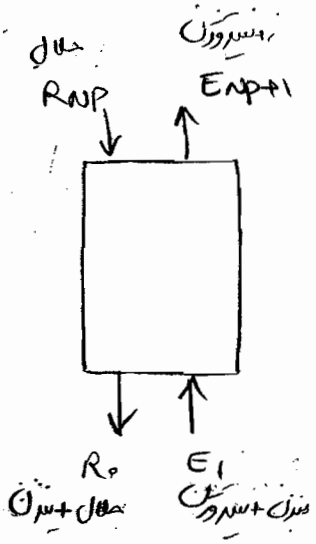
x_{ord}: $\frac{L'}{G'}\left(\frac{\rho_G}{\rho_L-\rho_G}\right)^{1/2} = 0.08$

y_{ord}: $\frac{G'^2 C_f \mu_L^{0.1}}{\rho_G(\rho_L-\rho_G)} = 0.1$ } $\frac{\Delta P}{Z} = 700$

از طرفی $h = 2m$, $HETP = 0.4 \Rightarrow N_p = \frac{2}{0.4} = 5 \Rightarrow$

$\text{راندمان} = \frac{\text{تعداد سینی تئوری}}{\text{واقعی}} \Rightarrow$ واقعی $= 12.5$ → با رفت در شکل رسم می‌کنیم ⇒ $X = 0.93$

Jozvebama.ir



پایان ترم – سری (8)

(6

حلال: R

مخلوط تولوئن و نیتروژن: E

$R_{NP} = 4\ kg/s$ $\quad x_{NP} = 0$

حلال $\begin{cases} \rho_L = 800 \\ \mu_L = 0.002 \end{cases}$ ویسکوزیته

$E_1 = 1.5\ m^3/s$

کسر مولی تولوئن $= 0.05$

$T = 25^\circ C$, $P_t = 1\ atm$

$\frac{\Delta P}{Z} = 1000$ $\quad \varphi = 18$ $\quad$ برج $D = 0.8m$, $h = 2m$

$HETP = 0.4\ m$

$y_{NP+1} = 0$ $\quad$ شیب تعادل $Y = 0.13X$ $\quad$ تولوئن $y_{NP+1} = 5$

ستون $\eta = 90\%$ $\quad$ تولوئن $M = 78.11$ $\quad$ نیتروژن $M = 28$

E_1 { کسر مولی $y_1 = 0.05 \Rightarrow$ کسر جرمی $y_1 = 0.128 \rightarrow Y_1 = 0.147$ (از صفحه 31-8)

$M_1 = 0.05(78.11) + 0.95(28) = 30.05$

$E_1 = \frac{PVM_1}{RT} = 1.87\ kg/s$

R_{NP} { $R_{NP} = 4\ kg/s$, $x_{NP} = 0$ $\quad$ E_{NP+1} { $Y_{NP+1} = 0$

Jozvebama.ir

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): $x_{A2} = 0$, $x_{B2} = 1$

$$C = \frac{\rho}{M} = 55.49$$

سمت چپ است.

$$\rightarrow m = u\rho\,\pi/4\left[(1.25\times10^{-2})^2 - (0.8\times10^{-3})^2\right] \Rightarrow u = 0.033\ m/s$$

$$(*) \Rightarrow 2\pi(1.25\times10^{-2})(6.47\times10^{-9})(0.003 - x_A)\,dx =$$

$$= 55.49 \times 0.03 \times \pi(1.25\times10^{-2} - 0.8\times10^{-3})\,dx_A$$

$$\int_0^h dx = \int_0^{1000\,ppm} dx_A$$

حل $h = \frac{h}{20}$

Jozvebama.ir

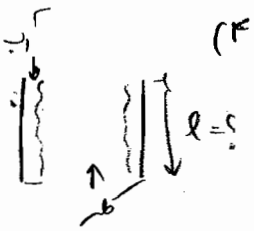
پایان ترم - سری (8)

$z = 0.8 \times 10^{-3}\ m$ $\quad N = 20$

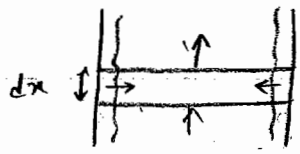
$Q_{جامد} = 4\ \frac{lit}{s}$ $\quad d_i = 2.5 \times 10^{-2}\ m \rightarrow r_i = 1.25 \times 10^{-2}\ m$

$\hookrightarrow Q_{جامد} = 4 \times 10^{-3}\ \frac{m^3}{s}$

$x_A^* = 0.003$



x_A در ورودی: $= 1000\ ppm$ $\quad x_A$ در خروجی $= 0$



$N_A M_A S = ((C_A + dC_A) u_{\perp} C_A)\, u S' M_A$

$\Rightarrow N_A S = dC_A \cdot u \cdot S'$

$S = 2\pi r\, dx$ $\quad S' = \pi (1.25 \times 10^{-2} - 0.8 \times 10^{-3})^2$

$C_A = C \cdot x_A$

$\Rightarrow (*)\ 2\pi (1.25 \times 10^{-2})\, N_A\, dx = C u \pi (1.25 \times 10^{-2} - 0.8 \times 10^{-3})^2 dx_A$

$N_A = k_x (x_A^* - x_A)$ متغیر $\Rightarrow k_x = ?$

ضریب انتقال جرم:

$J_D = 1.76 \times 10^{-5}\, Re^{0.506}\, Sc^{0.17}$

$Re = \frac{4\dot{m}}{2\pi^2 r} = 4.076$ $\quad \leftarrow ?$ $\quad \rho$

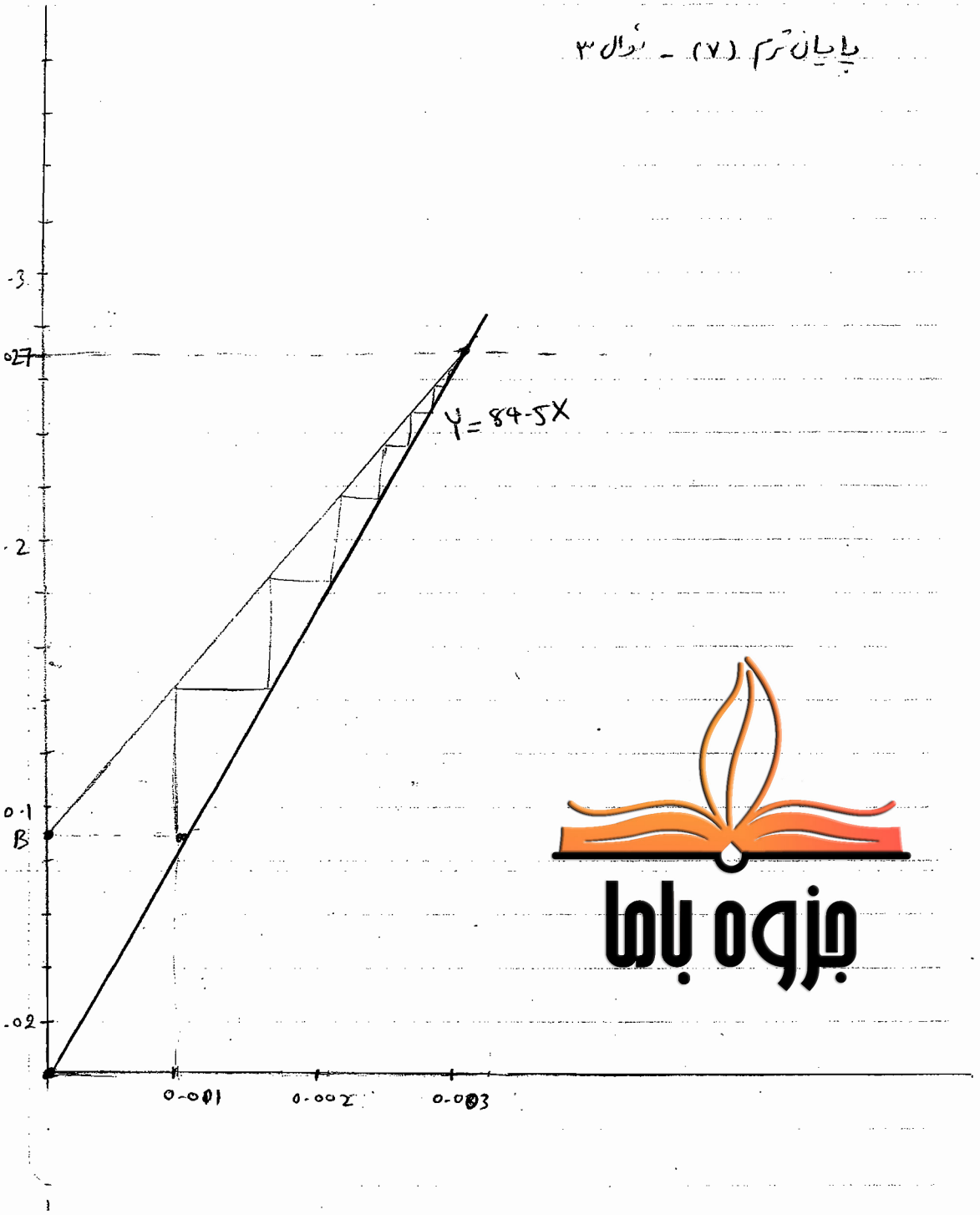
$Sc = \frac{\mu}{\rho D} \doteq 833.33$ $\quad \leftarrow ?$

$\Rightarrow J_D = 1.12 \times 10^{-4}$

$\frac{Sh}{Re\, Sc}\, Sc^{1/3}$

Jozvebama.ir

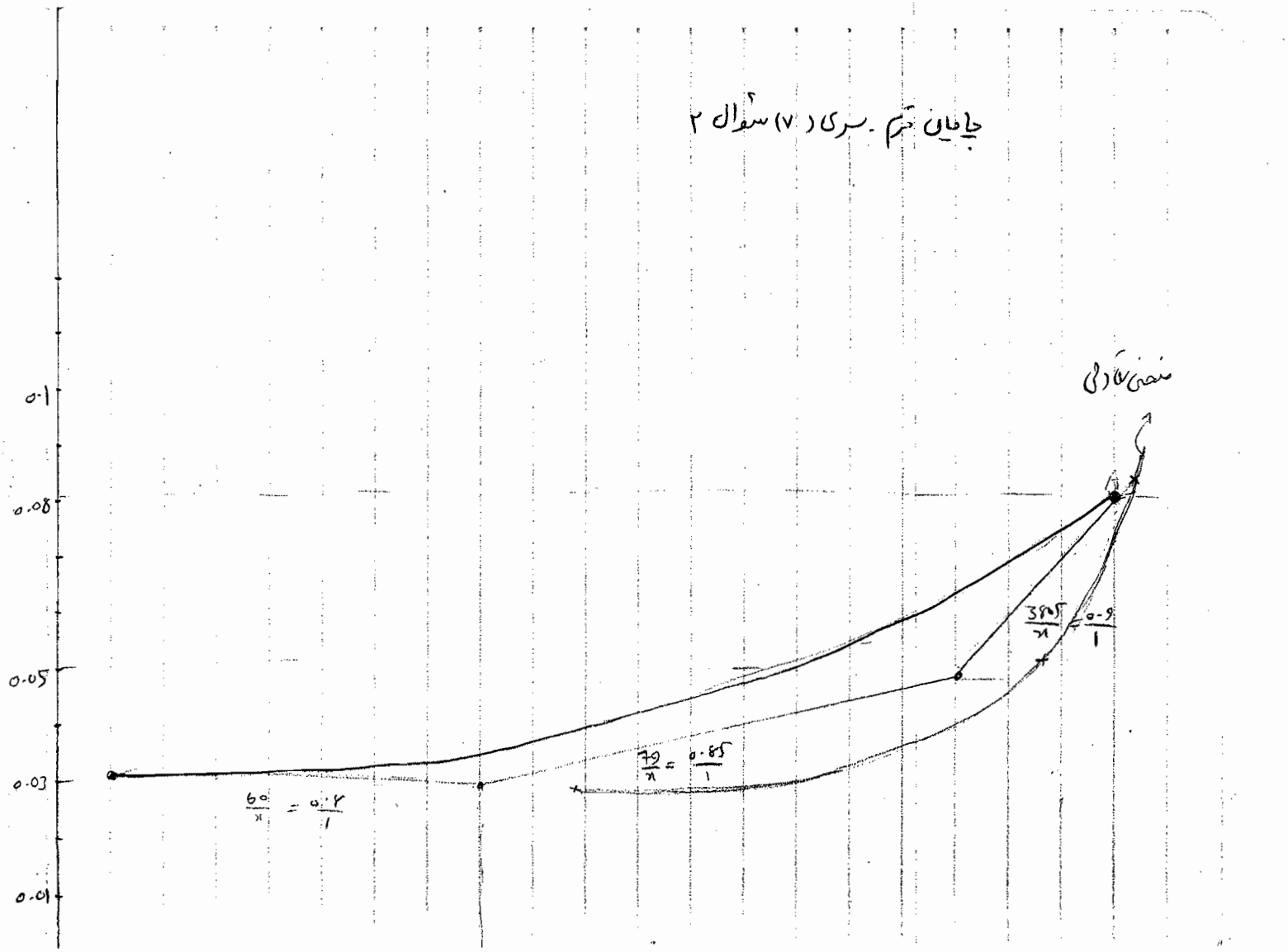
پایان ترم (۷) - مثال ۳



جزوه باما

Jozvebama.ir

جامان جزم ـ سری (۷) سؤال ۲



Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

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 ← هاسبات برسبای پایین ستون است $(E \to R)$

$G_m = E_1 = 1.049\ kg/s$

$L_m = R_{Np} +$ مقدار SO_2 استخراج $= 70.8197$ } $\frac{L_m}{G_m} = 47.53$

مقدار SO_2 استخراج $= (0.21 - 0.08) \times \frac{E_1}{1.49} = 0.1937$

$\rho_G = \frac{PM_1}{RT} = 1.24$

$x_{خروج} = \frac{L_m}{G_m}\left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G}\right)^{0.5} = 1.68$ } $y_{خروج} = 0.008$ (از شکل)

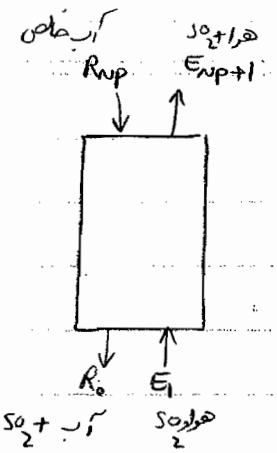
توصیه شده $\frac{\Delta P}{z} = 300\ \frac{Pa}{m}$

$G' = \frac{G_m}{\pi/4\, d^2} = 1.898\ kg/s$

$y_{خروج} = \frac{G'^2 C_f M_L^{0.1}}{\rho_G(\rho_L - \rho_G)} \Rightarrow C_f = 5.76$

ج) خیر، چون برای $d_s > 0.9m$ باید اندازه اسمی حدود 50-75mm باشد ولی در این اندازه φ در محدوده‌ی مورد نظر نمی‌باشد.

Jozvebama.ir



۱۴. E: هوا + SO_2

R: آب

E_1 { دبی $E_1 = 1.2 \frac{m^3}{s} \Rightarrow \frac{PVM1}{RT} \Rightarrow$ دبی $E_1 = 1.49 \frac{kg}{s}$

درصد $y_1 = 0.11 \Rightarrow$

$M1 = 0.11(64) + 0.89(29.02) = 32.87$

R_{NP} { $X_{NP} = 0$ $\quad$ E_{NP+1} { درصد $y_{NP+1} = 0.038$

$(R_{NP})_{واقعی} = 1.5 (R_{NP})_{min}$

درصد $y_1 \Rightarrow 0.11 = \frac{\frac{x}{64}}{\frac{x}{64} + \frac{1-x}{29.02}} \Rightarrow \frac{29.02x}{-34.98x + 64} = 0.11 \Rightarrow$ درصد $y_1 = 0.21$

درصد $Y_1 = 0.27$

درصد $y_{NP+1} \Rightarrow 0.038 = \frac{29.02x}{-34.98x + 64} \Rightarrow$ درصد $y_{NP+1} = 0.08$

درصد $Y_{NP+1} = 0.087 \simeq 0.09$

الف) تعداد مراحل ایده‌آل $= ?$ $\quad$ ارتفاع ستون $= ?$ $\Leftarrow$ $HETP = 2.5m$

رسم منحنی تعادلی

A	B
$X_e =$	$X_{NP} = 0$
$Y_1 = 0.27$	$Y_{NP+1} = 0.09$

منحنی تعادلی: $Y = 84.5X$ { $(0,0)$, $(0.003, 0.27)$, $(0.001, 0.09)$

$(X_0)_{min} = 0.003 \Rightarrow (\frac{R_S}{E_S})_{min} = \frac{0.09 - 0.27}{0 - 0.003} = 60$

$E_S = E_1(1 - y_1) = 1.49(1 - 0.21) = 1.1771 \ kg/s$

$(R_S)_{min} = 70.626 \Rightarrow (R_{NP})_{min} = \frac{70.626}{1 - 0} = 70.626 \ kg/s$

Jozvebama.ir

۱۵ پایان ترم - سری (۲)

E = حسل / R = حرارت

ادامه حل سوال ۲) رسم منحنی:

حال حسل min را بدست می آوریم.

A | 0.21 ، D | 0.01 ،

0.08 | Y_{NP+1} =

؟

Jozvebama.ir

ج) $\bar{F} = \dfrac{\int_0^{0.1} F\,dx}{\int_0^{0.1} dx} \Rightarrow F = \dfrac{d}{dx}(\bar{F}x)$ (10cm)

$$\overline{Sh} = 0.0027 \frac{\rho u x}{\mu} Sc^{0.43} = \frac{\bar{F}x}{CD} \Rightarrow$$

$$\bar{F} = 0.0027 \frac{CD\rho u}{\mu} Sc^{0.43} = 2.369 \times 10^{-4}$$

$$F = \frac{d}{dx}(\bar{F}x) = \frac{d}{dx}\left(2.369\times10^{-4}\, x\right) = 2.369\times10^{-4} \ \frac{kmol}{m^2 \cdot s}$$

20cm) $\Rightarrow F = 2.369\times10^{-4} \ \frac{kmol}{m^2 \cdot s}$

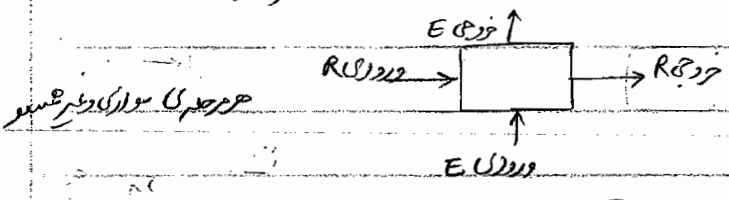
یعنی در این جا F مستقل از x است.

۴) به جای برجی متقاطع از ستون سوراخی دیگر هم میتوان استفاده می‌کنیم.

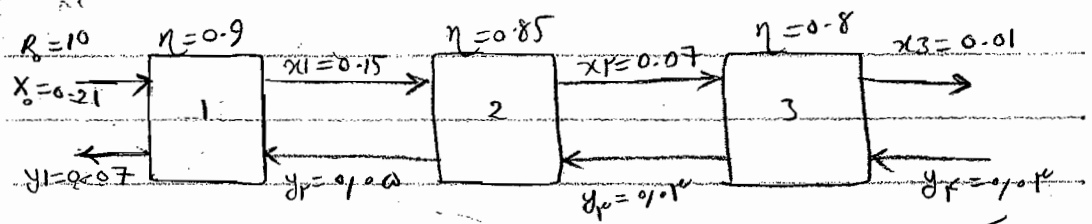
HETP = 1.5

الف) ارتفاع = ؟

$(\text{حدل})_{\text{واقعی}} = 2(\text{حدل})_{min}$



هر مرحله‌ی سوراخی دیگر شبیه



$x_0 = 0.21$, $x_1 = 0.18$, $x_2 = 0.08$, $x_3 = 0.01$

$y_1 = 0.08$, $y_2 = 0.05$, $y_3 = 0.03$, $y_4 = 0.03$ → با روابط

ضمناً به اونکته توجه

Jozvebama.ir

جایان ترم - سری (7)

$u_\infty = 4\ m/s \qquad T = 25^\circ C,\ P = 1atm$ (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

$Re = \frac{\rho u x}{\mu} = 139,361.46$

$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 2.98$

$\bar{Sh} = 562.87$

$\rho^{sat}_{H_2O} = 1\ kPa$ (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

$C = \frac{\rho}{M} = 0.041$, $\bar{Sh} = \frac{\bar{F} x}{CD} \Rightarrow$

$\bar{F} = 2.369 \times 10^{-4} \left(\frac{kmol}{m^2 \cdot s}\right) \rightarrow \bar{F} = \frac{CD}{z} \Rightarrow z = 8.913 \times 10^{-4}\ m$

ب) $\theta = 3600\ (s)$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow + N_A M_A S = \frac{dm}{d\theta}$

$-\bar{F} \rho u \frac{1 - y_{A2}}{1 - y_{A1}} M_A\ 50 \times 4 \times 10^{-4}\ d\theta = \underbrace{m_2 - m_1}_{\Delta m}$ ← جواب

Jozvebama.ir

جزوه باما

Jozvebama.ir

پایان ترم - سری (۴)

ادامه حل سؤال ۳)

دبی جرمی گاز $= G_m = \frac{PVM}{RT} = 1.32 \ kg/s$

$$G' = 1.32 \ \frac{kg/s}{\frac{\pi}{4} d_i^2 \ m^2} = 1.68 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

$$\rho_G = \frac{PM}{RT} = 3.311 \quad , \rho_L = 1000$$

(شکل 31-8):

$Y_{خوراک} : 0.054 \rightarrow \frac{\Delta P}{Z} = 300 \ pa \Rightarrow (x_{خوراک})_1 = 0.12$

$\frac{\Delta P}{Z} = 400 \ pa \Rightarrow (x_{خوراک})_2 = 0.185$

$$(x_{خوراک})_1 = 0.12 = \frac{L'}{G'} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{0.5} \Rightarrow L' = 3.5 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

$$(x_{خوراک})_2 = 0.185 \Rightarrow L' = 5.39 \ \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

$$3.5 < L' < 5.39 \ \left(\frac{kg}{m^2 \cdot s} \right)$$

Jozvebama.ir

$$D_i = 2r \Rightarrow F = 5.58\times10^{-4} r^{-0.31}$$

$$(*) \Rightarrow -F \ln\frac{1-0}{1-x_{A1}} \times M_A \bar{\rho} = \rho \frac{dr}{d\theta}$$

$$5.58\times10^{-4} r^{-0.31} \times 180.1 = 1550 \times \frac{dr}{d\theta} \Rightarrow$$

$$6.486\times10^{-5} \int_0^{\theta} d\theta = \int_{3\times10^{-3}}^{1.5\times10^{-3}} r^{0.31} dr$$

$$\theta = 23.127\ (s)$$

(۴

Rasching → ceramic → $1\frac{1}{4}$" → $C_p = 125$

هدف: جداسازی جزء خاص موجود در بخار گازی!

قطر ستون $d_i = 1\ m$

$\dot{m}_{\text{مایع}} = 0.4\ \frac{m^3}{s}$

$\Delta P/\ell = 350\ \frac{N}{m^3}$

$P = 101\,330\ pa$, $T = 25\ ^\circ C$

$R = 8314$

$M_{jb} = 81$, $\rho_{\text{حلال}} = 1000$

$\mu_{\text{حلال}} = 10^{-3}\ pa\cdot s = \mu_L$

محدوده ی دبی مایع =؟

$5.2\times10^{-3}\ \frac{m^3}{s}$ از این مقدار بیشتر است؟

توصیه برای کارکرد مطمئن از ستون =؟

if Δp >< توصیه =؟

پیشنهاد برای افزایش بازده =؟

Jozvebama.ir

ادامه‌ی پایان ترم سری (۲)

ادامه‌ی حل سئوال ۲)

$$J_D = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{-0.31}$$

$$\frac{Sh}{Re \cdot Sc} \cdot Sc^{2/3} = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{-0.31} \Rightarrow Sh = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{0.69} Sc^{1/3}$$

سطح (۱) — سطح (۲)

(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!

$\mu = 0.9 \times 10^{-3}$

$Re = \frac{\rho u D_i}{\mu} = 146666.67 D_i$

$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = 1170.5$

$Sh = 24179.07 D_i^{0.69} = \frac{F D_i}{CD}$, $F = 6.92 \times 10^{-4} D_i^{-0.31}$

$C = \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} = 40.96$

Jozvebama.ir

$$N_A = \frac{N_A}{\sum N_A} \cdot F \ln \frac{1 - x_{A2}}{1 - x_{A1}} = 1.36 \times 10^{-6}$$

$$(*) \Rightarrow 1.36 \times 10^{-6} \times 155 \times \frac{2}{1948} \qquad \theta = \int_{10^{-3}}^{0.5\times10^{-3}} dh$$

$$\Rightarrow \theta = 2310/25\ (s) = 38.5\ min = 0.64\ hr$$

(۴) A: گلوکز، B: آب

d_i متوسط $= 0.1$ m $\quad \psi D_i = 3 \times 10^{-3}$ m

$u_\infty = 0.12$ m/s $\quad T = 25^\circ C$ ، $P = 1$ atm

$M_A = 180.1$

$\rho_B = 1000$ kg/m^3 ، $\varepsilon_0 = 0.4$

ضریب طول بستر = 0.67 (حدس) . آب دیواری = مانعی .

$\theta = ?$ $\quad (D_i)_2 = \frac{1}{2} (D_i)_1$

$$J_H = \frac{0.25}{\varepsilon} Re^{-0.31}$$

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow (*) - N_A \cdot M_A \cdot S = \rho \cdot \beta \cdot \frac{dr}{d\theta}$$

$$N_B = 0 \Rightarrow \frac{N_A}{\sum N_i} = 1$$

$$N_A = F \ln \frac{1 - x_{A2}}{1 - x_{A1}} \Rightarrow F = ?$$

(۴)

Jozvebama.ir

پایان ترم - سری (۲)

$CoSO_4 = A$, $H_2O = B$

$N_B = 7N_A \Rightarrow \frac{N_A}{N_A + N_B} = \frac{1}{7}$

$A = 2 \times 3 \times 4 \times 10^{-2} = 0.24 = 2A'$

$\theta = ?$

$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 = \frac{dm}{d\theta} \Rightarrow (*) \; -N_A - M_A \cdot 2A' = A \rho_{CoSO_4 \cdot 7H_2O} \frac{dh}{d\theta}$

$\Rightarrow N_A = ?$

(۱) سطح کریستال

(۲) ته ظرف

۱) $\begin{cases} x_{A1} = x_A^* = 0.0186 \\ x_{B1} = 1 - 0.0186 \\ \rho_1 = 1137.3 \; \frac{kg}{m^3} \\ M_1 = x_{A1} M_{\text{کریستال}} + x_{B1} M_{H_2O} = 22.91 \end{cases}$

(۲) $\begin{cases} x_{A2} = 0 \\ x_{B2} = 1 \\ \rho_2 = 1000 \; \frac{kg}{m^3} \\ M_2 = 18.02 \; \frac{kg}{m^3} \end{cases}$

$M_{\text{کریستال}} = M_{CoSO_4} + 7M_{H_2O} = 281.14$

$F = \frac{CD}{z} \Rightarrow C = \left(\frac{\rho}{M}\right)_{ave} = \frac{1}{2}\left[\frac{\rho_1}{M_1} + \frac{\rho_2}{M_2}\right] = 52.57$

$F = 5.073 \times 10^{-4} \; \frac{kmol}{m^2 \cdot s}$

جزوه باما

دانلود جزوات ، نمونه سوالات
و پاورپوینت های دانشگاهی

Jozvebama.ir