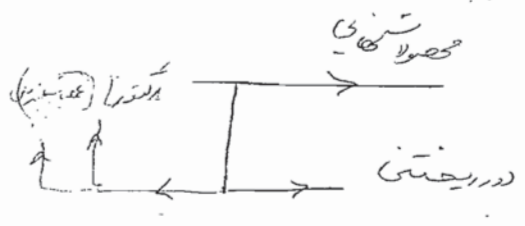
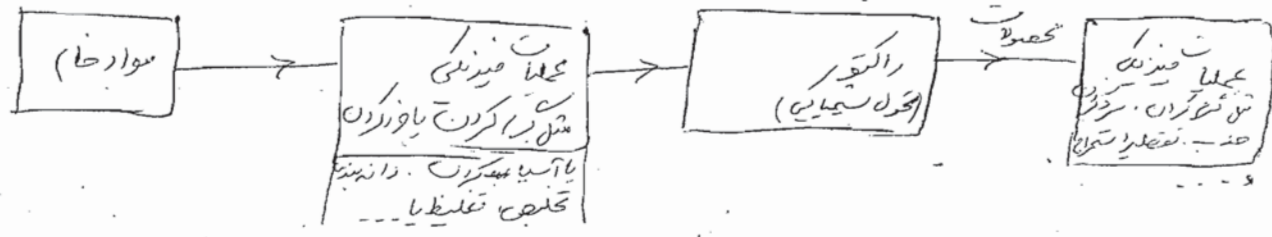




راکتور: محل واکنش شیمیایی و به عنوان محب و اعداد است



- در راکتور:
- ۱- چه تغییرات صورت میگیرد یا چه تغییراتی می تواند صورت بگیرد؟
  - ۲- این تغییرات با چه سرعتی صورت میگیرد؟

✓ اگر سرعت جیل زیاد باشد و سرعت به سمت بی نهایت رود طراحی راکتور خیلی ساده شود در حقیقت باید یک مخزن احتلاط طراحی کرد چون آنجا واکنش صورت میگیرد.

ولی راکتور مواد سرعت کم است، اینجاست که باید رابطه بین میزان دردن میزان محصول و حجم راکتور را پیدا کرد. که در این معادله سیار حجم معادله عملی راکتور و راکتور می گویند (Performance Reactor) و چون باید از سرعت سرشته کنیم باید از نسبت واکنش سرشته داشته باشیم و حال باید به پارامترهایی که روی سرعت اثر دارند توجه داشت چون سرعت انتقال حرارت و سرعت انتقال سیال. سرعت انتقال جرم. و غیره در جواب سوال دم باید توجه داشت.

\* سرعت تابع شرایط عملیاتی است (دما، فشار، حضور و غیاب مواد واکنش و کاتالیزور)

و این شرایط عملیاتی خود تابع بیلا انرژی است و به از جمله بیلا انرژی، برای واکنش است چون واکنش بیلا استناد یا گرفتارند یا گرفتار. در واقع این زمانی از واکنش گرفته یا آزاد می شود یک عمل از بیلا انرژی است. ✓ سرعت واکنش → ✓ شرایط عملیاتی → ✓ بیلا انرژی → ✓ زمان واکنش پس

\* گرمای و الکتریسیته در یک جمله گرمای و الکتریسیته از سلا انرژی ابروی نداید ، بدون انرژی بر سر شرایط عملی  
 در تر دارد . شرایط عملی بر سرعت الکتریسیته اثر ندارد . ( مستقیماً به سؤال درم از طریق دارد )  
 معنی تقریب سقیم به سؤال اول از طریق دارد .

اصولاً در الکتریسیته و یا تحول شیمیایی بسیار بسیار سریع مواد از سوی می روندند یک سریع مواد جدید تولید شود  
 اما اصل بنیان همه وجود دارد . پس در حقیقت تعداد از پسوند شیمیایی تکثیر می شوند  
 و تعداد پسوند جدید وجود می آیند . بعضی الکتریسیته تعداد بسیار کمتر از پسوند شیمیایی تولید شود  
 و بعضی بیشتر از پسوند شیمیایی تولید شود . اما ما همه یک الکتریسیته شیمیایی در انیم

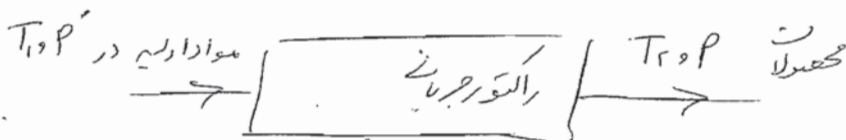
\* در ان الستاد هر گاه تولید وجود آید انرژی آزاد می کند  
تعریف بنیاد گرمای و الکتریسیته :  
گرمای و الکتریسیته = ( مجموع انرژی سازگار ) - ( مجموع انرژی سازگار سخت )  
هیچ الکتریسیته نداریم که گرمای و الکتریسیته صفر باشد .

خلق فرآیند بنیاد تر مورد نیاست گرمای را در ان گرمای + ، و در نشان گرمای - به عین خاطر در نالا  
جین تقریب می کنیم .

تعریف مهندسی گرمای و الکتریسیته :  
الکتریسیته در الکتور صورت می گیرد ، حال الکتور یا مجموع است یا الکتور جریان

الکتور جریان = سیستم سخت تر مورد نیاست  
الکتور جریان = سیستم باز تر مورد نیاست

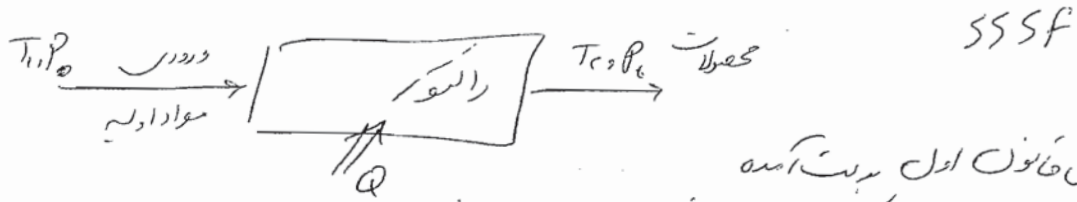
حال باز عین الکتور جریان



معمولاً در جریان انت ساز چند ناقص است . به عین خاطر اینجا شار در دوس دختری به فرآیند درم

✓ سوال : آیا  $T_r$  بستری است ؟  $T_c$  بستری است ؟  
پس در این سوال به هیچ وجه منظور نیست  
یعنی آنکه بیسیم را تعریف عاقل است. اگر آنطور عاقل باشد بستری را تعریف کرد  
که ما را بگویند اما ممکن است کم یا زیاد است.

حال ما این را تصور می‌کنیم که در  $T_c$  و  $T_r$  تبادل می‌شود



✓ طبق قانون اول برت آمده  
✓ قانون اول ترمودینامیک همچون قانون دم رابطه به هیچ تحول ندارد  
در طراحی رآکتور ما معمولاً از کار کردن طرف نظر می‌کنیم.

$$Q = \Delta H = H_{\text{محصولات}} - H_{\text{مواد اولیه}} = H_{T_2, P_2} - H_{T_1, P_1}$$

✓ اگر رآکتور را بی در نظر بگیریم باز هم به رابطه  $Q = \Delta H$  خواهیم رسید در سیستم بسته  
فاصله ثابت بگیریم

✓ این  $Q$  ، یک  $Q$  ترمودینامیکی است و هیچ رابطه به برابری واکشش ندارد ، این می‌تواند بزرگی است  
جاب باشد ، از  $-\infty$  تا  $+\infty$  .  
✓ اگر ما واکشش فقط می‌کنیم است .

$$Q = 0 \rightarrow 0 = \Delta H = H_{\text{محصولات}} - H_{\text{مواد اولیه}} = H_{T_c, P_c} - H_{T_r, P_r}$$

چون جنبش عوض شده. پس  $H$  یک ماده در  $T_c, P_c$  می‌تواند با  $H$  یک مواد در  $T_r, P_r$  این باشد  
حال اگر  $Q = 0$  باشد. اگر واکشش را ما زیاد تر  $T_c$  بستری را بیشتر کردیم  
 $T_c$  بستری است .

حال دوباره می توان گفت که این نیز از این نیز است  $Q$  به گرما واکنش است. در این حالت است که در یک ورودی و خروجی برابر می شود.

$Q_p = H_{\text{مواد اولیه}} - H_{\text{محصولات}}$   
 $(T, P) \quad (T, P)$

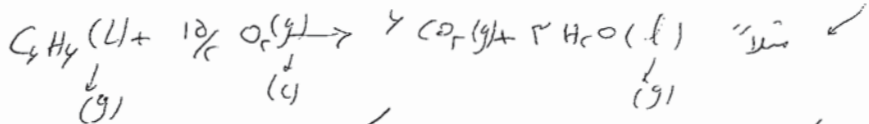
\* تعریف همزیستی گرما واکنشی :

مقدار گرما که برابر با آنتالپی برابر که کرد تا دما و فشار

ورودی و خروجی برابر باشد (دما و فشار محصولات و مواد اولیه برابر است).  
پس از این به بعد به نولیم  $\Delta H$  و می خوانیم گرما واکنش

مجموع انرژی جنبه های تشکیل شده > مجموع انرژی جنبه های لیخته شده  
گرما واکنش

بسیاری هم داریم. که هم در بیست واکنش شرکت می کنند. اهر واکنش در بیست حالت صورت می گیرد.



آنها هم از اینها (g) باشند یا (l) گرما واکنش متفاوتی داریم همچنین این واکنش می تواند در بیست حالت و در صورت دیگر. پس بیست حالت بر می گردد به حالت خنثی مواد اولیه و

محصولات و همچنین در دما و فشارهای مختلف

حال باید با هم این ۳ بیست گرما واکنش را پیدا کرد. :  
ساز بیست آوردن پیدا کردن بیست سوم

از بیست حالت فقط حالت استاندارد را پیدا کرده اند. و برای محاسبه بقیه حالتی که حسابات ترمودینامیکی استفاده کرده اند.

\*\* حالت استاندارد :

- باید تک مواد را خالص فرض کرد.
- فشار = یک اتمسفر یا یک بار.
- حالت خنثی باید تأمین شود.
- گازها، گاز خالص فرض می شوند.

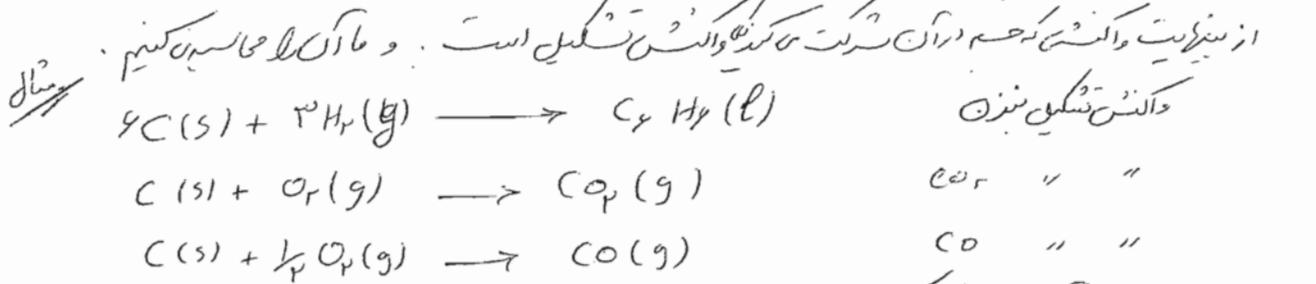
همدانی (همدانی محصولات با مواد اولیه) یعنی هیچ دما تا بی تعریف نشده

$$Q_R = \Delta H_{T,P}$$

$$Q_R^\circ = \Delta H_T^\circ \rightarrow$$

(گرمای واکنش استاندارد در دما T)  
در این تأمین بینه حالات اید از محاسبات ترمودینامیک استفاده کرد.

Formation

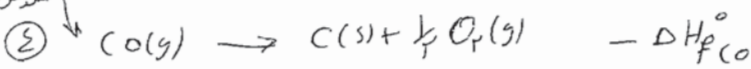
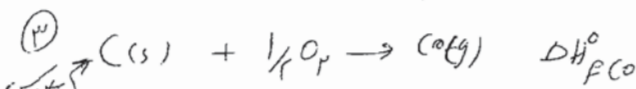
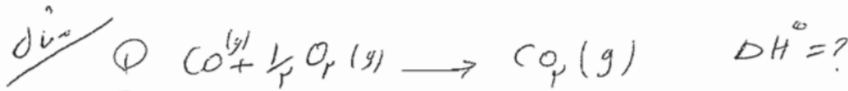


برای بدست آوردن بینه واکنش



$$\Delta H^\circ = \mu \Delta H_{FR}^\circ + \lambda \Delta H_{FS}^\circ + \dots - a \Delta H_{FA}^\circ - b \Delta H_{FB}^\circ - \dots$$

(در دما واکنش می توان گفت مجموع گرمای واکنش برابر گرمای مجموع واکنش برابر است)



طبق بیان معیوم

$$1 = 2 + 4 = \Delta H_{FCO_2}^\circ - \Delta H_{FCO}^\circ = \Delta H^\circ$$

حال چون بیزاریت واکنش تشکیل کاربرد سخت است

از واکنش اختراق استفاده می کنند. به خصوص در مواردی که خوب جواب داده باشد.

واکنش اختراق در یک کلیمتری صورت می گیرد. که می بیند صد است

که یک مقدار معینی از ماده یا ماده را در آن درج و توسط جوش واکنش آن را می توانیم

توسط آن به سنج مقدار گرمای بیزاریت کنیم. البته گرمای بدست آمده در حقیقت  $\Delta H$  نیست

بلکه  $\Delta H$  است. چون  $Q_p = \Delta H$

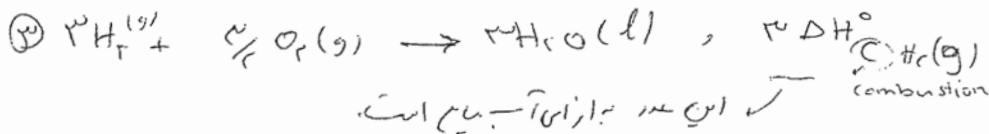
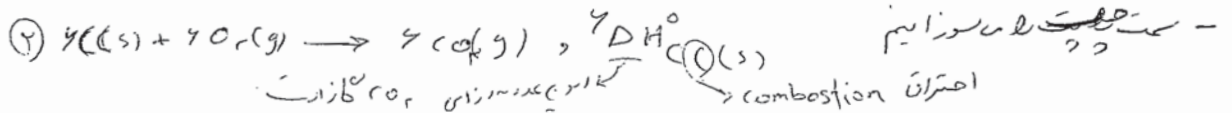
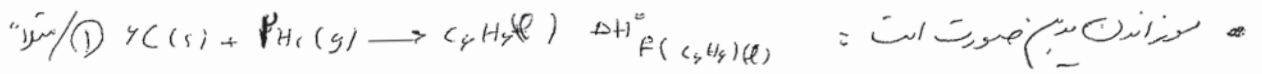
و  $d(pV) = RT(\Delta n)$  است.

$\Delta(PV) = \Delta(RTn)$   
 $\Delta(PV) = RT(\Delta n)$

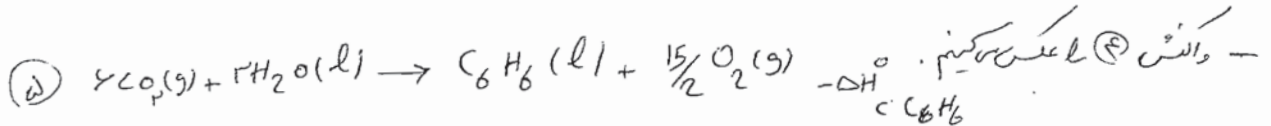
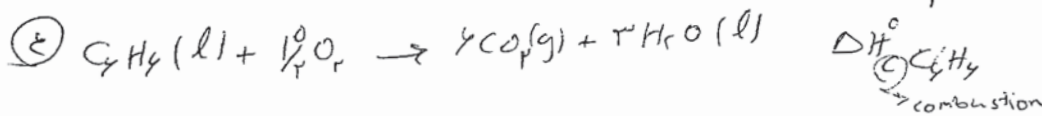
ر چندن معمولاً زمان اولیه و آخر یکسان است پس  
تعداد مول گازها - تعداد مول گازها  
مختص است

→ DH ✓

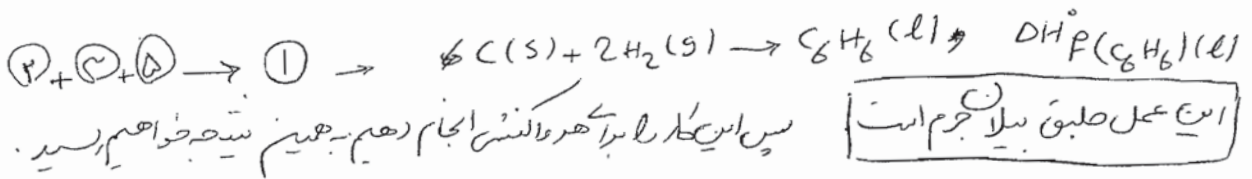
بدین ترتیب گرمای واکنش احتراق بدست می آید  
نوشته شده مواد را می توان بسوزاند و از آنجا گرمای واکنش را می توان بدست آورد (البته در مواردی که هم چنین نمی توانیم بسوزانیم آنرا  
جزء عمل می توانیم)



سخت است که بسوزانیم



واکنش (۴) و (۳) را جمع می کنیم



\* در اینجا گرمای مجموع را مجموع گرمای برابر است

$\Delta H^{\circ}_f(C_6H_6(l)) = 6\Delta H^{\circ}_c(C(s)) + 3\Delta H^{\circ}_c(H_2(g)) - \Delta H^{\circ}_c(C_6H_6(l))$

ارزای مجموع گرمای احتراق بسازنده می باشد گرمای احتراق خود آن جسم را کم کنیم  
حاصل گرمای تشکیل آن جسم خواهد شد

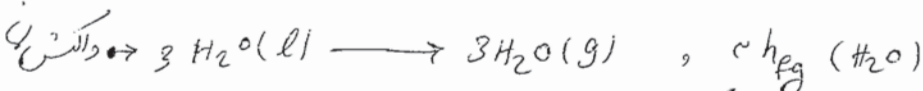
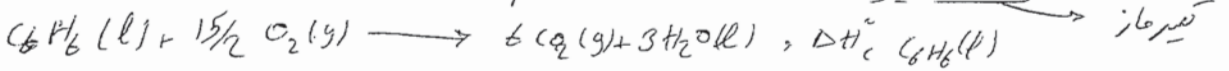
حال که بدانیم لغت احتراق را هم می توان از تشکیل پیدا کرد  
مجموع گرمای تشکیل طرف درستی - گرمای واکنش خودی - برابر گرمای احتراق آن جسم می شود

برای پیدا کردن بهترین نقطه اول میگردند به مقدار بسیار (که واکنش = از زمین تا آسمان - از زمین تا آسمان)

حالت به بهترین میگویند (optimum) پیدا کرد این را به عنوان بهترین میگویند و این از جمله مواردی است که برای واکنش است برای پیدا کردن این optimum باید ببینیم تا زمانی که واکنش در حالت بهینه خود خواهد بود و این به تعداد آن در حالت بهینه ما در نظر داریم.

سوال: برای بهترین واکنش چه در حالت مختلف چه در زمین مکان واکنش را پیدا کرد؟  
جواب: با استفاده از گرما و واکنش حالت است ندارد.

این بهترین حالت، بهترین دما و در شرایط محدود حالت میزبان است  
رایج این حالت میزبان از واکنش با استفاده می کنیم برای مثال در



اگر این دو را جمع کنیم به ازای حالت جدید گرما و واکنش به هم می آید.  
در اینجا  $\Delta H_c (C_6H_6(l))$  یک عدد منفی است. با هم شدن با  $3 H_2O$  به عدد مثبت است  
و با هم این در عددی منفی که مقدار واکنش از قبلی پس  $(H_2O)$  گرما بیشتر آزاد می کند.

گرما و واکنش تابع بسیار بسیار ضعیفی از دما است. این صحت دارد. اما در دما و واکنش ما  
گرما و واکنش مستقل از دما در اینیم.

مقدار گرما و واکنش حالت است ندارد در دما  $T_0$  داریم در این موارد  $\Delta H_c$  در دما  $T$   
در دما  $T_0$  داریم.

$\frac{\Delta H_c^{T_0}}{T_0} \rightarrow \Delta H_c^T = ?$

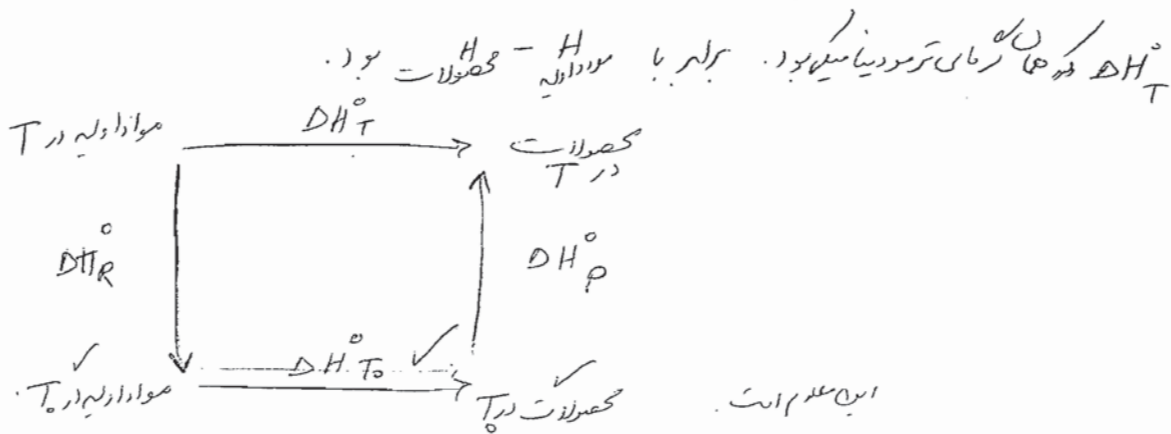
دما و واکنش به هم وابسته است و در این موارد در دما و واکنش  
مستقل از دما در اینیم.

مواد اولیه در  $T_0$   $\xrightarrow{\Delta H_c^{T_0}}$  محصولات در  $T_0$

مواد اولیه در  $T$   $\xrightarrow{\Delta H_c^T}$  محصولات در  $T$

✓ حضور و غیاب مواد اثر دما و واکنش در این است.

در یک واکنش مواد واکنش مواد با انرژی درگیرند و واکنش ندارند  
 فقط مواد در دست استکونتری ترکیب می شوند و نسبت استکونتری هم از این موارد



برای بیان آن  $DH_T$  بصورت زیر عمل کنیم.

$$DH_T = \left( \frac{H_{\text{محصولات در } T}}{T} - \frac{H_{\text{محصولات در } T_0}}{T_0} \right) + \left( \frac{H_{\text{محصولات در } T_0}}{T_0} - \frac{H_{\text{مواد اولیه در } T_0}}{T_0} \right) + \left( \frac{H_{\text{مواد اولیه در } T_0}}{T_0} - \frac{H_{\text{مواد اولیه در } T}}{T} \right)$$

$DH_R$ : گرمایی که مواد اولیه را از  $T$  به  $T_0$  می‌رساند.  
 $DH_p$ : گرمایی که محصولات را از  $T_0$  به  $T$  می‌رساند.

حال در محاسبه  $DH_R$  ما به  $C_p$  احتیاج داریم.

••• محاسبه  $DH_R$  ضریب استکونتری (استاد بول در واکنش) چون اگر واکنش را در عدد ضرب کنیم  $DH$  هم در آن عدد ضرب می‌شود.  
 - یعنی یک می‌ماند.

- اگر یک ماده بود باید  $DH_R = \int_{T_0}^{T_1} n C_p dT$   
 - برای چندین ماده

$$DH_R = \int_T^{T_0} \left( \sum_R n C_p \right) dT$$

نکته: اگر ما در گاز کار می‌کنیم، چون  $T$  را استاندارد با  $1 \text{ atm}$  است  $C_p^\circ = C_p$   
 $C_p^\circ = f(T)$   $C_p$  گاز کامل

استاده مایع گاز باشد باز چون فشار  $1 \text{ atm}$  است  $C_p = f(T)$

که بیشتر از این مدل استفاده می‌کنیم  
 $C_p^\circ = A + BT + CT^2 + DT^3$   
 معمولاً برای گاز آن در مانتا  $D$  ضرایب  
 معمولاً برای گازهای معدوم و قطعات  $C$  ضرایب



$$C_p^{\circ} = A + BT + CT^r + DT^{-r}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p^{\circ} dT = ?$$

لاستاد ←  $C_p^{\circ}$  را بیدار کنیم و جاگذاری کنیم، اشتباه نمی کند.

$$C_p^{\circ} = A + BT + CT^r + DT^{-r}$$

سوال ← جواب

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p^{\circ} dT = \text{علم} \rightarrow \text{فرمولی} \xrightarrow{\text{از فرمولها بفرزیم}} \frac{rT_2 - T_1}{r} \rightarrow \Delta H^{\circ} = \checkmark$$

جواب  $C_p^{\circ}$  → در جاگذاری → فرمولی →  $C_{p, \text{mean}}^{\circ} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} C_p^{\circ} dT}{\int_{T_1}^{T_2} dT}$

اصولاً  $C_{p, \text{mean}}^{\circ}$  → صرفاً برای استفاده است.

$$\rightarrow C_{p, \text{mean}}^{\circ} = A + BT_{am} + \frac{C}{r} (rT_{am} - T_1 - T_2) + \frac{D}{T_1 T_2}$$

$$T_{am} = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

arithmetic mean

در اینجا این رابطه فقط زمانی که  $C_p$  متوسط دارد، برای  $\Delta H^{\circ}$  چنین عمل می کند.

$$\Delta H_R^{\circ} = \int_{T_0}^{T_1} (\sum_R n C_p^{\circ}) dT - \int_{T_0}^{T_2} (\sum_P n C_p^{\circ}) dT = - \sum_R (n C_{p, \text{mean}}^{\circ}) (T - T_0)$$

$$\Delta H_P^{\circ} = \int_{T_0}^T (\sum_P n C_p^{\circ}) dT = + \sum_P (n C_{p, \text{mean}}^{\circ}) (T - T_0)$$

$$\rightarrow \Delta H_T^{\circ} = \Delta H_R^{\circ} + \Delta H_{T_0}^{\circ} + \Delta H_P^{\circ}$$

$$\rightarrow \Delta H_T^{\circ} = \Delta H_{T_0}^{\circ} + \left[ \sum_P (n C_{p, \text{mean}}^{\circ}) - \sum_R (n C_{p, \text{mean}}^{\circ}) \right] (T - T_0) *$$

اختلاف

سوال:  $\Delta H_T$  و  $\Delta H_{T_0}$  زیادت یا کم است؟

✓ جواب: دقیقاً متساوی اختلاف نظر را چون به اختلاف  $\sum nC_p$  کے لیے دار۔

وہ معین  $(T-T_0)$  اما محولاً  $\sum nC_p$  کے لیے ہم مرتبہ اندازہ کرتے ہیں کہ  $\Delta H_T$  و  $\Delta H_{T_0}$  کم است و مادہ صفت اثر میں کمی محقق ہے۔ ما  $\Delta H$  دار راکتور ثابت و فنکشن کمین اماند  $T_0$  و نہ  $T$ ۔ یہ ہیں صورت کہ حد بالا و حد پائین کے راکتور میں، بدرستی  $\Delta H$  پیدا کیے، حالت فنکشن کمین۔ (اس لیے شرط است کہ اختلاف حد پائین و حد بالا کے راکتور کم ہے)۔  
وہ ایک برخط راجعہ کار است۔ درجہ حرارت مختلف خطوں کے دار۔

ہم یہ ہم سے

لہ سوم ← بران مخالفین  $\int_{T_0}^{T_1} C_p dT$

- دیاں برص  $T_0$  میں کمین۔

- استدلال  $\int_{T_0}^T C_p dT$  پیدا کیے، کہ اسے تابع است از  $T$

$$\int_{T_0}^T C_p dT = F(T)$$

- از راہ ہم اسفاهہ کمین، یہ ہیں صورت ہم کمین

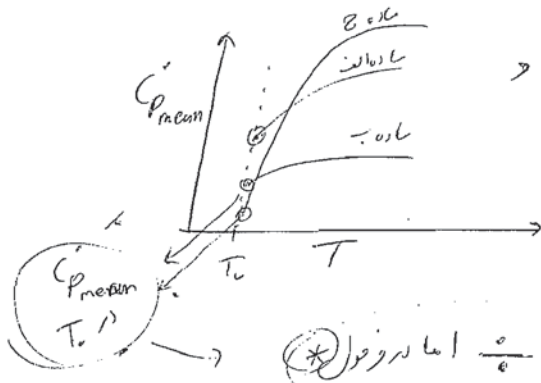
$$\int_{T_0}^T C_p dT = F(T) = C_{p, mean} (T - T_0)$$

$$C_{p, mean}^* = \frac{\int_{T_0}^T C_p dT}{(T - T_0)} = g(T) \xrightarrow{T_0 \text{ آں } T_0 \text{ آں}} \text{ہم فرمول راہ ہم است اس آں آں آں آں}$$

مادہ صفت با مقدار محدود مادہ سرد کار داریم، در حال بران حد مادہ تک کمین

کمین

حال از اسے بعد با جدول مترا  $C_{p, mean}$  پیدا کیے



$$\frac{C_{p1}}{T1} = \text{سلسلہ}$$

$$\int_{T1}^{T2} C_{p,x} dT = \int_{T1}^{T2} C_p dT - \int_{T0}^{T1} C_p dT$$

حال اگر از  $T_1$  تا  $T_2$  خواہیم ←

نکته: در تمام این محاسبات ما از  $C_p$  میانگین خاصه استفاده کردیم که باید  $C_p$  مخلوط بگیریم.  
یعنی فرض کرده ایم که  $C_{p, mixture} = \sum C_{p_i}$  یعنی عملاً فرض کردیم که

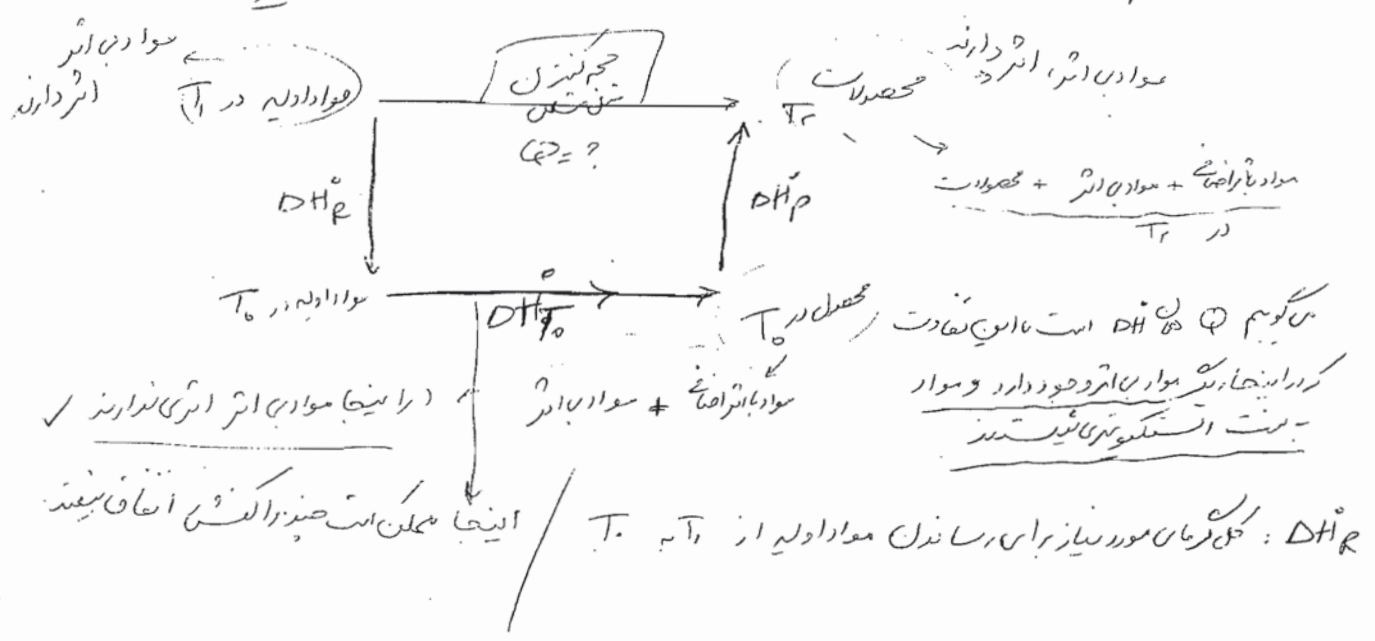
$$D C_{p, mixture} = 0$$

گرچه این اختلاط صحیح است که خوشبختانه اگر گازها باشند چون می توان آنرا با زمان فرض کرده به طریق اولی محاسبات محلول ایده آل فرض کرد. این فرض درست است.

و اگر ما با جود داشته باشیم باز فرض کرده ایم که با هم مخلوط نمی شوند که در بیشتر موارد این یک فرض درست است. در واقع از نظر گرمایی در هر محلول ایده آل فرض کرده ایم.

در صورت عین همین روش انجام می شود اما برای  $\Delta H$  طبقه برای محاسبه  $Q$  چون در صنعت هیچگاه یک واکنش را نداریم که درین صورت انجام ندهیم. در همه اینها فرض کردیم واکنش ۱۰۰٪ پیش رفته اما در صنعت چنین نیست.

به عنوان مثال فرض کنید مواد اولیه این داریم که به حجم کمترین وارد می شود در آن  $T_1$  در این مواد اولیه هم می تواند شامل مواد جامد باشد مثلاً در احتراق ما اکسید خالص می فرستیم بلکه هوا استفاده می کنیم همچنین ۱۰ تا ۱۵٪ اضافی هم می فرستیم تا احتراق کامل صورت گیرد.



دماهای آدیاباتیکی نقطه: یک حالت خاص این مسئله است مواد را می سوزانیم و می خواهم ببینیم دمای می شود چقدر است اگر سخن آدیاباتیکی باشد. دمای آدیاباتیکی نقطه زمانی ما کمترین است که همان سوزاننده سوزن می بینیم باشد. در این حالت محسوس ۲۱٪ اکسید و ۷۹٪ نیتروژن است که  $T_2$  محسوس باشد که در خطی حل کنید.

در رانجده نحو لا ظهورت من کورد

ماده ی نام در نظر بگیریم و این ماده به اندازه ی  $n_i^0$  مول در رانجده است و این صفر به معنی  $t=0$  است در رانجده و صفر مکان نیز ورودی جریان به رانجده است

$$X_i = \frac{n_i - n_i^0}{n_i^0}$$

علی الظاهر حد اکثر  $X_i = 1$  است. یعنی  $n_i = 0$  مورد

در تمام  $n_i^0$  تبدیل مورد. متعادلین بر احوال واکشش یک طرفه است (که این صیغه است)

نقطه محکم: واکشش بلا استناد دو طرفه هستند. و معنی بقا در یک تئوری می توان گفت چون سولفیدها به هم برخورد میکنند پس همگاماً دو طرفه اند و نقطه محکم اندک واکشش در واقع دو طرفه هستند و معنی بقا در سرعت چپ به راست خیلی بیشتر است از سرعت راست به چپ و ما به طور حیالی فرض میکنیم که واکشش یک طرفه باشد

سوال: در حالت واقعی چون میگویم حد اکثر  $X_i = 1$  نیست پس سوال پیش می آید این حد اکثر را صیغه است؟  
جواب: حد اکثر  $X_i$  در هنگام تعادل است چون واکشش است تعادل میسر میکند (تبادل نسبی)

سوال: آیا می توان به این حد اکثر  $X_i$  در تعادل رسید یا نه؟  
جواب: خیر چون هر قدر به تعادل نزدیک شویم سرعت واکشش کمتر شود مگر اینکه زمان بی نهایت (بی نهایت ریخته) باشد. (در رانجده) یا اینکه مکان بی نهایت باشد در رانجده جریانی

... تادل ...



$$\frac{dn_1}{\nu_1} = \frac{dn_2}{\nu_2} = \frac{dn_3}{\nu_3} = \frac{dn_4}{\nu_4} = \frac{dn_i}{\nu_i} = d\varepsilon \rightarrow [\text{مول}]$$

✓ مقدار محقق بخوار دست ثابت اما همیشه نسبت استوکیومتری با هم ترکیب می شوند یا از بین می روند. دانست و با بالا چرخش انسان نسبت است.

تعداد و محصولات علامت مثبت  
مواد اولیه علامت منفی

مثال



$$[\text{مول}] \left( \frac{dN_2}{\nu_1} \right) = -1, \nu_2 = -3, \nu_3 = 2$$

$$[\text{مول}] \left( \varepsilon \right) = \begin{pmatrix} \text{مختص واکنش} \\ \text{مختص واکنش} \\ \text{درجه پیوسته واکنش} \end{pmatrix}$$

$$\rightarrow \boxed{dn_i = \nu_i d\varepsilon} \xrightarrow{\text{اندازه اندازی}} \boxed{n_i - n_i^0 = \nu_i \varepsilon}$$

$$\rightarrow \boxed{n_i = n_i^0 + \nu_i \varepsilon}$$

سوال ۲:  $\varepsilon$  تابع چیست؟

جواب:  $\varepsilon$  در یک شرایط عملیاتی معین تابع زمان است در استوکیومتری یا تابع مکان در حالت لزوی  
دانست، حفظ در غیاب مواد اثر

بسیار واکنش پیش می رود تا به تعادل برسد  
در حال تعادل

$$n_i = n_i^0 + \nu_i \varepsilon$$

افزون یا کاهش مشخص کند  
واکنش مشخصه یا تعادل

$$n_i = n_i^0 + \nu_i (\varepsilon_e)$$

$$\sqrt{x_i^e}$$

$$\sum n_i = \sum n_i^0 + \varepsilon \sum \nu_i$$

$$y_i = \frac{n_i}{\sum n_i + n_I}$$

تکثیر  $n_i$  و  $\varepsilon$  بر تقسیم کنیم  
Inert material - ماده بی اثر

کمترین برآورد است که از آن در هر نقطه

$$\rightarrow y_i = \frac{n_i = n_i^0 + v_i \epsilon}{\sum n_i + n_I} = f(\epsilon) = y_i(\epsilon)$$

سوال:  $\epsilon$  از یک ثابت تا آنگاه  $P$  از شرط لازم و کافی فعالیت شیمیایی که همان شرط تشارک فاز است

عند  $T, P$  ثابت  $dG^t = 0$  بین دو فاز آزاد گسیس می بینیم

$$dG^t = d(nG) = -(ns)dT + (nv)dp + \sum \mu_i dn_i$$

$$\sum \mu_i^\alpha dn_i^\alpha + \sum \mu_i^\beta dn_i^\beta = 0$$

طبق انتقال هم در عین حال و آنگاه شیمیایی  $\rightarrow dn_i^\alpha = -dn_i^\beta \rightarrow \mu_i^\alpha = \mu_i^\beta \rightarrow \hat{f}_i^\alpha = \hat{f}_i^\beta$   
 شرط لازم و کافی تشارک فاز

در تشارک شیمیایی

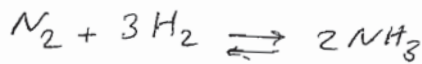
یک فاز دو گسیس شیمیایی  
 دو گسیس شیمیایی

$$dG^t = 0$$

$$dG^t = d(nG) = -(ns)dT + (nv)dp + (\sum v_i \mu_i) d\epsilon \quad (*)$$

$\rightarrow \sum v_i \mu_i = 0$  شرط لازم و کافی تشارک شیمیایی

مثال



$$2\mu_{NH_3} - \mu_{N_2} - 3\mu_{H_2} = 0$$

$$\sum v_i \mu_i = 0 \rightarrow \epsilon \checkmark$$

$\mu_i$  یک خاصیت Intensive است، پس تابع از کمیت مولی است. و کمیت مولی (مثلاً) هم تابع از

$\epsilon$  است. در این حالت  $P$  و  $T$  که معلوم است پس

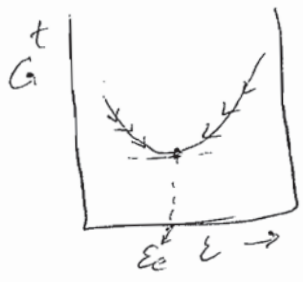
$$\mu_i = f(T, P, y_i) \quad \text{یا} \quad \mu_i = f(T, P, \epsilon)$$

تابع برای محاسبه جواب به طریقی  $\mu_i$  از  $f_i$  استفاده می کنیم.

سوال: در محاسبه نوسان شیمیایی  $(*)$  گفتیم دما ثابت  $dT=0$ ، فشار ثابت  $dp=0$

اما در گفتیم  $d\epsilon=0$  چون تشارک، تشارک دینامیکی نه استاتیکی

در تشارک تمام  $G^t$  تابع  $\epsilon$  است  $\rightarrow G^t = G^t(T, P, \epsilon)$  رسم کنیم



چون نقطه تعادل دنیا سبب است آرزای  $\epsilon_e$  کمتر باشد عملاً واکنش پیش می رود. آرزای  $\epsilon_e$  بیشتر بود با  $\epsilon_e$  واکنش برعکس می شود. در این نقطه تعادل داریم در این نقطه عملاً باید  $\frac{d(G^t)}{d\epsilon} = 0$   
 $\Rightarrow \sum (\mu_i \nu_i) = 0$

$dG_{T,P}^t = 0 \Rightarrow \sum \nu_i \mu_i = 0$

باید نینویسیم خاصیت اینست که این است  
 این است که در تمام کربون است

$\mu_i = \bar{G}_i$  (در حالت تعادل)  
 $d\bar{G}_i = RT d \ln \hat{a}_i \rightarrow \bar{G}_i - G_i^\circ = RT \ln \frac{\hat{a}_i}{\hat{a}_i^\circ}$

$\rightarrow \mu_i = G_i^\circ + RT \ln \hat{a}_i$

$\sum \nu_i (G_i^\circ + RT \ln \hat{a}_i) = 0 \rightarrow \sum \nu_i G_i^\circ + RT \sum \nu_i \ln \hat{a}_i = 0$

$\Rightarrow \sum \nu_i G_i^\circ = -RT \sum \nu_i \ln(\hat{a}_i) \Rightarrow$

$\sum \nu_i G_i^\circ = -RT \ln \prod \hat{a}_i^{\nu_i}$



$\prod \hat{a}_i^{\nu_i} = \frac{\hat{a}_{NH_3}^2}{\hat{a}_{N_2} \times \hat{a}_{H_2}^3}$

$\sum \nu_i G_i^\circ = \Delta G^\circ$

تغییر انرژی آزاد گیبس در واکنش

$\sum \nu_i H_i^\circ = \Delta H^\circ$

تغییر محتوای واکنش

$\sum \nu_i S_i^\circ = \Delta S^\circ$

تغییر انتروپی واکنش

$$\prod \hat{a}_i^{v_i} = K_e = k \leftarrow \text{ثابت تعادل}$$

ثابت تعادل استاندارد  $K_{\text{value}} = \frac{y_p}{y_R}$  ← همیشه مورد استفاده است

$$\sum v_i G_i = -RT \ln \prod \hat{a}_i^{v_i} \rightarrow \boxed{\Delta G^\circ = -RT \ln K_e}$$

از این معادله می توانیم ثابت تعادل را بدست آوریم

$$K_e = e^{-\Delta G^\circ / RT}$$

$$K_e = e$$

این معادله را می توانیم برای هر واکنشی که در آن تعادل برقرار است استفاده کنیم

$$G = H - TS$$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

سوال: ثابت تعادل هر واکنش تابع دما است

ثابت تعادل فقط و فقط تابع دما است و لاغیر

$$K_e = e^{-\Delta G^\circ / RT}$$

$$K_e = e$$

$$\boxed{K_e = f(T)}$$

$\Delta G^\circ$  تابع دما است

سوال:  $\hat{a}_i$  تابع دما است

تابع فشار، دما، تابع حضور غیاب مواد در اثر (حجم تابع مول خنثی است)

اکتویینما و مواد دیگر اینچنانند که ثابت تعادل در دما و حضور غیاب مواد در اثر دما  
اکتویینما از طرف دیگر حضور غیاب مواد در اثر اینچنان ثابت تغییر نمی کند  
یعنی  $K_e$  تابع دما نیست. یعنی محاسبه این ثابت فشار و حضور غیاب مواد در اثر  
نیست

سوال: ثابت تعادل چه تابعی از دما است. چگونه می توانیم آن را بدست آوریم

$$G = H - TS$$

$$\frac{G}{T} = \frac{H}{T} - S \rightarrow \frac{\partial(G/T)}{\partial T} = \frac{T(\partial H/\partial T) - H}{T^2} - \frac{\partial S}{\partial T}$$

$$\rightarrow \frac{\partial(G/T)}{\partial T} = \frac{C_p}{T} - \frac{H}{T^2} - \frac{C_p}{T} \rightarrow$$

$$\boxed{\frac{\partial(G/T)}{\partial T} = \frac{-H}{RT^2}}$$



$$\frac{\partial(\ln K_p)}{\partial T} = \frac{-\Delta H}{RT^2}$$

گینس همپولدر  
برای واکنش همواره در آن قضیه منظم استفاده می کنیم  
از آنجا که  $\Delta G$  فقط تابع زمانت است پس  $\Delta G$  تبدیل می شود

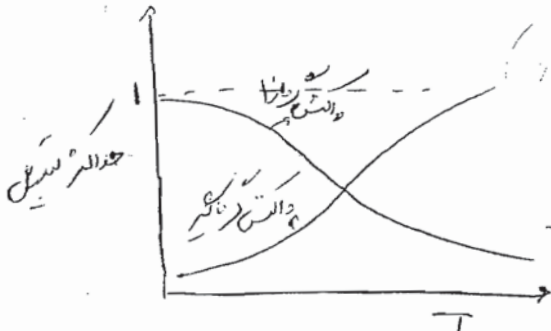
$$\frac{d(\Delta G/RT)}{dT} = \frac{-\Delta H^\circ}{RT^2}$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{d(\ln K_e)}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}}$$

دانشگاه

\*\*\* } برای واکنش گرماگیر  $K_e$  تابع صعودی زمانت است  
\*\*\* } برای واکنش گرمازا  $K_e$  تابع نزولی زمانت است

از حد اکثر تبدیل را درجه دما برت ابرید



برای واکنش گرمازا در دما زیاد کنیم حد اکثر تبدیل کم می شود  
برای واکنش گرماگیر در دما زیاد کنیم حد اکثر تبدیل زیاد می شود  
با توجه به همان تابع دانشگاه

نیم همدمی واکنش بلا استثنا دو طرفه است فقط  
برای بعضی واکنش ها می توانیم فرض کنیم یک طرفه است

برای واکنش گرمازا به دما زیاد کنیم حد اکثر تبدیل کم می شود  
برای واکنش گرماگیر به دما زیاد کنیم حد اکثر تبدیل زیاد می شود

از واکنش گرماگیر در دما زیاد کنیم حد اکثر تبدیل کم می شود  
لطف نموده می شود

IV \*  $\Delta$  تابع زمانت است از شرایط عملیاتی تعیین

پس  $\Delta$  تابع شرایط عملیاتی است (یعنی حضور و غیاب مواد واکنش دهنده و پذیرنده)

$$1) \rightarrow \left(\frac{\partial \ln K_p}{\partial T}\right)_P = (\Delta H^\circ) \text{ (مقدار مثبت)}$$

$$2) \rightarrow \left(\frac{\partial \ln K_p}{\partial P}\right)_T = (-\Delta V) \text{ (مقدار مثبتی)} \rightarrow \Delta V = \Delta n$$

این در رابطه با این فازها برقرار است اما برای فازهای مختلف از تو کفین در برابرش قرار میگیرند از تو کفین  
 (۱) کفین واکنش کمتری را با فاز دیگر کنیم و ع زیاد می شود  
 کفین ع با هم علامت مثبت است

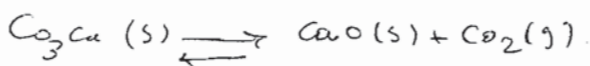
(۲)  $\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P}\right)_T$  به کفین با افزایش فشار ع زیاد می شود کفین واکنش در پیش می رود  
 در اثر همگن شدن کفین  $\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P}\right)_T$  کفین با افزایش فشار ع واکنش به سمت پیش می رود (مهم نیست)  
 (حلقه اصل نوشتن)

حداون فازهای همگن

ساده ترین شکل قانون فازهای کفین در عبارت واکنش شیمیایی  
 $F = N + 2 - \Phi$  (توی درجه بود ۲)

اگر تعداد کفین هم وجود داشته باشد تعداد روابط اجزای آن شود با توجه به  $\sum H_i = 0$   
 اگر تعداد واکنش مستقل ما ۲ باشد در حقیقت باید (در حضور واکنش شیمیایی)

$F = N + 2 - \Phi - r$  تعداد واکنش شیمیایی مستقل



تعداد اجزای مختلف  $N = 3$   
 $\Phi = 3$  →  $\left\{ \begin{array}{l} \text{حالات هر کدام یک فاز} \\ \text{مابین در صورت استخراج نیز بول ۱ فاز} \\ \text{اگر همبند مابین استخراج شد ۲ فاز} \\ \text{نگارها همبند ۱ فاز} \end{array} \right.$   
 $r = 1$

$F = 3 + 2 - 3 - 1 = 1$  یک درجه آزادی دارد



در عین حال  $NH_4Cl$  خاصیت

درجه آزادی در هنگام تعادل چند است  
 $N = 3$   
 $\Phi = 2$

$r = 1$   
 $S = 1$  اینها مابین رابطه خاص در این مستقیم می نویسیم

$F = N + 2 - \Phi - r - S$   
 $F = 1$  تعداد روابط مخصوص  $HCl$  کمترین  $NH_3$  در فازها نیز است

مثلاً فرض کنید یک سیال را در یک ظرف داریم که در آن یک ماده را داریم و  $S = 1$  است.  
البته در حضور آن ماده سطح این سیال از بین می‌رود.

مثلاً یک قطره در حضور دیگر آن ماده را داریم در آن صورت  $S = 2$  است.

مغول فازهای دوم :

اگر تعداد مولها از  $n$  ماده مختلف را در یک سیستم در نظر بگیریم از آن ماده  $\Phi$  فاز تشکیل شود. تمام خواص  $intensive$ ،  $extensive$  متعلق به آن ماده است.

مغول فازهای دوم با اینها شدن با یکدیگر هیچ تغییر نمی‌کند.

چون به ازای هر دو حالت در رابطه با اینها تفاوتی ندارد. همان  $S = 2$  است و به ازای این رابطه یک تغییر اضافی ندارد و آن سیکرها  $S = 2$  است پس به ازای هر دو حالت

$$F = N + 2 - \Phi + r - r$$

$F = N + 2 - \Phi$  → پس تغییر نمی‌کند.

اما در رابطه با اینها وجود دارد است آن کم می‌شود.

$$F = N + 2 - \Phi - S$$

تعریف سرعت واکنش : تغییر تعداد مولها در واحد زمان است.

اگر ماده  $i$  را در نظر بگیریم که در مدت  $\Delta t$  مولها آن  $\Delta N_i$  تغییر کند.

$$X_i = \frac{N_i - N_i^0}{N_i^0}$$

سرعت متوسط  $= \frac{\Delta N_i}{\Delta t}$  (سرعت متوسط تولید و واکنش)

سرعت لحظه‌ای  $= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N_i}{\Delta t} = \frac{dN_i}{dt}$  (سرعت لحظه‌ای تولید و واکنش)

این خاصیت  $extensive$  است.

با اینها این خاصیت  $intensive$  شود زیرا هر یک جسمی که یک نقطه یا یک ذره را تشکیل می‌دهد  $intensive$  است.



تخصصی ترین مرکز دوره های آمادگی  
کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی

"به خانه مهندسی شیمی خوش آمدید"

(مؤسسه آموزش عالی آزاد نگاره)

$$\frac{\Delta N_i}{\Delta t} = \text{سرعت متوسط واکنش} \quad \text{سرعت متوسط تشکیل سازه های نام}$$

$$\lim_{\Delta t} \frac{\Delta N_i}{\Delta t} = \text{سرعت لحظه ای واکنش} \quad \text{سرعت لحظه ای تشکیل سازه های نام}$$

سرعت برابری حجم سیال

$$v_{iP} = \frac{1}{V_P} \frac{dN_i}{dt} [=] \frac{\text{mole}}{\text{cm}^3 \cdot \text{sec}}$$

$$v_{iR} = \frac{1}{V_R} \frac{dN_i}{dt} [=] \frac{\text{mole}}{\text{cm}^3 \cdot \text{sec}}$$

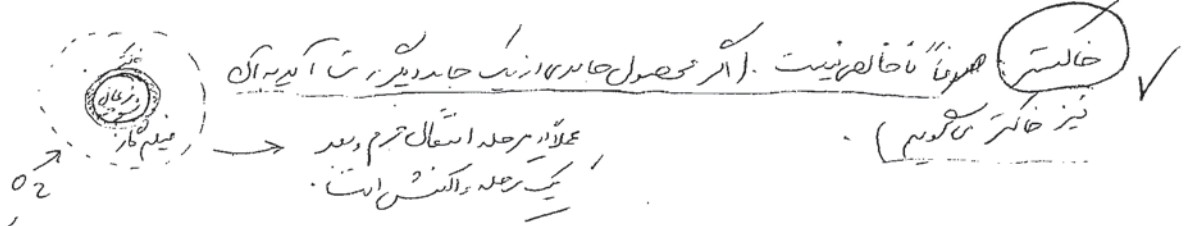
این دو الزاماً نام یک نیستند  
البته با هم مساوی حجم سیال در حجم راکتور این یک داریم

$$v_{iP} = \frac{1}{V_S} \frac{dN_i}{dt} [=] \frac{\text{mole}}{\text{cm}^3 \cdot \text{sec}}$$

$$v_{iS} = \frac{1}{m_S} \frac{dN_i}{dt} [=] \frac{\text{mole}}{\text{kg} \cdot \text{sec}}$$

$$v_{iE} = \frac{1}{S_S} \frac{dN_i}{dt} [=] \frac{\text{mole}}{\text{cm}^2 \cdot \text{sec}}$$

در واکنش براس جبهه فاز ما نزدیک فاز آن فاز جامد است. قبل از اینکه بخواند واکنش صورت گیرد  
یک مقدار انتقال جرم داریم. شوا ترکیب که در زمان داریم در خواهم بود اینیم  
C(s) + O2(g) -> CO2(g)



چون سرعت انتقال جرم براس واحد سطح کمترین می شود در ترکیب سرعت انتقال جرم با سرعت واکنش  
مجبوریم سرعت واکنش را برآهیم براس واحد سطح کمترین

طرح راکتور اوساشین  
فوکدر  
اسمیت

(۲۱)

خطای زیاد هم فقط اینجا  
Intensive

$$\frac{dN_i}{dt} = r_i V_F = -r_{i1} V_R = r_{i2} V_S = r_{i3} m_S = r_{i4} S_s$$

در مثال قبیل به اینها یک سرعت کل تعریف کنیم چون مثلا در این مثال ۳ تا کول وجود دارد (یک واکنش سه مرحله ای دوتا اسفان جیم)

مصل دوم: سرعت تولید ماده نام  
(بروس آنتروپیک  $r_i$ )  
مصل سوم: براس مگره  $r_i$  (براس واکنش به نسبت به برسیه)

$$r_i = \frac{1}{V} \frac{dN_i}{dt}$$

با فرض  $V = V_R = V_F$

اگر میخواهیم سرعت واکنش را از راکتورهای مختلف جدا کنیم و واکنشها را در یک راکتور مختلف جدا کنیم  
خطا را در جریان و ما نسبت به راکتورهای مختلف در حالت SSSF استفاده می کنیم

$\Phi = 1$   $N$  زنده

$$F = N + 2 - \Phi - r$$

$$F = N$$

همچنان که یک واکنش مختلف داریم  
یا یک راکتور میچیند اول  $N$  زنده

( $N$  سیترها را کنترل داریم)

$T, P, \dots$  متغیر  
 $N-1$  متغیر داشته باشیم، فقط یک ثابت داریم

پس از این  $P$  و  $T$  متغیر مستقل است  
که  $P$  ثابت و  $T$  متغیر داریم

$$r_i = f(T, \{c_i\})$$

$$r_i = f(T, \{c_i\})$$

در بعضی از حالت  
مایل فرض است  $r_i = f_1(T) \cdot f_2(c_i)$

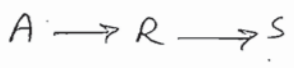
یک عدد ثابت است و اینها ثابت سرعت هستند

$$r_i = k f_2(c_i)$$

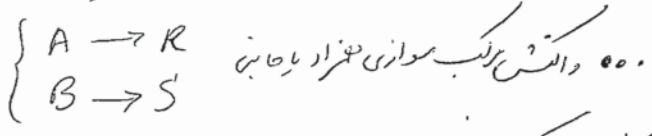
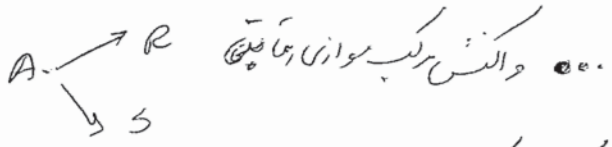
ثابت سرعت

۲. انواع واکنش‌ها عبارتند از:

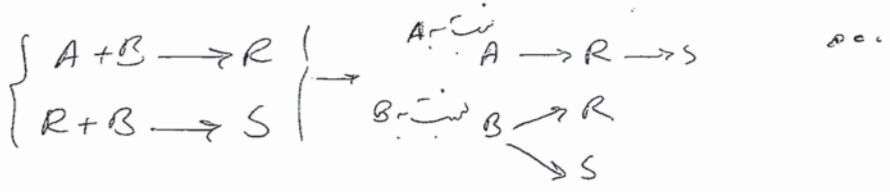
- ۱- واکنش منفرد (یک واکنش می‌تواند رخ دهد)
- ۲- واکنش مرکب (بیش از یک واکنش است)
- الف) واکنش مرکب سری (پی در پی)



الف) واکنش مرکب موازی



ج) اگر ترکیب از دو نوع ماده داشته باشیم واکنش مرکب مختلط



انواع واکنش منفرد

- الف) واکنش منفرد ابتدایی
- ب) واکنش منفرد غیر ابتدایی

الف) واکنش منفرد ابتدایی  
 در یک واکنش تحول شیمیایی اتفاق می‌افتد از فرض آن برای مقدار اولیه مشخصی در محصول تبدیل می‌شوند. مشخصاً از طریق برخورد مولکول‌ها. بنابراین سرعت واکنش تابعی از تعداد برخوردها می‌شود.  
 در این حالت طبعاً این که باید فرض کنیم تعداد برخوردها متناسب با سرعت است. همچنین متناسب با غلظت است. و آنوقت در این حالت که توابع واکنش ابتدایی است. و معنی فیزیکی آن اینست که



$$r_i = \frac{1}{V} \frac{dN_i}{dt}$$

$$r_i = f_i(T) \cdot P_i(\{C_i\})$$

\* اگر  $r_i$  ماده اولیه باشد  $r_i$  منفی  
 اگر  $r_i$  محصول باشد  $r_i$  مثبت

$$-r_i = k \cdot C_A \cdot C_B$$

واکنش ابتدایی

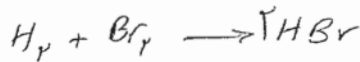
برای مواد اولیه ماهیچه  $(-r_i)$  داریم  
 خلاصه است شود

در ترمین اولی  
در واکنش ابتدایی

✓ نرخ توانهای مختلف در واکنش سرعت و ضرایب استکیومتری ارتباط است. این ارتباط ثابت است

انت یا ثابت است

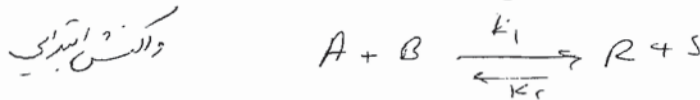
واکنش سفید غیر ابتدایی  
واکنش سفید غیر ابتدایی و واکنش است که مواد اولیه مستقیماً به محصول تبدیل نشوند بلکه ابتدا باید واکنش دیگری را طی کنند.



$$r_{HBr} = \frac{k_1 [H_2] [Br_2]^{1/2}}{k_r + [HBr]}$$

این بیان سرعت واکنش استکیومتری هیچ لایه‌ای وجود ندارد. این مربوط به رابطه است.

این تابعی تابع رابطه و یا شدت رابطه است. این بیان می‌کند که در آنجا که ما می‌خواهیم انجام واکنش است.



$$r_R = -r_A = k_1 C_A \cdot C_B$$

بناچاره  $\frac{dn_i}{v_i} = d\varepsilon$

\*  $\frac{v_i}{v_j} = d\varepsilon$  → این بیان می‌کند که در واکنش ابتدایی

واکنش اولی

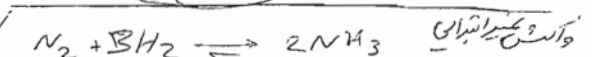
$$-r_A = -r_B = r_R = r_S$$

واکنش دوم

$$-r_R = k_r \cdot C_R \cdot C_S$$

در مقام متاد

$$r_R = -r_{R_1} \rightarrow$$



$$\frac{dn_{N_2}}{-1} = \frac{dn_{H_2}}{-3} = \frac{dn_{NH_3}}{+2}$$

در صورتی که در  $v dt$  تقسیم کنیم.

$$\frac{r_{N_2}}{-1} = \frac{r_{H_2}}{-3} = \frac{r_{NH_3}}{+2}$$

$$r_R + r_{R_1} = 0$$

در مقام متاد

$$k_1 C_A \cdot C_B = k_r C_R \cdot C_S$$

$$\left( \frac{C_R C_S}{C_A C_B} \right)_e = \frac{k_1}{k_r}$$

در مقام متاد

در مقام متاد

بین رابطه حالت خاص استکیومتری به علت استکیومتری (چون محصول اولیه) در واکنش است.

$$K_e = \prod a_i^{v_i}$$

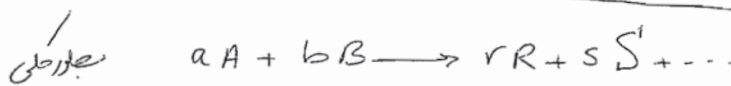
$$\frac{C_R C_S}{C_A C_B} = K_e$$

\* \*

✓ قیمت متغیر فقط نام زمان است  
 ✓ کاهش صدور ناهم‌زمانی  
 ✓ هم‌زمانی هم نام کاهش است  
 ✓ هم‌زمانی هم نام هم‌زمانی

✓ چون وقتی دو نام صدور باشند اما نسبتشان می‌تواند هم صدور و هم نزول باشد

\* واکنش گرمازا اگر در ما زیاد کنیم حد اکثر تبدیل کم می‌شود. یعنی واکنش پس می‌رود.  
 \* وقتی یک طرفیتر یعنی  $K_1$  حین حین از  $K_2$  است و این نشان است که واکنش گرمازا است در آن حالت  
 و یا واکنش گرمازا است بر اساس زیاده



آوردت این واکنش را بتوان

$$v_A = K C_A^\alpha \cdot C_B^\beta$$

$\alpha$ : درجه واکنش نسبت به A  
 $\beta$ : درجه واکنش نسبت به B  
 لزوماً عدد صحیح نیستند، لزوماً مثبت هم نیستند، می‌توانند منفی هم باشند

• درجه کلی واکنش:  $n = \alpha + \beta + \dots$  در سطح واکنش

واکنش ابتدایی: (ترتیب ریاضی)

نسبت ثابت  $\frac{\alpha}{a} = \frac{\beta}{b} = (m) = cte$  و ترتیب

قرارداد: ماز این قرارداد  $m=1$  فرض کنیم. (البته می‌توان قرارداد دیگری کرد)



$$K_1 C_A \quad K_2 C_A^2$$

یعنی هم می‌تواند درجه ۱ باشد، هم می‌تواند درجه ۲ باشد. ما برای این یک فرض اضافی کردیم ماز قرارداد است

فرض کنیم  $m=1$  پس اگر ماز سرعت  $v = k C \rightarrow A \rightarrow R$





در واکنش‌های غیر ابتدایی قطعاً جسیخ لایحه‌ای وجود ندارد  
 → قرارداد: طرفین واکنش را در عدد حساب ضرب کنیم که  $m=1$  شود. بین درجه واکنش و درجه واکنش استوکیومتری شود

تقریب: مولکول‌های (هم برای واکنش ابتدایی هم غیر ابتدایی تقریباً)

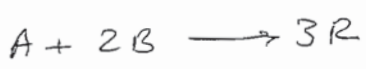
تعداد مولکول‌های است که در واکنش شرکت می‌کنند

یک مولکول شرکت کند در نتیجه حاصل سه مولکول است و ...

\* اگر واکنش ابتدایی است: مولکول‌های ۱ است یا ۲ و مولکول‌های ۳ چند ندارد و بسیار  
 ۳ هم اصلاً امکان ندارد.

\* هرگاه مولکول‌های ۳ بسیار باشد قطعاً آن واکنش ابتدایی نیست.

→ قرارداد: طرفین واکنش‌های ابتدایی را آنجا که می‌توانیم که مولکول‌های تسال معلوم باشد



$$-r_A = k C_A C_B^2$$

$$-r_B = k' C_A C_B^2$$

$$r_R = k'' C_A C_B^2$$

$$\frac{-r_A}{1} = \frac{-r_B}{2} = \frac{r_R}{3} = \text{cte} = \frac{r_c}{\nu_i}$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{k}{1} = \frac{k'}{2} = \frac{k''}{3}}$$

مولکول‌های ۳

ما فرض ابتدایی می‌کنیم

نکته: اگر این واکنش نوشته شده باشد و در دسترس باشد  
 $-r_A = k C_A C_B^2$  قطعاً این واکنش ابتدایی نیست چون درجه واکنش استوکیومتری و لایحه ندارد

$$r_i = \frac{1}{V} \frac{dn_i}{dt}$$

$$r_i [=] \frac{\text{مole}}{\text{m}^3 \cdot \text{sec}}$$

تبدیل واحد

$$k [=] \frac{[\text{غلظت}]^{1-n}}{[\text{زمان}]}$$

در جایی که واکنش ...

$$K [=] \frac{1}{\text{زمان}}$$

لذا برای واکنش درجه ۱

$$K [=] \frac{1}{(\text{زمان})^2}$$

واکنش درجه ۲

مسئله (۱-۲) : یک واکنش معادله استوکیومتری زیر صورت است درجه ۱ این واکنش چیست

جواب : اگر این واکنش اتمی باشد طبق قرارداد درجه ۱ است. آن هم قرارداد را رعایت کنیم (این در حد درجه ۱ معلوم است)

مسئله (۲-۲) : یک واکنش صورت می‌گیرد در این معادله واکنش  $2NO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow N_2O_5$  را همراه با این ماده لا بکریسید

$$-\frac{r_{NO_2}}{2} = -\frac{r_{O_2}}{\frac{1}{2}} = \frac{r_{N_2O_5}}{1} = cte$$

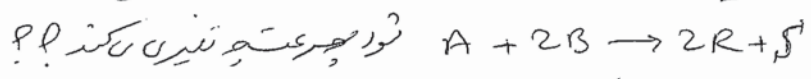
$$-r_{NO_2} = -4 r_{O_2} = 2 r_{N_2O_5}$$

\* مسئله (۲-۳) : یک واکنش داریم با معادله زیر



$$-r_A = 2 r_B$$

اگر واکنش با به با این



جواب : سرعت هیچ تغییری نمی‌کند

اگر استوکیومی باشد. قرارداد جدید جوری می‌نویسیم که  $m=1$  در سرعت باقی بماند اما وقتی سرعت معلوم بود. دیگر قرارداد معنی نمی‌دهد. یعنی سرعت هیچ تغییری نمی‌کند

$$-r_A = 4 \times 10^{-5} C_A^2$$

مسئله (۲-۶) : یک واکنش داریم با معادله زیر

$$\frac{mol}{lit} \cdot \frac{mol}{cm^3}$$

$$-r_A [=] \frac{mol}{cm^3 \cdot min}$$

وزمان ۶۰-۵۰ min . جواب hr باشد. در این صورت واحد ثابت سرعت خواهد بود.

جواب: باید این معادله عوض کنیم تا واحد (این شده تغییر واحد نبوده) باشد ۰.۰۵ بر ۰.۵  
 این معادله نیز هم نامساوی است پس باید واحد هر واحد ضرایب شده تبدیل شود

$$-r_A = k C_A^2$$

$$k [=] \frac{\text{cm}^3}{\text{mol} \cdot \text{min}} \left( \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} \right)^{1-n} \left( \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} \right)^{-1}$$

$$k = 3 \times 10^{-4} \frac{\text{cm}^3}{\text{mol} \cdot \text{min}} \times \frac{1 \text{ lit}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{70 \text{ min}}{1 \text{ hr}} = 3 \times 10^{-4} \frac{\text{lit}}{\text{mole} \cdot \text{hr}}$$

$$k = 3 \times 10^{-4} \frac{\text{lit}}{\text{mol} \cdot \text{hr}}$$

$$-r_A = 3 \times 10^{-4} C_A^2$$

$\frac{\text{mol}}{\text{lit} \cdot \text{hr}}$        $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$        $C_A$

سند (۲-۷) : یک واکنش فاز گازی داریم در آن  $k$  در این معادله نداشتیم که برای یک واکنش

$$-\frac{dP_A}{dt} = 3.66 P_A^2 \quad [=] \frac{\text{atm}}{\text{hr}}$$

الف) واحد  $k$  ثابت سرعت واکنش اگر در این واکنش  $k$  از برده ایم و آن را برای این واکنش در خواست می کنیم

واحدش را بنویسید - این

$$-r_A = k C_A^2 \quad [=] \frac{\text{mol}}{\text{lit} \cdot \text{hr}}$$

جواب د

$$\frac{\text{atm}}{\text{hr}} [=] k_p (\text{atm})^2 \Rightarrow k_p [=] \frac{1}{(\text{atm} \cdot \text{hr})}$$

الف)

$$-r_A = -\frac{1}{V} \frac{dN_A}{dt} = k C_A^2$$

از معادله بالا  
 چون  $P_A = C_A R T$   
 مشتق می گیریم

$$P_A = C_A R T$$

$$\rightarrow -RT \frac{dC_A}{dt} = 3.66 C_A^2 (RT)^2$$

$$\rightarrow -\frac{dC_A}{dt} = 3.66 (RT) C_A^2$$

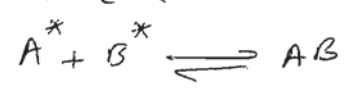
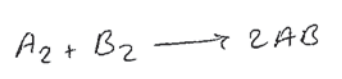
$$R = 82.05 \frac{\text{cm}^3 \text{ atm}}{\text{gramole} \cdot \text{K}} \times \frac{1 \text{ lit}}{1000 \text{ cm}^3} = 0.08205 \frac{\text{lit atm}}{\text{gramole} \cdot \text{K}}$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = 3.66 \frac{1}{\text{atm} \cdot \text{hr}} \times 0.08205 \frac{\text{lit atm}}{\text{g mole} \cdot \text{K}} \times 450 \text{ K} \times C_A^2 \frac{\text{mole}}{\text{lit}}$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = 120.12 \frac{\text{lit}}{\text{g mole} \cdot \text{hr}} C_A^2$$

$$120.12 [=] \frac{\text{lit}}{\text{g mole} \cdot \text{hr}} \rightarrow -v_A = -\frac{dC_A}{dt} [=] \frac{\text{g mole}}{\text{lit} \cdot \text{hr}}$$

\* واکنشهای غیر ابتدایی در سرعت نابین دارند بنابراین بدترین مواد واسطه در واکنشهای غیر ابتدایی بسیار است



این واکنش غیر ابتدایی فوق العاده واکنش ابتدایی و غیر ابتدایی به طور است در واکنش نه مواد مستقیماً به محصولات تشکیل میشوند.

و غیر ابتدایی مواد ابتدایی واسطه و بد به محصول تبدیل میشوند.  
 در واکنش ابتدایی درجه همان ضرایب استوکیومتری است.  
 در واکنشهای غیر ابتدایی رابطه ای بین درجه و ضرایب استوکیومتری نیست.

\* به طور کلی چند نوع ماده واسطه داریم. و یک خصوصیت مشترک دارند که بدترین نابین دارند.  
 آنها وجودشان آینه را از بین می آورند.

(۱) \* اینها را اسیبهای آزاد است. (اتم یا مولکولی که دارای تعداد الکترونهای غیر منفرد است و ریشه گاه آزاد هستند).

واکنشهایی که در فاز گازها صورت می گیرند بیشتر با کاتالیزورهای آزاد است. در آنحضرتی که عمده اسیبها این است که (۱) به ناخالصیها بسیار حساسند. ۲) او در یک تسلسل می باشد. ۳) غیر مستقیم است و واکنش اثر گذار دارد. البته لازم به ذکر است که تسلسل سرعت واکنش را بالا می برد.

(۲) \* یک ریشه از مواد واسطه یونها هستند. قسمتی از مولکولها که دارای بار الکتریکی باشند.

(۳) \* یک ریشه از مواد واسطه جوهر مولکولها هستند. مثل خنثی واکنشهایی که در یونیونهای آنجا می افتد (در یونیونهای کاتیون). مثلاً آنزیم یک مولکول است که نقش یک واسطه را در یونیونهای آنجا ایفا میکند.

۴) \* مکانسیم نذرا چون آنا تشکیل و آنا از این من بود  
مواد اولیه موافق حسابان به هم می خوردن کنند یعنی از هر یک می تواند داران این را از این با آنا  
آنا تشکیل یک مکانسیم نذرا را می دهند. و بدین آنا به محصول تبدیل می شوند

۰۰۰ این مواد را به در صورت هر محل می کنند (در مکانسیم به معجزه به محصول می شود) (و این را مکانسیم نذرا)

مکانسیم نذرا

- ۱) مکانسیم نذرا
- ۲) مکانسیم نذرا

محصولات → مواد اولیه → دانش اصل

\* (مواد رابط) → مواد اولیه → شروع از معجزه

(مواد رابط) + محصول → مواد اولیه + \* (مواد رابط) مکانسیم نذرا

این مواد رابط می تواند همان مواد رابط قبلی باشد.  
یا مواد رابط جدیدی باشد.

برای بعضی مواد رابط  
نیاز اصابت کردن به مواد اولیه  
محصول می دهند.

محصول → \* (مواد رابط) → (پایان از معجزه)

مکانسیم نذرا

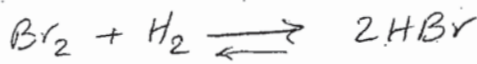
محصول → مواد اولیه → دانش اصل

\* (مواد رابط) → مواد اولیه

✓ محصول → \* (مواد رابط)

✓ (محصول) → (مواد اولیه) + \* (مواد رابط)

تشریح تفاوت این در مکانسیم این است که در آخر مکانسیم نذرا از معجزه مواد رابط تولید می شود



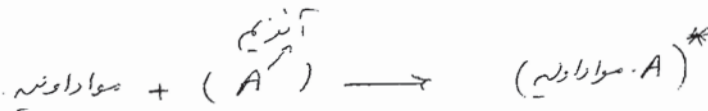
شروع رکن

گسترش رکن

پایان رکن

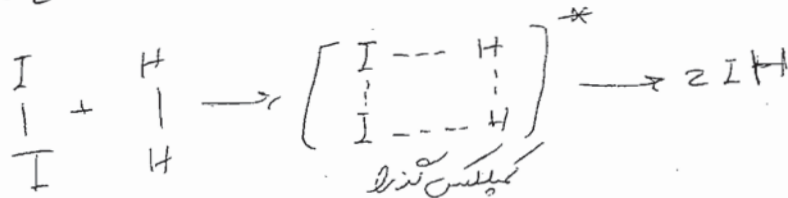
$$r_{\text{HBr}} = \frac{k_1 [\text{H}_2] [\text{Br}_2]^{\frac{1}{2}}}{k_2 + [\text{HBr}]} [\text{Br}_2]$$

مثال ۲ :



مکانیم غیر رکنی: مکانیم غیر رکنی دارند بدین صورت که ابتدا توسط آنزیم یک میان واسطه تشکیل می‌دهد و در نهایت به مواد اولیه بازمی‌گردد.

مثال ۳ :



غیر رکنی

قوانین :

1)  $r_{\text{overall}} = r_{\text{net}} = \sum v_i$

تولید علامت مثبت، مصرف علامت منفی

2) تغییرات غلظت مواد واکنش‌دهنده، پس تغییرات غلظت محصولات

غلظت ناچیز است، تغییرات غلظت آن‌ها از خودشان بیخبرتر

$$v_{\text{AB}}^* = 0 \rightarrow \frac{dC_{\text{AB}}^*}{dt} = 0$$

قانون حالت کینواخت تقریبی

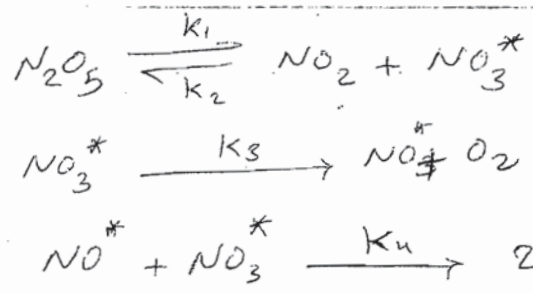
یا قانون تقریب حالت کینواخت

Steady State Approximation

SSA

مواد اولیه استیجی استیجی PSSH

سؤال :



این واکنش یک واکنش زنجیره ای است.  
 این واکنش به سبب آنکه واکنش به دو مرحله است. این یک مکانیسم در عمل است و تجربی است.  
 است و نسبت آن مکانیسم نظریه آید واکنش ابتدای است اما در عمل ما میبینیم که بیشتر داده شده.  
 این واکنش زنجیره ای (غیر ابتدای) است.

$-r_{N_2O_5} = k [N_2O_5] \rightarrow$  (در تجربی)

$-r_{N_2O_5} = k_1 [N_2O_5] - k_2 [NO_2] [NO_3^*]$

$-r_{NO_3^*} = 0 \Rightarrow -k_1 [N_2O_5] + k_3 [NO_3^*] + k_2 [NO_2] [NO_3^*] + k_4 [NO^*] [NO_3^*] = 0$

$-r_{NO^*} = 0 \Rightarrow -k_3 [NO_3^*] + k_4 [NO^*] [NO_3^*] = 0$

$\Rightarrow k_4 [NO^*] = k_3 \rightarrow [NO^*] = \frac{k_3}{k_4}$

با جایگزینی  
 $\Rightarrow -k_1 [N_2O_5] + k_2 [NO_2] \left( \frac{k_3}{k_4} \right) + k_3 [NO_3^*] = 0$

$\rightarrow [NO_3^*] = \frac{k_1 [N_2O_5]}{2k_3 + k_2 [NO_2]}$

میانگین  $\rightarrow -r_{N_2O_5} = \frac{2k_1 k_3 [N_2O_5]}{2k_3 + k_2 [NO_2]}$

پس  $k_2 [NO_2] \ll 2k_3 \rightarrow$

$r_{N_2O_5} = k_1 [N_2O_5]$

یعنی این رابطه را می توان در ابتدا تبدیل به این است و می توان از رابطه سرعت استفاده کرد.  
 پس دارد چگونه در واقع غیر ابتدای است و اگر داریم ابتدای می کنیم با این فرض است که  
 $k_2 [NO_2] \ll 2k_3$

نسبت ثابت تغییرات در دما ← حد درستی به هم وصل است (در حدی که ثابت است)  
 که حد درستی به هم وصل است

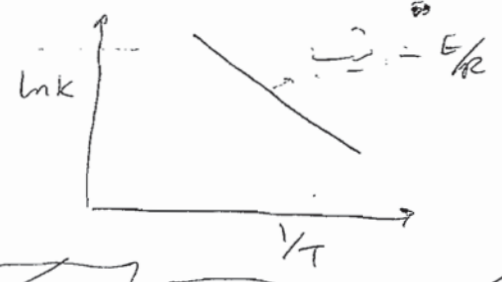
حد درستی به هم وصل است

$$r_i = f(T, \text{غلظت})$$

$$r_i = f_1(T) \times f_2(\text{غلظت})$$

تأثیر دما  
 $f_1(T) = k$   
 $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$

$$\ln k = \ln k_0 + \left(\frac{-E}{RT}\right) \frac{1}{T}$$



\* انرژی انوائسول - انرژی پیدما و انوائسول کاکول (علت تغییر در دما، هم در دما هم در دما) -  
 در دما. نسبت دارد.

دما کول می گوید چه کسی از دما کولها انرژی انوائسول از می بینیم E نسبت است؟  
 \* در E نسبت است  
 همیشه دما ثابت سرعت همیشه به هم وصل است

$$\frac{dk}{dT} = \frac{E k_0}{RT^2} e^{-E/RT}$$

منتهی →  
 فالتو در دما  
 همیشه منتهی

→ همیشه به هم وصل است → همیشه منتهی → همیشه منتهی

و همیشه ثابت است که با دما همیشه ثابت است  
 در دما هم به هم وصل است →  $k_e = \frac{k_1}{k_2}$  →  $k_e$  →  $k_e$  →  $k_e$



شماره ۱۰ در بیضک امضا و تاریخ  
۹-۶۳

شماره ۱۰

تفاوت کار گرمیابی: یک رابطه ترمودینامیک است برای تعیین انرژی فعال سازی

$$\frac{d \ln k_e}{dT} = \frac{DH^\circ}{RT^2}$$

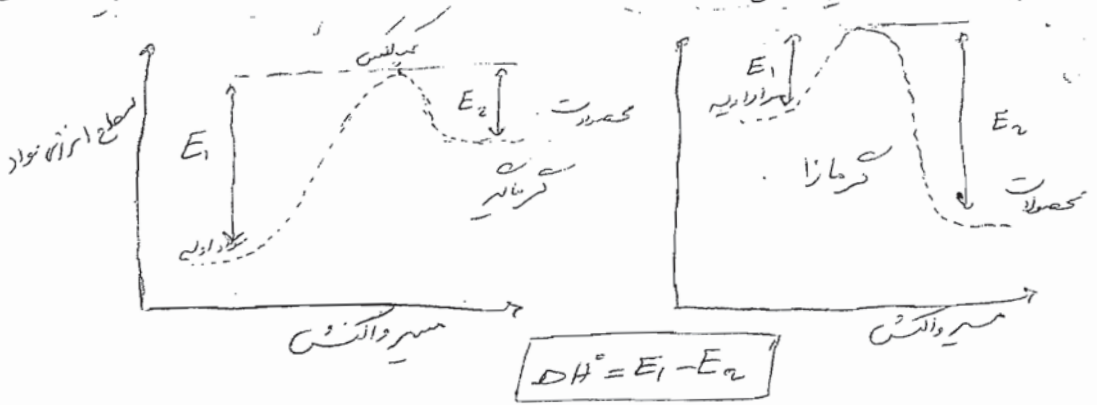
$$DH^\circ = (E_1 - E_2) - (\text{تغییر انرژی پیوندهای سینه})$$

انرژی آنتروپیک (مشارکت)  $E_1$  بر می گردد به انرژی مواد اولیه  
 $E_2$  بر می گردد به انرژی محصولات

در همه موارد استثناء  $DH = E_1 - E_2$  که  $E_1$  بویا به واکنش و  $E_2$  بویا به واکنش برگشت

در این شرایط اگر  $E_1 > E_2$  در واکنش گرما  $E_1 < E_2$  در واکنش گرما

سطح انرژی مواد اولیه  $E_1 < E_2$  سطح انرژی محصولات  $E_1 > E_2$  سطح انرژی مواد اولیه



تأثیر سرعت باید تألیفیتان نسبت به داشته باشد

$$\frac{d \ln \frac{k_1}{k_2}}{dT} = \frac{E_1 - E_2}{RT^2}$$

باید دید میزنی و یک همکار کن از رابطه بالا به این نتیجه رسیدیم

$$\frac{d \ln k_1}{dT} = \frac{E_1}{RT^2} \rightarrow k_1 = k_0 e^{-E_1/RT}$$

البته این مصداق است

$$\frac{d \ln k_2}{dT} = \frac{E_2}{RT^2} \rightarrow k_2 = k_0 e^{-E_2/RT}$$

پس ترمودینامیک و آنتروپی ما را به یک نتیجه می رسد

مسئله ۲۱۴ -  $\ln(^\circ F) = 40 + \ln(\text{تعداد صحرایی در ۱۵})$

عرض کنید این شدت صحرایی یک چهار برابر شدت زمین صحرایی است.  
 انرژی الکتریکی که در دست آورده آرد، پس  $80^\circ F$  تغییر کند.

$288.7^\circ K \leftarrow T_1 = 60^\circ F \rightarrow \ln(20) = \ln(\text{تعداد صحرایی در ۱۵})$   
 $299.82^\circ K \leftarrow T_2 = 80^\circ F \rightarrow \ln(40) = \ln(\text{تعداد صحرایی در ۱۵})$

$R = k_0 e^{-E/RT}$   
 $\rightarrow \frac{k_2}{k_1} = e^{-E/R(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})} \rightarrow \frac{40/15}{20/15} = 2 = \frac{k_2}{k_1}$

$\rightarrow \ln 2 = -\frac{E}{R}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}) \rightarrow \ln 2 = \frac{-E}{1.987}(\frac{1}{299.82} - \frac{1}{288.7})$

$\rightarrow E = 1.072 \times 10^4 \text{ cal} = \frac{1.072 \times 10^4}{4.184 \times 10^3} \text{ kJ}$

H.W. مسائل شماره اول، فصل اول، ۱، ۲، ۳

فصل دوم: ۴، ۸، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۲۰، ۲۳

تئوری لایم: تئوری برخوردی، مولکولها هم برخورد می کنند و این برخوردها

خوب و آتش می خورد.

آرد در گازها از این با هم مولکولها در حال حرکتند. توقف و حرکت اینها از این هستند.  
 چون هر مولکول حرکت از بیرونیت مولکول است و باید جهت  $E_F$  حرکت کند.  
 پس باید جهت حرکت مولکول اتفاق نیفتد بلکه جهت حرکت  $E_F$  حرکت کند.

چرا در مولکول  $PP$  اینها پیش می آید  $PP$  ✓

۱) انرژی داخلی تابع درجه حرارت

۲) انرژی تپانید درون مولکول. پس تابعی است.

مستقل از دمای بین مولکول است  $PP$  هیچ مستقیمی ندارد بخیر از انرژی الکتریکی جهت در مولکولها

بخیر قطب و مستقیم مستقیمی بین مولکول نیز دمای الکتریکی هستند. پس در دمای

چون الکتریکی که در دست آورده اند مرکز نقل بارها نسبت درجه ثابت باشد. منجر به نیروی بین مولکولی می شود. (چون مرکز نقل بارهای منفی ثابت نیست).

حال که محبت نیروی الکترونی بسیار اندک است یعنی در حد  $10^{-14}$  و براندگی غیر متعارف عمده است و آن حالتی که در حین حرکت مولکولها هم اثر گذارند.

مگر در بعضی اوقات می توانیم فرض کنیم که همواره در حالت است که نیروی جاذبه خود اعداد بسیار زیاد است و آنرا به نسبت از قطر صاف به جاذبه اثر کمتر نیروی رافعه بین دو مولکول برقرار است.

توانت سرعت تابع مقدار خود را و مقدار خود را تابع نیروی بین مولکولها و این دو میان می سکنند غیره می نامند است (از نظر تئوری) و بستگی ثابت سرعت با رافعه چیست؟

ابتدا طبق مقدار خود را در واحد حجم و واحد زمان پیدا کنیم. تعداد خود را در سرعت و آنکس که در آن زمان همان حالت درون خود را نفوذ هم اثر دارد.

$2A \rightarrow A_2$

$$Z_{AA} = \sigma_A^2 \times n_A \times \sqrt{\frac{4\pi k T}{m_A}}$$

تعداد خود را در واحد زمان و واحد حجم

تعداد خود را در واحد زمان و واحد حجم

(1) اندازه  $\sigma_A$  (لازم ذکر است  $\sigma_A$  از اندازه مولکول بزرگتر است و حد اقل آن همان قطر صاف است)

(2) تعداد مولکولها (غلظت) هر چه غلظت بیشتر تعداد خود را هم بیشتر

(3) انرژی سنج مولکولها

تعداد خود را در واحد زمان و واحد حجم

تعداد خود را در واحد زمان و واحد حجم

تعداد خود را در واحد زمان و واحد حجم

تعداد خود را در واحد زمان و واحد حجم

$$\sqrt{\frac{4\pi k T}{m_A}}$$

چون یک دانسته سنج

هر چه مولکول سنگین تر انرژی سنج آن کمتر

$n_A = \frac{N}{V} c_A$

تعداد در واحد زمان و واحد حجم

$$\Rightarrow Z_{AA} = \sigma_A^2 \times \frac{N}{10^6} \sqrt{\frac{4\pi k T}{m_A} c_A^2}$$

$m_A = \frac{M}{N_A}$

تعداد در واحد زمان و واحد حجم

توانت بولتزمن  $k = R$

توانت بولتزمن  $k = 1.3 \times 10^{-16} \text{ erg } (^{\circ}\text{C}^{-1})$

توانت بولتزمن  $k = 1.3 \times 10^{-16} \text{ erg } (^{\circ}\text{C}^{-1})$

توانت بولتزمن

توانت بولتزمن  $k = 1.3 \times 10^{-16} \text{ erg } (^{\circ}\text{C}^{-1})$

توانت بولتزمن  $k = 1.3 \times 10^{-16} \text{ erg } (^{\circ}\text{C}^{-1})$

از  $\sigma_A, \sigma_B$  و  $A$  و  $B$  عبارتند از:

$$Z_{AB} = \left( \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \right)^2 \times n_A \times n_B \times \sqrt{\frac{8\pi kT}{m_A + m_B}}$$

مقدار  $n_A$  عبارتند از:

$$n_A = \frac{N}{V} \times C_A$$

$$\rightarrow Z_{AB} = \left( \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \right)^2 \left( \frac{N^2}{V^2} \right) \times \sqrt{\frac{8\pi kT}{m_A + m_B}} C_A C_B$$

اگر بخواهیم بدانیم که هر برخورد منجر به واکنش می‌شود یا نه، باید به این نکته توجه کنیم که جهت برخورد باید مناسب باشد.

$$\rightarrow v_i = \frac{1}{V} \frac{dN_i}{dt}$$

این  $v_{AB}$  همان  $Z_{AB}$  است که در اینجا به آن  $v_{AB}$  می‌گویند. یعنی تعداد برخوردهای  $AB$  در واحد زمان و در واحد حجم است.

$$\rightarrow v_{AB} = Z_{AB} \times \frac{1}{N} [=] \frac{\text{mol}}{\text{lit s}}$$

معادله  $v_{AB}$  عبارتند از:

$$v_{AB} = \frac{(\sigma_A + \sigma_B)^2}{4} \times \frac{N}{V} \times \sqrt{\frac{8\pi kT}{m_A + m_B}} C_A C_B$$

معادله این ثابت سرعت می‌شود.

همان‌طور که در این سرعت برخوردی (تعداد برخوردها) با سرعت تجربی بدست آمده از روش آماره‌ای مقایسه کنیم این سرعت بسیار کمتر از سرعت تجربی است. و از اینجا می‌فهمیم که این فرض که داریم هر برخورد منجر به واکنش می‌شود. این یک فرض ساده است.

و چیزی که می‌توانیم بگوییم این است که در واقع برخوردها منجر به واکنش نمی‌شوند. این فرضی است که از یک مدل ساده‌تر با استفاده از آن می‌توانیم به سرعت تجربی دست پیدا کنیم. (از این مثال ساده‌تر).

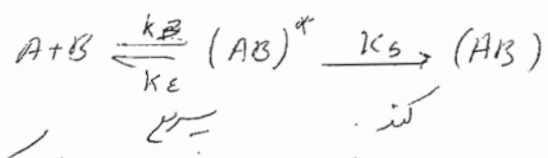
اگر فرض کنیم که انرژی آن که از برخوردها که انرژی آن بیشتر است مساوی  $\frac{-E}{eRT}$  است.

$$v_{AB} = \left( \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \right)^2 \times \frac{N}{V} \times \sqrt{\frac{8\pi kT}{m_A + m_B}} e^{-\frac{E}{kT}} C_A C_B$$

$$v_{AB} = k_0 \cdot T^{1/2} e^{-\frac{E}{kT}} C_A C_B$$

$$\Rightarrow k_0 \propto T^{1/2} e^{-\frac{E}{kT}} \rightarrow \left( \frac{E}{RT} \right)$$

توان چگام : توان کینتیک مثال :  $A+B \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} AB$    
 آنتیپدالکتس   
 این توان مایعود



این امرت مکت توان خوردن   
 چون در توان خوردن هر حد می کند. هر حد از خوردن ثابت (چون هر حد از خوردن مایعود و آنتیپدالکتس مایعود)   
 در توان کت توان سوم مکت توان چگام است

$v_{AB} = k_5 (AB)^*$

$k_5 = \frac{kT}{h}$

$k = \frac{R}{h} \text{ ثابت بولتزمن} = 1.38 \times 10^{-16} \text{ erg} (^{\circ}K)$    
 $h = \text{ ثابت پلانک} = 6.625 \times 10^{-27} \text{ erg} (s)$

$k_c^* = \frac{k_3}{k_4} = \frac{[AB^*]}{[A][B]} \rightarrow$

$v_{AB} = \frac{kT}{h} (k_c^*) [A][B] = \frac{kT}{h} (k_c^*) C_A C_B = \frac{kT}{h} e^{-\frac{DG^*}{RT}} C_A C_B$

$= \frac{kT}{h} e^{\frac{-\Delta H^*}{RT}} e^{\frac{\Delta S^*}{R}} C_A C_B$

$DG^* = \Delta H^* - T\Delta S^*$

$\rightarrow k = k_0 T e^{-E/RT}$

در حالت توان کینتیک مثال

نتیجه  $m$  : (از نتیجه چیدن توان)

$k = k_0 T^m e^{-E/RT}$    
 $0 < m < 1$

البته توان مایعود مایعود مایعود است  $0 < m < 4$  - بستر

آراز طرفین ما بگیریم  $\ln k = \ln k_0 + m \ln T + \frac{-E}{RT}$    
 دیگر استین بگیریم

$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{m}{T} + \frac{E}{RT^2}$

$\rightarrow \frac{d \ln k}{dT} = \frac{mRT + E}{T^2}$

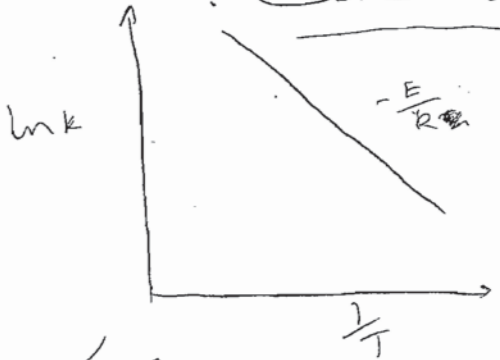
کدراز  $RT$  مخرج مکت

$E \gg RT$   
 $E \gg mRT$

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E}{RT^2} \Rightarrow k = k_0 e^{-E/RT}$$

عین نتوان گفت  $m$  و چیز است

و عملاً نتوان آرینوس یک عدد و هم از نتوان با مختلف است



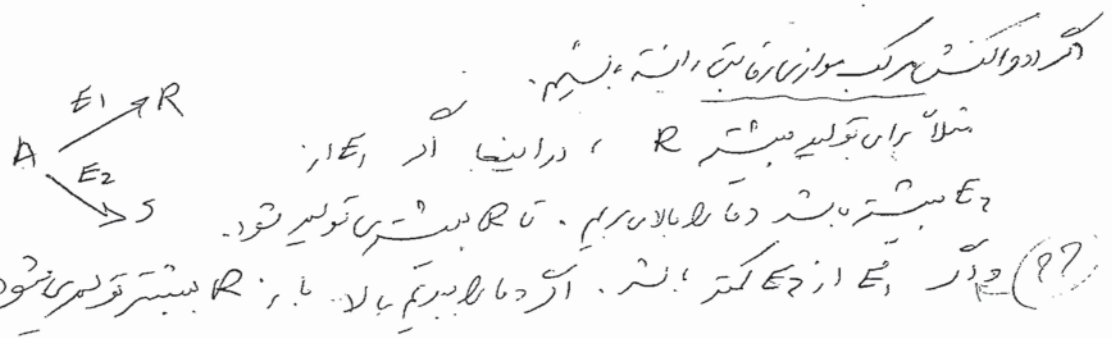
هر چه این خط به خط قائم تر باشد حساسیت به دما بیشتر است

میان افزایش دما به اندازه معین سرعت را بیشتر تحت تأثیر قرار دهد

و هر چه به خط افقی نزدیک شود حساسیت به دما کمتر باشد و هر چه به خط قائم نزدیک شود حساسیت به دما بیشتر است

\* هر چه انرژی آنتروپیک و آنتروپی بیشتر باشد حساسیت آن نسبت به دما بیشتر است \*

✓ اگر آنتروپی کمتری باشد در واکنش رفت حساسیت نسبت به دما بیشتر است چون انرژی آنتروپیک و آنتروپی بیشتر است دمای (طبق اصل لوشیور هم هست نه)



همه چهار مورد یک واکنش وجود ندارد چند واکنش هم از آن آنتروپیک و حساسیت نسبت به دما

الته لازم به ذکر است که این حساسیت بیشتر خطی نیست

عین آرینوس با یک  $E$  معین حساسیت در دما کمتر نسبت به حساسیت در دما بیشتر است (مثلاً آرینوس در دما پایین با سرعت دما مثالاً اگر دما تغییرات نتوان تولید شود و در دما بالا برای در برابر شدن محصول باید مثلاً ۳۰ درجه زیاد کنیم چون  $k$  هم  $\frac{1}{T}$  است اما اگر  $k$  بر دما تغییرات

(ساعت مربوط به انرژی است)

محل رسم

از این جزوه معادله سرعت و انرژی

$$v_i = \frac{1}{V} \cdot \frac{dN_i}{dt}$$

روش کار بر این تویجا معادله سرعت

۱) یک کمیتی با ارتباط دهم با تعداد مولها تشکیل شده و از این روش  
 تعیین میکنیم که آیا توان چینی ارتباط دار. عقلیت است. (عقلیت مواد تشکیل دهنده از این روش)

سرعت تشکیل مولها با مدت تولید یا صرف مواد \*

t	0	1	...
C <sub>i</sub>	C <sub>i0</sub>	C <sub>i1</sub>	C <sub>i2</sub> ...

انت با این مشاهده تشکیل دهم

(استفاده از راکتورهای جمع اقتصاد است)

با توجه به اینکه واکنشها را می توان به نوع مواد و میزان آن

و علماً خواص مواد عوض می شود

۲) یک خاصیت را انتخاب میکنیم که متغیرات آن خاصیت ثابت برآورد کنیم

انتخاب یک خاصیت و در درجه اول آن خاصیت بر حسب زمان مثلا ضریب شکست نور، دقت نور،  
 دانسیته و هدایت حرارتی، هدایت الکتریکی، هدایت گرمایی، هدایت آکوستیک  
 پس این که خاصیت را در نظر بگیریم که اندازه گیری آن راحت باشد ...

۳) تغییرات حجم کل در فشار ثابت = (ارتداد مولها در ظرف یک نباشد)

۴) تغییرات فشار کل در حجم ثابت = (ارتداد مولها در ظرف یک نباشد)

مشتق اول می باشد  
 با اطلاع ثانوی  
 حجم کل ثابت و دما ثابت

پس  
 ۱) محض یا حجم محض ثابت

هم برای فازهای مهم برای فاز گاز  $v = de \rightarrow v_i = \frac{dC_i}{dt}$

$$C_i = \frac{N_i}{V}$$

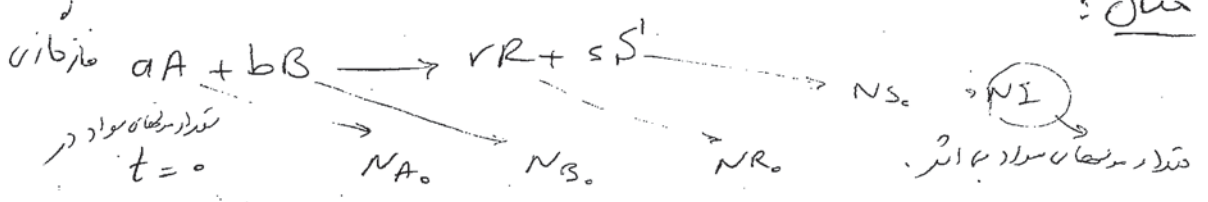
فاز گاز (گازها)  $C_i = \frac{P_i}{RT} \rightarrow \gamma_i P V = n_i R T$

در مایع اینها P را با P<sub>ص</sub> و n را با n<sub>ص</sub> میزنیم  
 $\rightarrow P_i \frac{V}{V} = C_i R T \rightarrow P_i = C_i R T$   
 ~~$\rightarrow P_i V = n_i R T$~~



$$y_i \pi V = y_i NRT \rightarrow P_i = C_i RT$$

مثال:



حجم مایعات است  $\rightarrow$   $N_0 = N_{A_0} + N_{B_0} + N_{R_0} + N_{S_0} + \sum \nu_i$   
 استوایش به اندازه  $\nu$  پیشرفت کند.

$N_A = N_{A_0} - a \nu$   
 در لحظه  $t =$   $N_{A_0}$  یعنی اندازه  $A$  مصرف شده  $\nu$  بر اساس ماده  $A$  تولید شده.

$N_B = N_{B_0} - b \nu$

$N_R = N_{R_0} + r \nu$

$N_S = N_{S_0} + s \nu$

در حقیقت این  $\nu$  همان  $\xi$  هست

$dn_i = \nu_i d\xi$

$n_i - n_i^0 = \nu_i \xi$

$\xi = \frac{n_i - n_i^0}{\nu_i}$

$\nu = \xi$

مواد اولیه  $\nu_i$  با علامت من (-)  
و محصولات  $\nu_i$  با علامت +

$\xi$  لارجم واکنش  $\xi$  در پیشرفت واکنش است.

$P_i = \frac{1}{RT} \frac{dP_i}{dt}$

مثلاً  $N_A = N_{A_0} - a \nu$  در رابطه  $P_i$  هست  
 پس با بدست آوردن  $P_i$  در رابطه  $N_{A_0}$  و  $a$  که ربط دارند پس با  $\nu$   $P_i$  در رابطه

$N = N_A + N_B + \dots = N_0 + \nu \Delta N$

پس  $\nu$  در هر جبهه مقدار کل در همان جبهه است  $P_i$  در رابطه دارد پس



$$n = \frac{N - N_0}{\Delta n} \rightarrow$$

$$N_A = N_{A_0} - a \frac{N - N_0}{\Delta n} \xrightarrow{\div V} \frac{N_A}{V} = \frac{N_{A_0}}{V} - \frac{a}{\Delta n} \times \left( \frac{N}{V} - \frac{N_0}{V} \right)$$

$$\rightarrow C_A = C_{A_0} - \frac{a}{\Delta n} (C - C_0) \xrightarrow{\times RT} P_A = P_{A_0} - \frac{a}{\Delta n} (P - P_0)$$

توجه کنید

$P_A = P_{A_0} - \frac{a}{\Delta n} (P - P_0)$  برای بدست آوردن

$P_R = P_{R_0} + \frac{r}{\Delta n} (P - P_0)$  برای حصول

$P_A = P_{A_0} - \frac{a}{\Delta n} (\pi - \pi_0)$  با بدست آوردن

$P_R = P_{R_0} + \frac{r}{\Delta n} (\pi - \pi_0)$  حصول

بنابراین رابطه تغییرات  $P$  با حجم زمان  $t$  بدست آورده ایم. با استفاده از تغییرات  $\pi$  و  $P$  بر حسب زمان  $t$  و  $\pi$  و  $P$  بر حسب زمان  $t$  بدست آورده ایم.

$$r_i = \frac{1}{RT} \frac{dP_A}{dt}$$

این ثابت است

t	---
P <sub>A</sub>	---

و با توجه به این جدول

\* اگر مقدار  $r_i$  کم شود زمان  $t$  به مرور کم می شود.

- \* اگر تغییر غلظت را بر حسب زمان بدست آوریم به معادله سرعت  $r_i$  در رسم
- \* از داده های دیگر بدست آوردن معادله سرعت  $r_i$  می توان محاسبه تغییرات  $\pi$  یا  $P$  بر حسب زمان  $t$  کرد
- \* بدست آوردن تغییرات  $\pi$  و  $P$  بر حسب زمان  $t$  با تغییرات  $\pi$  و  $P$  بدست آورده ایم

حالت اول

$$V = cte$$

$$n_i = \frac{1}{V} \frac{dN_i}{dt}$$

$$V = cte \Rightarrow n_i = \frac{dc_i}{dt} = k f(c) = k f(c_0) \quad \text{تبدیل نمایی}$$

تبدیل نمایی

غلظت مواد موجود کمتر دارند نسبت

$$\frac{dn_i}{dV} = dc$$

t	c <sub>i</sub>
0	c <sub>i0</sub>
...	...

از آنجا که در اینیم  $f(c)$  چه تابع است به همین خاطر از روش کسرها استفاده  
 می کنیم یعنی  $f(c)$  حدس می زنیم

روش حل معادله استیروال :

حدس می زنیم  $f(c) \rightarrow$  مقدار  $\square$

✓ تمام غلظت ها همیشه سازنده  $f(c)$  در تابع  $f(c)$   $\rightarrow$  مقدار  $\square$   
 تبدیل به غلظت سازنده ای که کنیم که برای آن سازنده غلظت نسبی کرده ایم

از طرفی رابطه نوشته شده  $\Rightarrow \frac{dn_i}{V_i} = \frac{z_i}{z_j} = \dots$  مواد اولیه و محصول

$$\Rightarrow \frac{dc_i}{V_i} = \frac{dc_j}{V_j} = \dots$$

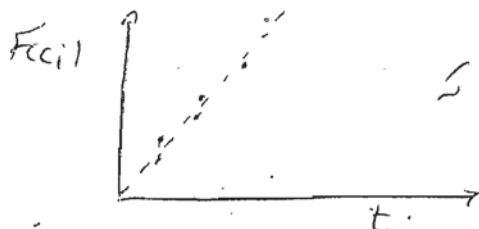
مقدار  $\square$   $\Rightarrow \frac{dc_i}{dt} = k g(c_i)$

استیروال کرده از این رابطه  $\Rightarrow \frac{dc_i}{g(c_i)} = k dt$

$$\int_{c_i}^{c_i^0} \frac{dc_i}{g(c_i)} = k t$$

مقدار  $\square$   $\Rightarrow$

باید  $f(c_i)$  پیدا کنیم یا به روش حدس یا نمودار



✓ اگر فرض کنیم که از سد می گذرند و شایسته در  
 ارجح می کنند این نشان دهنده این است که  
 $f(c)$  اولی درشت است و اگر ارجح می نکرد  
 پس  $f(c)$  با غلظت حدس زده شده بود

$t$	$C_i$	$F(C_i)$	$\frac{1}{g(C_i)}$
0	$C_0$	0	

جان ارنو استیم به روش تکاملی حل کنیم  
 ✓ نمودار  $\frac{1}{g(C_i)}$  را بر حسب  $C_i$  دارم منحنی  
 و بعد مساحت زیر نمودار  
 انتگرال  $\int_{C_0}^{C_i} \frac{dC_i}{g(C_i)}$  است

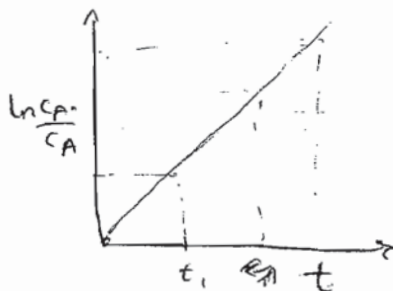
مثال اول: واکنش درجه اول ابتدایی  $A \rightarrow R$  از زمان  $t=0$  کلنگ  
 غلظت  $C_A$  در هر زمان  $t$  را پیدا کنیم و از ظاهر این  $F(C) = C_A$  است

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A$$

$$-\frac{dC_A}{C_A} = k dt \rightarrow \ln \frac{C_{A0}}{C_A} = k t$$

$$F(C_A) = \ln \frac{C_{A0}}{C_A}$$

$t$	$C_A$	$\ln \frac{C_{A0}}{C_A}$
	$C_{A0}$	0
	$C_{A1}$	



این فرض ثابت بودن  $k$  است و نسبت  $k$   $C_A$

اگر به فرض این درخت در زمان  $t$  بود  $r_A$  در آن زمان  $t$  بود  $r_A$  در آن زمان  $t$  بود

میزان تبدیل با غلظت رابطه دارد

$$X_A = \frac{N_{A0} - N_A}{N_{A0}}$$

$$N_A = N_{A0} (1 - X_A)$$

این دو حالت هم ثابت است

$$\frac{N_A}{V} = \frac{N_{A0}}{V} (1 - X_A)$$

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

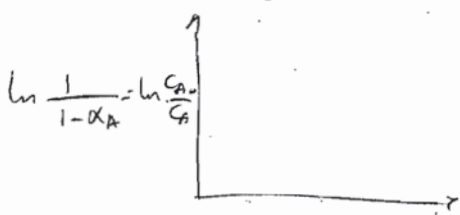
این فقط در حالت هم ثابت صدق است

حجم ثابت :  $C_A = C_{A_0}(1 - X_A) \Rightarrow \frac{C_A}{C_{A_0}} = 1 - X_A$

$r_A = \frac{dC_A}{dt} = -C_{A_0} \frac{dX_A}{dt}$

$\ln \frac{C_{A_0}}{C_A} = \ln \frac{1}{1 - X_A} = kt$

بین نتایج نمودارها چنین در نظر آید



و همچنین در جدول چنین نوشت

t	CA	ln(CA0/CA)	XA	ln(1/(1-XA))
	CA0			

$X_A = 1 - \frac{C_A}{C_{A_0}}$

\* تحلیل انتگرالی ساده سرعت واکنش ابتدایی در صورت دوم

محصول  $2A$

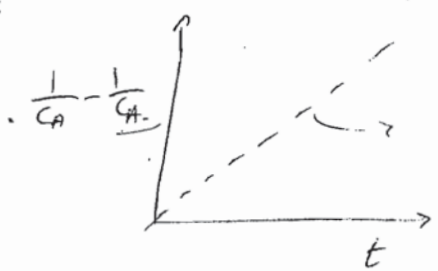
مثال دوم : واکنش دوم

باز هم واکنش ابتدایی در صورت دوم :  $-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = C_{A_0} \frac{dX_A}{dt} = K C_A^{(2)} = K C_{A_0}^2 (1 - X_A)^2$

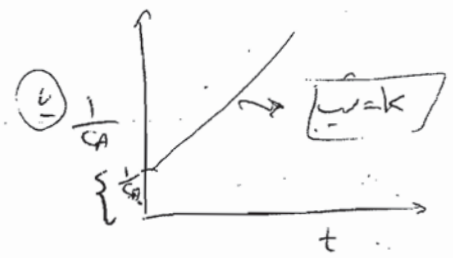
$-\frac{dC_A}{dt} = K C_A^2 \rightarrow -\frac{dC_A}{C_A^2} = k dt$

$\rightarrow \left( \frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A_0}} \right) = kt$

این هم نتایج  $\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A_0}}$  و  $F(C_A)$  برای واکنش دوم است  
و این هم نتایج  $\frac{1}{C_A}$  و  $F(C_A)$  برای واکنش اول است



$k = \text{slope}$



مسئله سوم:  $A+B \rightarrow$  محصول  
 طویل ترین و ضعیف ترین کردن این است که دانش را واکنش درجه اول ابتدایی بنویسیم

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = -r_B = -\frac{dC_B}{dt} = k C_A C_B$$

$$\frac{dn_i}{dt} = dE \Rightarrow \frac{r_A}{-1} = \frac{r_B}{-1} \rightarrow -\frac{dC_A}{dt} = -\frac{dC_B}{dt}$$

$$\boxed{C_A = C_{A_0}(1-x_A)} \quad (*) \quad \leftarrow \begin{matrix} dC_A = dC_B \\ \rightarrow C_{A_0} dx_A = C_{B_0} dx_B \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} C_A x_A &= C_{B_0} x_B \quad (1) \\ \rightarrow C_{A_0}(1-x_A) &= C_{A_0} - C_{A_0} x_A \\ C_B &= C_{B_0}(1-x_B) = C_{B_0} - C_{B_0} x_B \quad (2) \\ (1) \rightarrow (2) &\rightarrow \boxed{C_B = C_{B_0} - C_{A_0} x_A} \quad (*) \end{aligned}$$

$$\rightarrow -\frac{dC_A}{dt} = C_{A_0} \frac{dx_A}{dt} = k C_{A_0}(1-x_A) (C_{B_0} - C_{A_0} x_A)$$

$$\frac{dx_A}{dt} = k(1-x_A) C_{A_0} \left( \frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - x_A \right)$$

$$\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} = M \quad ; M \neq 1 \quad \text{مستقیم است که در اینجا} \quad (**)$$

$$\rightarrow \frac{dx_A}{dt} = k C_{A_0} (1-x_A)(M-x_A) \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{dx_A}{(1-x_A)(M-x_A)} = k C_{A_0} dt$$

$$\frac{1}{(1-x_A)(M-x_A)} = \frac{\alpha}{1-x_A} + \frac{\beta}{M-x_A} = \frac{\alpha(M-x_A) + \beta(1-x_A)}{(1-x_A)(M-x_A)}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \alpha M + \beta = 1 \\ -\alpha - \beta = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{1}{M-1} \\ \beta = \frac{-1}{M-1} \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{1}{M-1} \left[ \frac{1}{(M-x_A)} - \frac{1}{(1-x_A)} \right] dx_A = k C_{A_0} dt$$

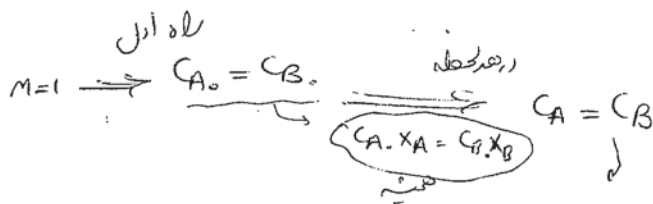
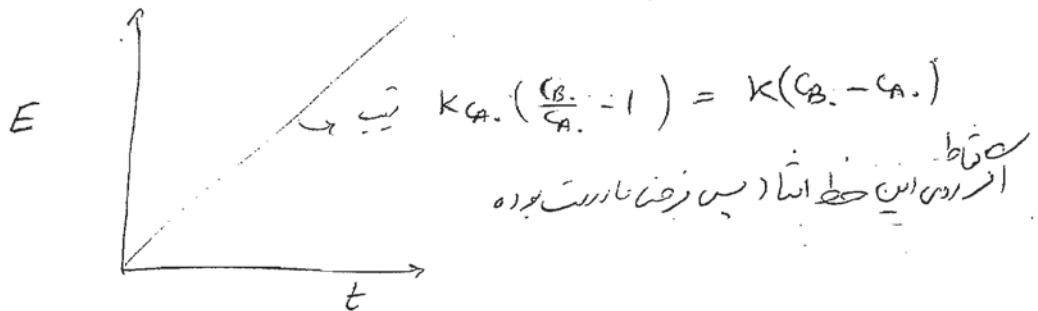
$$\left[ +\ln(m-x_A) - \ln(1-x_A) \right]^{x_A} = (m-1)k_{A_0} t$$

$$\left[ -\ln(1-x_A) + \ln(m-x_A) - \ln m \right] = k_{A_0} (m-1) t$$

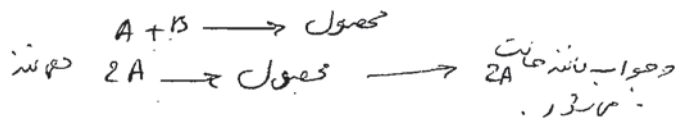
$$E = \left[ -\ln \frac{m(1-x_A)}{m-x_A} = k_{A_0} (m-1) t \right] \rightarrow \ln \frac{m-x_A}{m(1-x_A)} = k_{A_0} (m-1) t$$

استنتاج  
از این معادله  $\rightarrow \ln \frac{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} (1-x_A)}{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - x_A} = \ln \frac{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} (\frac{C_A}{C_{A_0}})}{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - (1 - \frac{C_A}{C_{A_0}})}$

$$E = \left[ -\ln \frac{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} (\frac{C_A}{C_{A_0}})}{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - (1 - \frac{C_A}{C_{A_0}})} = k_{A_0} \left( \frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - 1 \right) t \right] \checkmark$$



م = 1 حالت خاص

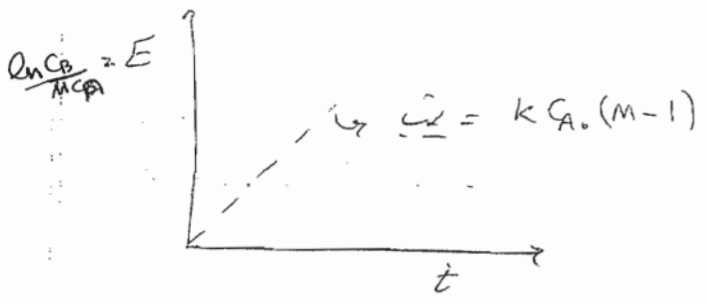


واکنش  
 $A+B \rightarrow$  محصول  $A+B$  که شیب آن در این نمودار است

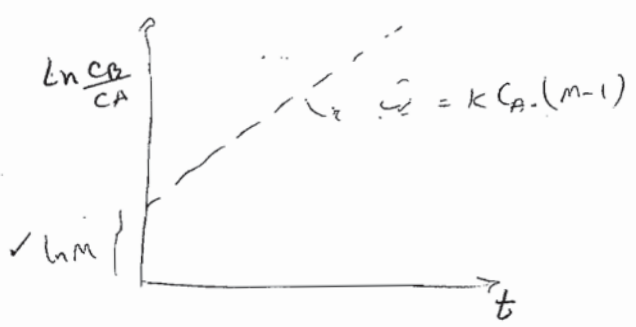
$$-r_A = k C_A C_B$$

$$E = \ln \frac{m - x_A}{m(1-x_A)} = k C_{A_0} (m-1)t \quad m \neq 1$$

$$\begin{aligned} \frac{m - x_A}{m(1-x_A)} &= \frac{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - x_A}{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} (1-x_A)} = \frac{C_{B_0} - C_{A_0} x_A}{C_{B_0} (1-x_A)} = \frac{C_{B_0} (1-x_B)}{C_{B_0} (1-x_A)} \\ &= \frac{1-x_B}{1-x_A} \rightarrow \frac{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - x_A}{m(1-x_A)} = \frac{C_{B_0} - C_{A_0} x_A}{m C_A} = \frac{C_B}{m C_A} \\ &= \frac{C_B}{\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} C_{A_0}} = \frac{C_A C_B}{C_{B_0} C_A} \end{aligned}$$



$$E = \ln \frac{C_B}{C_A} = k C_{A_0} (m-1)t$$



$$E = \ln \frac{C_B}{C_A} = k C_{A_0} (m-1)t + \ln m$$

مطلب  $m=1$

$$\ln \frac{m - x_A}{m(1-x_A)} = k C_{A_0} (m-1)t \quad m \neq 1$$

مطلوب  $C_{A_0} = C_{B_0} \rightarrow$  تبدیل شده  $C_A = C_B$

$$\rightarrow -r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A^2 \Rightarrow \left( \frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A_0}} = kt \right)$$

$A+B \rightarrow$  محصول  
 $C \rightarrow 2A \rightarrow$  محصول

$$\rightarrow \frac{1}{C_A} \left( \frac{1}{1-x_A} - 1 \right) = kt \rightarrow \frac{x_A}{1-x_A} = k C_{A_0} t$$

$\rightarrow$   $C_B = k C_A$

حالت  $m=1$

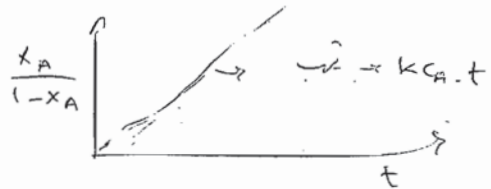
نسبه هوسنال

$$\frac{\ln(m-x_A) - \ln m(1-x_A)}{m-1} = k_{CA} \cdot t$$

نسبه هوسنال  $\lim_{m \rightarrow 1} \frac{\text{مقام صورت}}{\text{مقام مخرج}}$

$$\lim_{m \rightarrow 1} \frac{\frac{1}{m-x_A} - \frac{1-x_A}{m(1-x_A)}}{1} = \frac{1}{1-x_A} - 1 \rightarrow$$

$$\boxed{\frac{x_A}{1-x_A} = k_{CA} \cdot t}$$



حصول  $A + 2B \rightarrow$

واکنش درص 2 غیر استوایی

$$-r_A = k_{CA} C_B$$

$$\frac{dn_i}{V_i} = d\epsilon$$

$$\frac{r_A}{-1} = \frac{r_B}{-2} \rightarrow -\frac{dC_A}{1} = -\frac{dC_B}{2} \rightarrow -C_{A0} dx_A = -\frac{C_{B0}}{2} dx_B$$

$$\boxed{C_{A0} x_A = \frac{C_{B0} x_B}{2}}$$

$$-r_A = C_{A0} \frac{dx_A}{dt} = k_{CA} (1-x_A) (C_{B0} - 2(C_{A0} x_A))$$

$$\rightarrow \frac{dx_A}{dt} = k(1-x_A)C_{A0}(m-2x_A)$$

$$m \neq 2 \rightarrow \ln \frac{m-2x_A}{m(1-x_A)} = \ln \frac{C_B C_{A0}}{C_{B0} C_A} = C_{A0} (m-2) k t$$

حالت  $m=2$

$$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = \frac{x_A}{C_{A0}(1-x_A)} = 2 k_A t$$



مسئله: واکنش حاصل  $A+B \rightarrow D$  (درجه ۱)

$$-r_A = -r_B = -r_D = -\frac{dC_A}{dt} = -\frac{dC_B}{dt} = -\frac{dC_D}{dt} = k C_A C_B C_D$$

$$C_B = C_{B_0} - C_A \cdot X_A \quad , \quad C_D = C_{D_0} - C_A \cdot X_A$$

$$C_A \cdot X_A = C_B \cdot X_B = C_D \cdot X_D$$

$$\frac{dX_A}{dt} = k C_{A_0}^2 (1-X_A) \left( \frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} - X_A \right) \left( \frac{C_{D_0}}{C_{A_0}} - X_A \right)$$

جواب سوال

$$\int \frac{1}{(C_{A_0} - C_B)(C_{A_0} - C_D)} \ln \frac{C_A}{C_{A_0}} + \frac{1}{(C_{B_0} - C_D)(C_{B_0} - C_{A_0})} \ln \frac{C_{B_0}}{C_B} + \frac{1}{(C_{D_0} - C_{A_0})(C_{D_0} - C_B)} \ln \frac{C_{D_0}}{C_D} = kt$$

در بعضی مواقع بین از مواد اولیه با هم بیشتر از یک حالت به صورت یک واکنش واکنش درجه ۲ تبدیل واکنش درجه ۱ معادله می شود. یا به صورت یک واکنش درجه ۱

$$\left. \begin{array}{l} C_{D_0} \gg C_{A_0} \Rightarrow C_D \gg C_A \\ C_{D_0} \gg C_{B_0} \quad C_D \gg C_B \end{array} \right\} \Rightarrow C_D = C_{D_0} = cte \gg C_B \gg C_A$$

$$\rightarrow \frac{1}{(C_{A_0} - C_B)(-C_{D_0})} \ln \frac{C_A}{C_{A_0}} + \frac{1}{(C_{B_0} - C_{A_0})(-C_{D_0})} \ln \frac{C_{B_0}}{C_B} = kt$$

$$\rightarrow \ln \frac{C_B}{C_{B_0}} = \left( \ln \frac{C_B C_{A_0}}{C_{B_0} C_A} = k C_{D_0} (C_{B_0} - C_{A_0}) t \right)$$

توجه: جواب معادله حاصل  $A+B \rightarrow D$  شده. فقط با این تفاوت که  $k$  در  $C_{D_0}$  ضرب شده. در واکنش تبدیل واکنش درجه ۱ معادله

مسئله تبدیل



$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = -\frac{r_B}{2} = -\frac{dC_B}{2dt} = k C_A C_B^2$

افترض اینکه در  $t$  نباشد

$C_{A_0} X_A = \frac{C_B}{2} X_B$

$\rightarrow C_A = C_{A_0} (1 - X_A) \rightarrow C_B = C_{B_0} - 2 \frac{C_{A_0} X_A}{2}$

$\rightarrow C_B = C_{A_0} (n - 2X_A)$

درجه واکنش را چگونه می توان بدست آورد



$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A^n \rightarrow -\frac{dC_A}{C_A^n} = k dt \rightarrow$

$\rightarrow -\frac{1}{n} C_A^{-n} dC_A = k dt \rightarrow$

$\rightarrow -\left[ \frac{1}{1-n} C_A^{1-n} \right]_{C_{A_0}}^{C_A} = kt \rightarrow$

$+ \left[ \frac{1}{(1-n)} C_{A_0}^{1-n} - \frac{1}{1-n} C_A^{1-n} \right] = kt$

$\rightarrow \left[ C_A^{1-n} - C_{A_0}^{1-n} \right] = k(n-1)t, n \neq 1$  \*



$F(C_A) = \frac{C_A^{1-n} - C_{A_0}^{1-n}}{(n-1)} = kt$

با استفاده از جدول غلظت نسبی و از طریق رسم خط  $n$  بدست می آید

✓ اگر  $n \neq 1$  باشد به سادگی \* تبدیل می شود  $C_A$  و صورت داریم

در حالت اول

$\frac{1}{C_A^{n-1}} - \frac{1}{C_{A_0}^{n-1}} = k(n-1)t$

از آن بدست

و این بدین معنات که اگر واکنش درجه اول از  $t \rightarrow \infty$  باشد  
 هیچگاه به پایان نمی رسد یعنی هیچگاه به غلظت صفر نمی رسیم  
 سردرنگان بی نهایت

حالت دوم  
و اگر  $n=1$  باشد  $\leftarrow$

$$n=1 \rightarrow \ln \frac{C_{A_0}}{C_A} = kt$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_A = 0 \\ t \rightarrow \infty \end{array} \right.$$

در این طور هم برای مقادیر  $n > 1$  واکنش هیچگاه به پایان نمی رسد

حالت سوم  
اگر  $n < 1$  باشد  $\leftarrow$

$$C_A^{1-n} - C_{A_0}^{1-n} = k(n-1)t$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_A = 0 \\ \text{در واکنش } (n < 1) \end{array} \right. \Rightarrow t = \frac{C_{A_0}^{1-n}}{k(1-n)}$$

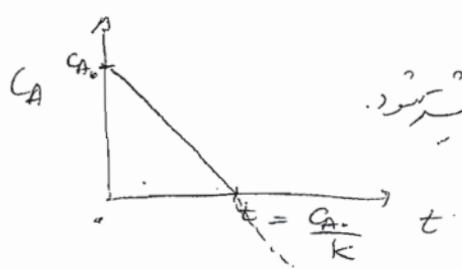
توجه: پس این زمان محدود وجود دارد نه واکنش به پایان می رسد (در واکنش  $n < 1$ )

صرفاً عنوان یک مثال واکنش در صورت

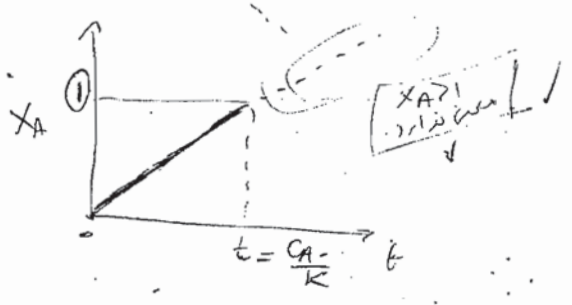
$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k = de = k(C_A)^0$$

$$\rightarrow -dC_A = k dt \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} C_{A_0} - C_A = kt \\ C_{A_0} \times A = kt \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$C_{A_0} - C_A = kt \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} t = \frac{C_{A_0}}{k} \\ C_A = 0 \end{array} \right.$$



و این نمودار نشان می دهد اگر  $t$  از این  $\frac{C_{A_0}}{k}$  بزرگتر شود  $C_A$  منفی می شود و این هم معنی ندارد.  $\checkmark$   
پس واکنش به پایان می رسد



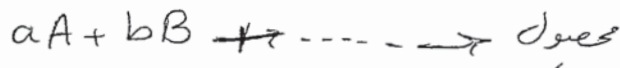
\* این نتایج با رفرنس  $n = de$  بدست آمده است.

حالتی که لازم به ذکر است که از نظر تجربی هیچگاه هیچ واکنشی به پایان نمی‌رسد هر چند از نظر ریاضی مایه شده است.

\* در محلول واکنش‌دهنده‌ها در هر لحظه از یکدیگر جدا می‌مانند و بنابراین غلظت کم می‌شود تا آنقدری که در نتیجه حاصل واکنش به پایان نمی‌رسد یعنی  $C_A$  صفر نمی‌شود.

۸.۶.۴، ۲.۱ فصل سوم مسائل

روش نیمه عمر برای تعیین درجه واکنش:



این روش است که با مقدار مواد به نسبت استوکیومتری می‌بریم:

$$\frac{-r_A}{a} = -\frac{r_B}{b} \Rightarrow \frac{k_A}{a} = \frac{k_B}{b}$$

$$\Rightarrow -\frac{dC_A}{a} = -\frac{dC_B}{b} \rightarrow C_{A0} dX_A = C_{B0} dX_B$$

$$\frac{C_{A0} X_A}{a} = \frac{C_{B0} X_B}{b}$$

مواد به نسبت استوکیومتری از پیش می‌روند

آل مواد به نسبت استوکیومتری می‌بریم  
 تشبیه به اهد کردن مواد در تمام کلمات به نسبت استوکیومتری  
 حضور دارند

در این حالت

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A) = C_{A0} (1 - X_A)$$

$$C_B = C_{B0} (1 - X_B) = (C_{B0} - \frac{b}{a} C_{A0} X_A)$$

$$\frac{C_{B0}}{C_{A0}} = \frac{b}{a} \iff \frac{C_{B0}}{b} = \frac{C_{A0}}{a}$$

$$C_B = \frac{b}{a} C_{A0} (1 - X_A) \rightarrow$$

$$\frac{C_B}{C_A} = \frac{b}{a}$$

اگر  $a=1$   
 $\frac{0.673}{K}$   
 استوکیومتری

و مقدار

در محلول  
 $K_{CA}$

$$-r_A = k_A C_A^\alpha C_B^\beta$$

$$C_B = \frac{b}{a} C_A \rightarrow -r_A = \left( k_A \left( \frac{b}{a} \right)^\beta \right) C_A^{\alpha+\beta+\dots}$$

در n خواهم مواد است  $\alpha+\beta+\dots$   $n$   $-r_A = k C_A^n$

اگر خواهم  $\alpha$  و  $\beta$  ... ثابت آید کم و قسیم مواد را زیاد و کم کنیم

$$-r_A = \frac{dC_A}{dt} = k C_A^n \rightarrow$$

$$C_A^{1-n} - C_{A0}^{1-n} = k(1-n)t \quad n \neq 1$$

اگر  $n=1$

$$\left. \begin{aligned} t &= t_{1/2} \\ C_A &= C_{A0}/2 \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

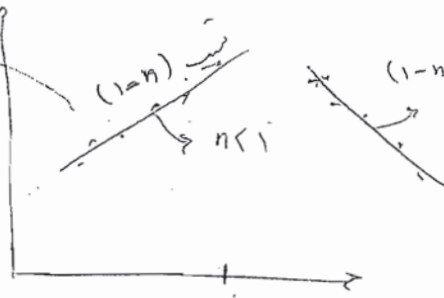
$$C_{A0}^{1-n} - (C_{A0}/2)^{1-n} = k(1-n)t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{C_{A0}^{1-n} (2^n - 1)}{k(n-1)}$$

\*\*\*

$$\ln t_{1/2} = (1-n) \ln C_{A0} + M$$

در این حالت  $n < 1$  با افزایش  $C_{A0}$  زمان نیمه عمر بیشتر شود یعنی سرعت کاهش می‌کند و چون  $n < 1$  است



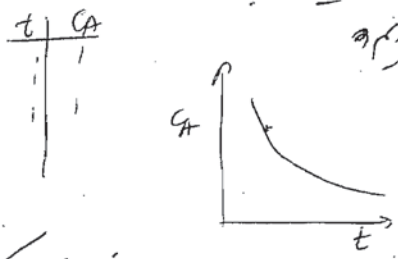
در حالت  $n > 1$  با افزایش  $C_{A0}$  زمان نیمه عمر کم می‌شود یعنی سرعت واکنش انجام می‌شود چون درجه واکنش بیشتر از یک است

اگر  $n=1$  باشد واکنش  $\ln \frac{C_{A0}}{C_A} = kt \rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k}$

بنابراین در حالت  $n=1$  زمان نیمه عمر مقدار ثابت است  $\ln C_{A0}$  مقدار  $t_{1/2}$  و  $C_{A0}$  مستقل از  $C_{A0}$  است (مستقل از  $C_{A0}$  است)  $t_{1/2}$  و  $C_{A0}$  همبستگی دارند و هر چه  $C_{A0}$  بیشتر شود  $t_{1/2}$  بیشتر می‌شود و در این حالت  $n$  مشخصه  $t_{1/2}$  مقدار  $n$  مشخصه  $t_{1/2}$  مقدار  $n$  مشخصه  $t_{1/2}$

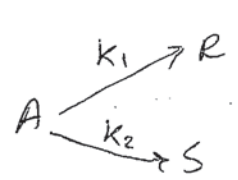
این سه مدل در جدول زیر برای واکنش‌های ابتدایی و واکنش‌های غیر ابتدایی در جدول زیر  $k C_A^n$  ثابت قدره شود

برای رسم این نمودار فقط به جدول جدول عیبی احتیاج داریم بدین صورت که در هر لحظه  
 که آن جدول جدول است آمده  $C_A$  آن  $C_A$  می خوانیم و  
 فقط اول که معلوم است.  
 نقطه دوم بیرون می آید  $t_2$   $C_{A_2}$  و  $t_1$   $C_{A_1}$   
 $t_1$  و  $C_{A_1}$  می خوانیم و در جدول این داده  $t_2$   $C_{A_2}$  می خوانیم  
 و بعد همین ترتیب ادامه می دهیم.  
 حالا باید جدول را به بیرون بکشیم



این مقدار نیز می توانیم به  $t_{1/2}$  تقسیم داد. بدین صورت که  
 $t_{1/2} = t$   
 $\frac{C_{A_0}}{m} = C_A$   
 هرگاه  $t_{1/2}$  مستقل از  $C_A$  شد پس واکنش درجه  
 یک است.  $t_{1/2}$  مقدار ثابت باشد.

مثال اول: واکنش برگ سواری: (تعمیرات)



t	$C_A$	$C_R$	$C_S$
0			

مثال اول: واکنش برگ سواری:  
 رابطه:

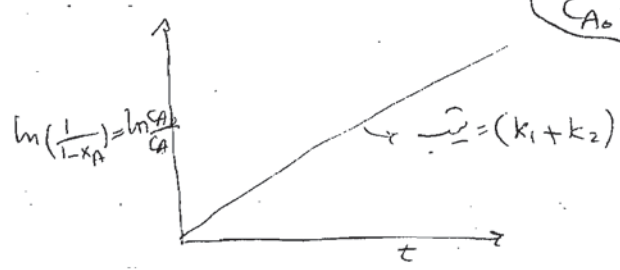
$$-r_{A1} = k_1 C_A = -\left(\frac{dC_A}{dt}\right)_1$$

$$-r_{A2} = k_2 C_A = -\left(\frac{dC_A}{dt}\right)_2$$

$$-r_A = -\left(\frac{dC_A}{dt}\right) = (k_1 + k_2) C_A$$

$$\rightarrow \ln \frac{C_A}{C_{A_0}} = (k_1 + k_2) t$$

$$\rightarrow \frac{C_A}{C_{A_0}} = e^{-(k_1 + k_2) t}$$



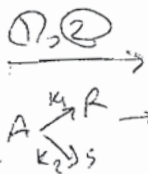
(55)

$$\frac{dC_R}{dt} = k_1 CA \quad \rightarrow \quad \frac{dC_R}{dt} = k_1 C_0 e^{-(k_1+k_2)t}$$

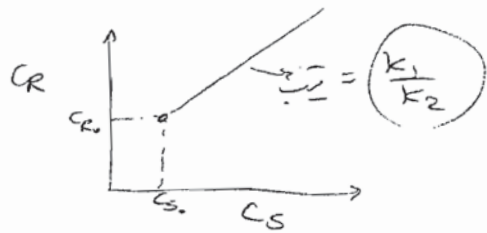
$$\textcircled{1} \quad C_R - C_{R_0} = \frac{k_1 C_{A_0}}{(k_1+k_2)} [1 - e^{-(k_1+k_2)t}] \quad \checkmark$$

دویمین  $\frac{dC_S}{dt} = k_2 CA$

$$\textcircled{2} \quad C_S - C_{S_0} = \frac{k_2 C_{A_0}}{(k_1+k_2)} [1 - e^{-(k_1+k_2)t}] \quad \checkmark$$

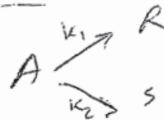


$$\frac{C_R - C_{R_0}}{C_S - C_{S_0}} = \frac{k_1}{k_2} \quad \checkmark$$



$$\frac{k_1}{k_2} \checkmark, \quad k_1+k_2 \checkmark \rightarrow k_1 \checkmark, k_2 \checkmark$$

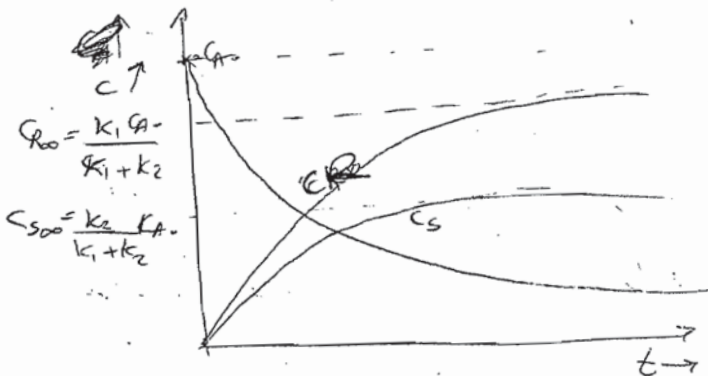
دویمین  $C_{R_0} = C_{S_0} = 0$



$$C_{S_{\infty}} = \frac{k_2 C_{A_0}}{k_1+k_2}$$

$$C_{R_{\infty}} = \frac{k_1 C_{A_0}}{k_1+k_2}$$

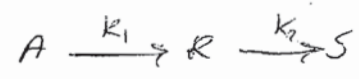
$$C_{A_0} = C_{S_{\infty}} + C_{R_{\infty}} \quad \checkmark$$



$k_1 > k_2$

سوال دوم : واکنش مرتبه اول

تخلیه اشتراک



توازن واکنش در جدول

$$\begin{cases} -\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A \\ \frac{dC_R}{dt} = k_1 C_A - k_2 C_R \\ \frac{dC_S}{dt} = k_2 C_R \end{cases}$$

$$\rightarrow \left| \frac{C_A}{C_{A_0}} = e^{-k_1 t} \right|$$

$$\frac{dC_R}{dt} + k_2 C_R = k_1 C_A$$

ضرب  $e^{k_2 t}$  کن

$$(C_R e^{k_2 t})' = k_1 C_A e^{k_2 t} \rightarrow \left| \frac{C_R}{C_{A_0}} = \frac{k_1}{k_2 + k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) \right|$$

$C_{R_0} = 0$

$$C_A + C_R + C_S = C_{A_0} = c_0 e$$

$$\rightarrow \left| \frac{C_S}{C_{A_0}} = 1 - \frac{k_2}{k_2 - k_1} \left( e^{-k_1 t} + \frac{k_1}{k_2 - k_1} e^{-k_2 t} \right) \right|$$

در  $R$  میزبان و در  $S$  میزبان  $k_2 \gg k_1 \Rightarrow C_R = 0$  → در  $R$  میزبان و در  $S$  میزبان  $k_2 \gg k_1$  → در  $R$  میزبان و در  $S$  میزبان

$$\frac{C_S}{C_{A_0}} = (1 - e^{-k_1 t})$$

در این حالت  $k_2$  در وقت  $k_1$  میزبان است  
 بزرگتر از  $k_1$  است پس میزبان  $S$  به  $k_1$  مربوط است  
 ✓ مرحله کند واکنش نقش تعیین کننده دارد

همیشه مرحله کند واکنش تعیین کننده سرعت کل واکنش است

و اگر  $k_1 \gg k_2$

$$\frac{C_S}{C_{A_0}} = [1 - e^{-k_2 t}]$$

تولید  $S$  وابسته به سرعت مرحله دوم  
 که مرحله کند است



حالت مطلوب  $\frac{dC_R}{dt} = 0$  بالعرضه به یک  $R$  ماکزیمم برسیم

$$t_{Rmax} = \frac{1}{(k)_{ln\ mean}} = \frac{1}{\frac{k_2 - k_1}{\ln \frac{k_2}{k_1}}} = \frac{\ln \frac{k_2}{k_1}}{k_2 - k_1}$$

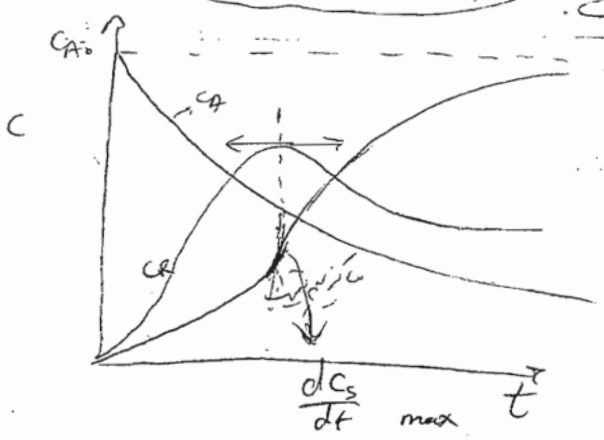
$k_2, k_1$  متوسط تناوبی

در این زمان که  $C_R$  ماکزیمم است. شدت تولید  $S$  هم ماکزیمم است. چون  $\frac{dC_S}{dt} = k_2 C_R$  و  $\frac{dC_S}{dt}$  ماکزیمم است

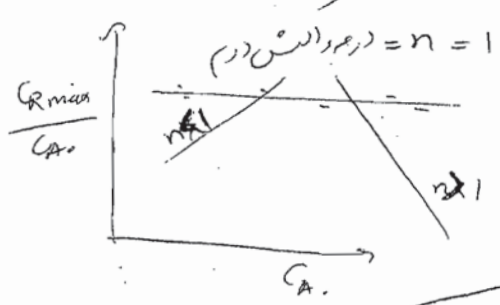
$$\rightarrow \frac{C_{Rmax}}{C_{A0}} = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \left( e^{-k_1 t_{Rmax}} - e^{-k_2 t_{Rmax}} \right)$$

برای حالتی که هم واکنش اول و هم واکنش دوم در یک حد هستند و این  $S$  دهد که  $\frac{C_{Rmax}}{C_{A0}}$  مستقل از  $C_{A0}$  است

2  $\rightarrow \frac{C_{Rmax}}{C_{A0}} = \left( \frac{k_1}{k_2} \right) \frac{k_2}{k_2 - k_1}$

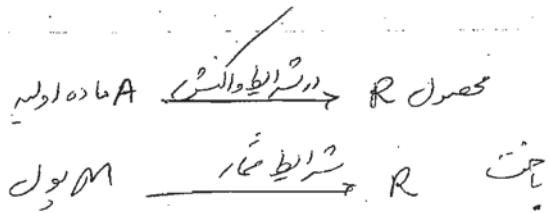


اگر فرض کنیم واکنش اول درجه اول و واکنش دوم هم درجه اول  $\frac{C_{Rmax}}{C_{A0}}$  به  $C_{A0}$  بستگی ندارد



این  $S$  دهد که واکنش دوم درجه یک است. اگر افق تر.

اگر  $n > 1$  باشد نسبت منفی است یعنی با افزایش  $C_{A0}$  مقدار  $\frac{C_{Rmax}}{C_{A0}}$  کاهش می یابد  
 اگر  $n < 1$  باشد نسبت مثبت است و با افزایش  $C_{A0}$  مقدار  $\frac{C_{Rmax}}{C_{A0}}$  افزایش می یابد



(3-7)

135 = M  
 hr 3 = t  
 M<sub>0</sub> = ?

در حالت اولیة

در حالت ثانیة  
 180 = M<sub>0</sub>  
 135 = M  
 t = 2 hr

چون گفته شده است با بولتن هم از کندی واکنش در حالت اولیة

$-r_A = k C_A$   
 $-r_M = r_R = -\frac{dM}{dt} = k M \rightarrow$

$-\frac{dM}{M} = k dt \rightarrow \ln \frac{M}{M_0} = -kt$

$\frac{M}{M_0} = e^{-kt}$   
 دلا  $\begin{cases} M = 135 \\ M_0 = 180 \\ t = 2 \text{ hr} \end{cases} \rightarrow \frac{135}{180} = e^{-2k}$   
 $\rightarrow k = 0.1438 \text{ hr}^{-1}$

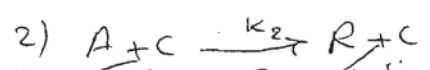
$\frac{M}{M_0} = e^{-kt} \rightarrow \frac{135}{M_0} = e^{-0.1438 \times 3} \rightarrow M_0 = 207.82 \text{ دلا}$

$\rightarrow$  اصلان حقوق = 207.82 - 180 = 27.82 دلا

مسئله دیگری برای واکنش ترکیب

واکنش کاتالیتیک:

عموماً واکنش هم در حضور کاتالیزور و هم در غیاب کاتالیزور صورت میگیرد منتها در حضور کاتالیزور سرعت واکنش زیادتر شود.  
 در واکنش ما کاتالیت (1) واکنش غیر کاتالیت (2) واکنش در حضور کاتالیزور



اگر  $k_2$  خیلی بیشتر از  $k_1$  باشد از  $k_1$  صرف نظر کنیم و آن را واکنش کاتالیتیم در حالت اولیة هر دو حضور دارند.

1)  $\Rightarrow -r_{A1} = \left(-\frac{\partial C_A}{\partial t}\right)_1 = k_1 C_A$

2)  $\Rightarrow -r_{A2} = \left(-\frac{\partial C_A}{\partial t}\right)_2 = k_2 C_A C_C$

$$(-r_A)_{\text{overall}} = k_1 C_A + k_2 C_A C_c = (k_1 + k_2 C_c) C_A = k_a C_A = (K_{\text{obs}}) C_A$$

$$k_a = K_{\text{observation}}$$

در حالتی که آن کاب و آنش کنیم

$$k_{\text{obs}} = k_1 + k_2 C_c$$

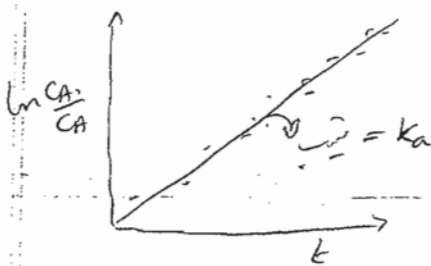
باید تغییرات غلظت را بر حسب زمان رسم کنیم تا خط شود و در آن کاب کنیم



$$(-r_A)_{\text{overall}} = -\frac{dC_A}{dt} = k_a C_A \rightarrow$$

$$-\frac{dC_A}{C_A} = k_a dt \rightarrow -\ln \frac{C_A}{C_{A_0}} = k_a t$$

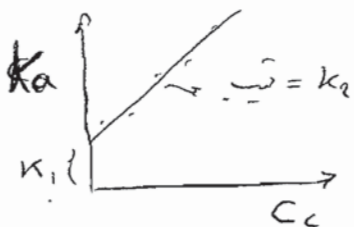
$$\ln \frac{C_{A_0}}{C_A} = k_a t$$



این کاب را خوب رسم کنیم و خط شود که از سبب بگذرد و در آن تحلیل ما درست بود و کاب است

حال اگر بخواهیم  $k_1$  و  $k_2$  را بدانیم بهترین کار این است که آزمایش را با غلظت های مختلف

کاب کنیم و انجام دهیم. عملی بکنیم که با غلظت های مختلف کاب کنیم و در آن  $k_a$  بزرگتر کنیم و در آخر مشخصه  $k_a$  بر حسب  $C_c$  را رسم کنیم و اگر خطی در این صورت عرض از مبدأ آن  $k_1$  و شیب آن  $k_2$



و آنش که کاب است الزاماً در اول نیست

اما می تواند در اول باشد

# دیپارتمان تخصصی و جامع مهندسی شیمی

اولین

تخصصی ترین مرکز دوره های آمادگی  
کنکور کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی شیمی

"به خانه مهندسی شیمی خوش آمدید"

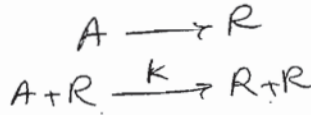
(مؤسسه آموزش عالی آزاد نکاره)

نکته: نوع واکنش اتوکاتالیز، واکنش اتوکاتالیز است.

$$\boxed{واکنش اتوکاتالیز = واکنش خودکاتالیز = محصول خودکاتالیزور است}$$

(مانند تولید مانت)

واکنش اتوکاتالیز



جدول غلظت نسبی

t	C <sub>A</sub>

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A C_R$$

$$\boxed{C_0 = C_{A_0} + C_{R_0} = C_A + C_R = cte}$$

$$\rightarrow -r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A (C_0 - C_A)$$

$$\frac{-dC_A}{C_A(C_0 - C_A)} = k dt$$

$$\frac{1}{C_A(C_0 - C_A)} = \frac{1}{C_0} \left( \frac{1}{C_A} + \frac{1}{C_0 - C_A} \right)$$

$$\frac{-dC_A}{C_A} - \frac{dC_A}{C_0 - C_A} = k C_0 dt$$

$$\rightarrow \ln \frac{C_{A_0}}{C_A} + \ln \frac{C_0 - C_A}{C_0 - C_{A_0}} = k C_0 t$$

$$m = \frac{C_{R_0}}{C_{A_0}} \neq 0$$

$$\ln \frac{C_{A_0} C_R}{C_A C_{R_0}} = \ln \frac{C_R}{m C_A} = k (C_{A_0} + C_R) t$$

اتوکاتالیز \*

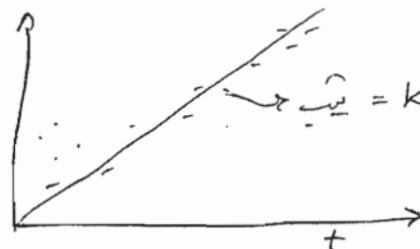
$$\checkmark C_A \cdot X_A = -C_{R_0} \cdot X_R \rightarrow$$

$$C_A = C_{A_0} - C_{A_0} X_A$$

$$C_R = C_{R_0} + C_{A_0} X_A = m C_{A_0} + C_{A_0} X_A$$

$$\checkmark \rightarrow \ln \frac{C_{A_0} (m + X_A)}{\frac{C_{R_0}}{C_{A_0}} \cdot C_A} = \ln \frac{m + X_A}{m(1 - X_A)} = k C_{A_0} (m + 1) t = E$$

$$E = \ln \frac{C_R}{m C_A} = \ln \frac{m + X_A}{m(1 - X_A)}$$

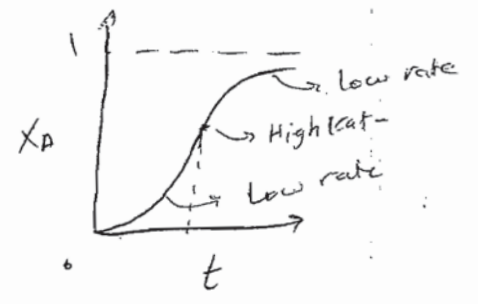
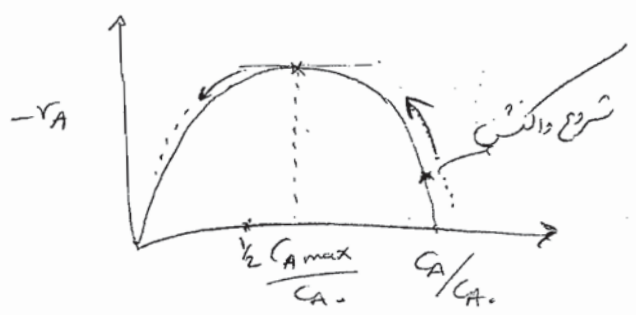


تعبیرات سرعت بر حسب غلظت ؟

در واکنش‌ها به بیان جرم و بیان انرژی نشان می‌دهد

تجمع = میزان ماده در واکنش - خردی - در دور : بیان جرم

منحنی  $-r_A$  را رسم می‌کنیم.  $-r_A = K C_A (C_0 - C_A)$



نقطه ماکزیمم

$C_A = C_0 - C_A \rightarrow C_{Amax} = C_0/2 = \frac{C_0 + C_R}{2}$

$\rightarrow \frac{C_{Amax}}{C_0} > \frac{1}{2}$

??

$C_0 = C_{A_0}$

سرعت واکنش با  $\frac{C_A}{C_0}$  نسبت چون در آن نقطه  $-r_A$  ماکزیمم است.  $(C_R = 0)$

و اگر  $C_R$  صفر باشد یعنی واکنش پیش می‌رود چون واکنش اتوماتیک است پس

سرعت واکنش جلیق تر از آن است

در ضمن سرعت در پایان واکنش نیز زمان که  $C_A = 0$  باشد صفر است.

منتها در ابتدا واکنش  $C_R$  کم است و  $C_A$  زیاد. و با شروع واکنش  $C_A$  کم و  $C_R$  زیاد می‌شود.

پس سرعت واکنش زیاد می‌شود تا به نقطه ماکزیمم برسد و در این نقطه  $C_{Amax} = \frac{C_0}{2}$

و از آن به بعد سرعت واکنش کم می‌شود. و البته هیچوقت از نقطه ماکزیمم سرعت به عقب برنمی‌گردد.

پس صفر است مگر در نقطه ماکزیمم

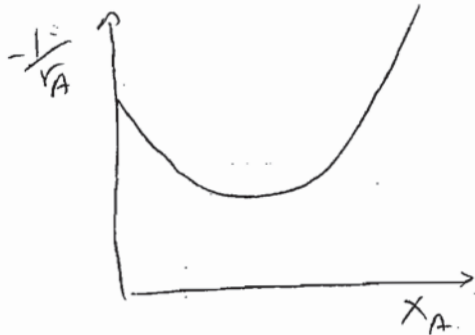
اگر  $\frac{d(-r_A)}{dC_A} = 0$  باشد در آن نقطه  $C_{Amax}$  را رسم

$\frac{d(-r_A)}{dC_A} = C_0 - C_A - C_A = 0 \rightarrow C_{Amax} = \frac{C_0}{2}$

لازم به ذکر است در واکنش‌های مثل واکنش درجه اول می‌توان گفت همواره صفر است

\* اما در واکنش‌های اوتوکاتالیزه در ابتدا رفتار صفری دیده می‌شود و بعد از آن زیاد می‌شود

و همچنین تابع  $\frac{1}{r_A}$  را در جهت  $x_A$  رسم کنیم (معمولاً منحنی را گراف می‌کشند)



استوانه‌ها و در صورتی است.

تا به حال تمام بحث ما در باره واکنش‌های بازگشت تا اینجا بود

... واکنش‌های بازگشت پذیری

سوال: چگونه می‌توان تشخیص داد که واکنش بازگشت پذیر است یا بازگشت نپذیر؟  
 جواب: از روی جدول ملاحظه کنیم اگر  $t$  به سمت بی‌نهایت میل کند و  $C_A$  به  $C_{A\infty}$  میل کند

که می‌تواند صفر است این نشان می‌دهد واکنش بازگشت پذیر است.  
 اگر  $t$  به سمت بی‌نهایت میل کند و  $C_A$  به  $C_{A\infty}$  برسد مساوی صفر

این نشان می‌دهد واکنش بازگشت نپذیر است.  
 $\left\{ \begin{array}{l} t \rightarrow \infty \\ C_A \rightarrow C_{A\infty} \neq 0 \end{array} \right.$  بازگشت پذیر

$\left\{ \begin{array}{l} t \rightarrow \infty \\ C_A \rightarrow 0 \end{array} \right.$  بازگشت نپذیر

تحلیل اشتیراکی واکنش‌های بازگشت پذیر

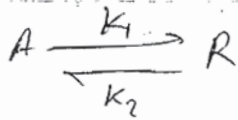


(واکنش در طرفه غیر فعال)

\* در طرفه توان معیار بر تعادل بران نیست.  
 در تعادل سرعت overall صفر است  
 همانند به اشتباه موضوع است

63

بافتن واکنش و نوشتن معادله  
که در واکنش مستقل موجود است



$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A - k_2 C_R$$

با فرض واکنش بازتاب پذیر در حالت  
در تعادل هستند

$$C_R = C_{R_0} + C_{A_0} X_A$$

$$-C_{R_0} X_A = + C_{A_0} X_A$$

$$\Rightarrow C_{A_0} (M + X_A) = C_{R_0} + C_{A_0} X_A = C_R$$

$$M = \frac{C_{R_0}}{C_{A_0}}$$

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A (1 - X_A) - k_2 C_A (M + X_A)$$

$$dC_A = -C_{A_0} dX_A \rightarrow \frac{dX_A}{dt} = k_1 (1 - X_A) - k_2 (M + X_A)$$

معادله را در این صورت  $k_2$  را بر  $k_1$  و  $k_2$  را  $k_e$  می‌نویسند  
چون واکنش بازتاب پذیر است

$$k_e = \frac{k_1}{k_2} = \frac{C_{R_e}}{C_{A_e}} = \frac{(X_{Ae} + X_{Ae}) C_{A_0}}{C_{A_0} (1 - X_{Ae})} = \frac{M + X_{Ae}}{1 - X_{Ae}} = k_e$$

$$\rightarrow k_2 = \frac{k_1 (1 - X_{Ae})}{(M + X_{Ae})}$$

با فرض واکنش بازتاب پذیر

$$\frac{dX_A}{dt} = \frac{k_1 (M + 1) (X_{Ae} - X_A)}{M + X_{Ae}}$$

$$\text{if } X_{Ae} = 1 \rightarrow \frac{dX_A}{dt} = k_1 (1 - X_A)$$

معادله ساده‌تر با فرض واکنش بازتاب پذیر

معادله ساده‌تر با فرض واکنش بازتاب پذیر

$$\frac{d(X_A/X_{Ae})}{dt} = \frac{k_1 (M + 1) (1 - X_A/X_{Ae})}{M + X_{Ae}} \quad (*)$$

معادله (\*) از نظر شکل شبیه به معادله (\*) است  
بازتاب پذیر

$$\rightarrow -\ln\left(1 - \frac{X_A}{X_{Ae}}\right) = \frac{k_1 (M + 1)}{M + X_{Ae}} t$$

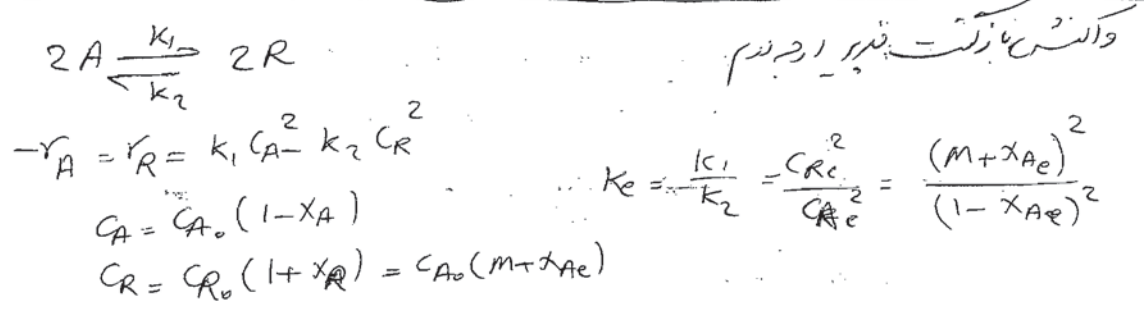
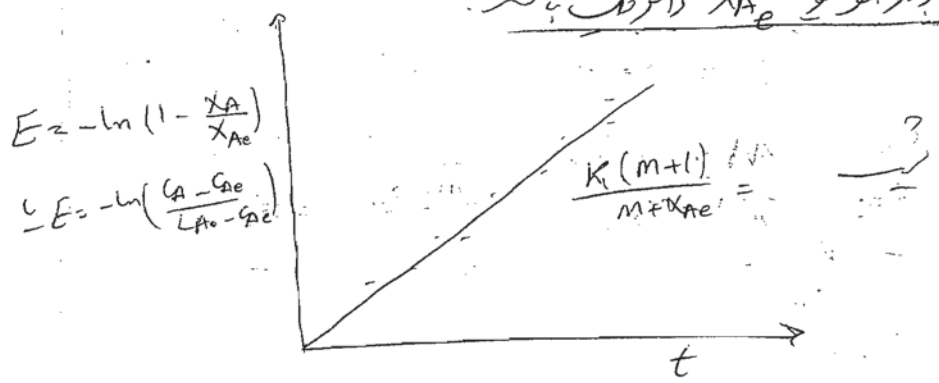
$$X_A = 1 - \frac{C_A}{C_{A_0}} = \frac{C_{A_0} - C_A}{C_{A_0}}$$

$$X_{Ae} = \frac{C_{A_0} - C_{Ae}}{C_{A_0}}$$

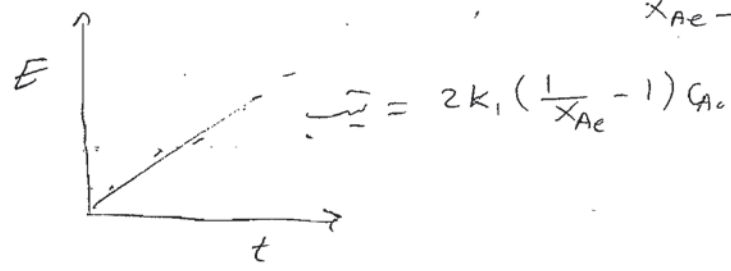
$$-\ln\left(1 - \frac{X_A}{X_{Ae}}\right) = -\ln\left(\frac{C_A - C_{Ae}}{C_{A_0} - C_{Ae}}\right) = \frac{k_1(m+1)}{m+X_{Ae}} t$$

→  $-\ln\left(\frac{C_A - C_{Ae}}{C_{A_0} - C_{Ae}}\right) = \frac{k_1(m+1)}{m+X_{Ae}} t$  ✓

غلظت مازاد: در واکنش بازگشت پذیر به عبارت  $C_A - C_{Ae}$  غلظت مازاد می گویند. غلظت مازاد مقصود غلظت مازاد است نسبت به غلظت تعادلی. اگر در حالتی  $C_{Ae}$  را صفر بگیریم مشاهده می شود معادله میادله بازگشت پذیر می شود. تمام معادلات مربوط به واکنش بازگشت پذیر در یک حالت خاص واکنش بازگشت پذیر است در حالی که  $C_{Ae}$  برابر صفر و  $X_{Ae}$  برابر یک است.

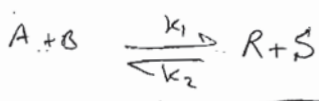
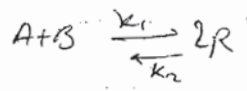
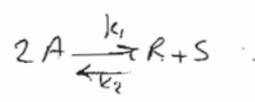


→  $E = \ln\left[\frac{X_{Ae} - (2X_{Ae} - 1)X_A}{X_{Ae} - X_A}\right] = 2k_1\left(\frac{1}{X_{Ae}} - 1\right)C_{A_0}^2 t$





برای آنکه واکنش در جهت پیش رو با سرعت بیشتری انجام گیرد باید...



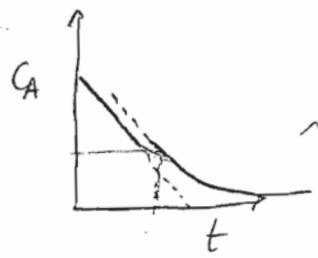
مستقلاً بستارند  
 $C_A = C_B \Rightarrow C_A = C_B$   
 $C_A = C_C \Rightarrow C_R = C_S$   
 اگر خواهم درجه آزادی را تغییر دهم...

واکنش‌های غیر برگشت پذیر درجه اول هستند  
 مثلاً:  $n > 1$  به بیان نمی‌رسند و واکنش‌های  $n < 1$  به بیان  
 می‌رسند زیرا درجه واکنش ثابت نمی‌ماند و این واکنش‌ها هم به بیان نمی‌رسند.  
 الف) تغییر درجه آزادی به بیرون

$$-r_A = \frac{k_1 C_A}{1 + k_2 C_A} = f(k, C)$$

در ابتدای کار درجه واکنش  $k_2 C_A \gg 1 \Rightarrow -r_A = \frac{k_1}{k_2}$  (درجه صفر است)

در پایان کار درجه واکنش  $k_2 C_A \ll 1 \Rightarrow -r_A = k_1 C_A$  (درجه اول)



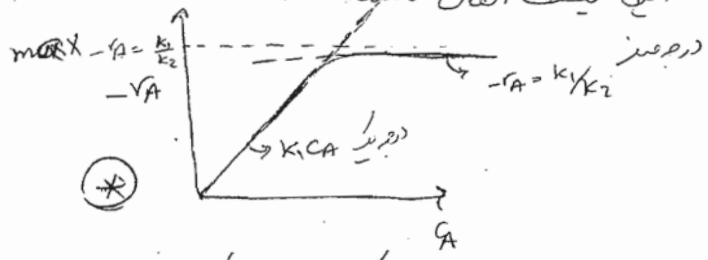
$$C_{A0} - C_A = \frac{k_1}{k_2} t$$

$$t = C_{A0} \left( \frac{k_2}{k_1} \right)$$

اگر  $-r_A$  تغییر نکند  $-k_1 t$

$$C_A = C_{A0} e^{-k_1 t}$$

در شروع امر حالت اول shift پیدا کند حالت دوم حدوداً  $\frac{1}{k_2}$  است  
 $k_2 C_A$  تقریباً یک باشد این تغییر اتفاق می‌افتد.



t	CA

در این قبیل مسائل ابتدا باید  $k_1$  و  $k_2$  را بدست آوریم و در محاسبات استفاده کنیم. می‌توانیم به روش دیگری هم  
 کردن هم بسیار کار، ملاقات و در وقت کمتری دارد شکل نسبت خوبی باشد.

روش دوم: از روی شکل (\*) نسبت خط بالایی (معمولاً)  $k_1$  را از هر دو خط بالایی ما می‌توانیم  
 $\frac{k_1}{k_2}$  و با داشتن  $k_2$  آنگاه  $k_1$  را بدست می‌آوریم.

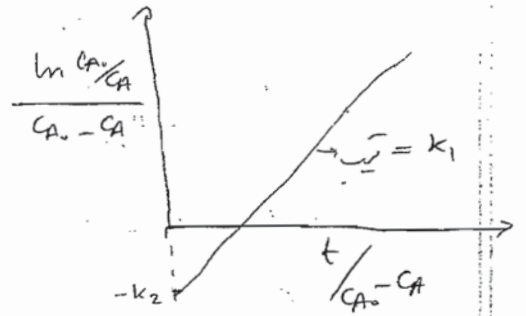
و بعد اشتغال کرده قایمیم. خط داریم که داده‌ها را توصیف کند. رسم می‌کنیم  $-r_A$  ابتدا یعنی  $C_A$  و  $t$  داریم که  $C_A$  ثابت می‌ماند و  $t$  تغییر می‌کند.  $\frac{dC_A}{dt}$  نسبت در هر نقطه  $C_A$  را نشان می‌دهد. مثلاً وقتی  $C_A$  کم است،  $-r_A$  زیاد است و وقتی  $C_A$  زیاد است،  $-r_A$  کم است.  $k_1$  و  $k_2$  ثابت‌های سرعت هستند و  $k_1$  نسبت به  $k_2$  می‌تواند بزرگتر یا کوچکتر باشد.

$$-r_A = \frac{-dC_A}{dt} = \frac{k_1 C_A}{1 + k_2 C_A} \rightarrow \frac{-dC_A}{k_1 C_A} = \frac{dt}{1 + k_2 C_A}$$

$$\rightarrow -\left(\frac{1}{C_A} + k_2\right) dC_A = k_1 dt \rightarrow$$

$$\rightarrow \ln \frac{C_{A0}}{C_A} + k_2(C_{A0} - C_A) = k_1 t$$

$$\frac{\ln \frac{C_{A0}}{C_A}}{C_{A0} - C_A} = k_1 \frac{t}{C_{A0} - C_A} - k_2$$



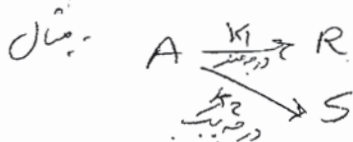
استنتاجاً در این مثال می‌توانیم بگوییم  $k_1$  و  $k_2$  از اینها هم ثابت می‌شوند. اما در بیان از نمودار در این مورد ممکن است خط کنیم.

$$-r_A = \frac{k_1 C_A^m}{1 + k_2 C_A^n}$$

شکل یک تغییر در از پایین به بالا

این تغییر در می‌تواند از  $(m-n)$  باشد

حالت (-) تغییر در از بالا به پایین



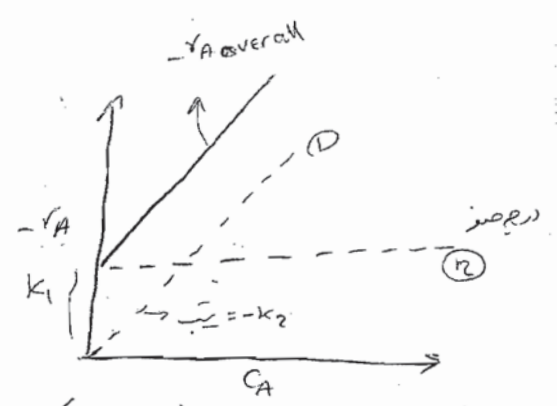
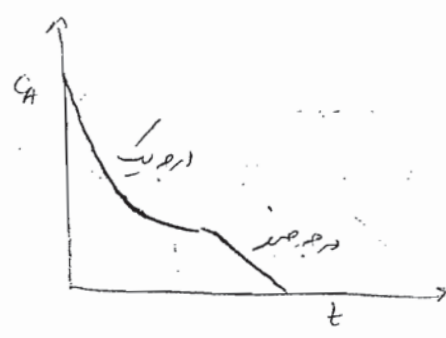
مثال: واکنش یکسوزن جاذب غیر همگن

$$\left. \begin{aligned} \left(-\frac{dC_A}{dt}\right)_1 &= -r_{A1} = k_1 \\ \left(-\frac{dC_A}{dt}\right)_2 &= -r_{A2} = k_2 C_A \end{aligned} \right\} \rightarrow -r_A = k_1 + k_2 C_A = \left(-\frac{dC_A}{dt}\right)_{\text{overall}}$$

ابتدا  $\leftarrow$  در صورت  $k_2 C_A \gg k_1 \rightarrow -r_A = k_2 C_A$  (وابسته به  $C_A$ )  
 در آخر  $\leftarrow$  در صورت  $k_2 C_A \ll k_1 \rightarrow -r_A = k_1$  (وابسته به  $k_1$ )

در ابتدا  $\rightarrow -r_A = k_2 C_A = -\frac{dC_A}{dt} \rightarrow C_A = C_{A0} e^{-k_2 t}$  اگر  $C_A$  در  $t$  را بگیریم

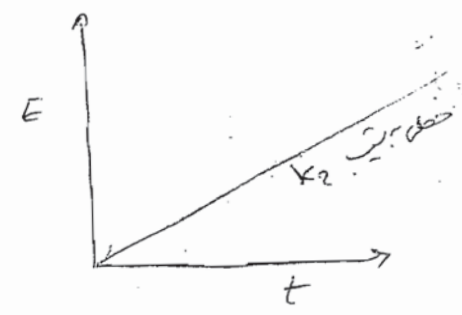
در آخر  $\Rightarrow -\frac{dC_A}{dt} = k_1$



جمع کل بین  $-r_{A \text{ overall}}$  خطرات کنار یک شروع در هر نقطه با خط D است  
 در این مثال باید ابتدا  $k_2$  را بگیریم و از آن نودار  $-r_A = k_1 + k_2 C_A$

با  $k_1, k_2 \rightarrow -\frac{dC_A}{dt} = k_1 + k_2 C_A \rightarrow$

$$\frac{-dC_A}{k_1 + k_2 C_A} = dt \rightarrow \ln \frac{k_1 + k_2 C_{A0}}{k_1 + k_2 C_A} = k_2 t = E$$

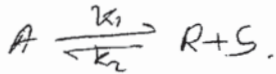


مسئله: واکنش  $A \rightarrow R + S$  در جدولی که در زیر آمده است

t	$C_A$ mol/lit
0	0.1823
36	0.1453
65	0.1216
100	0.1025
160	0.0795
$\infty$	$C_{A\infty} = C_{Ae} = 0.0494$

$C_{A0} = 0.1823$   
 $C_{R0} = 0$   
 $C_{S0} = 55 \text{ mol/lit}$

نسبت واکنش را بدست آوریم



حلول به با هم میزنند و حالت دو طرفه است.

چون این فرض است که ما داریم بکنیم این است که وقت در برار و برکت در برار

$$\frac{C_S}{C_A} = \frac{55}{0.1823} = 301.7 \rightarrow C_S \approx C_{S_0}$$

بین تغییر غلظت تاثیر چندان روی ندارد.

$$\rightarrow -r_A = k_1 C_A - k_2 C_R C_{S_0}$$

$$\rightarrow -r_A = k_1 C_A - k'_2 C_R$$

$$k'_2 = k_2 C_{S_0}$$

$$-\ln\left(1 - \frac{X_A}{X_{Ae}}\right) = -\ln \frac{C_A - C_{Ae}}{C_{A_0} - C_{Ae}} = k_1 \frac{M+1}{M+X_{Ae}} t$$

$$C_A = C_{A_0}(1 - X_A)$$

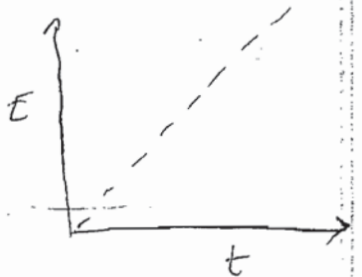
$$C_{Ae} = C_{A_0}(1 - X_{Ae}) \rightarrow X_{Ae} = 1 - \frac{C_{Ae}}{C_{A_0}} \rightarrow X_{Ae} = 1 - \frac{0.0494}{0.1823}$$

$$X_{Ae} = 0.729$$

$$\rightarrow -\ln \frac{C_A - 0.0494}{0.1823 - 0.0494} = -\ln \frac{C_A - 0.0494}{0.1329} = \frac{1}{0.729} k_1 t \Rightarrow$$

$$E = -0.729 \ln \frac{C_A - 0.0494}{0.1329} = k_1 t$$

(min) t	①	②	③	④	⑤	⑥
(mole/lit) C <sub>A</sub>	0.1823	0.1453	0.1216	0.1025	0.0795	0.0494
E	0	0.238	0.445	0.667	1.083	∞
		6.61 × 10 <sup>-3</sup>	6.85 × 10 <sup>-3</sup>	6.67 × 10 <sup>-3</sup>	6.76 × 10 <sup>-3</sup>	



نظارت (1, 2, 3) نظارت

$$\left(\frac{E}{t}\right)_{ave} = k_{1,ave} = 6.73 \times 10^{-3}$$

این فرض از برداشت ما است بود است

$$k_e = \frac{k_1}{k_2} = \left[\frac{C_R C_S}{C_A}\right]_e \Rightarrow \frac{6.73 \times 10^{-3}}{k_2} = \frac{55 \times (C_{R_0} + C_{A_0} X_{Ae})}{C_{A_0}(1 - X_{Ae})}$$

$$\rightarrow X_{Ae} = 0.729 \quad (k_2 = 4.55 \times 10^{-5} \text{ min}^{-1})$$

$$\rightarrow -r_A = 6.73 \times 10^{-3} C_A - 4.55 \times 10^{-5} C_R C_S$$

### تحلیل هزینه‌های سرمایه‌گذاری

در تحلیل اشتراک و هم‌زمانی، هدف اصلی به ما در مورد حرکت است. و این بار هم جدول حرکت است. فقط به مقدمات است.

معادله

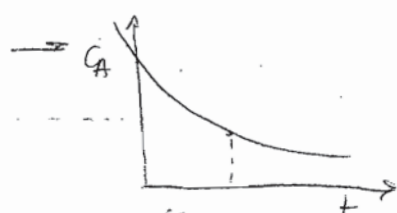
$$-r_A = k F(c) = k g(c_A)$$

$$-r_A = F(k, c)$$

معادله

$$-r_A = -\frac{dc_A}{dt} = k F(c) = k g(c_A)$$

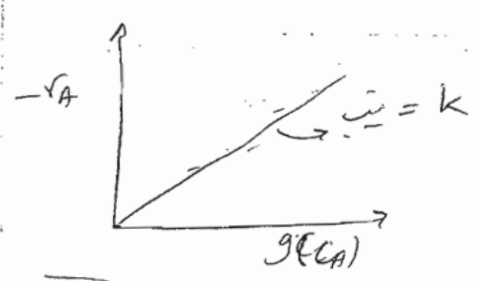
t	c <sub>A</sub>



در هر نقطه از این رسم یک خط مماس می‌کشیم که برابر  $\frac{dc_A}{dt}$  است. که بعد از آن بنویسیم  $c_A$  و  $t$  را.

ماده اولیه مصرف می‌کنیم. پس  $-\frac{dc_A}{dt}$  مثبت است. و در جدول نشان می‌دهیم و پس

t	c <sub>A</sub>	$-\frac{dc_A}{dt}$

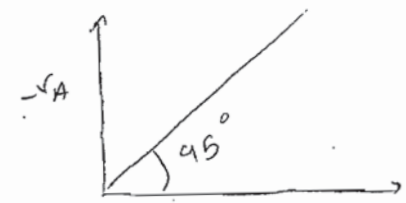


مشتق  $-r_A$  بر حسب  $g(c_A)$  رسم می‌کنیم.

تحلیل هزینه‌های سرمایه‌گذاری

$$-r_A = F(k, c)$$

$$-r_A = -\frac{dc_A}{dt} = F(k, c) = g(k, c_A)$$



تا به لاف در رسم می‌کنیم. اگر ما بتوانیم یا در اشتراک بنویسیم یا در هر دو رسم می‌کشیم. ما رسم  $F(k, c)$  یا  $g(k, c_A)$  و  $g(k, c_A)$  می‌کشیم.

بنا به (1) این روش درست است  $F(k, c)$  یا  $g(k, c_A)$ . اگر نتوانیم چنین یا اشتراک یا لایه‌ها رسم کنیم پس معادله اشتباه است.

روش اشتراک → روش هم‌زمان

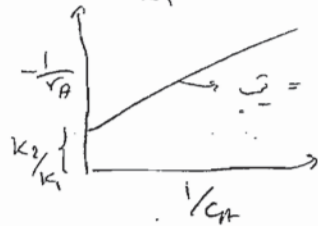
به عنوان مثال در روش انتگرال

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = \frac{k_1 C_A}{1 + k_2 C_A}$$

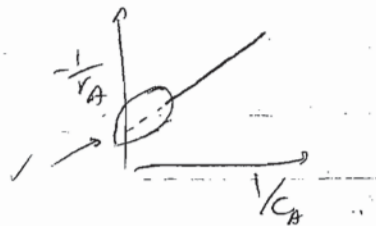
سه یکیم به روش این ماده را به خط تبدیل کنیم

$$\frac{1}{-r_A} = \frac{1 + k_2 C_A}{k_1 C_A} \rightarrow \frac{1}{-r_A} = \frac{1}{k_1 C_A} + \frac{k_2}{k_1}$$

حل آن در نمودار  $\frac{1}{-r_A}$  با بوی  $\frac{1}{C_A}$  این یکیم  
خطی شود به سبب  $\frac{1}{k_1}$  و عرض از مبدأ  $\frac{k_2}{k_1}$



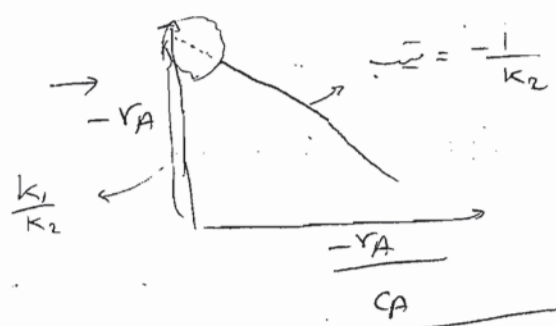
و چون در این شکل خط باید  $C_A$  به سمت بی نهایت برود تا به وقوع می پیوندد  
به سمت  $\frac{1}{C_A}$  به سمت صفر و در نتیجه صفر



راه دیگر که می توانیم به خط تبدیل کنیم

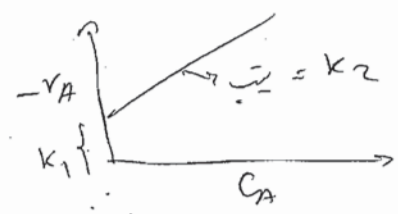
$$\frac{1}{-r_A} = \frac{1}{k_1 C_A} + \frac{k_2}{k_1} \xrightarrow{\times \frac{-r_A \times k_1}{k_2}} \frac{k_1}{k_2} = \frac{-r_A}{k_2 C_A} - r_A$$

$$\rightarrow -r_A = \frac{-r_A}{-k_2 C_A} + \frac{k_1}{k_2}$$



مثال دیگر  $-r_A = k_1 + k_2 C_A$

روش انتگرال  
دفعات



✓ روش سوم: روش تعقیب معادله سرعت به منظور تعیین جزای (R)



$$\text{مثلاً } -r_A = \frac{k_1 C_A^a C_B^b - k_2 C_R^r C_S^s}{1 + k_3 C_R^r C_S^s}$$

از روش تکثیر جزای استفاده می‌کنیم بدین صورت که A و B را مقادیر حاصله درین روش بگیریم

$$C_R \ll C_A$$

$$C_R \ll C_B$$

$$\text{پس } -r_A = k_1 C_A^a C_B^b$$

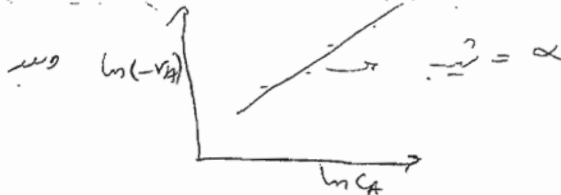
یعنی در حقیقت در ابتدا  $R(k, C)$  بود در آن  $O$  -  $k f(C)$  تبدیل کردیم در حال این معادله را می‌توان به روش دیگری مختلف بیان کرد. روش اول (همان روش تعقیب اول)

روش دوم (درین روش موارد به نسبت غیر است)

$$\checkmark \frac{C_{B_0} - C_{B_0}}{n_B} \frac{C_{A_0}}{n_A} \Rightarrow \frac{C_B}{n_B} = \frac{C_A}{n_A}$$

که در روش (ب) منجر به این معادله می‌شود

$$-r_A = k_1' C_A^a$$



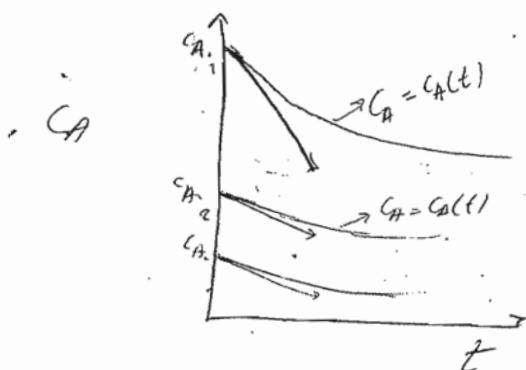
✓ روش (ج) در حال این که ما هم نزدیک به  $C_A$  و  $C_B$  را پیدا کنیم از روش اول استفاده می‌کنیم پس  $C_B$  را حذف می‌کنیم

$$-r_A = k'' C_A^a \quad \text{و آنجا که } C_B \text{ حذف می‌شود}$$

فرد در داده خود را  $\ln(-r_A)$  در مقابل  $\ln C_A$  رسم می‌کنیم و شیب برابر  $a$  می‌شود

در روش (د) روش سرعت  $C_A$  اولی و وقتی که از روش اول استفاده کردیم و  $-r_A = k'' C_A^a$  را بدست می‌آوریم و حال فرض می‌کنیم که  $C_{A_0}$  های مختلفی

انجام دهیم و به  $-r_A$  های مختلفی برسیم

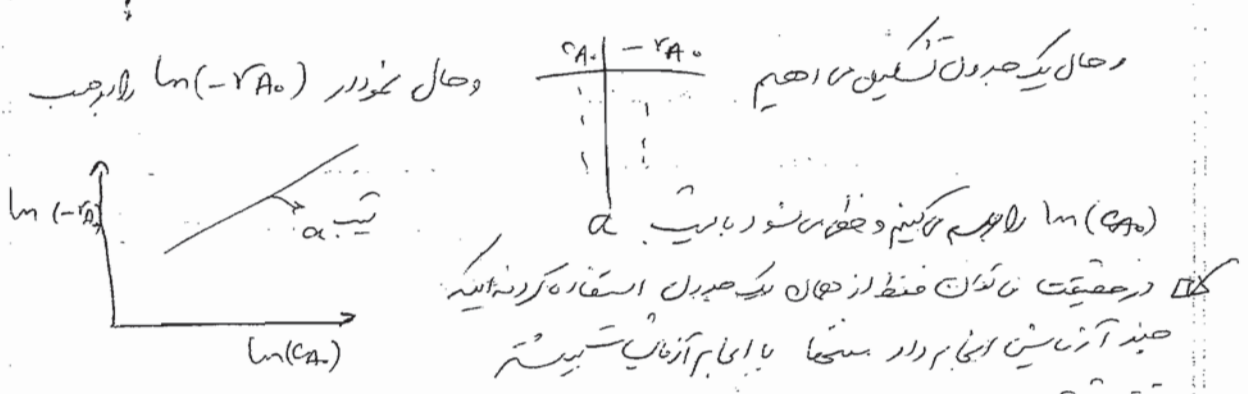


✓ که معمولاً هر چه  $C_{A_0}$  بزرگتر شود منحنی  $C_A$  شیب بیشتری بدست می‌آید  
به ازای هر نقطه از این منحنی می‌توانیم  $-r_A$  را بدست می‌آوریم

و تپ از نقطه اول این منحنی می‌توانیم آردیم بین دو صفت  $-r_{A0}$  یا  $-r_{A1}$  می‌توانیم آردیم

$$-r_{A0.1} = -\left(\frac{dC_A}{dt}\right)_{C_{A0.1}} \Big|_{t=0}$$

$$-r_{A0.2} = -\left(\frac{dC_A}{dt}\right)_{C_{A0.2}} \Big|_{t=0}$$



دقت تحقیق بالا برود. حال می‌توانیم یک بار دیگر A و B را در دو ظرف کنیم و بعد دوباره همین کار را تکرار کنیم.

در تمام موارد بالا حجم ثابت بوده است.

حالت حجم متغیر:

$$r_A = \frac{1}{V} \frac{dN_A}{dt}$$

$r_A$  یک خاصیت انتیستوایست و در صفت می‌تواند در یک  $r_A$  بیوم حجم ثابت یا متغیر.

$N_A = C_A V$  → (این هم همیشه intensive است)

$$\rightarrow r_A = \frac{1}{V} \frac{d(C_A V)}{dt}$$

اگر  $V$  ثابت بود، تویک می‌ماند و  $V$  بین ما سه

$$V = cte \rightarrow r_A = \frac{dC_A}{dt}$$

حال با متغیر بود  $V \neq 0$

$$\rightarrow r_A = -\frac{V}{V} \left(\frac{dC_A}{dt}\right) + \frac{C_A}{V} \frac{dV}{dt}$$

$$\rightarrow r_A = \frac{dC_A}{dt} + C_A \frac{d(\ln V)}{dt}$$



روش بهتر برای نوشتن معادله بر حسب تغییرات حجم متغیر:

$$r_A = \frac{1}{V} \frac{dN_A}{dt}$$

✓  $X_A = \frac{N_A - N_{A_0}}{N_{A_0}} \Rightarrow N_{A_0}(1 - X_A) = N_A$

✓  $r_A = \frac{1}{V} (-N_{A_0}) \frac{dX_A}{dt} \rightarrow -r_A = \frac{N_{A_0}}{V} \frac{dX_A}{dt}$

✓ تعریف ضریب تغییرات حجمی (کسب و خسر حجمی)  $(\epsilon_A)$

$$\epsilon_A = \frac{V|_{X_A=1} - V|_{X_A=0}}{V|_{X_A=0}}$$

✓  $V = V_0(1 + \epsilon_A X_A)$

عوض کردن به گونه ای که صورت حجم تغییر کند باید نسبت تغییرات

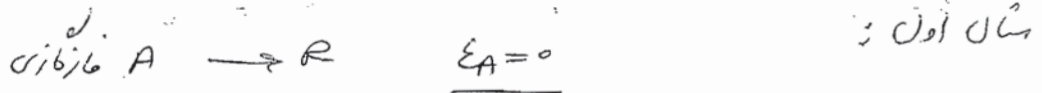
✓ اگر واکنش بر دمای ثابت و در نسبت صورت نبرد، گازها را با این فرضیه این فرضیه ۱۰۰٪ از دست است و در بعضی موارد مقدار حفظ دارد.

→  $-r_A = \frac{N_{A_0}}{V_0(1 + \epsilon_A X_A)} \frac{dX_A}{dt} \rightarrow -r_A = \frac{C_{A_0}}{1 + \epsilon_A X_A} \frac{dX_A}{dt}$

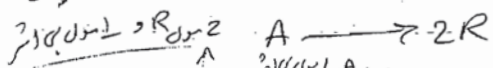
✓  $\epsilon_A$  تابع ضرایب استوکیومتری واکنش است، تمام خصوصیات مواد را اثرات

✓  $(\epsilon_A)$  فقط در گازهای تولید و نسیج چون در گاز تمام تغییر حجم بسیار ضریب است

از ضرایب استوکیومتری است که در واکنش بر این اساس (در گازها) تغییر حجم بوجود می آید



در ابتدا با ۱ مول A شروع کردیم و در  $X_A = 1$  به ۲ مول R رسیدیم  
حجم دو برابر شده (در حقیقت از همان وقتی که گازها را با هم استاده کردیم)



$\epsilon = \frac{3-2}{2} = 0.5$

یعنی اگر ۱ مول A داشته باشیم در  $X_A = 1$  ۳ مول R داریم  
۱ مول هم گازها را داریم که بیشتر نمی کند از ۲ مول گازها

مثال اول  
در بعضی موارد اثر  
۵۰٪ گازها را

مثال دوم  
در بعضی موارد اثر  
۵۰٪ گازها را

کاهش  $\epsilon_A$  هم می تواند مثبت باشد هم می تواند منفی باشد

$2A \rightarrow R$

مثال ۱۲.۱  
در صورت ۱۵٪ کاهش از جمله

$\epsilon = \frac{1.5 - 2}{2} = \frac{-0.5}{2} = -0.25$

کاهش حجم  $\epsilon_A$  منجر می شود. و با افزایش حجم  $\epsilon_A$  مثبت می شود

$v = de \rightarrow C_A = C_{A0} (1 - X_A)$

$N_A = C_A v$

$X_A = \frac{N_{A0} - N_A}{N_{A0}} \rightarrow N_A = N_{A0} (1 - X_A) \rightarrow \frac{N_A}{v} = \frac{N_{A0}}{v} (1 - X_A)$

حجم ثابت

حجم متغیر

$v \text{ متغیر} \rightarrow C_A = \frac{N_{A0}}{v_0 (1 + \epsilon_A X_A)} (1 - X_A)$

$C_A = \frac{C_{A0} (1 - X_A)}{1 + \epsilon_A X_A}$

در حالت حجم متغیر

$X_A = \frac{1 - C_A/C_{A0}}{1 + \epsilon_A C_A/C_{A0}}$

$\epsilon_A$  برای واکنش های برگشت پذیر و برای واکنش های غیر برگشت پذیر و غیر برگشت پذیر

در صورت در رابطه  $v = v_0 (1 + \epsilon_A X_A)$   $X_{A0}$  یا حد اکثر  $X_{Ae}$  می باشد

$-r_A = \frac{C_{A0}}{1 + \epsilon_A X_A} \frac{dX_A}{dt}$

تحلیل دینامیک از تبدیل حجم متغیر همان السابق است

مادر تحلیل دینامیک از تبدیل غلظت سطح استفاده می کردیم و حال از رابطه (\*)

$X_A$  را می بینیم و بعد با توجه به رابطه (\*)  $X_A$  بر حسب  $t$  را رسم می کنیم  
در هر نقطه شیب  $-r_A$  را می بینیم و بعد با جایگذاری  $(-r_A)$  در رسم  $-r_A$  را می بینیم و با توجه به اینکه  
رابطه  $-r_A = k C_A^n$  که با بر جای گذاری  $\ln(-r_A)$  و  $\ln(C_A)$  رسم می کنیم و بعد با شیب آن رابطه

t	$C_A$	$X_A = \frac{1 - C_A/C_{A0}}{1 + \epsilon_A C_A/C_{A0}}$	$-r_A$
---	-------	--	--------

تبدیل خطی

این جدول برای این فرمات و فرم مشرف جمع می شود تا در دسترس باشد

این جدول است برای هر وضعیت جمع می شود تا در دسترس باشد

$$\left. \begin{aligned} -r_A &= \frac{C_{A0}}{(1 + \epsilon_A X_A)} \frac{dX_A}{dt} \\ C_A &= \frac{C_{A0}(1 - X_A)}{1 + \epsilon_A X_A} \\ -r_A &= k C_A^n \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$-r_A = \frac{C_{A0}}{1 + \epsilon_A X_A} \frac{dX_A}{dt} \Rightarrow dt = \frac{C_{A0} dX_A}{(1 + \epsilon_A X_A)(-r_A)}$$

$$\rightarrow dt = \frac{C_{A0} dX_A}{(1 + \epsilon_A X_A)(k C_A^n)} \rightarrow k dt = \frac{C_{A0} dX_A}{(1 + \epsilon_A X_A) \frac{C_{A0}^n (1 - X_A)^n}{(1 + \epsilon_A X_A)^n}}$$

$$\rightarrow k dt = \frac{(1 + \epsilon_A X_A)^{n-1} dX_A}{C_{A0}^{n-1} (1 - X_A)^n}$$

$$k C_{A0}^{n-1} t = \int_0^{X_A} \frac{(1 + \epsilon_A X_A)^{n-1}}{(1 - X_A)^n} dX_A$$

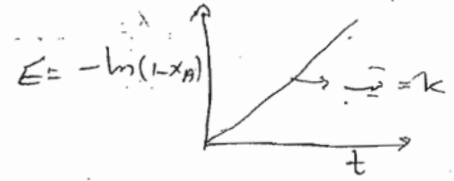
بازار جمع می شود تا در دسترس باشد

تبدیل اول  $n=1 \Rightarrow k t = \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{1 - X_A}$

$$\ln \frac{C_{A0}}{C_A} \neq -\ln(1 - X_A) = k t = E$$

از نظر  $X_A$  با زمان فرمات بدست می آید

$$X_A = \frac{1 - C_A/C_{A0}}{1 + \epsilon_A C_A/C_{A0}}$$



$$V = v_0 (1 + \epsilon_A X_A) \rightarrow 1 + \epsilon_A X_A = \frac{V}{v_0} \rightarrow \epsilon_A X_A = \frac{V - v_0}{v_0} = \frac{\Delta V}{v_0}$$

$$\rightarrow X_A = \frac{\Delta V}{v_0 \epsilon_A}$$

$$E = -\ln\left(1 - \frac{\Delta V}{v_0 \epsilon_A}\right) = -\ln(1 - X_A) = kt$$

حالت درج  
n=0

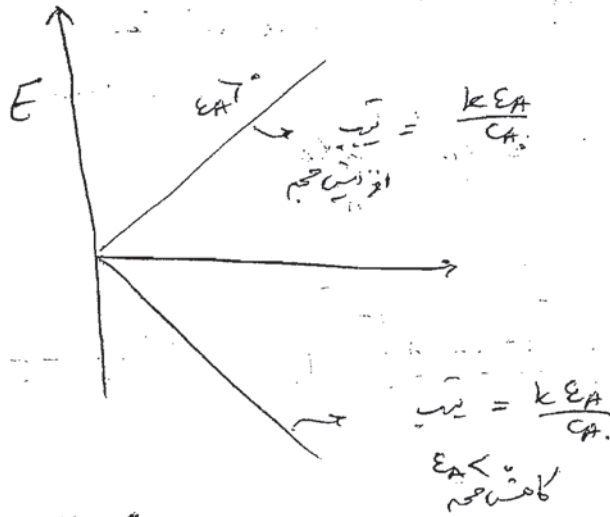
$$\rightarrow \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{1 + \epsilon_A X_A} = \frac{kt}{C_{A0}}$$

$$\rightarrow \frac{1}{\epsilon_A} \ln(1 + \epsilon_A X_A) \Big|_0^{X_A} = \frac{kt}{C_{A0}} \rightarrow$$

$$E = \ln(1 + \epsilon_A X_A) = \frac{k \epsilon_A t}{C_{A0}}$$

درجه اول و حجم متغیر

تفاوت آن از جدول حالت نسبی که در E ظاهر است، و همان بود که در جدول درجه اول  
تفاوت آن ~ E که در آن C<sub>A0</sub> ثابت است و در آن E ثابت است



حالت نسبی  
n=2

حصول 2A

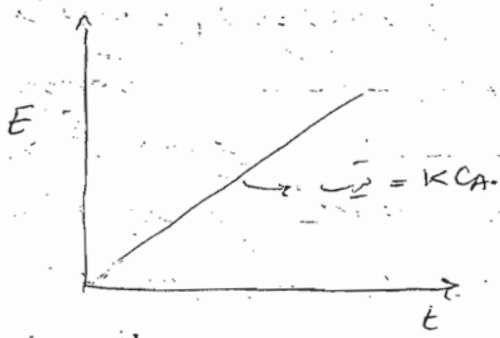
$$\int_0^{X_A} \frac{1 + \epsilon_A X_A}{(1 - X_A)^2} dX_A = k C_{A0} t$$

$$\frac{1 + \epsilon_A X_A + \epsilon_A - \epsilon_A}{(1 - X_A)^2} = \frac{1 + \epsilon_A}{(1 - X_A)^2} - \frac{\epsilon_A}{(1 - X_A)}$$

$$E = (1 + \epsilon_A) \left[ \frac{1}{1 - x_A} \right]^{x_A} + \epsilon_A \ln(1 - x_A) =$$

$$E = (1 + \epsilon_A) \left[ \frac{1}{1 - x_A} - 1 \right] + \epsilon_A \ln(1 - x_A) = k C_A \cdot t$$

$$\rightarrow E = (1 + \epsilon_A) \left[ \frac{x_A}{1 - x_A} \right] + \epsilon_A \ln(1 - x_A) = k C_A \cdot t$$



در این نقطه در هر لحظه هم نسبت نصل عمل  
کنیم



حال اگر دانستیم

$$-r_A = k C_A C_B$$

در حالت حجم متغیر

$$C_A = \frac{C_{A0}(1 - x_A)}{1 + \epsilon_A x_A}$$

$$x_A = \frac{r_{A0} - r_A}{r_{A0}}$$

$$x_B = \frac{r_B - r_B}{r_B}$$

$$C_B = \frac{C_{B0}(1 - x_B)}{1 + \epsilon_B x_B}$$

$$\epsilon = \epsilon_B = \epsilon_A$$

$$\rightarrow C_B = \frac{C_{B0}(1 - x_B)}{1 + \epsilon_A x_B}$$

$$\epsilon = \frac{v_{A0} - v_{A1}}{v_{A1}}$$

$$\sqrt{\frac{dn_i}{v_i} = dE \rightarrow \frac{v_i}{v_i} = dE}$$

و اگر  $C_B = C_{A0}$  باشد و اگر  $C_B$  نیز  $C_A$  برابر شود و در حالت متغیر ما نمودار  $2A$  را  
داریم و  $C_B$  را در  $C_A$  بیایم کنیم و در هر لحظه از السابق اشتراک می کنیم

فصل در حجم و سلا (نوری)

بدین طریقه التورمان غیر محلی (در التورمان محلی استقال حجم ندارد)

در التورمان غیر محلی به علت جذب فایز بر آن استقال حجم هم منتهی نباید

آنست که در حال دانسته باشیم البته با حاله (Ash) در هنگام اصداف آن زمان دهیم

خیزان شود و چون از برین سه مرتبه در این است. در آن همه آن است که نام آن است

تو که در این سولیم در میان خاکستر است پس اکثر آن بر آن است به همین ترکیب شده بر

باید در رسیده حل کند اول آنکه یک فنیم گاز در این کوره تشکیل می شود لذا اکثر آن بیرون آید

از فنیم گاز نظیر رد به سطح خاکستر برسد و بعد از لایه های خاکستر نفوذ کند تا به سطح حین

ترک شده برسد و بعد از آنکه دهد پس عملاً دو مرتبه استقال حجم صورت گرفته

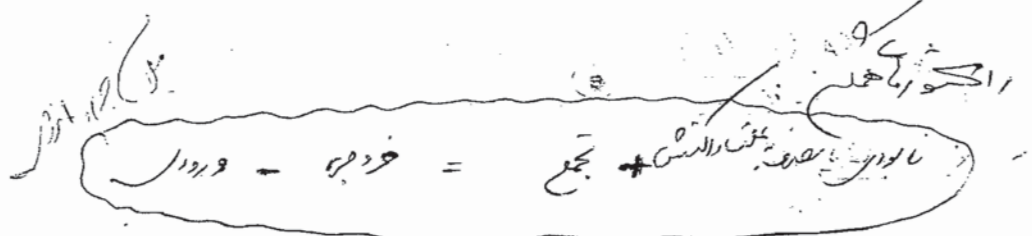
در حقیقت این یک نوع دانستن سیال جامدات و در طریقه التور غیر محلی صورت می گیرد

Heterojenus reactio

در التورمان غیر محلی چون چند فاز داریم نحوه تاس این نازح هم محلی است

پس به طور کلی در التورمان غیر محلی دو مسند ظهور صورت وجود دارد (استقال حجم ۲ نحوه تاس

که در بعضی ۱۷ به طور مفصل آمده است



- این شکل هم در این حجم در هم بر آن نوری به کار رود
- هم بر آن سیستم بسته در هم بر آن سیستم باز به کار می رود
- هم در دست + در دست است (سیلان مدقی)
- هم در خطی + در دست است (سیلان مدقی)
- هم بر آن حجم کمتر است در دست است (سیلان استیرالی)
- هم بر آن حجم کمتر است کویک به نقطه در دست است (سیلان دیوار استیرالی)
- هم بر آن کل حجم (کل او از یک مخلوط)
- هم بر آن یک یک مخلوط از زنده های مخلوط در دست است
- هم بر آن ماده حاصله در دست است و هم بر آن مخلوط

مثلاً در مورد سیال داریم  $\sum m_i - \sum m_e = m_2 - m_1$

در صورتی  $\sum m_i - \sum m_e = \frac{dm}{dt}$

$\nabla \cdot \vec{v} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

مثلاً در حالت سیالات

میلان انرژی برای سیستم بسته:  $Q - W = E_2 - E_1$

میلان جرم برای سیستم باز:  $m_i - m_e = m_2 - m_1$

$Q - W = \frac{dE}{dt}$

میلان انرژی در سیستم بسته

$m_i - m_e = \frac{dm}{dt}$

میلان جرم در سیستم باز

$\delta Q - \delta W = dE$

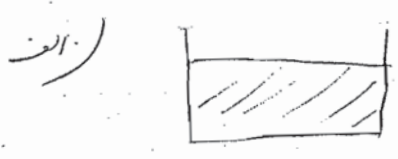
$\delta m_i - \delta m_e = dm$

در طراح راکتور حجم کنترل ما با اینها است که ما باید اول به صورت اشتیاق را بگیریم  
 در طراح راکتور ما می بینیم که ما اینها است و ما اینها است که ما باید اینها است  
 و ما حجم کنترل چه توانیم اینها است و اینها است که ما باید اینها است  
 (در سیالات زیاد دیده ایم)

در طراح راکتور ما بیشتر اینها است که ما باید اینها است و اینها است که ما باید اینها است

اصولاً در طراح راکتور هدف ما می بینیم تبدیل است  $(X_A)$

- الف راکتور بیج  $\leftarrow$  در یک سیستم بسته است که واکنش صورت میگیرد
- ب راکتور بیج  $\leftarrow$  حجم کنترل ما می بینیم باز می کردیم واکنش اتفاق می افتد
- ج راکتور بیج



$A \rightarrow$  کسر  $X_A = \frac{N_{A0} - N_A}{N_{A0}}$

$N_A$  تابع زمان است پس  $X_A$  هم تابع زمان است

یعنی هر دو یک خط است  $N_A$  معلوم باشد  $X_A$  هم معلوم است و بالعکس

هدف  $X_A = X_A(t)$  یا  $N_A = N_A(t)$

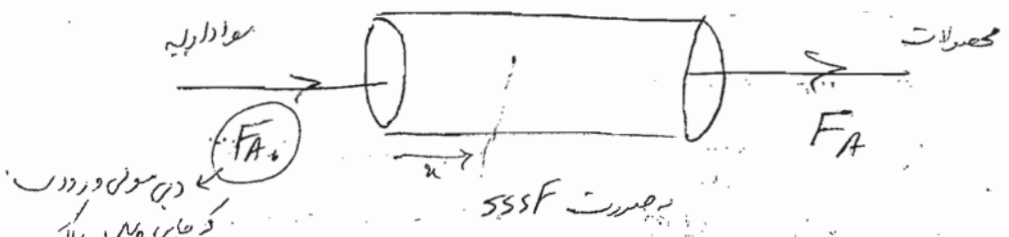


$$X_A = \frac{NA_0 - NA}{NA}$$

در صورتی که  $NA$  در زمان هیچگاه صفر نیست

هدف ما این است که در زمان مناسب  $NA$  صفر کنیم که لازم داریم در ابتدا  $NA$  را صفر کنیم  
آزادیم و برای رسیدن به این هدف باید در بهترین حالت نسبت واکنش را  
ببینیم یعنی  $X_A = X_{A(alt)}$  صلباً همان نسبت را دارد.

در راکتورهای جریان پیوسته



در صورتی که در راکتور  
که خاص  $NA$  در راکتور  
نیج یافته

$$X_A = \frac{FA_0 - FA}{FA_0}$$

$$FA = FA_0(1 - X_A)$$

در راکتورهای جریان پیوسته  $X_A$  است و در ابتدا  $X_A$  تابع مکان است

$$X_A = X_A(u)$$

در راکتورهای جریان پیوسته در راکتورهای  $X_A$  با پیوسته است و در ابتدا  $X_A$  تابع مکان است  
هم معین یک چیز است که در  $X_A$  مؤثر است نسبت واکنش است. و چیز دیگری که در مکان  
اثر دارد. نوع جریان پیوسته است

\* چیزی که به نوع جریان بستگی دارد زمان انجام است و نوع راکتور است

$$X_A = X_A(\text{نسبت واکنش})$$

مثلاً  $X_A$  خود به نوع راکتور است

نوع راکتور در راکتورهای پیوسته بستگی دارد به این است که ما فرض میکنیم راکتور خواهد بود از نوع  $lump$  است  
است و در آن حالت  $T$  مگر نیست (یا ما فرض میکنیم  $lump$  است)



• تولایج ایده آل خودی نوع جریان است. (این در دور و فزونی صفات در اعراض هم را بیان ندارد)  
 • این جریان می تواند تک یا laminar و Turbulent یا در هم آن کم نباشد یا با  $Re$  های مختلف. و اینرا مطلقاً برده  $\times$  اثر دارد.

بدل جریان نامی صفات 1- RTD 2- ... 3- ...  
 $X_A = X_A$  (تولایج یا صفات نسبت و لغت در آنجا)

ابتدا این را بنویس و التوری ایده آل (که صفات) استفاده کنیم و بعد بر این را توری و افق نامیم و دهیم.

• التوری

التوری سیستم بسته تر و دریا می است که در دور و فزونی ندارد و توری خواص هم در اعراض صفات

این سیستم بسته تر و دریا می که در آن در حجم ثابت عمل کند یا در فشار ثابت عمل کند ...

چون مدل جریان با معلوم است پس باید نسبت و لغت را پیدا کنیم و هدف ما پیدا کردن  $X_A$  در  $t$  است.



$A \rightarrow R$  مثلا

• سیلان شدن در نقطه t  
 برای ماده A

مصرف یا تولید در این نقطه + جمع = خروج - ورود

• هنگامی که در التوری جمع لا ترتیب  
 مولی می نویسیم

$\frac{dN_A}{dt} = 0$   
 $\frac{dV}{dt} = 0$

• تحت جمع  
 $\frac{dN_A}{dt}$

$N_A$ : تعداد مولهای A در هر لحظه

• تولید یا مصرف در این نقطه  
 $-r_A V$

• Intensive  $-r_A$  بیگانه است (شدن)

• سیلان  
 $0 = \frac{dN_A}{dt} + (-r_A)V$

•  $dV (-r_A)$  مقدار A از این نقطه در حجم کنترل و لغت (در واحد حجم)

• نتیجه  
 $r_A = \frac{1}{V} \frac{dN_A}{dt}$

•  $\int_{V_{c.v.}} (-r_A) dV$  کل مقدار A از این نقطه

$N_A = N_{A_0} (1 - X_A)$

$X_A = \frac{N_{A_0} - N_A}{N_{A_0}}$

•  $-r_A$  تابع از صفات

•  $-r_A = -\frac{1}{V} \frac{dN_A}{dt}$

• خواص در هر لحظه مستقل از زمان است

•  $-r_A = \frac{N_{A_0}}{V} \frac{dX_A}{dt}$

•  $-r_A$  هم ثابت است چون که از آنجا ...

معادله محلول را توابع  
 رابطه ثابت ایفا  
 کنیم

$$dt = \frac{N_{A0} dX_A}{V(-r_A)}$$

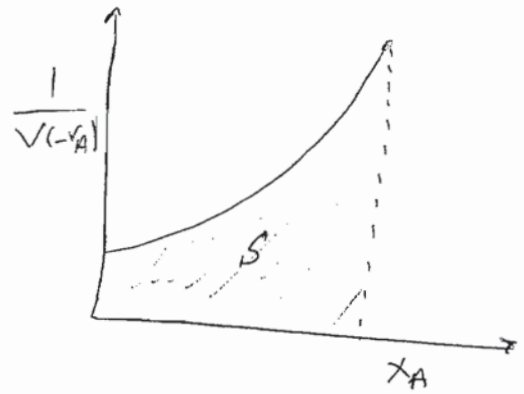
$$t = N_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{V(-r_A)}$$

هم  $V$  هم  $(-r_A)$  ها توابع  $X_A$  باشند پس از زیر اشتراک بکشیم نمائید

حیث تأکید این رابطه در هر لحظه همان است چه حجم ثابت باشد چه ثابت نباشد  
 و ثابت باشد

در درجه اول بین ما برآورد کنونی ما ثابت فرض کرده ایم. لذا چون ما ثابت فرض کردیم را کنونی  
 به هیچ وجه نمی تواند عاقل باشد بلکه ما به اندازه هر زمانه و آنست است

تایم لا رس را کنیم

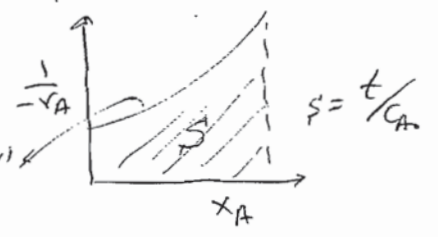


$$S = \frac{t}{N_{A0}}$$

حالت خاص اول: حجم ثابت  
 حجم مخصوص (یا حجم مخصوص ثابت)  $V = de = V_0$

حجم التوا = حجم اول تا کتریم

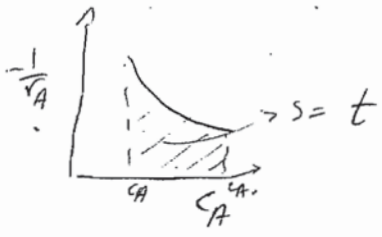
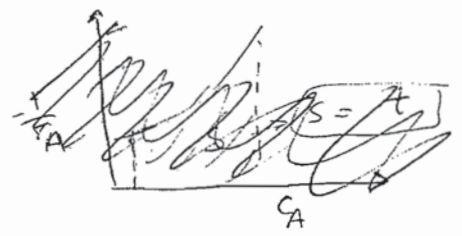
$$t = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A}$$



این نظر ممکن است صورتی باشد و یا صورتی دیگر

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

$$t = \int_{C_A}^{C_{A0}} \frac{dC_A}{-r_A}$$



آر نیم  $1/r_A$  بجهت  $X_A$  صعودی است  
 آنگاه تابع  $1/r_A$  بجهت  $C_A$  نزولی است در بعضی

حالت ظرف دوم : مغزینیت (داده‌های ثابت است)

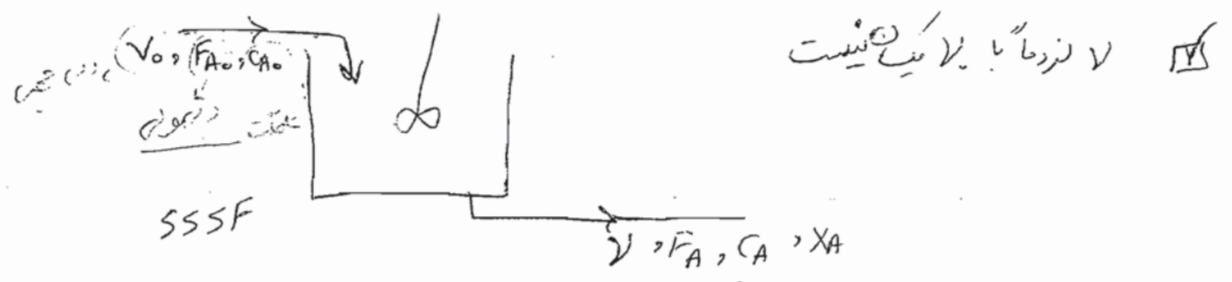
$$V = V_0 (1 + \epsilon_A X_A)$$

$$t = C_A \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1 + \epsilon_A X_A) (-r_A)}$$

$$-r_A = k C_A^n, \quad C_A = \frac{C_{A0} (1 - X_A)}{1 + \epsilon_A X_A}$$

التوریته‌ال نوع دوم : جریانی (رألتورکاتلاً بهم خورد)

- MFR mixed flow reactor
- CSTR constant flow steady tank reactor
- CFSR constant flow tank reactor



این میزان آمیختن خوب به هم می‌زنند که ما در داخل  ①  
 گردانیدن خواص نداریم.  $F_{A0} = V_0 C_{A0}$   شبی آن برای غلظت خوردن دانا  
 این میزان حیوانیته‌ال است   
 مدل جریانی mixed flow  ①

غلظت از  $C_{A0}$  به صدمت بوده step function (ویش می‌کنند) به غلظت  $C_A$  (داین بر آهوه خواص است)   
 دمای ورودی  $T_0$  است ولی لزوماً دمای خوردن  $T$  نیست   
 دانه‌ها تر بودنیامیک تأمین می‌کنند. (میزان اشغال دارند که ما انجام داریم)   
 حال اگر بخواهد ورودی در  $T_0$  خوردن هم در  $T_0$  باشد  به اندازه‌ی گریک و انش   
 از این جهت که ما اینجا گردانیدن در داخل نداریم مانند رآلتورک است

معرفی یا نابود شدن عنصر واکنش + تجمع + تولید = ورود  
 برای نقطه تغییر A:  $F_{A_0} = F_A + 0 + (-r_A)V$

$$F_A = F_{A_0}(1 - X_A)$$

$$\rightarrow X_A = \frac{F_{A_0} - F_A}{F_{A_0}}$$

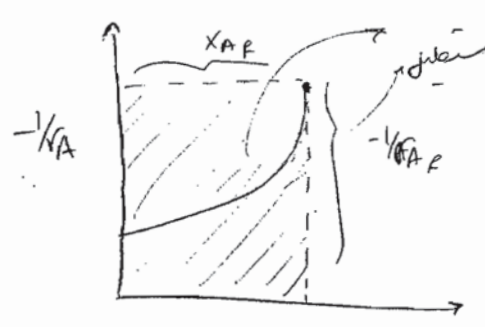
$$F_{A_0} = F_{A_0} - F_{A_0} X_A + (-r_A)V$$

$$\rightarrow F_{A_0} X_A = (-r_A)V \rightarrow \frac{V}{F_{A_0}} = \frac{X_A}{(-r_A)}$$

$\frac{V}{F_{A_0}} = \frac{X_{AF}}{(-r_{AF})}$   $X_A$  Final  
 $X_A = X_A$  (ماده، منفی)  
 معادله را محلول در التور به هم فوران ✓

در اینجا محلول خواهیم حجم را التور را بدست آوردیم تا آنجا که این چون  $-r_A$  لازم چون نسبت  $\frac{V}{F_{A_0}}$  نسبت است. برای واکنش خاص و  $F_{A_0}$  هم داریم. با داشتن میزان تبدیل  $X_A$  که در خواص  $V$  را بدست می آوریم.

این معادله هم در حجم ثابت و هم در حجم غیر ثابت و هم در حالت ثابت و هم در حالت تغییرات و هم در حالت تغییرات و هم در حالت تغییرات ✓



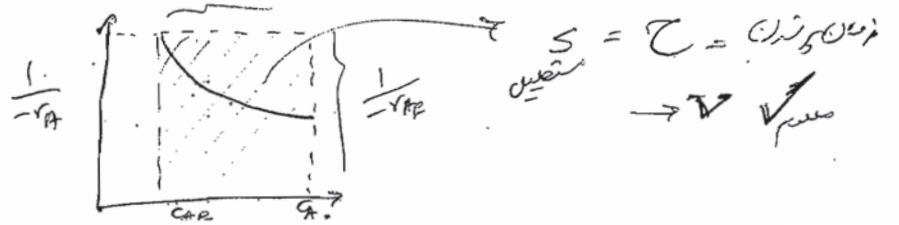
تقریباً: اگر  $V$  را بدین لاقتیم کنیم بیاییم تبدیل را تغییر بدهیم زمان پرت شدن و به آن زمان پرت شدن میمانند

زمان پرت شدن  $\tau = \frac{V}{V_0}$  ✓

$$\frac{V}{F_{A_0}} = \frac{V}{V_0 F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_A} = \frac{X_{AF}}{-r_{AF}}$$

در حالت خاص حجم ثابت:

$$\frac{V}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_A} = \frac{X_{AF}}{-r_{AF}} \rightarrow \frac{V}{V_0} = \tau = \frac{C_A \cdot X_{AF}}{-r_{AF}} = \frac{C_{A_0} - C_{AF}}{-r_{AF}}$$



$$X_A = \frac{1 - C_A/C_{A0}}{1 + \epsilon_A C_A/C_{A0}}$$

حالت حجم متغیر  
فشار ثابت

$$-r_A = k C_A^n$$

$$C_A = \frac{C_{A0}(1 - X_A)}{1 + \epsilon_A X_A}$$

$$\tau = \frac{C_{A0} - C_A}{(1 + \epsilon_A C_A/C_{A0})(-r_A)}$$

تبدیل ارتباط دارد با توزیع زمان امانت

در زمان امانت مولکولها در یک راکتور کاملاً بهم فرود می آید  
توزیع زمان امانت در راکتور Mixed flow یک نیم اکیوتانسین نزدیک دارد.

این راکتور در مولکولها را در هر زمان امانت بین  $t$  و  $t + dt$  است.

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{\tau} e^{-t/\tau} dt = 1 \quad \text{سازگار}$$

این راکتور در mixed flow می گویند SSSF است بر این معنی نیست که زمان امانت مولکولها یکسان است

مسئله 27-5 در یک کارخانه این  
راکتور میگیرند Mix Flow



$$\frac{v}{F_{A0}} = \frac{X_A}{-r_A}$$

~~$-r_A = k C_E C_G$~~   $-r_A = k C_E C_G \rightarrow -r_A = k C_{E0} C_G = k_0 C_{G0} (1 - X_G)$

$A = G$

$C_E \approx C_{E0}$

$\rightarrow -r_A = k_0 C_{G0} (1 - X_G)$

①  $\frac{v_1}{F_{G0}} = \frac{0.8}{C_{G0}(1-0.8)}$

تبدیل  
 $\frac{v_2}{v_1} = 0.75$

②  $\frac{v_2}{F_{G0}} = \frac{0.75}{C_{G0}(1-0.75)}$

$\rightarrow$  کاهش حجم =  $v_1 - v_2$

$\rightarrow$  کاهش حجم =  $0.25 v_1$

کاهش حجم =  $0.25 \times 100 = 25$  gal

gal<sub>English</sub> = 4.546 lit

کاهش حجم =  $25 \times 4.546 = 113.65$  lit

gal<sub>USA</sub> = 3.785 lit

1 stone = 14 lbm

18 stone = 18 x 14 = 252 lbm x  $\frac{0.454 \text{ lbm}}{1 \text{ kg}}$  = 114.4 kg

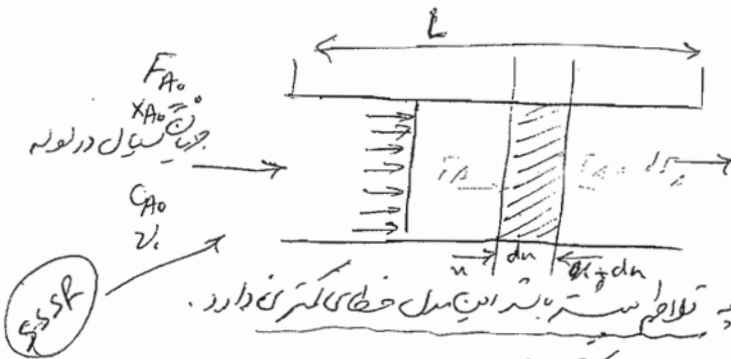
دانشگاه تهران =  $\frac{114.4}{113.65} = 1.0066 \text{ kg/lit} = 1.0066 \text{ gr/cm}^3$

HW. سه پیچ سه جابج 7, 5, 2 / فصل پنجم 2, 3, 8, 11

$X_A = X_A$  (میانگین و نسبت)

مدل ایده آل نوع سوم:

plug flow reactor



$F_{Af}, X_{Af}, C_{Af}, v_f$

انرژی جریان در لوله Turbulent

مکان در مایه سرعت لا سطح و فن کردن و هر چه طول است به آن میل خطی کمتر دارد.

PFR plug flow reactor

توزیع سرعت + نسبت + نسبت + نسبت = نسبت

میلان خطی یا نسبت بر اساس  
نسبت انفراسیتی

$F_A = F_A + dF_A + 0 + (-r_A) dV$

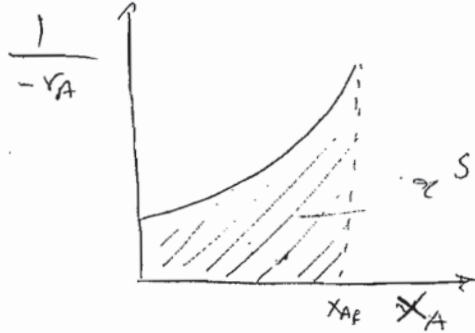
(S) مدل متغیر در

plug flow  $X_{A0}$  به صورت تدریجی به  $C_{Af}$  میل کند

$-dF_A = (-r_A) dV$   
 $F_A = F_{A0}(1 - X_A)$   
 $-dF_A = F_{A0} dX_A$

$F_{A0} dX_A = (-r_A) dV$   
 $\frac{dV}{F_{A0}} = \frac{dX_A}{-r_A}$   
 $\frac{V}{F_{A0}} = \int_0^{X_{Af}} \frac{dX_A}{-r_A}$   
 plug flow reactor

که به عنوان mixed flow نیکی حالت خاص plug flow است. که آنی  $-r_A$  در  $-r_A$  ثابت بود.



$S = \frac{V_p}{F_{A0}}$  Plug flow reactor

$\frac{V_p}{F_{A0}} = \frac{C_p}{C_{A0}}$

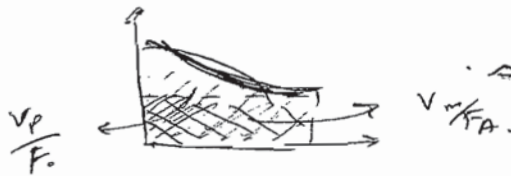
$\tau = \frac{V}{v_0}$

مثلاً اگر  $\frac{1}{-r_A}$  بر حسب  $X_A$  صعودی باشد

مجموع مستطین  $\frac{v_m}{F_{A0}}$  mix flow  $\frac{V_p}{F_{A0}}$  است  $\frac{V_p}{F_{A0}}$  است plug flow

مستطین  $\frac{1}{-r_A}$  بر حسب  $X_A$  صعودی نیست

مثلاً اگر  $\frac{1}{-r_A}$  بر حسب  $X_A$  نزولی باشد



در این حالت mixed flow بهتر از plug flow است

حالت خاص  $\epsilon_A = 0$

$$C_m = \frac{C_{A0} - C_A}{-r_{AF}}$$

$$C_p = \int_{C_A}^{C_{A0}} \frac{dC_A}{-r_A}$$

اصولاً mixed flow reactor حالت خاص plug flow reactor

برای التوزیع

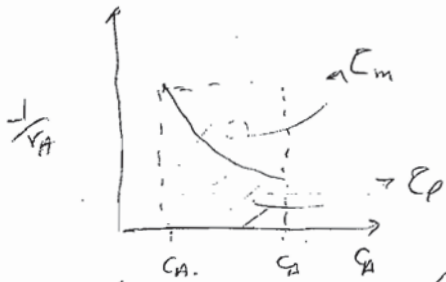
حالت خاص  $\epsilon_A = 0$

$t = \int_{C_A}^{C_{A0}} \frac{dC_A}{-r_A}$

که محکم در التوزیع مثل التوزیع است به غیر از اینکه تغییرات در التوزیع نسبت به زمان است اول در التوزیع بزرگ تغییرات نسبت به مکان است

$t_B = \tau_p$

در صورت بیشتر از رتور بکار استفاده می کنند



حجم رتور میسر در صورت یا حجم رتور بکار؟ حجم قطره می توان داد می دانند به سرعت

نمودار آنجا بودیم.   
 چندین می توان از رتور mixed استفاده کرد و به معادله سرعت واکنش برسیم.

•  $E_A \neq 0$  و ثابت باشد  $E_A = 0$  همان است هم برای

$$\frac{E_m}{C_{A0}} = \frac{X_{AF}}{-r_{AF}}$$

حجم رتور معین است.

$$E_m = \frac{V_m}{\nu} = \frac{C_{A0} X_{AF}}{-r_{AF}} \rightarrow X_{AF} = \frac{1 - C_A/C_{A0}}{1 + E_A C_A/C_{A0}}$$

$$C_A = \frac{C_{A0}(1 - X_A)}{1 + E_A X_A}$$

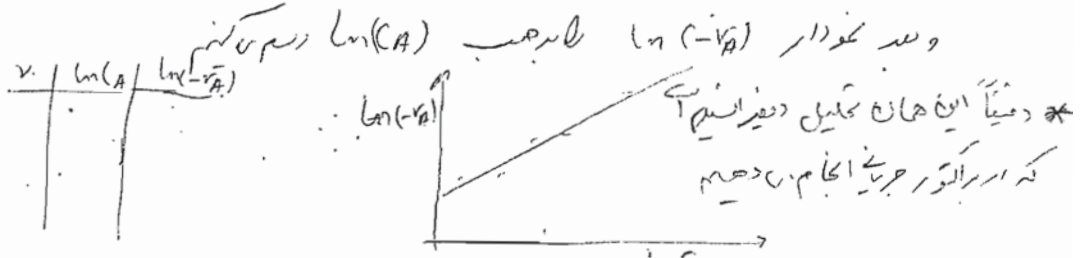
برای بدست آوردن نسبت واکنش

با دهنی های مختلف رتور به اندازه ای می کنیم. و در بعضی موارد  $r_{AF} = K C_A^n$  و در بعضی موارد  $r_{AF} = K C_A^n$  و در بعضی موارد  $r_{AF} = K C_A^n$  در معادله mixed  $r_{AF}$  نسبت واکنش (تاریخچه حالت تبدیل عملکرد نسبت واکنش)

$\nu$	$C_A$	$-r_{AF}$
...	...	...

با انجام چنین آزمایشی نسبت از رابطه  $-r_{AF} = K C_A^n$  می توانیم

$$\ln(-r_{AF}) = \ln k + n \ln C_A$$



و بعد نمودار  $\ln(-r_{AF})$  را بر حسب  $\ln(C_A)$  رسم می کنیم.   
 دقیقاً این همان عملی است که در رتور جریان انجام می دهیم



که این کار در واقع همان تحلیل دیناردی ساده است

✓ دیناردی آوردن معادله سرعت از P.F. plug flow reactor

$$\frac{C_P}{C_{A0}} = \frac{V_P}{F_{A0}} = \int_0^{X_{AF}} \frac{dX_A}{-r_A}$$
 در این روش به سبب جواهر رسیدن از طرف تحلیل اشتراک  
 در تحلیل اشتراک قدم اول حدس زدن برای  $-r_A$  بود.

در این روش به سبب جواهر رسیدن از طرف تحلیل اشتراک  
 در تحلیل اشتراک قدم اول حدس زدن برای  $-r_A$  بود. حال نیز همین است.  
 عدد التورلا بلا می عین به کار می اندازیم در حالت  
 $X_A$  لا دیناردی آوردیم پس با جابجایی در طرفی  $-r_A$  که قبل حدس زدیم  $-r_A$  لا دیناردی آوردیم.

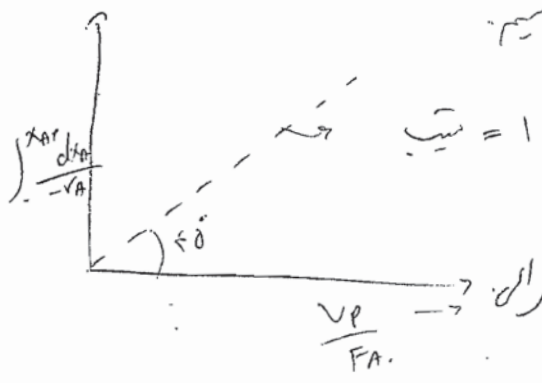
پس اشتراک  $\frac{X_A dX_A}{-r_A}$  دیناردی آوردیم و

در طرفی از این لا  $\frac{C_P}{C_{A0}}$  یا  $\frac{V_P}{F_{A0}}$  دیناردی آوردیم

(عمده لا غیره که از  $F_{A0}$  دارد کمتر می کند)

$X_A$	$\frac{X_A dX_A}{-r_A}$	$\frac{C_P}{C_{A0}}$ یا $\frac{V_P}{F_{A0}}$
0	0	0
1	1	1

اگر مقدار  $\int_0^{X_{AF}} \frac{X_A dX_A}{-r_A}$  را حسب  $\frac{C_P}{C_{A0}}$  رسم کنیم و خطی شود دیناردی  $-r_A$  حدس  $-r_A$  مارکت  
 بوده و در  $-r_A$  حدس دیگره از نیمه و امکان لا اشتراک کنیم.



که دیناردی کارها تحلیل اشتراک بود  
 این خطی است اما معادله سرعت است از طرفی تحلیل اشتراک

- ✓ در Plug flow تحلیل اشتراک
- ✓ در mixed flow تحلیل دیناردی

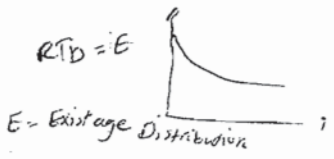
$\checkmark$   $\tau = \frac{V}{v}$  زمان ماندن یا زمان فضایی

$\checkmark$  MFR و PFR و جریان موازی این تکمیل میزند (در صورتی که تکمیل میماند)   
 چون ادلا در رانندگی MF یا PF یا واکنش خودی دارند در آن شرایط جریان موازی و داخل رانندگی متفاوت است. پس فقط یک رابطه را میماند و تکمیل میزند میماند.

\*  $\tau = \text{mean residence time} = \bar{t} = \text{holding time}$  (زمان متوسط اقامت)

این متوسط زمانی که مولکولها اقامت دارند در یک رانندگی یا در رانندگی RTD یک است.

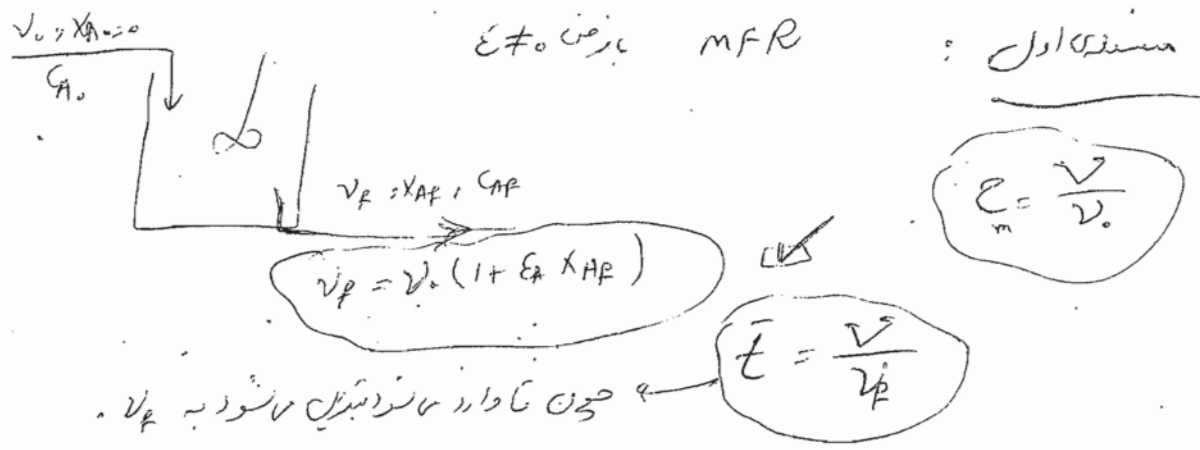
در پلاک رانندگی RTD یک است چون رانندگی یکسان است. پس توزیع زمان اقامت یک خاصیت است. پس زمان اقامت را میماند.



در میکسور موازی توزیع زمان اقامت یک خاصیت است.   
 $X_A = f(\text{مدت جوی و سنگ})$    
 $f(\text{مدت جوی}) = f(\text{RTD})$    
 توزیع زمان اقامت

laminar flow reactor داشته باشیم در محور زمان اقامت min است در دو جا عبور از زمان اقامت به سمت بیرون میماند.

(مدت زمان متوسط اقامت در رانندگی mixed = plug)  $\checkmark$

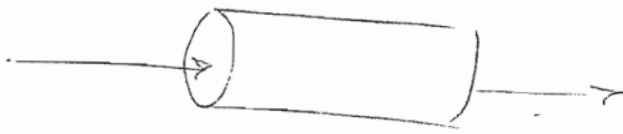


چون تا وارد میماند تکمیل میماند.

$$\begin{aligned} \epsilon_A = 0 \text{ ار } &\Rightarrow \bar{t} = \tau_{\text{mixed}} \\ \epsilon_A \neq 0 \text{ ار } &\Rightarrow \bar{t}_{\text{mixed}} \neq \tau_{\text{mixed}} \rightarrow \begin{cases} < \epsilon_A \text{ ار } \rightarrow \bar{t} < \tau \\ > \epsilon_A \text{ ار } \rightarrow \bar{t} > \tau \end{cases} \end{aligned}$$

PFR

سرد هم :



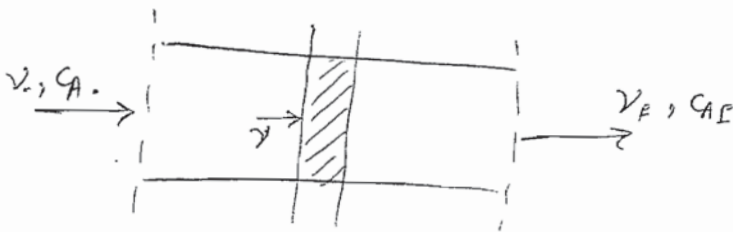
$$\tau = \frac{V}{v}$$

یا  $\bar{t} \neq \frac{V}{v}$

~~توضیحات~~

در این مورد  $\bar{t}$  بین  $\frac{V}{v}$  و  $\frac{V}{v_p}$  است و این جزئیات در  $\epsilon_A$  دارد.

ار  $\epsilon_A > 0$   
ار  $\epsilon_A < 0$



$$dV = S du$$

$$dV = v dt \Rightarrow dV = v d\bar{t}$$

در نقطه  $\bar{t}$  در  $\text{plug}$ ، تمام اجزای  $\bar{t}$  هم در آن نقطه هستند.

$$\frac{dV}{F_{A0}} = \frac{dX_A}{-r_A} \Rightarrow$$

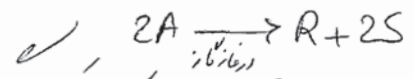
$$\Rightarrow \frac{F_{A0} dX_A}{-r_A} = v d\bar{t} \Rightarrow d\bar{t} = \frac{F_{A0} dX_A}{v(-r_A)} = \frac{F_{A0} dX_A}{v(1 + \epsilon_A X_A)(-r_A)}$$

$$\bar{t} = C_{A0} \int_{X_{A0}}^{X_{Ap}} \frac{dX_A}{(1 + \epsilon_A X_A)(-r_A)}$$

ار  $\epsilon_A = 0$  بین  $\bar{t}$  و  $\tau$  برابر است.

سری سیستم: عضو 5، 13، 16، 18، 21، 25، 30

شده 1-5 کتاب:



کتاب نامعلوم و واکنش در فاز گازی است. اگر بر این حاصل 90٪ تبدیل در یک راکتور برای کار کنیم سرعت واکنش برابر (1/min) \* عکس نشان بر شدن = سرعت واکنش = سرعت گذر = سرعت واکنش

در 1min ح (این) طول است زمان واکنش holding time

1/τ = v/v₀ = 1 min⁻¹ → τ = 1 min

τ̄ = C\_A ∫ (X\_A₀ / (1 + ε\_A X\_A) (-r\_A)) dX\_A

ε\_A = (3 - 2) / 2 = 0.5

X\_A = 0.9

سرعت معلوم نبودن (-r\_A) معنی X\_A و این می باشد

مصلح ششم: در این مضمون خواصم بین راکتور mix و راکتور plug flow را از نظر کیفیت تبدیل بررسی کنیم. مورد نسبت تبدیل در حجم یک.

دما پایین

• اگر حجم plug نسبت به mix کم تر باشد تبدیل آن بیشتر است. در این مضمون راکتور مفرد هستند.

مقایسه راکتور MF و راکتور PF به طور کلی:

$$MFR \rightarrow \frac{V_m}{F_{A_0}} = \frac{\tau_m}{C_{A_0}} = \frac{X_A}{-r_A}$$

$$PFR \rightarrow \frac{V_P}{F_{A_0}} = \frac{\tau_P}{C_{A_0}} = \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A}$$

$$\tau_m = C_{A_0} \frac{X_A}{-r_A}$$

$$\tau_m = C_{A_0} \frac{X_A}{K C_{A_0}^n \left( \frac{1-X_A}{1+\epsilon_A X_A} \right)^\eta} \quad (1)$$

$$\tau_P = C_{A_0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A}$$

$$\tau_P = C_{A_0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{K C_{A_0}^n \left( \frac{1-X_A}{1+\epsilon_A X_A} \right)^\eta} \quad (2)$$

$$-r_A = K C_A^n$$

$$C_A = C_{A_0} \frac{1-X_A}{1+\epsilon_A X_A}$$

$$\frac{(1) \rightarrow \left( \sum C_{A_0}^{n-1} \right)_m}{(2) \rightarrow \left( \sum C_{A_0}^{n-1} \right)_P} = \frac{X_A \left( \frac{1+\epsilon_A X_A}{1-X_A} \right)^\eta}{\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)^\eta}} = E = \frac{\tau_m}{\tau_P} = \frac{V_m}{V_P}$$

• عدد دامگت (E) در k مختلفه  
 • لا نیات و F<sub>A0</sub> نیات ...

حالت خاص  $E_A = 0$

$$E = \frac{V_m}{V_p} = \frac{\frac{X_A}{(1-X_A)^n}}{\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)^n}}$$

حالت الف

$n=0 \implies E = \frac{V_m}{V_p} = 1 \implies \bar{V}_m = \bar{V}_p$

که این واضح است.

بر حالت  $n=0$   $E$  صفر نیست، بلکه  $V_m = V_p$  چون  $(-X_A)$  ثابت است

حالت ب

$n=1 \implies E = \frac{V_m}{V_p} = \frac{\frac{X_A}{(1-X_A)}}{\ln\left(\frac{1}{1-X_A}\right)}$

- از این  $X_A$  می‌توان  $E$  را ثابت کرد و بدین ترتیب رسم کنیم

حالت ج

$n \neq 1 \implies E = \frac{V_m}{V_p} = \frac{\frac{X_A}{(1-X_A)^n}}{\frac{-1}{1-n} (1-X_A)^{1-n} \Big|_0^{X_A}} = \frac{\frac{X_A}{(1-X_A)^n}}{\left(\frac{(1-X_A)^{1-n}}{n-1} - \frac{1}{n-1}\right)}$

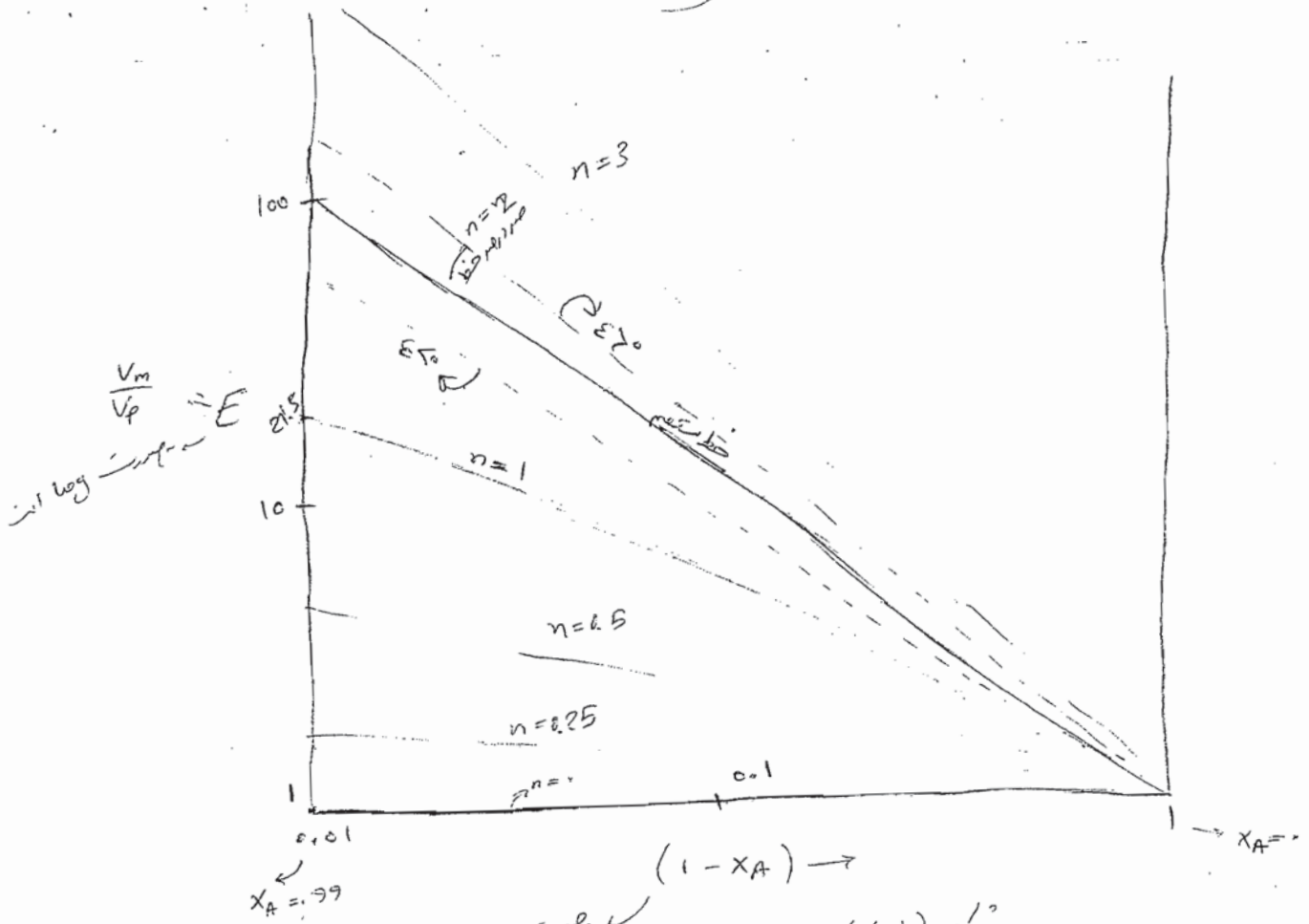
$\implies E = \frac{V_m}{V_p} = \frac{\frac{X_A}{(1-X_A)^n}}{\frac{1}{n-1} ((1-X_A)^{1-n} - 1)}$

$n=2 \implies E = \frac{X_A (1-X_A)^2}{\frac{1}{1-2} - 1} = \frac{X_A}{\frac{(1-X_A)^2}{X_A} - \frac{1}{1-X_A}} = \left(\frac{1}{1-X_A}\right)$

$\implies E = \frac{1}{1-X_A}$

حجم راکتور  $MFR$  می‌تواند تا ۹۹٪ برای واکنش درجه دوم بهینه است  $100$  برابر

حجم راکتور  $MFR$  می‌تواند تا ۹۹٪ برای واکنش درجه اول  $21.5$  برابر راکتور پلاگ است.



دیسرت وگا فونز تیره

شکل (1-6)

نسب mix با plug زمان رفت مختلف

✓ اگر  $n=0$  خط افق صفوات

✓ برای واکنش درجه 2

✓ فقط در حالت واکنش درجه 2 صد در صد خط است یعنی شبیه خط صاف

✓ این شکل برای حالت  $E_A=0$  است (در زمان نام) (میانگین به شرط برابر این بین رفتن در تکرار حلال کار)

✓ اگر  $E > 0$  باشد وضعیت mix بدتر از حالت plug می شود پس نتیجه آن بالای این منحنی باشد.

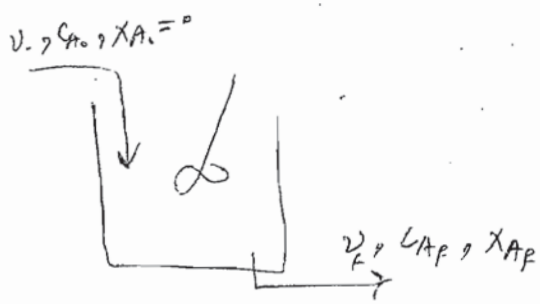
چون زمان متوسط آن است در mixed flow پایین تر است.

✓ اگر  $E < 0$  باشد وضعیت mix بدتر از mix می شود و منحنی آن پایین تر است پس نتیجه آن است.

✓ هر  $E$  بالاتر و هر درجه واکنش درجه 2 بهتر است و هر چه از نقطه 1 بالاتر رفتن به این نقطه تبدیل صفوات یعنی گامی انجام می شود.

✓ وضعیت یک اتور mix بدتر از سورتیت به plug بالاتر از این درجه واکنش

\* به هم بستن راکتورهای پیوسته



$$\frac{V}{F_{A0}} = \frac{X_{AF}}{-r_{AF}}$$

در صورتی که  $X_{Ai} \neq 0$  در صورتی که

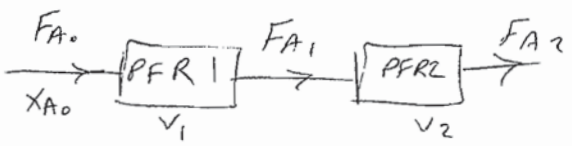
$$\rightarrow F_{A0}(1 - X_{Ai}) = F_{A0}(1 - X_{AF}) + (-r_{AF})V$$

$$\rightarrow F_{A0}(X_{AF} - X_{Ai}) = (-r_{AF})V \Rightarrow \left( \frac{V}{F_{A0}} = \frac{\tau}{C_{A0}} = \frac{X_{AF} - X_{Ai}}{-r_{AF}} \right)$$

همیشه مقدار در راکتور پیوسته اگر  $X_{Ai} \neq 0$  باشد:

$$PFR \Rightarrow \frac{dV}{F_{A0}} = \int_{X_{Ai}}^{X_{AF}} \frac{dX_A}{-r_A}$$

به هم بستن سری چند راکتور پیوسته



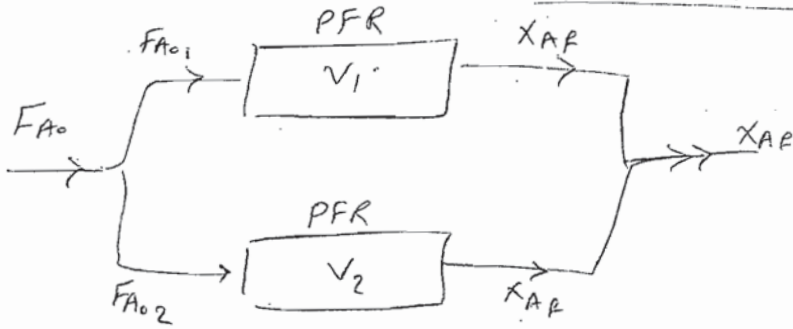
$$\frac{V_1}{F_{A0}} = \int_{X_{A0}}^{X_{A1}} \frac{dX_A}{-r_A} \quad , \quad \frac{V_2}{F_{A0}} = \int_{X_{A1}}^{X_{A2}} \frac{dX_A}{-r_A}$$

$$\rightarrow \frac{V_1 + V_2}{F_{A0}} = \int_{X_{A0}}^{X_{A2}} \frac{dX_A}{-r_A} = \frac{V}{F_{A0}}$$

در این محله چند راکتور پیوسته در صورتی که هر یک مستقله باشد با عملکرد یک راکتور پیوسته در حجم مجموع اجماع آنجا است برابری



به هم بستن موازی دو راکتور پلاگ PFR



$$\frac{V_1}{FA_{01}} = \int_{X_{A0}}^{X_{AP}} \frac{dX_A}{-r_A}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{FA_{01}} = \frac{V_2}{FA_{02}} \Rightarrow$$

$$\frac{V_2}{FA_{02}} = \int_{X_{A0}}^{X_{AP}} \frac{dX_A}{-r_A}$$

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{FA_{01}}{FA_{02}}}$$

حولات باید به نسبت حجمی هم بستیم

حالاتی که راکتور پلاگ با مجموع اعداد برابرند

$$\frac{V}{FA_0} = \frac{V_1 + V_2}{FA_{01} + FA_{02}} = \int_{X_{A0}}^{X_{AP}} \frac{dX_A}{-r_A}$$

این عمل در دو راکتور پلاگ موازی یا سری در مجموع برابر با یک راکتور پلاگ با مجموع اعداد به شرط آنکه اعداد موازی به نسبتین یکدیگر باشند.

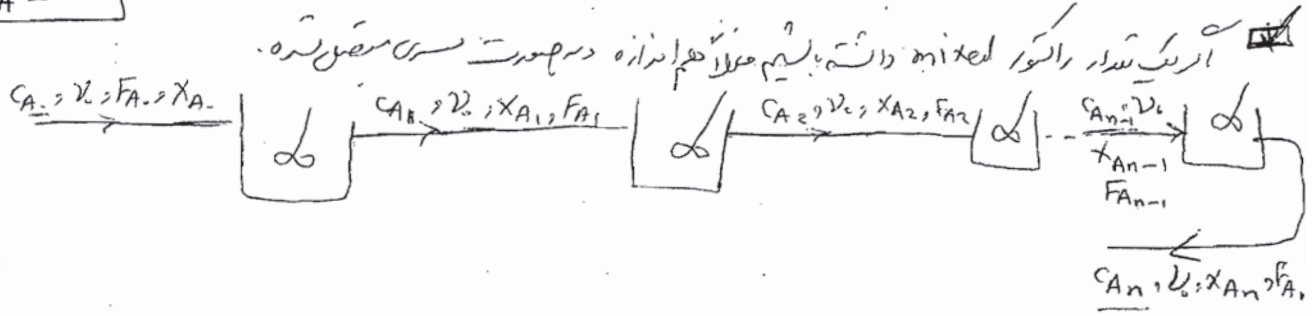
\* این عملاً به هم بستن سری یا موازی راکتورهای پلاگ هیچ سودی ندارد.

\* به هم بستن راکتورهای mixed

عملاً تا هیچگاه آنرا موازی نمی‌کنیم. اولاً اینده در جداسازی نیست است و در ضمن عملکرد راکتور mixed بدتر است پس دوباره ضرر می‌کنیم. (خلطت تلافت داده ایم از ورودی خروجی)

اما اگر سری به هم بستیم به صورت پدیده ای می‌شود و به سمت plug می‌گردد پس بهتر است.

$\epsilon_A = 0$



این تبدیل در سریه mixed flow در حقیقت بسیار جابجایی است. چون در این مخزن ناصیه های برابری وجود دارد یا اینکه به بیرون by pass (extrem short setting) یا short setting این حالت در حقیقت mixed flow یک مدل هستند مثلاً ما می توانیم مخزن ها را با هم ترکیب کنیم این تبدیل mixed flow است در حقیقت همان است که n برابر با plug flow می شود. اگر  $n = \infty$  باشد برابر با mixed flow است. این با در حقیقت یک طرفه است نه دو طرفه و می توانیم مخزن ها را n سریه mixed flow است. راکتور mixed flow حالت ایده آل است و همین بزرگترین قابل عملی بودن آن است.

حالت  $X_{An}$  محاسبه می شود

mixed flow reactor  $\rightarrow \frac{V}{F_{A0}} = \frac{\tau}{C_{A0}} = \frac{X_{AF} - X_{A0}}{-r_{AF}}$

$\epsilon_A = 0 \Rightarrow \tau = \frac{C_{A0} - C_{AF}}{-r_{AF}}$

راکتور نام  $\rightarrow \tau_i = \frac{C_{Ai-1} - C_{Ai}}{-r_{Ai}}$

حالت  $\tau = \tau_i$  چون راکتور نام هم اندازه زود می شود

دانش در جدول



$-r_{Ai} = k C_{Ai}$

$\rightarrow \tau_i = \frac{C_{Ai-1} - C_{Ai}}{k C_{Ai}}$

$k \tau_i C_{Ai} = C_{Ai-1} - C_{Ai} \rightarrow C_{Ai} (k \tau_i + 1) = C_{Ai-1}$

~~$C_{Ai} = \frac{C_{Ai-1}}{k \tau_i + 1}$~~

$\frac{C_{Ai}}{C_{Ai-1}} = \frac{1}{k \tau_i + 1}$

$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_i = \tau_n$

$i=1$  reactor  $\rightarrow \frac{C_{A0}}{C_{A1}} = (1 + K\tau_i)$   
 $i=2$  reactor  $\rightarrow \frac{C_{A1}}{C_{A2}} = (1 + K\tau_i)$   
 $\vdots$   
 $i=n$  reactor  $\rightarrow \frac{C_{A_{n-1}}}{C_{A_n}} = (1 + K\tau_i)$

$\rightarrow \frac{C_{A0}}{C_{A_n}} = (1 + K\tau_i)^n$

بواسطه مقایسه با راکتورهای  $n$  سریال

$\left(\frac{C_{A0}}{C_{A_n}}\right)^{1/n} = 1 + K\tau_i \rightarrow \tau_i = \frac{1}{K} \left[ \left(\frac{C_{A0}}{C_{A_n}}\right)^{1/n} - 1 \right]$

$\tau_i$  ←  $n$  سریال راکتورهای mixed است. مستقیماً از خواص  $n$  mixed flow راکتور استخراج می‌شود.  
 از آنجا که  $n$  برابر است. ←  $n\tau_i$  ←  $n$  سریال راکتورهای mixed flow است.

$n\tau_i = \frac{n}{K} \left[ \left(\frac{C_{A0}}{C_{A_n}}\right)^{1/n} - 1 \right]$  (1)

کل  $n$  راکتورهای  $n$  سریال با این  $n$  با هم معادل یک راکتور mixed است.

plug flow reactor  
 والس راکتورهای سریال

$\sum_{C_{A0}}^{X_{AP}} = \int_0^{X_{AP}} \frac{dX_A}{-r_A} \rightarrow \tau_p = \int_{C_{AP}}^{C_{A0}} \frac{dC_A}{-r_A}$

راکتورهای سریال

$\tau_p = \int_{C_{AP}}^{C_{A0}} \frac{dC_A}{K C_A} \rightarrow \tau_p = \frac{1}{K} \ln \frac{C_{A0}}{C_{AP}}$  (2)

راکتورهای سریال (راکتورهای سریال)

batch  $\frac{C_A}{C_{A0}} = e^{-kt}$

حال مقایسه کنیم ← راکتورهای سریال تبدیل می‌شوند.  
 مقایسه تبدیل راکتورهای سریال



$$\left\{ \begin{aligned} \tau_{N,m} &= N \tau_i = \frac{N}{K} \left[ \left( \frac{C_{A0}}{C_{AN}} \right)^{1/N} - 1 \right] \\ \tau_p &= \frac{1}{K} \ln \frac{C_{A0}}{C_{AN}} = \tau_{\infty,m} \end{aligned} \right.$$

اگر  $N$  بی نهایت میل کند  $\tau_{N,m}$  به  $\tau_p$  میل کند

$\tau_{\infty,m} = \infty \times 0$  مبهم

برای انجام  $N = 1/T \rightarrow \tau_{N,m} = \frac{(C_{A0}/C_{AN})^T - 1}{KT} = \frac{0}{0}$  مبهم

$N \rightarrow \infty / T \rightarrow 0$   $T \rightarrow 0$

تقریباً  $\tau_{\infty,m} = \lim_{T \rightarrow 0} \frac{(C_{A0}/C_{AN})^T \ln(C_{A0}/C_{AN})}{KT} = \frac{1}{K} \ln(C_{A0}/C_{AN}) = \tau_p$

$\rightarrow \tau_p = \tau_{\infty,m} = \frac{1}{K} \ln \left( \frac{C_{A0}}{C_{AN}} \right)$  ✓

• با این می توان بین پیچیدگی راکتورهای mixed داریم که حجم آن صاف است چون  $N \rightarrow \infty$  دارد حجم بی نهایت صاف دارد. (اگر حجم بی نهایت صاف است که ح بی نهایت است) (عدد  $\infty \times 0 = 0$ )  
 که وقت  $N$  زیاد شود مدل بی نهایت پلاگ دارد و عملکردها بهتر شود.  
 و عملکرد  $N$  راکتور mixed - اینها در عملکرد راکتور صاف می شود. (نسبت حجم در آن است).  
 مجموع اجزاء این پیچیدگی راکتور برابر حجم یک راکتور پلاگ است. پس حجم راکتورهای mixed برابر است.

$$\frac{(1)}{(2)} = E = \frac{\tau_{N,m}}{\tau_p} = \frac{(V_{N,m} C_{A0} / F_{A0})_m}{(V_p C_{A0} / F_{A0})_p} = \frac{V_{N,m}}{V_p} = \frac{N \left[ \left( \frac{C_{A0}}{C_{AN}} \right)^{1/N} - 1 \right]}{\ln \left( \frac{C_{A0}}{C_{AN}} \right)}$$

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

$$C_{AN} = C_{A0} (1 - X_{AN}) \rightarrow 1 - X_{AN} = \frac{C_{AN}}{C_{A0}}$$

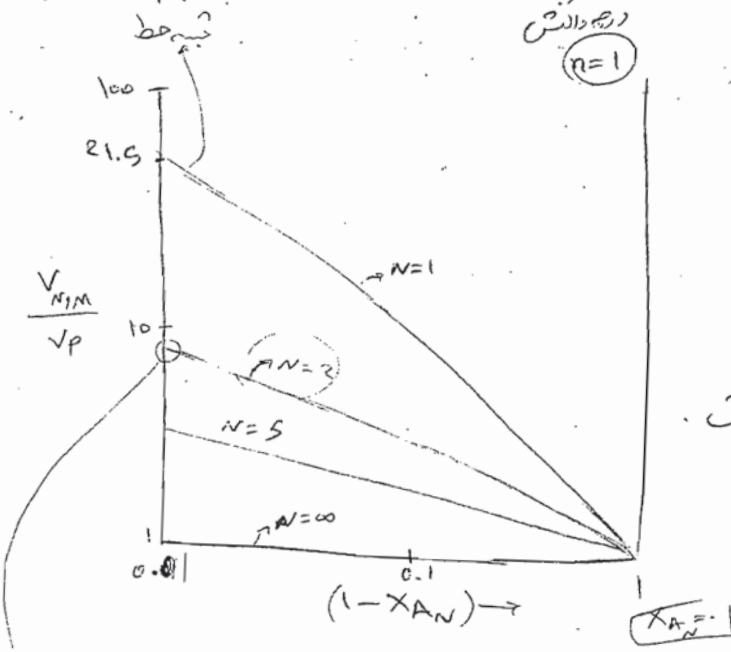
حال  $N$  را عددی مختلف می گذاریم و باید نمودار  $\frac{C_{A0}}{C_{AN}}$  را رسم کنیم.

مثلاً در  $N=1$  این نمودار انجام دهیم. نمودار را می کشیم و نسبت آن را رسم می کنیم.

و حال نمودار رسم می کنیم.



۱۵۱



این نمودار در حجب و تماس است.  
 مایه‌های در بین ۰.۵ و ۱، عدد ۰.۵ است.

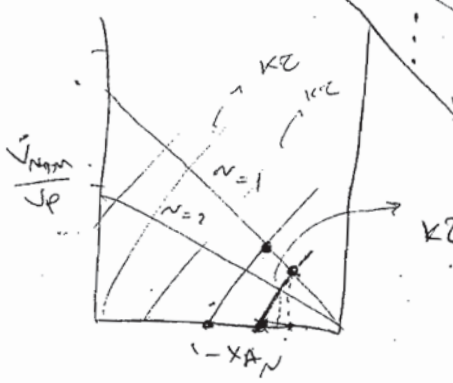
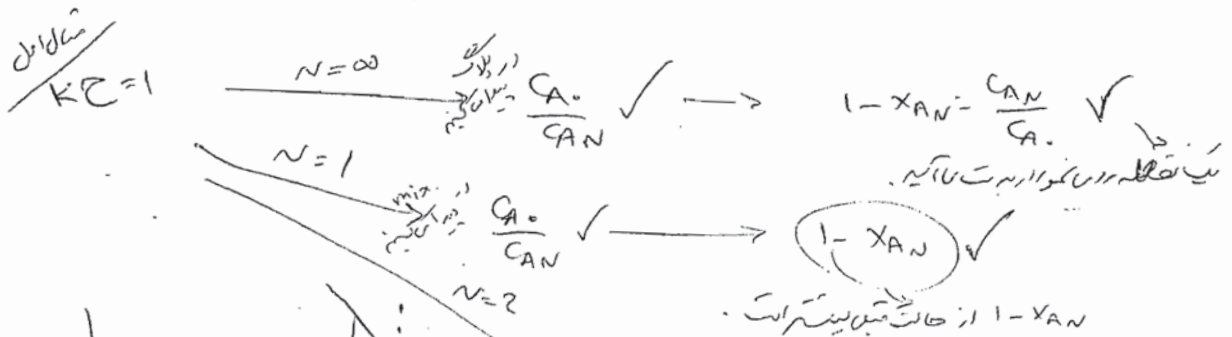
$N=1 \rightarrow X_{A,N} = 0.99 \rightarrow \frac{V_{N,m}}{V_p} = 21.5$

✓ حجم دارد کوچک می‌شود اما در محلول مورد تقاضا می‌ماند پس کمتر شده  
 بجز در محلول در آنجا نه‌ایان می‌شود که حجم کوچکتر می‌شود در یک درصد اکسیژن ثابت  
 $N=2$  حجم کمتر می‌شود چون افتلات  $N=1$  زیاد است. در حجب است.  
 به علاوه هر چه در مایه‌ها بیشتر می‌شود حجم کمتر می‌شود.  
 ✓ مقایسه تبدیل و زمان که مجموع حجم را اندر می‌آورد با حجم یک راکتور Plug برابر است.  
 اگر  $N$  را اندر می‌کنیم محاسبه با راکتور پلاگ می‌تواند. تبدیلش نسبت به راکتور پلاگ برابر است.

$\tau = \tau_{N,m} = \tau_p = dt_e$

یک در طولی که هم از برای  $\tau_{N,m}$  و  $\tau_p$

$k\tau = k\tau_{N,m}, k\tau_p = dt_e$



با  $\tau$  ثابت خط  $k\tau = 1$  است  
 حال اگر  $k\tau = 2$  ، ... باز هم خطوطی در دسترس داریم

که صد با رسم این نمودار با متراکم به واسطه  $X_{AN}$  تا با از اول نمودار نیست از رسم  
 مثلا اگر  $N=5$  باشد حجم محکم با از وسط  $K$  معلوم شده و از آنجا با قطع کردن  
 $K$  با  $N$  و استدار به پایین  $1-X_{AN}$  و از آنجا  $X_{AN}$

که صرفه نادر mixed flow را نتواند بدست آورد. به نسبت محکم در هر یک از این دو حالت  $\frac{V_{N,M}}{V_P}$  نسبت  
 یک به یک است.

علاوه بر این  $n=2$

$$\tau_i = \frac{C_{Ai-1} - C_{Ai}}{K C_{Ai}^2}$$

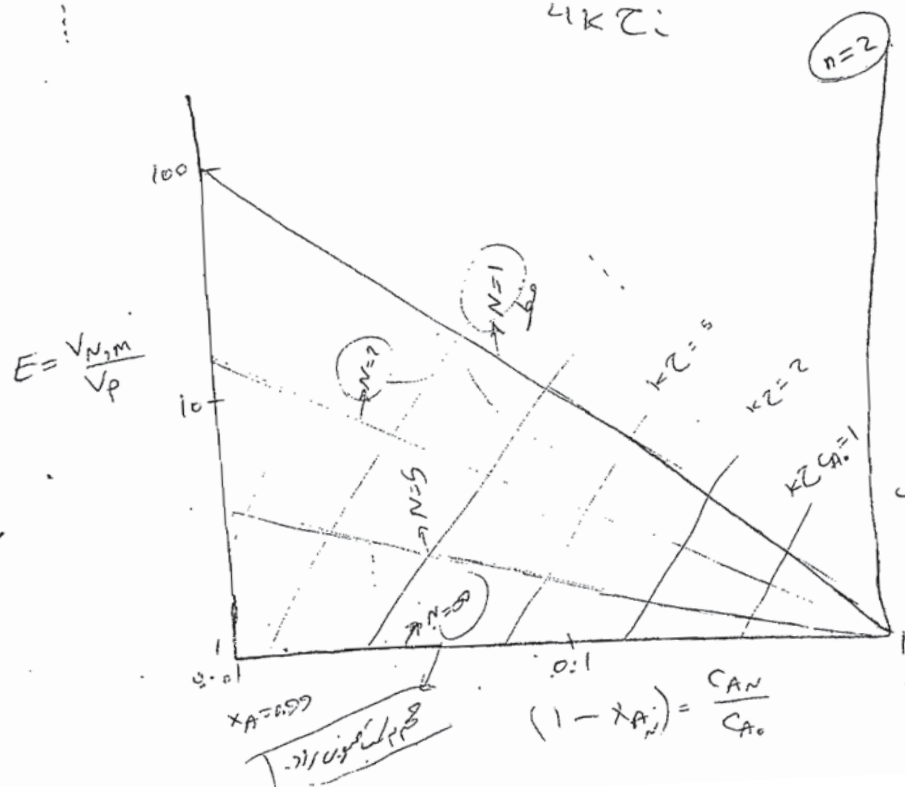
$$K \tau_i C_{Ai}^2 = C_{Ai-1} - C_{Ai} \rightarrow K \tau_i C_{Ai}^2 + C_{Ai} - C_{Ai-1} = 0$$

$$\rightarrow C_{Ai} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4K \tau_i C_{Ai-1}}}{2K \tau_i}$$

$$N=1 \rightarrow C_{A1} = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4K \tau_1 C_{A0}}}{2K \tau_1}$$

$$N=2 \rightarrow C_{A2} = \frac{-2 + 2\sqrt{-1 + 2\sqrt{1 + 4K \tau_1 C_{A0}}}}{4K \tau_2}$$

$$N=3 \rightarrow C_{A3} = \frac{-2 + 2\sqrt{-1 + 2\sqrt{-1 + 2\sqrt{1 + 4K \tau_1 C_{A0}}}}}{4K \tau_3}$$



در هر یک از این حالتها  
 و در  $X_{AN}$  عدد در رسم  
 و با استدار به پایین  
 نسبت به یک به یک است.

مثلا در اینجا با رسم  $K \tau$  با از وسط  
 mixed flow یک را نتواند بدست آورد  
 و محکم در هر یک از این دو حالت

$X_A = 0.99$   
 $(1 - X_{A_i}) = \frac{C_{AN}}{C_{A0}}$

که محلول plug برای فاز گاز به کار برود  
 mixed برای فاز مایع به کار برود ← در صورتی که اینطور نیست

افزایش  $N$  مجموع التورهای عمیق می کند به سمت راست در پلات  
 در این نمودار حجمی مقایسه شده با تبدیل یک حالت برای مقایسه تبدیل به نا همگرا شدن نیاز به خطوط موازی است  
 بین خطوط  $C_{A0} X_A = K$  داریم که می بینیم  $C_{A0} = 1$  ،  $C_{A0} X_A = 2$  ، ...

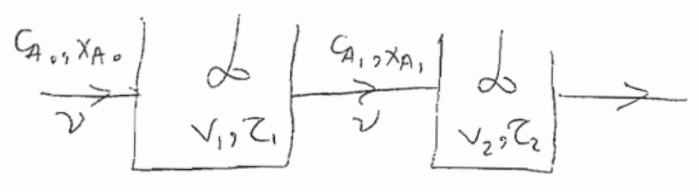
در حین رانندگی التور mixed flow اندازه در آنست که می بینیم من خواهم بدانیم تبدیل در چه صورت است؟

در اندازه معادله محموله  $C_{A0} X_A$  به کار می بریم و چون  $X_A$  مایع است  

$$r_i = \frac{C_{A_{i-1}} - C_{A_i}}{-\tau_i}$$

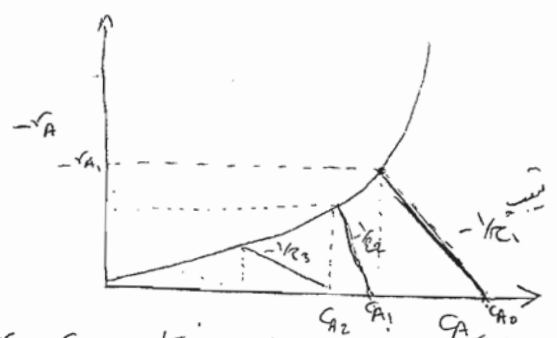
اما در صورتی که در استوار از روش هندسی صورت است

برای حل مسأله لا تابت به کار می آید  
 حجم مخزن ثابت



$$\frac{1}{\tau_i} = \frac{-r_i}{C_{A_{i-1}} - C_{A_i}} \rightarrow \frac{1}{\tau_i} = \frac{-r_i}{C_{A_i} - C_{A_{i-1}}} \rightarrow \frac{1}{\tau_i} = \frac{-r_i - 0}{C_{A_i} - C_{A_{i-1}}}$$

نمودار  $-r_A$  -  $C_A$  داریم که می بینیم



در التور اول  $\frac{1}{\tau_1} = \frac{-r_{A1} - 0}{C_{A1} - C_{A0}}$

حال اگر فقط  $C_{A0}$  داریم که می بینیم در نقطه  $C_{A1}$  در نقطه  $C_{A1}$  -  $r_{A1}$  قطع

و بعد از آن  $C_{A1}$  خط موازی است  $\frac{1}{\tau_2} = \frac{-r_{A2} - 0}{C_{A2} - C_{A1}}$  داریم که می بینیم  $C_{A2}$  و  $-r_{A2}$  را می آید

در این صورت اگر به موازی موازی می شود  
 به این روش، روش هندسی در تعیین حجم (که البته چیزی جز روش جبر نیست)

$\epsilon = 0$

در التور هم اندازه باشد خطوط موازی می شود

در شکل  $-r_A$  -  $C_A$  چون تقعر به سمت بالا است -  $\epsilon > 0$  است  
 اگر تقعر پایین بود  $\epsilon < 0$  است - البته این روش بالا برای همه حالات صادق است

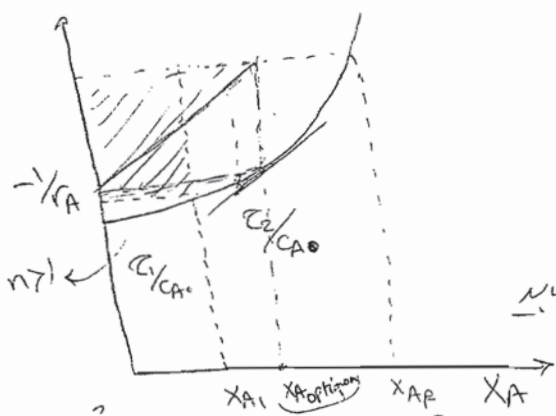
$-r_A = k C_A^n \rightarrow \frac{d(-r_A)}{dC_A} = n k C_A^{n-1}$   $n > 0$  ✓

$\frac{d^2(-r_A)}{dC_A^2} = k n(n-1) C_A^{n-2} \rightarrow n > 1$  ✓  
 تعقیر است بالا و محدب است یعنی  $\frac{1}{-r_A}$   $X_A$  هم همین طور است ✓

تعقیر است پایین  $n < 1$   $\rightarrow$   $n < 1$  و اگر  $n < 1$

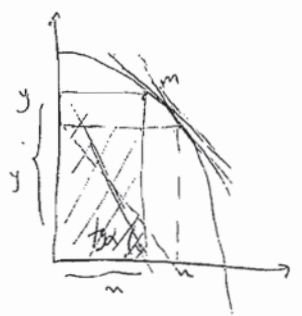
اگر در این صورت در هر این حالات همان است فقط باید  $X_{A=0}$  یعنی هم مخصوص ثابت باشد

\* \* \* حال متغیر است که تغییر می کند و ما اندازه را انتخاب می کنیم که محسوس کنیم باشد.



این در متغیر با هم ارتباط دارد. برای اینکه حجم با هم باشد min باشد. پس باید در متغیر نصف min باشد پس در متغیر نگاه max باشد.

در حقیقت ما خواهم کنیم تغییر می کند. بین تغییر می کند optimum باشد.



$S = y \cdot x$   
 $ds = 0$   
 $n dy + y dx = 0$   
 $\rightarrow \frac{dy}{dx} = -\frac{y}{n}$

این نقطه M با هم جای باشد.

که قطر متغیر با هم است یعنی  $\max$  (که در سطح متغیر است).

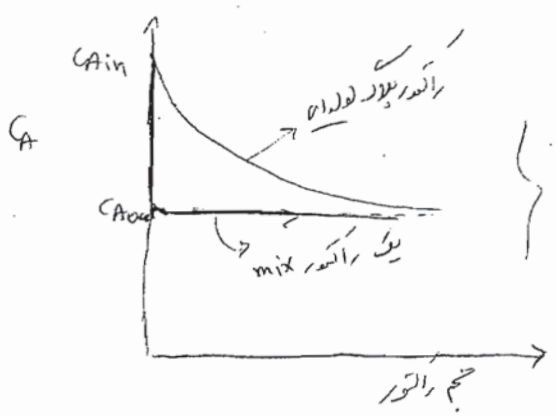
وقتی  $X_{Aoptimum}$  است آهسته هم حجم را کم کرد اول و هم حجم را کم کرد دوم است. حال حجم ثابت آمده هم  $\min$  است.

\* البته همان این در این قابل مشاهده است که راکتور کوچکتر اول قرار بگیرد و بعد راکتور بزرگتر. (در حالت  $n > 1$  و تعقیر است بالا)

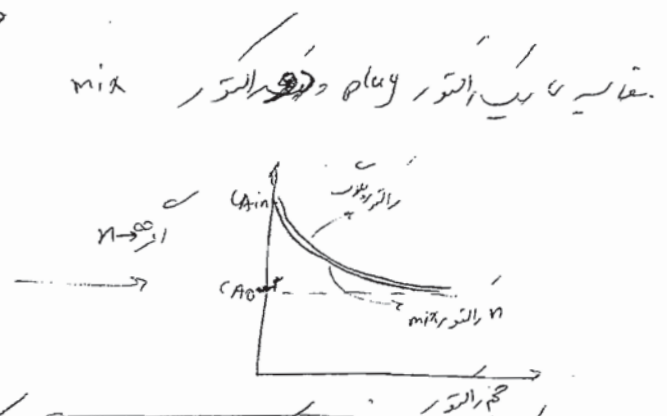
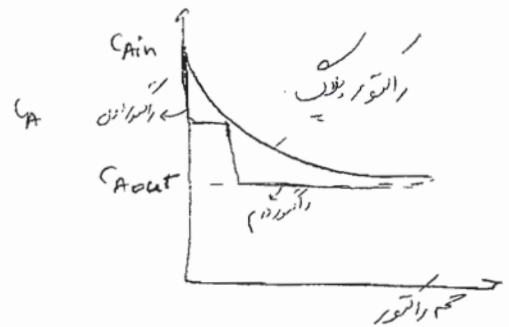
اگر  $n = 1$   $\rightarrow$  راکتورهای تقریباً هم اندازه می باشد.  
 اگر  $n < 1$   $\rightarrow$  راکتور بزرگتر اول و بعد راکتور کوچکتر.



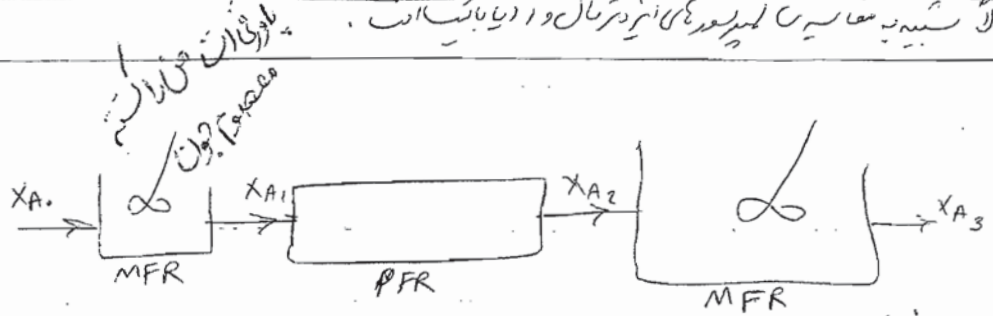
این نکته را فراموش نکنیم اگر  $n$  راکتور mix داشته باشیم و  $n$  به سمت بی نهایت میل کند راکتورهای بین ما تبدیل به یک راکتور پلاگ می شود.



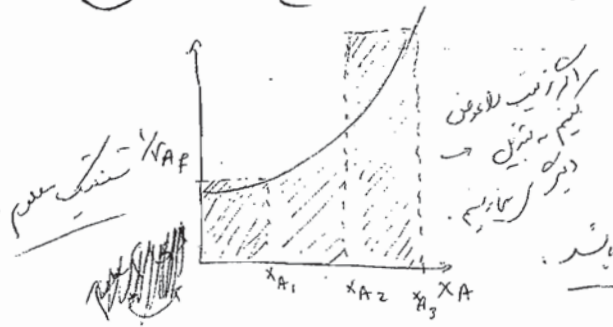
مقایسه یک راکتور plug و یک راکتور mix  
تغییر غلظت بین دو راکتور با همبستگی یکدیگر ندارد.



این نمودارها نشان می دهد که مقایسه یک راکتور با  $n$  راکتور میسر است و این را ثابت است.



با ترتیب بعضی ردن آنرا اگر اجماع معلوم باشد چه توان به تبدیل بالاتر رسید.  
در ترتیب دیگر معلوم باشد چه توان با طیف ردن ترتیب این راکتورهای می توان به مجموع اجماع خود رسید.



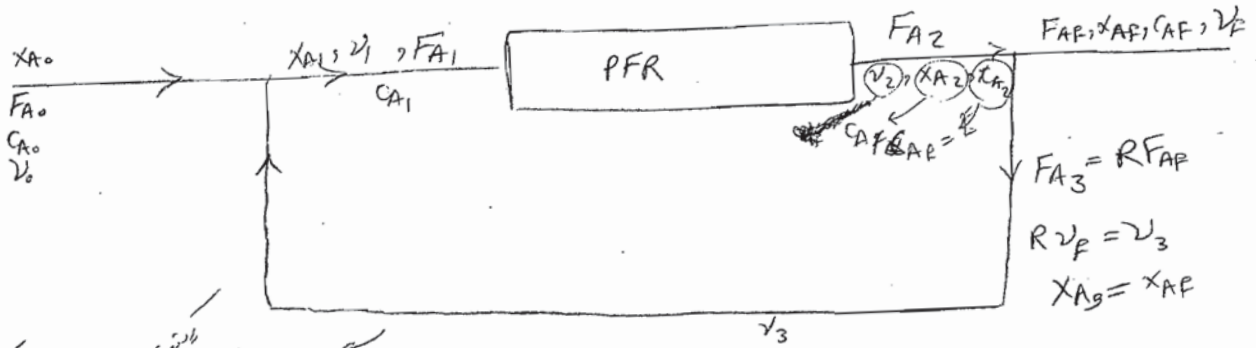
توان عملیاتی: مقدار ماده A  
در  $n$  راکتور: باید صورت عملی را در نظر بگیرید و محاسبات را انجام دهید.  
مقایسه اول راکتور plug و راکتور همبستگی یکدیگر ندارد.

به mix کوچک و به mix بزرگ  
در آنجا که به ترتیب یکدیگر  
مقدار ماده A



$\epsilon \neq 0$

در پلاگ فلو راکتور، در صورتی که  $A \rightarrow R$  است، در صورتی که  $A+R \rightarrow R+R$  است، آنگاه نتیجه می‌گیریم...



$R = \frac{\text{مجموع سیال برگشت داده شده (در زمان واحد)}}{\text{مجموع سیال خروجی از سیستم (خروجی واحد)}}$

این مسئله در حالتی که  $A \rightarrow R$  است، این حالت را می‌توانیم در باره سیال حالت خاص (مثلاً) آنجا تألیف کنیم. و این در حالت SSSF است.

Ricyle plug reactor? در حقیقت در این برگشت یک یک (آر فید بک) داریم (آر فید بک) (آر فید بک) (آر فید بک)

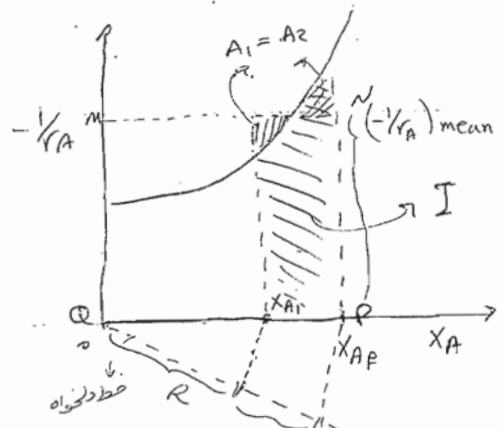
هدف پیدا کردن معادله عملکرد این راکتور Ricyle plug reactor است. در این حالت هم در حقیقت یک مدل است و R پارامتر این مدل است. اگر  $R=0$  پلاگ فلو می‌شود و اگر  $R \rightarrow \infty$  mixed flow راکتور می‌شود. (مدل سیال لایه لایه را می‌توانیم با مدل هم‌فراوانی خود)

- در راکتورهای نسبت سرم  $n = \infty$  معادل  $R=0$  اینجاب است.
- در راکتورهای  $n = 1$  معادل  $R = \infty$  اینجاب است.
- یک راکتور واقعی نه  $n$  است نه  $R$  است. پس اگر از مدل نسبت سرم استفاده کنیم  $1 < n < \infty$  و اگر از مدل  $R$  استفاده کنیم  $0 < R < \infty$ .
- اگر  $R$  به اندازه کافی کوچک باشد مانند این است که همه اندازه‌ها را در نظر بگیریم و باز هم معادله آن  $n$  یک ترکیب بود هم از نوع معادله آن  $n$  و mixed می‌شود.



$$\frac{V}{F_{A0}} = (R+1) \int_{x_{A1}}^{x_{AF}} \frac{dx_A}{-r_A}$$

$x_{A1} = \frac{R}{R+1} x_{AF}$



از این معادله: از معادله  $x_{AF}$  به نسبت  $\frac{R}{R+1}$  نسبت بگیریم.

(2)  $\frac{V}{F_{A0}} = (R+1) \times I \Rightarrow I = \int_{\frac{R}{R+1} x_{AF}}^{x_{AF}} \frac{dx_A}{-r_A}$

$x_{A1} = \frac{R}{R+1} x_{AF}$

اگر  $A_2 = A_1$  باشد  $\left(\frac{1}{-r_A}\right)_{mean}$  برابری است

$$\left(\frac{1}{-r_A}\right)_{mean} = \frac{\int_{x_{A1}}^{x_{AF}} \frac{dx_A}{-r_A}}{\int_{x_{A1}}^{x_{AF}} dx_A} = \frac{I}{x_{AF} - x_{A1}}$$

$$\rightarrow I = \left(\frac{1}{-r_A}\right)_{mean} \times (x_{AF} - x_{A1})$$

$$x_{AF} - x_{A1} = x_{AF} - \frac{R}{R+1} x_{AF} = \frac{x_{AF}}{R+1}$$

$$\rightarrow I = \left(\frac{1}{-r_A}\right)_{mean} \frac{x_{AF}}{R+1} \quad \text{میانگین}$$

$$\frac{\tau_R}{CA_0} = \frac{V_R}{F_{A0}} = \left(\frac{1}{-r_{AF, mean}}\right) \times x_{AF}$$

$$S_{MNPQ} = \frac{V_R}{F_{A0}}$$

اگر  $R=0$  باشد  $x_{A1} = 0$  شود  $\frac{V_R}{F_{A0}} = S$  همان اندرال صفتی است  
 اگر  $R \rightarrow \infty$  باشد  $x_{AF} = x_{A1}$  شود  $\frac{V_R}{F_{A0}} = S_{MNPQ}$  که برابر با جواب صفتی صفتی است.  
 در صفتی رفع انجام شد

چون این اندرال، متوسط بود پس وقت صفتی را میگیریم  
 آن برابر باشد چرا. اندرال خود تابع  $\frac{V_R}{F_{A0}}$

در فرض صفتی  $(x_{A1}, x_{AF}) = R = (x_{A1}, x_{AF})$  باشد. بازه صفتی  $\frac{V_R}{F_{A0}}$  بین از صفتی  
 به دست می آید و این مانند صفتی کار در مجاری که از نوسان دلاسیون در هر دو نیمه است

تأیید حال همه فرض بر این بود  $E_A \neq 0$  است.

\*\*\* اگر  $E_A = 0$  باشد \*\*\*

حالت  $E_A = 0$

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

$$dC_A = -C_{A0} dX_A$$

$$\frac{V_R}{F_{A0}} = (R+1) \int_{C_{A0}}^{C_{AF}} \frac{dC_A}{-C_A} \rightarrow$$

$$C_A = C_{A0} (1 - \frac{R}{R+1} X_{AF})$$

$$C_A = C_{A0} \left( \frac{R+1 - R X_{AF}}{R+1} \right)$$

$$X_{AF} = 1 - \frac{C_{AF}}{C_{A0}}$$

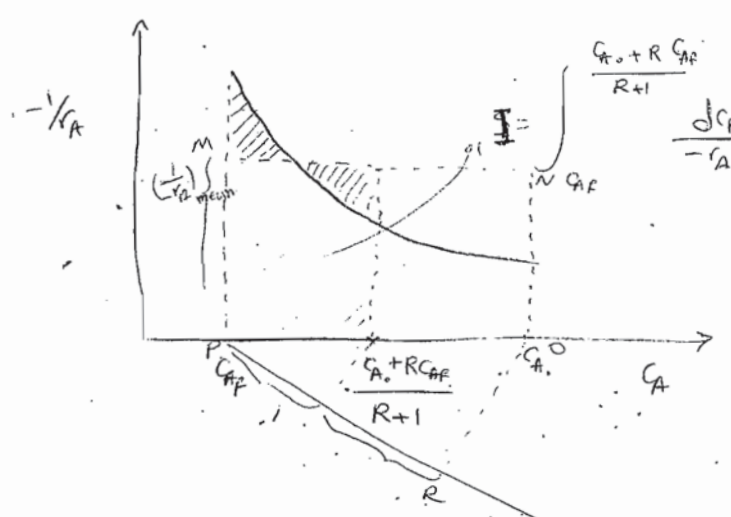
$$C_A = C_{A0} \left( \frac{R+1 - R + R \frac{C_{AF}}{C_{A0}}}{R+1} \right) \rightarrow C_A = C_{A0} \left( \frac{1 + R \frac{C_{AF}}{C_{A0}}}{R+1} \right) \rightarrow C_A = \frac{C_{A0} + R C_{AF}}{R+1}$$

$$\rightarrow \frac{V_R}{F_{A0}} = \frac{\tau_R}{C_{A0}} = \frac{R+1}{C_{A0}} \int_{C_{AF}}^{\frac{C_{A0} + R C_{AF}}{R+1}} \frac{dC_A}{-C_A} \rightarrow$$

$$\rightarrow \tau_R = (R+1) \int_{C_{AF}}^{\frac{C_{A0} + R C_{AF}}{R+1}} \frac{dC_A}{-C_A}$$

در حالت plug, mix درست است

\*\*\* تکرار حدس: \*\*\*



$$\rightarrow \tau_R = (R+1) I$$

$$\frac{C_{A_0} + R C_{AF}}{R+1} - C_{AF} = \frac{C_{A_0} - C_{AF}}{R+1} \rightarrow \frac{C_{A_0} - C_{AF}}{C_{A_0} - C_{AF}} = \frac{1}{R+1}$$

این نقطه  $\frac{C_{A_0} + R C_{AF}}{R+1}$  به  $\frac{1}{R+1}$  فاصله دارد با  $C_{AF}$

با  $R$  این در نقطه  $C_{AF}$  فاصله دارد.

در ضمن  $\int$  تعویض شود

$$I = \int_{C_{AF}}^{\frac{C_{A_0} + R C_{AF}}{R+1}} \frac{dC_A}{-r_A} = \left( \frac{1}{-r_A} \right)_{\text{mean}} \left( \frac{C_{A_0} - C_{AF}}{R+1} \right) \rightarrow$$

$$\frac{V_R}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = \left( \frac{1}{-r_A} \right)_{\text{mean}} (C_{A_0} - C_{AF}) = \sum_{MNOF}$$

در  $R=0$  مستطین  $\left( \frac{1}{-r_A} \right)_{\text{mean}}$   $\leftarrow$   $\frac{V_R}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = \sum_{MNOF}$   $\leftarrow$   $\frac{V_R}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = \sum_{MNOF}$

در  $R=\infty$   $\leftarrow$   $\frac{V_R}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = \sum_{MNOF}$   $\leftarrow$   $\frac{V_R}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = \sum_{MNOF}$

در فرض معلق مثل بین فاصله اولی و  $R$  و فاصله  $R$  فرض کنیم بار هم همین نتیجه داریم

فصلنامه از بحث گذشته:

$$\epsilon_A = 0 \quad C_R = (R+1) \int_{C_{AF}}^{\frac{C_{A_0} + R C_{AF}}{R+1}} \frac{dC_A}{-r_A}$$

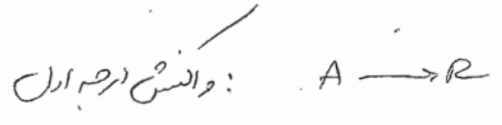
با توجه به نسبت داریم «حقیقت یک مثل جویا است» در  $R=0$  به معادل  $n=0$  است.  $R=\infty$  معادل  $n=1$  است.

mixed flow

بر دنبال این منحنی داریم که  $\frac{V_R}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = \sum_{MNOF}$  با  $R$  معین باید بتوانیم مقایسه کنیم

در اینجا ما این مقایسه را به  $\frac{V_R}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = \sum_{MNOF}$  نسبت مستقیم می دهیم اما این مقایسه ناممکن است.

مقایسهٔ رانج و التور (درجه ای) بار التور پلازما



$\epsilon_A = \infty$

$$K\tau_R = (R+1) \int_{C_{AF}}^{\frac{C_{A0} + RC_{AF}}{R+1}} \frac{dC_A}{C_A}$$

$$K\tau_R = (R+1) \ln \frac{C_{A0} + RC_{AF}}{C_{AF}(R+1)}$$

$$K\tau_R = (R+1) \ln \frac{1 + R \frac{C_{AF}}{C_{A0}}}{(R+1) \frac{C_{AF}}{C_{A0}}}, \quad \frac{C_{AF}}{C_{A0}} = 1 - X_{AF}$$

در  $R=0$  به تبدیل  $K\tau_R$  پلازما برسیم: ←

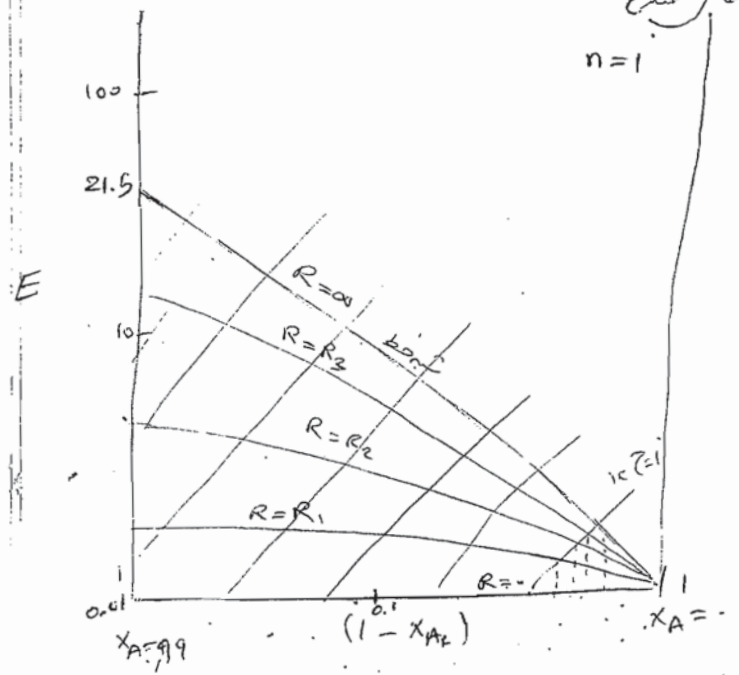
$R=0 \rightarrow K\tau_R = \ln \frac{C_{A0}}{C_{AF}}$  → محاسبهٔ  $K\tau_R$  که در صورت واکنش درجه ای  $K\tau_R$  پلازما حاصل می‌شود.

در  $K\tau_R$  و  $K\tau_P$  تقسیم کنیم تا هم  $E$  به ازای تبدیل یک مقایسه کنیم:

$$E = \frac{K\tau_R}{K\tau_P} = \frac{\tau_R}{\tau_P} = \left( \frac{V_R}{V_P} \right) = \frac{(R+1) \ln \frac{1 + R \frac{C_{AF}}{C_{A0}}}{(R+1) \frac{C_{AF}}{C_{A0}}}}{\ln \frac{C_{A0}}{C_{AF}}}, \quad \frac{C_{AF}}{C_{A0}} = 1 - X_{AF}$$

اینه لازم به ذکر است (این مقایسه ای در هم زده)

در  $E$  درجه  $(1 - X_{AF})$  رسم کنیم  
درجه  $\log$  است. مانند مقایسهٔ مقیاس



حال به ازای  $R$  ثابت  $X_{AP}$  عدد صحیح،  $E$  عدد صحیح،  $N$  عدد صحیح.

از آن  $R = \infty$  به سمت  $N=1$  می رود. و به ترتیب است.

هر چه  $R$  کمتر شود،  $E$  بیشتر شود از آن جهت است.

حال به مقادیر  $E$  مختلف با  $N$  ثابت  $N$  عدد صحیح هر  $R$  را پیدا کنیم.

از  $R$  معلوم  $X$  معلوم  $E$  را مشخص کنیم و این  $E$  را در  $N$  قرار دهیم.

و با  $N$  عدد  $X$   $N$  را پیدا کنیم (چنین مقادیر  $R$  به ازای  $N$  است).

حال اگر  $X$  و  $E$  مقادیر صحیح باشند.

به  $K$  عدد صحیح و به ازای هر  $R$  یک تبدیل به دست می آید. در اینجا  $K$  ثابت است.

هر چه  $R$  بیشتر شود،  $K$  بیشتر می شود.

در اینجا  $K$  عدد صحیح است و  $R$  عدد صحیح.

والتس در صورت

$$\mathcal{Z}_R = (R+1) \int_{C_{AP}} \frac{C_{A_0} + R C_{AP}}{R+1} \frac{dC_A}{K C_A^2} \rightarrow$$

$$K \mathcal{Z}_R = (R+1) \left[ \frac{1}{C_{AP}} - \frac{R+1}{C_{A_0} + R C_{AP}} \right]$$

$$K \mathcal{Z}_R = (R+1) \left[ \frac{C_{A_0} + R C_{AP} - R C_{AP} - C_{AP}}{C_{AP} (C_{A_0} + R C_{AP})} \right] \rightarrow$$

$$K \mathcal{Z}_R = (R+1) \left[ \frac{C_{A_0} - C_{AP}}{C_{AP} (C_{A_0} + R C_{AP})} \right] \rightarrow K \mathcal{Z}_R = (R+1) \left[ \frac{1 - C_{AP}/C_{A_0}}{C_{AP} (1 + R C_{AP}/C_{A_0})} \right]$$

$$x_{C_{A_0}} \rightarrow \left\{ K \mathcal{Z}_R C_{A_0} = (R+1) \left[ \frac{1 - C_{AP}/C_{A_0}}{C_{AP} (1 - R C_{AP}/C_{A_0})} \right] \right\} \quad \text{و} \quad C_{AP}/C_{A_0} = 1 - X_{AP} \quad (1)$$



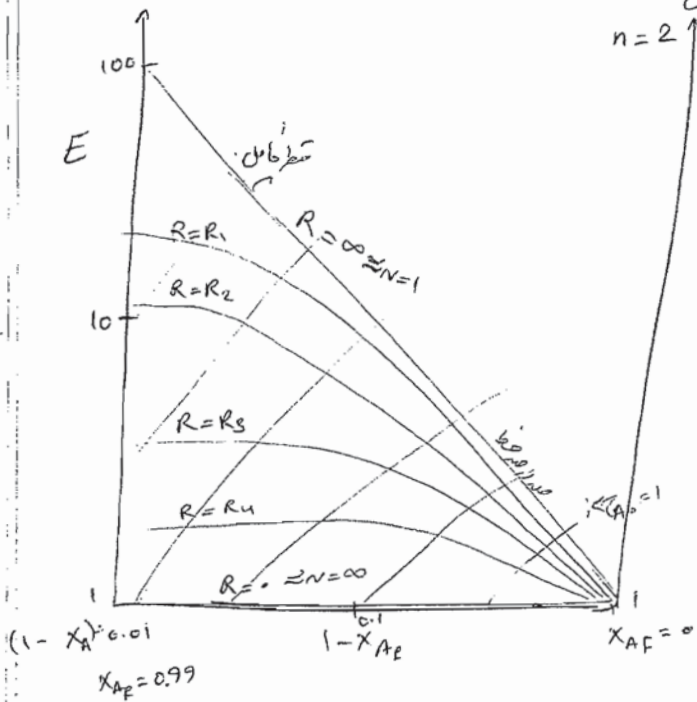
از  $R=0$  به  $k \cdot C_{AF}$  می‌رسیم

$$k \cdot C_{A0} = \frac{1 - C_{AF}/C_{A0}}{C_{AF}/C_{A0}} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow E = \frac{C_R}{C_F} = \frac{k \cdot C_{R0} \cdot C_{A0}}{k \cdot C_{F0} \cdot C_{A0}} = \frac{V_R}{V_F} = \frac{(R+1) \left[ \frac{1 - C_{AF}/C_{A0}}{C_{AF}/C_{A0} \cdot (1 + R(C_{AF}/C_{A0}))} \right]}{1 - C_{AF}/C_{A0}}$$

$C_{AF} = 1$

در این نمودار  $\log$  است.

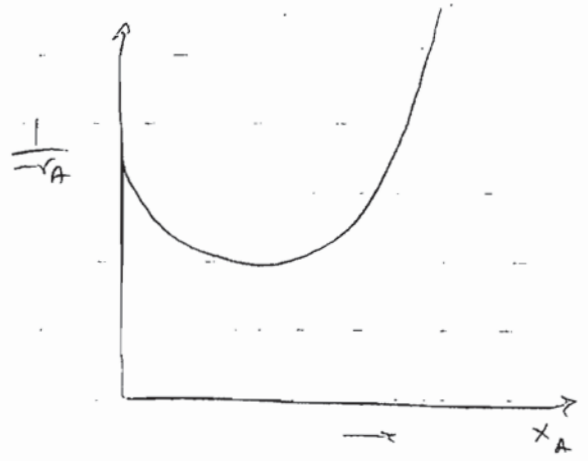
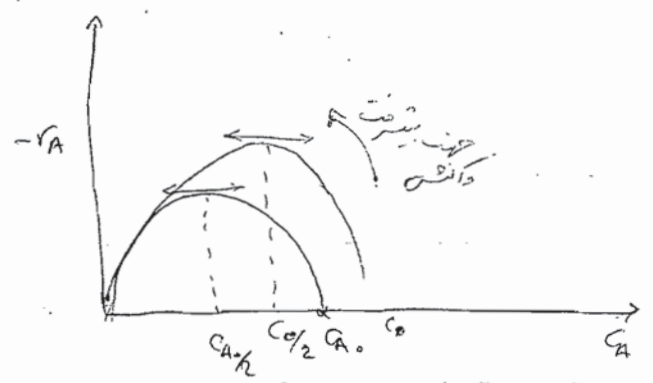
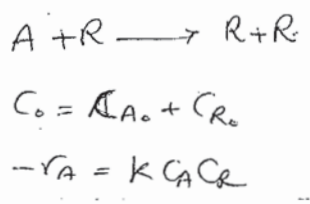


برای  $R$  ثابت به  $C_{AF}$  با اعداد مختلف  $E$  می‌توانیم رسید.

در حال انتقال به سمت  $R$  تغییرات در  $k \cdot C_{R0} \cdot C_{A0}$  عدد  $R$  را تغییر می‌دهد.  $E$  با تغییر  $R$  تغییر می‌کند.

صورتاً به عنوان یک معادله از  $R$  به دست می‌آید. برای یک  $k$  و  $C_{A0}$  ثابت،  $E$  از  $R$  حاصل می‌گردد.

واکنش اتوکاتالیتیک



در چنین واکنشی که واکنشگر و محصول یکسان است  
 انتخاب راکتور می تواند بر اساس اندازه بازه یا قدرتی که حاصل  
 راکتور اندازه تعیین کنیم. چون نوع راکتور استفاده کنیم.  
 پس نمودار  $\frac{1}{-r_A}$  بر حسب  $X_A$  مهم است. بعد  
 از این نمودار نمودار نمودار بر بلاک کعبه بود.  
 از این نمودار می توانیم بدیم می گیند بهتر بود.  
 در این جا می گیند که تبدیل مکانی حقیقی است. در کتر از تبدیل <sup>در نقطه min</sup> <sup>در نقطه min</sup> mixed بهتر است.  
 و در تبدیل چندین کتر از تبدیل <sup>در نقطه min</sup> <sup>در نقطه min</sup> plug بهتر است. در تبدیل یک حالت بی نهایت است.  
 یعنی یک کم بیشتر از تبدیل در نقطه  $\min$  بود از راکتور برگشته استفاده می کنیم.  
 اگر میخواهیم از دو راکتور استفاده کنیم بهتر است تا تبدیل نقطه  $\min$ . از راکتور mixed استفاده می کنیم.  
 و از آن به بعدش از راکتور بلاک استفاده می کنیم.  
 اقتصادترین کار این است که در ابتدای راکتور mixed بگذاریم تا تبدیل نقطه  $\min$  و از آن بعدش  
 از عملیات و استفاده کرده و خالص سازی کنیم. (در جمعیت ترکیب طراهم راکتور و محله و لوله)

اگر بایست رابطه برکت با استفاده کنیم این  $R$  بهینه است PPP  
 نسبت برکت optimum حقیقت است  
 این با استن تبدیل (کتابخانه می کند) ، انوار لظهور ظاهر می کنیم  $R$  optimum

$$\frac{V}{F_{A_0}} = \frac{\tau}{C_{A_0}} = (R+1) \int_{x_{A_1} = \frac{R}{R+1} x_{AF}}^{x_{AF}} \frac{dx_A}{-r_A} = \int_{x_{A_1} = \frac{R}{R+1} x_{AF}}^{x_{AF}} (R+1) \frac{dx_A}{-r_A}$$

نسبت  $R$  بهینه است  
 در صورتی که  $R$  بهینه است

$$F(R) = \int_{a(R)}^{b(R)} f(x, R) dx$$

$$\frac{dF}{dR} = \int_{a(R)}^{b(R)} \frac{\partial f}{\partial R} dx + f(b, R) \frac{\partial b}{\partial R} - f(a, R) \frac{\partial a}{\partial R}$$

$$f(x, R) dx = (R+1) \frac{dx_A}{-r_A}, \quad u = x_A$$

$$f(u, R) = \frac{R+1}{-r_A}$$

$$b = x_{AF}$$

$$a = \frac{R}{R+1} x_{AF}$$

$$\rightarrow \frac{\partial \left( \frac{\tau}{C_{A_0}} \right)}{\partial R} = 0$$

$$\frac{\partial \left( \frac{\tau}{C_{A_0}} \right)}{\partial R} = \int_{x_{A_1} = \frac{R}{R+1} x_{AF}}^{x_{AF}} \left( \frac{1}{-r_A} \right) dx_A + 0 - \frac{(R+1)}{-r_A} \times \frac{x_{AF}}{(R+1)^2} = 0$$

$$\rightarrow \int_{x_{A_1}}^{x_{AF}} \frac{dx_A}{-r_A} = \frac{1}{-r_A} \times \frac{x_{AF}}{(R+1)}$$

$$\frac{x_{AF}}{R+1} = x_{AF} - x_{A_1} = \int_{x_{A_1}}^{x_{AF}} dx_A$$

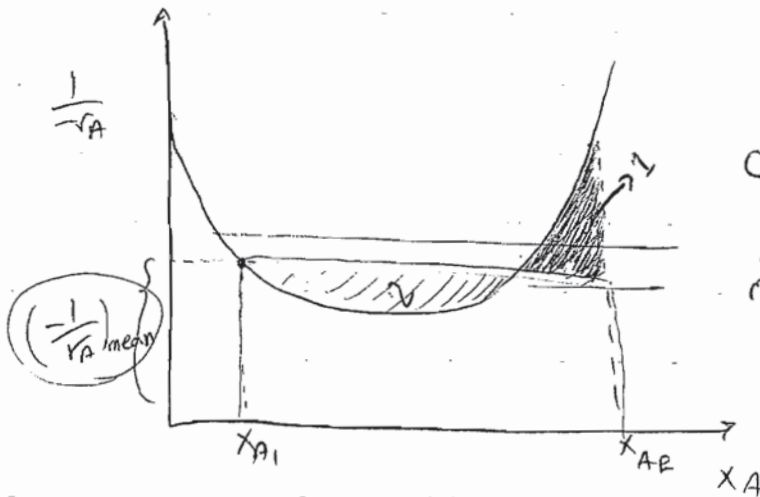
$$x_{AF} - x_{A_1} = x_{AF} - \left( \frac{R}{R+1} \right) x_{AF} = \frac{x_{AF}}{R+1}$$

$$\int_{X_{A1}}^{X_{AP}} \frac{dX_A}{-r_A} = \frac{1}{-r_A} \Big|_{X_{A1}}^{X_{AP}} \times \int_{X_{A1}}^{X_{AP}} dX_A$$

معادله

$$\frac{1}{-r_A} \Big|_{X_{A1} = \frac{R}{R+1X_{AP}}} = \frac{\int_{X_{A1}}^{X_{AP}} \frac{dX_A}{-r_A}}{\int_{X_{A1}}^{X_{AP}} dX_A}$$

در صورتی که  $R_{optimum}$  است و  $R$  است. آنجا که  $X_{A1}$  و  $X_{AP}$  در یک خط افقی قرار دارند.  $X_{A1} = \frac{R}{R+1X_{AP}}$  است.  $\left(\frac{1}{-r_A}\right)_{mean}$  میانگین است بین  $X_{AP}$  و  $X_{A1}$ .



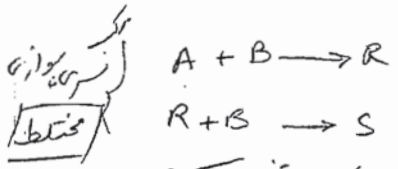
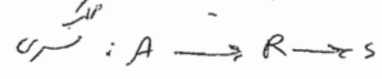
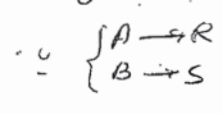
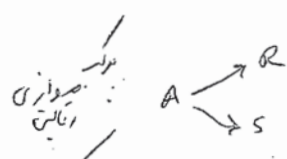
این سطح متوسطی که برابر سطح زیر منحنی باشد آن زمان  $\left(\frac{1}{-r_A}\right)_{mean}$  بدست می آید.  $R$  مورد نظر  $R_{optimum}$  است.

✓ یعنی هر  $R$  میباید از این انتخاب کنیم. حجم راکتور با برابر خواهد بود.  $R_{optimum}$  است.  $min$  حجم داریم برای راکتور بزرگترین.

عضل هفتم در هفتم

والکس مری مرکب

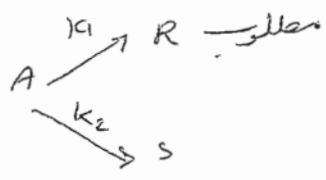
بر یک موازی فرایند



فرض اول به قوت خود باقی است فقط جایی  $(-r_A)$  از  $(-r_{A, overall})$  استفاده می‌کنیم.

اما یک سده هم وجود ما آید و آن توزیع محصول است. چون محولاً فقط یک از محصولات مهم است و مطلوب. مثلاً در واکنش  $A \rightarrow R$  و محصول مطلوب ما  $R$  باشد. باید واکنش را طوری طراحی کنیم که تولید  $R$  در اینجا است که ممکن است فاکتور اندازه را فدای فاکتور توزیع کنیم.

مسئله توزیع مناسب محصول  
در مواردی که توزیع مناسب محصول اندازه را بیشتر هم دهد.



با فرض  $E=0$  است. و دانایک  $(T=dc)$  در غیر آنجا نیست

چون دانایک است ما نمی‌توانیم با  $k_1$  و  $k_2$  بازی کنیم چون دانایک است. بنابراین تنها راه بازی با غلظت است.

$$\begin{aligned} \frac{r_R}{r_S} &= \frac{k_1 C_A^\alpha}{k_2 C_A^{\alpha'}} \\ \frac{r_R}{r_S} &= \frac{k_1}{k_2} C_A^{\alpha - \alpha'} \end{aligned}$$

چون میخواهیم محصول مطلوب بیشتر را داشته باشیم  
پس باید  $\frac{r_R}{r_S}$  را بزرگ کنیم.

$$\rightarrow \frac{r_R}{r_S} = \frac{k_1}{k_2} C_A^{\alpha - \alpha'}$$

(والکس مطلوب با درجه بیشتر دارد)  $\alpha > \alpha'$  یا  $\alpha - \alpha' > 0$  حالت اول

پس چون والکس مطلوب با درجه بیشتر دارد پس هر چه  $C_A$  بیشتر کنیم به نفع حالت اول است. پس کار می‌کنیم که تا آنجا که ممکن است  $C_A$  بزرگتر شود.

۱) پس می‌رویم به سمت واکنش plug چون غلظت کم کم افت می‌کند (باید)

از نظر اندازه به نفع حالت اول است mix کوچکتر  
چون به نفع بر می‌آید کم کار

2) پس باید به سمت تبدیل کمتر بردیم (چون تبدیل کمتری  $C_A$  بیشتر) با  $P_A$  مساوی

توزیع محصول

3) اگر مواد بی اثر کم تر باشد، غلظت  $C_A$  بالاتر می رود

4) اگر واکنش گازی باشد، فشار باید بالاتر رود چون  $P_A = C_A R T$

حالت دوم  $\alpha < \alpha'$  یا  $\alpha - \alpha' < 0$  (واکنش مخلوط درجه بیشتری دارد)

باید  $C_A$  کوچک تر باشد پس:

1) Mixed Flow راکتور

2) تبدیل باید بیشتر باشد

3) مواد بی اثر بیشتر باشد

4) در فشار گاز فشار باید کمتر باشد

حالت سوم

$\alpha = \alpha'$

این با غلظت نمی توان بازی کرد

چون محلول این مخلوط نسبت مستقل غلظت است

و باید به سراغ فاکتورهای دیگری رفت مثل دما

✓ همیشه دما بیشتر به نفع واکنش است که انرژی اکتیوایسون آن بیشتر است ✓

در صورتی که واکنش مخلوط انرژی اکتیوایسون بیشتری داشته باشد و دما به سمت دماهای بیشتر

و چون سرعت هم افزایش می یابد پس حجم هم کوچک تر شود

اما اگر واکنش مخلوط انرژی اکتیوایسون بیشتری داشته باشد، باید دما را کم کنیم

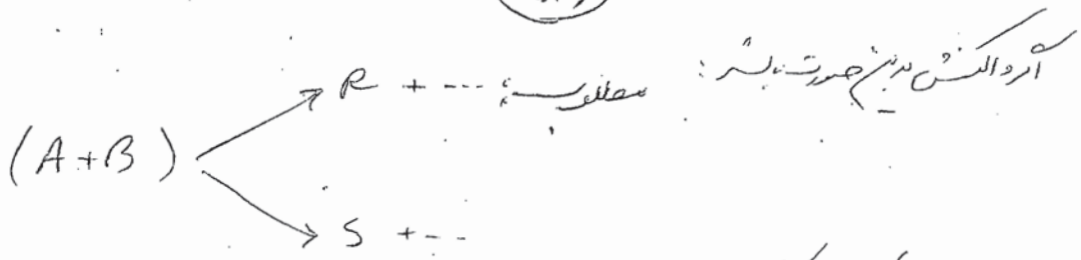
(اگر این جهت به نفع لیسش موقوف باشد)

غیر از دما نمی توان از فاکتور گانالیزور هم استفاده کرد

چون (گانالیزور زمان رسیدن به تعادل کم می کند اما تبدیل تعادل را تغییر نمی دهد)

بنابراین اجتناب از گانالیزور است. یعنی گانالیزور انتخاب نکنیم که جهت واکنش را

ببرد به سمت واکنش مخلوط ما



در چنین مواردی باید تعیین کنیم سهم هر کدام و آن اینست:

کفوه اصطلاح ماده ی A و B که

بعضی موارد به قوت خود باقی است.

مثلاً اینکه وقت batch داریم: اول A بریزیم، بعد B اضافه کنیم یا ...  
 یا مثلاً در پلاک A و B با هم داریم یا اینکه A در ابتدا B را از جانب وارد کنیم.

$$r_R = k_1 C_A^\alpha C_B^\beta$$

$$r_S = k_2 C_A^{\alpha'} C_B^{\beta'}$$

توانی  $\rightarrow \frac{r_R}{r_S} = \frac{k_1}{k_2} C_A^{\alpha-\alpha'} C_B^{\beta-\beta'}$

حالت اول  $\alpha - \alpha' > 0$  و  $\beta - \beta' > 0$

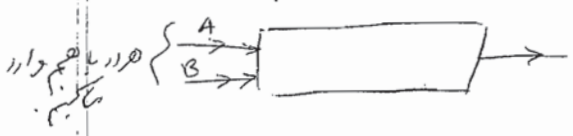
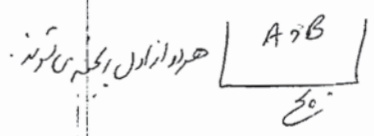
یعنی  $C_A$  تا آنجا که تواند باید بیشتر باشد.  
 $C_B$  هم تا آنجا که تواند باید بیشتر باشد.  
 در پلاک مجزا است.

آرد اکشن های گازی قرار باید بیشتر باشد. قوت به قوت خود باقی است.

اینجا کفوه اصطلاح مهم است: دارا آنجا که ما خواهم غلظت A و B هر دو زیاد باشد.

در مجزای است مثلاً در پلاک هر دو را با هم بریزیم.

یا در پلاک: هر دو را از اول وارد کنیم.





حالت دوم

$$\alpha - \alpha' > 0 \quad \& \quad \beta - \beta' < 0$$

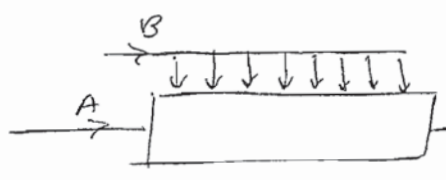
باید  $C_A$  بزرگتر باشد و  $C_B$  کوچکتر باشد (معمولاً برعکس است)

تفاوت در غلظت بین به قوت خود باقی است.  $C_{A1} = C_{A2}$  و  $C_{B1} > C_{B2}$  صدق ۱۱۴

اما نحوه اختلاط:

در این حالت: ابتدا  $A$  را در نیم  $B$  با دراز زره اضافه می کنیم یعنی (در هر نقطه غلظت  $B$  عبور است) چون تا  $B$  وارد می شود مصرف می شود. (به نوبت تغییر می یابد) اگر برعکس عمل کنیم هیچ محصول حاصل نمی شود.

در پلان: side feeding plug flow



$A$  را از اول تا در نیم  $B$  با دراز جانب دارد می کنیم

حالت سوم

$$\alpha - \alpha' < 0 \quad \& \quad \beta - \beta' > 0$$

باید  $C_B$  بزرگتر باشد و  $C_A$  کوچکتر باشد

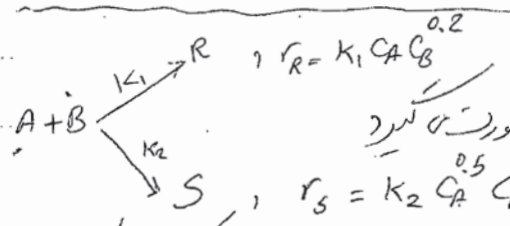
و عکس حالت دوم

حالت چهارم

$$\alpha - \alpha' < 0 \quad \& \quad \beta - \beta' < 0$$

هم  $C_A$  کوچکتر و هم  $C_B$  کوچکتر  
نحوه اختلاط:

باید mixed flow استفاده کرد و عدد ران با هم دارد کرد



مثال: (تبدیل Example 7-1)

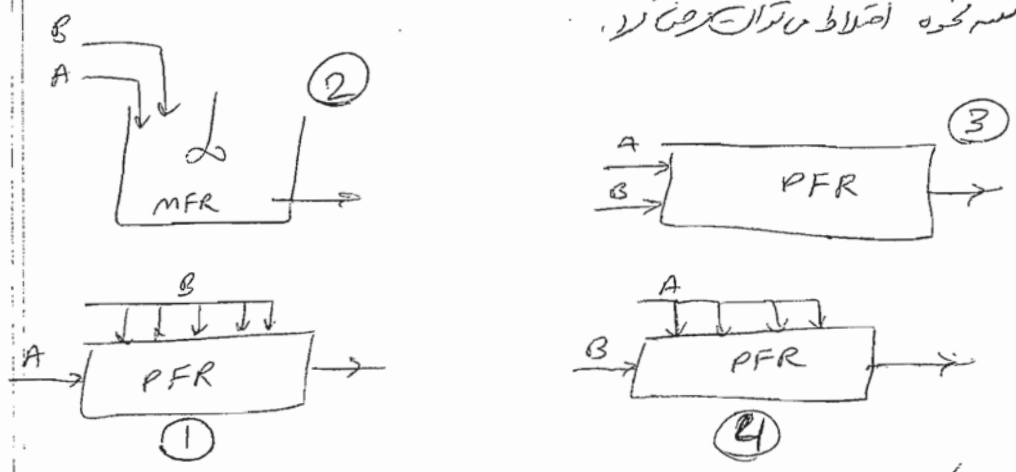
در واکنش موازی زیر به صورت ایزو ترمال در فاز مایع صورت می گیرد

هم  $R$  محصول مطلوب است. اگر فقط از یک mixed flow ران توریان یک plug flow ران توریان استفاده کنیم. در مجموع به چهار طریق مختلف می توانیم مواد  $A$  و  $B$  را مخلوط کنیم.



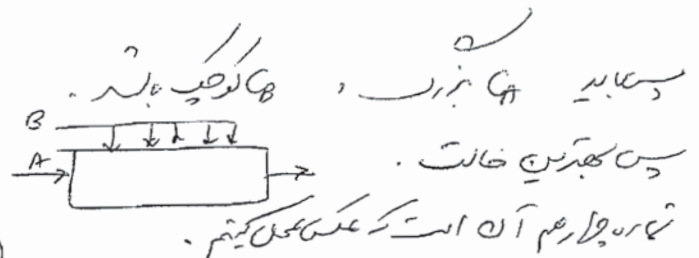
اینجوری نحوه اصطلاحات را با رسم شکل ساده و به طور مستقیم یاد کنید و بهترین فرمت به ترتیب درآمده است  
 ترتیب صحیح را شماره 4 فرض کنید  
 جواب:

mixed flow: نقطه نقطه اصطلاحات قابل تصور است. این مورد را با هم داریم.  
 Plug flow: همه نحوه اصطلاحات مترادف فرض کرد.

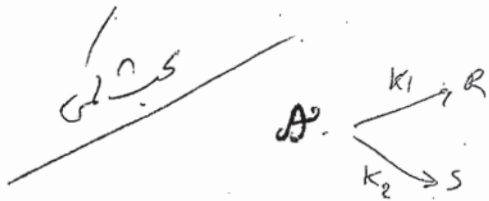


در هر دو نحوه اصطلاحات مترادف است.

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{k_1}{k_2} C_A^{0.5} C_B^{-0.8}$$



در بهترین حالت. شماره چهارم آن است که ممکن کنیم.  
 برای انتخاب 2 و 3 چون توان B است. این نوعی درون B  
 مطلوب تر از بزرگتر توان A است mixed flow را انتخاب کنیم به عنوان 2



(تدریج و انتظار)

تعریف:

تدریج تولید R در نقطه و هر نقطه  
نسبت صرف A در همان نقطه و همان لحظه

$$\phi = \frac{R}{A} = \frac{dC_R/dt}{-dC_A/dt}$$

این به این معنی است که در هر لحظه، برای هر واحد از A که مصرف می‌شود، مقدار مشخصی از R تولید می‌شود.

(این نسبت و لحظه) یا به آن "نسبت تولید" می‌گویند:

$$\phi(R/A) = \frac{dC_R/dt}{-dC_A/dt} = \frac{v_R}{-v_A}$$

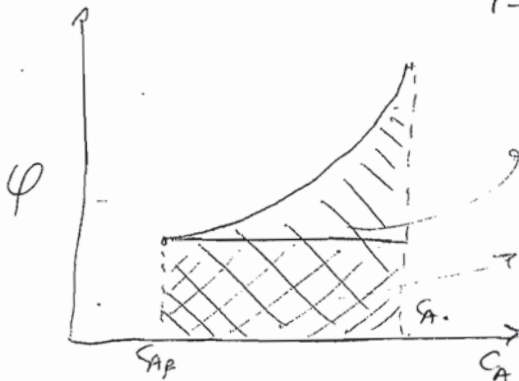
که (نسبت واکنش)  $\phi = f(C_A)$

$$\phi(R/A) = \frac{dC_R}{-dC_A}$$

$\phi$  برای هر حالتی که در آن واکنش در حال انجام است، یک مقدار ثابت است.

$\rightarrow dC_R = -\phi dC_A \rightarrow C_R = -\int_{C_{A0}}^{C_{AF}} \phi dC_A$

لذا برای طراحی ما باید بدانیم که  $\phi$  چگونه تغییر می‌کند.  
در اینجا تابع  $\phi$  را به رسم  $C_A$  رسم می‌کنیم.



$$C_R = \int_{C_{AF}}^{C_{A0}} \phi dC_A$$

این برای انواع مختلف جریان‌ها است.  
جریان‌های mixed flow.

$\phi$  در نقطه  $C_{AF}$  فقط وجود دارد.  
چون یک  $C_{AF}$  است بنابراین.

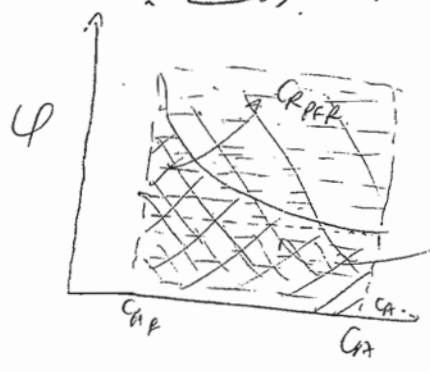
در سطح سطحی مقدار  $C_R$  در هر دو حالت Mixed flow و PFR.

$$C_{R,MFR} = \phi_p (C_{A0} - C_{AF})$$

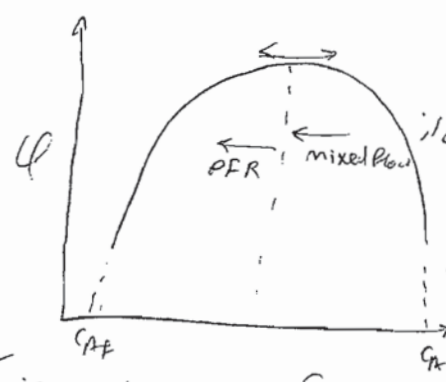
که لازم بود که  $\phi$  در آن نسبت واکنش به رسم  $C_A$  رسم می‌کنیم.

Batch, plug نوع است فقط با این نوع در تمام حالتها  
در Batch زمان

اگر تمام  $\phi$  بر حسب  $C_A$  صعودی باشد  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
اگر تمام  $\phi$  بر حسب  $C_A$  نزولی باشد  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
Mixed محضات



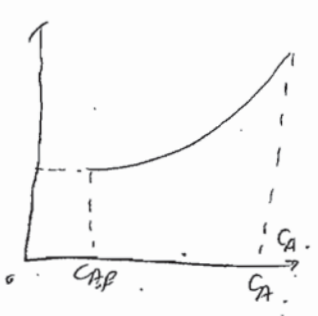
این نمودار میزبان محضات در این از این نوع تعیین می شود  
اینجا mixed محضات از نظر تولید محصول  
مانند آن است اختلاف سطح محضات



اگر منحنی  $\phi$  نزولی باشد  
اگر  $\phi$  در  $C_A$  بیشترین نقطه  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
Mixed استفاده کنیم  
اگر  $\phi$  در  $C_A$  بیشترین نقطه  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
اما اگر  $\phi$  در  $C_A$  بیشترین نقطه  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
آنگاه  $\phi$  در  $C_A$  بیشترین نقطه  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
آنگاه  $\phi$  در  $C_A$  بیشترین نقطه  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
(از نظر تولید محصول)

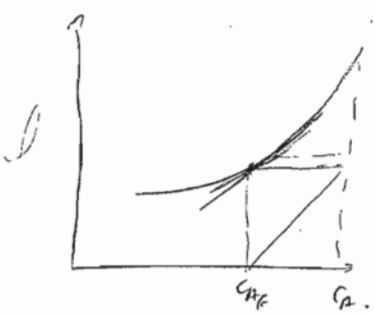
بجای حالت این است که نقطه max از  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
استه کنیم

حالت دیگر انتخاب نوع راکتور است که اندازه راکتور یا منحنی  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
بجای مثال فرض کنید  $\phi$  بر حسب  $C_A$  در  $C_A$  زیاد شود و حکم داریم که  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود



مثلاً در این شکل که  $\phi$  بر حسب  $C_A$  صعودی شده  
برای اینکه محصول مطلوب بیشتر تولید کنیم  
بالاتر از  $C_A$  محضات یعنی  $X_{A,P}$  حالت یک میل کنیم  
 $C_A$  به سمت  $C_A$  صعودی چون سطح  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود  
البته این در  $\phi$  در  $C_A$  زیاد شود

اما در یک چنین حالتی و با رانندگی mixed با کلایه تبدیل تا طولر اشباع کنیم در سطح مستقل ما ماکزیم نمود و آن زمان بردن نقطه مستقل تا به آن نقطه موازی نمود ( این روش هندی بود )



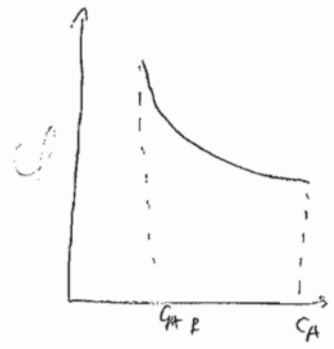
روش هندی:

$$MFR \Rightarrow C_R = \varphi_p (C_{A0} - C_{AF})$$

$$\frac{dC_R}{dC_{AF}} = 0 \rightarrow \text{نقطه ماکزیم} \rightarrow C_{AF} \quad \varphi_p = \varphi_p / C_{AF}$$

در مورد تغییر منحنی ما هم به همین ترتیب تحلیل می کنیم

به علاوه مشاهده کردیم که  $\varphi_p$  با  $C_A$  نزول می کند:



اولاً ایند mixed معتدلات

و معتدلات حالت نهان است که  $C_{AF}$  مادی صورت نمود  
فرض تبدیل یک نمود

اگر محسوس بودیم از plug استفا ده کنیم در اینجا نیز باید  
 $C_{AF} = 0$  نمود یا تبدیل به یک برسد. (این سربسته حالت plug است)

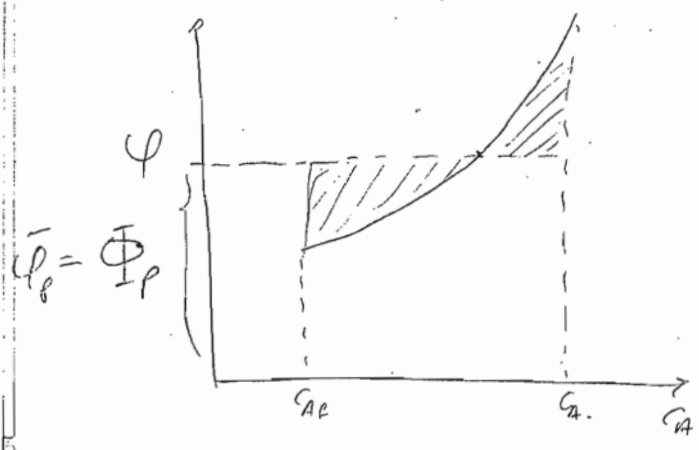
موضوع خلاصه

تعریف:  $\Phi = \frac{\text{کل R تولید شده}}{\text{کل A مصرف شده}} = \Phi^{(R/A)}$

$$\Phi = \frac{C_R}{C_{A0} - C_A} \Big|_{C_{R0}=0} = \frac{\int_{C_{AF}}^{C_{A0}} \varphi_p dC_A}{C_{A0} - C_A} = \frac{\int_{C_{AF}}^{C_{A0}} \varphi_p dC_A}{\int_{C_{AF}}^{C_{A0}} dC_A}$$

$\Phi = \varphi_p$   
در حالت plug flow، رانندگی  
که نقطه نقطه تغییر کند

Mixed چون معتدلات  $\varphi_p$  داریم چنین معتدلات داریم



آر ارضطیح درون رند  
آنگاه  $\Phi$  بدست می آید.

← آر mixed flow راتور داره داریم.

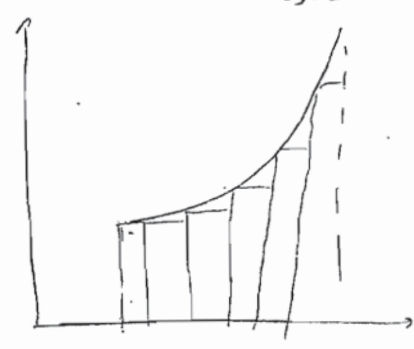
$\Phi_M = \Phi_p$

$\Phi$  : محلاً میزان خلوص لاشان داده. چون هر چه بیشتر ما به خلوص محصول بیشتر است.

$\left\{ \begin{array}{l} \Phi = \text{خلوص} \\ 1 - \Phi = \text{ناخالص} \end{array} \right.$

کجا اگر تعداد زیاد راتور mixed داشته باشیم عملکردش از یک تو نیز محصل برابر می شود و سینه  $\Phi$  نیز یک هم برابر  $\Phi$  نیزت می شود. در چند mixed

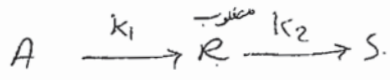
$C_R = \Phi_1 (C_{A0} - C_{A1}) + \Phi_2 (C_{A1} - C_{A2}) + \dots + \Phi_n (C_{A_{n-1}} - C_{A_n}) = \Phi_{NMFR} (C_{A0} - C_{A_n})$   
وقت  $n \rightarrow \infty$  در  $\Phi_p$  رند راتور می شود.



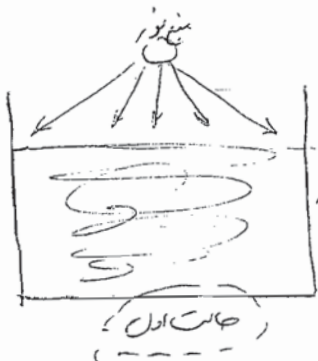
$n \rightarrow \infty \rightarrow \Phi_p \checkmark$

سری هفتم: فصل ششم سائز 14، 19، 22  
 فصل هفتم سائز 1، 5، 9، 12، 18، 24  
 فصل هشتم: 2، 3، 7، 12، 20

واکنش‌های سری:



فرض ماکزیم این واکنش را، انتخاب در صورتی می‌کنیم که

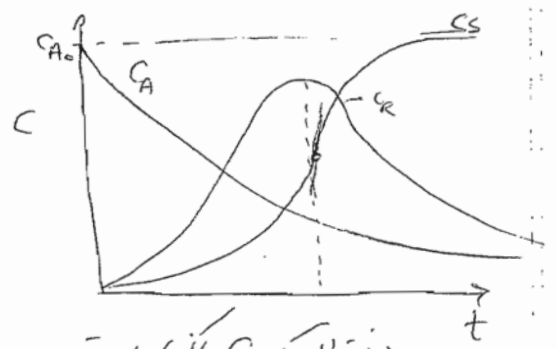


در ابتدا همه A است و با ادامه R زیاد می‌شود. و با ادامه شدن R قابلیت بوجود آمدن S و البته اول دردم تا آنکه R بیش از همه می‌ماند و بعد شروع می‌کند به کم شدن در کم می‌ماند زیاد می‌شود.  
 فرض واکنش در جدار =

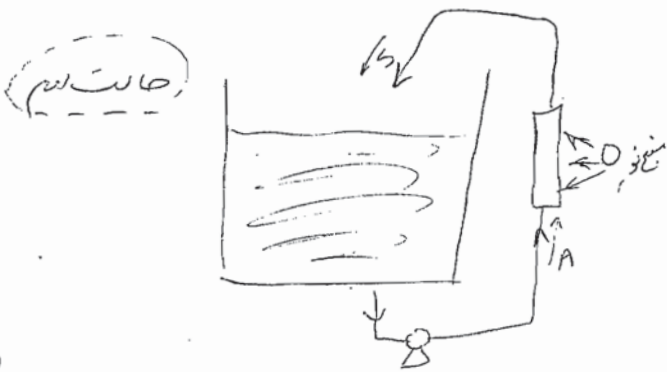
$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A$$

$$r_R = k_1 C_A - k_2 C_R = \frac{dC_R}{dt}$$

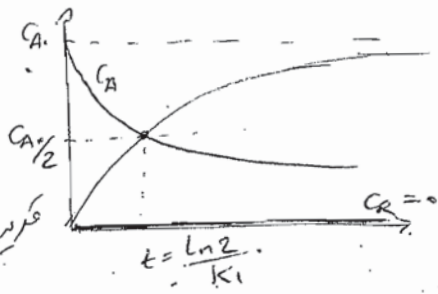
$$r_S = \frac{dC_S}{dt} = k_2 C_R$$



در نقطه ای که CR ماکزیم است، CR ماکزیم تیب ندارد. ماکزیم تیب کوچک



در این حالت S دارد بوجود می‌آید. اما R و A در طول زمان می‌ماند چون با وجود آن‌ها از بین می‌رود.



این در نقطه قرینه می‌ماند چون هم مقداری که A از بین رفته S بوجود آمده است و در نقطه تقاطع آن غلظت هر کدام CA0/2 است  
 در اصولاً  $S = C_{A0} - C_A$

قرینه از نسبت به خط

$$C_{R0/2}$$

$$C_A + C_R + C_S = C_{A0}$$

$$\xrightarrow{C_{R0/2}} C_S = C_{A0} - C_A$$

تشخیص صحیح: در حالت اول اختلافات مختلف غلظت وجود ندارد. اما در حالت دوم وجود دارد.

توزیع بیاضی (از نظر کف و کف)

هر موقع در جری با غلظت‌های مختلف به هم می‌خورند. محصول مطلوب کمتری بوجود می‌آید یا اصلاً بوجود نمی‌آید.

✓

✓

این بلا استثناء در اینجا را التور پلات که باید mixed بهترین است.

چون در mixed همیشه اختلاف در جری با غلظت‌های غیر یک داریم

پس در حالت‌های سری همیشه را التور پلات بهترین است

(بخت کم)

این بخت را به دست تعیین کنیم برای optimum plug mixed

اگر بچ باشد زمان هم است. در x و طایفه کنیم که  $C_R$  باشد. در مورد پلاگ هم است در x و طایفه کنیم که  $C_R$  باشد. Mixed

نتیجه

$$k_2 \neq k_1$$

$$\frac{C_A}{C_{A0}} = e^{-k_1 t}$$

مشکل حالت اول است

$$\frac{C_R}{C_{A0}} = k_1 / (k_2 - k_1) [e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}]$$

$$C_S = C_{A0} - C_A - C_R$$

optimum برای پیدا کردن  $t_{max}$

$$\frac{dC_R}{dt} = 0 \Rightarrow t_{optimum} = t_{max} = \frac{\ln(k_2/k_1)}{k_2 - k_1} = \frac{1}{(k)_{mean}}$$

این  $t$  را آن  $t$  است که  $C_R$  ماکزیمم است پس باید واکنش را در این  $t$  متوقف کنیم

$$\frac{C_{Rmax}}{C_{A0}} = \left( \frac{k_1}{k_2} \right)^{k_2 / (k_2 - k_1)}$$

$k_2 = k_1$  حالت

$C_A = C_{A0} e^{-k_1 t}$   
 $C_R = k_1 C_{A0} t e^{-k_1 t}$



$t_{max} = \frac{1}{k_1}$

$\frac{C_{Rmax}}{C_{A0}} = e^{-1} = \frac{1}{e} = 0.3679 \approx 0.37$   
 $\frac{C_A}{C_{A0}} = e^{-1} = 0.3679 \approx 0.37$

این حالت را می‌توانیم به عنوان حالت ویژه از حالت کلی در نظر بگیریم و در آنجا مواردی را می‌توانیم استخراج کنیم

حالت کلی را می‌توانیم به صورت زیر در نظر بگیریم و در آنجا مواردی را می‌توانیم استخراج کنیم

$t_{batch} \rightarrow \tau_p$   $k_2 \neq k_1$

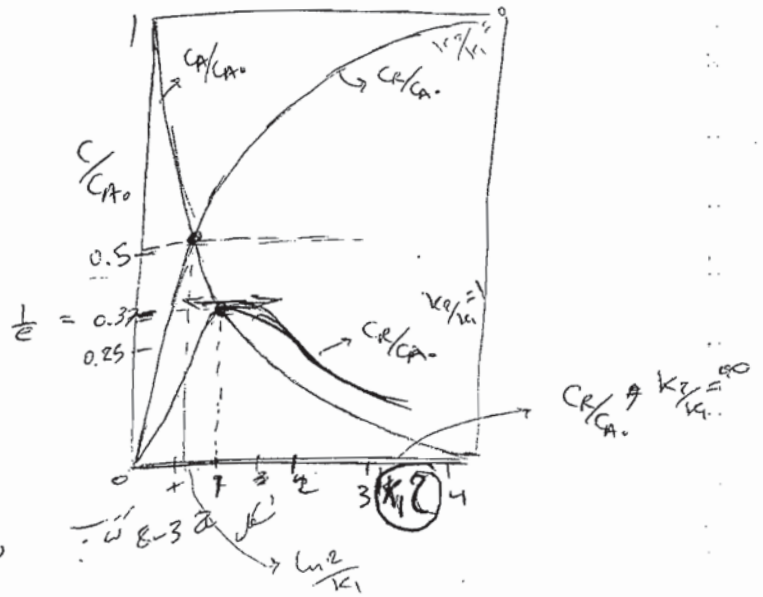
$\frac{C_A}{C_{A0}} = e^{-k_1 \tau}$

$\frac{C_R}{C_{A0}} = \frac{k_1}{k_2 - k_1} [e^{-k_1 \tau} - e^{-k_2 \tau}]$

$\tau_{optimum} = \frac{\ln(k_2/k_1)}{k_2 - k_1} \rightarrow \frac{C_{Rmax}}{C_{A0}} = \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^{\frac{k_2}{k_2 - k_1}}$

$\frac{C_S}{C_{A0}} = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} - \frac{C_R}{C_{A0}}$

$k_1 \tau = 1 \rightarrow \frac{C_A}{C_{A0}} = 1/e$



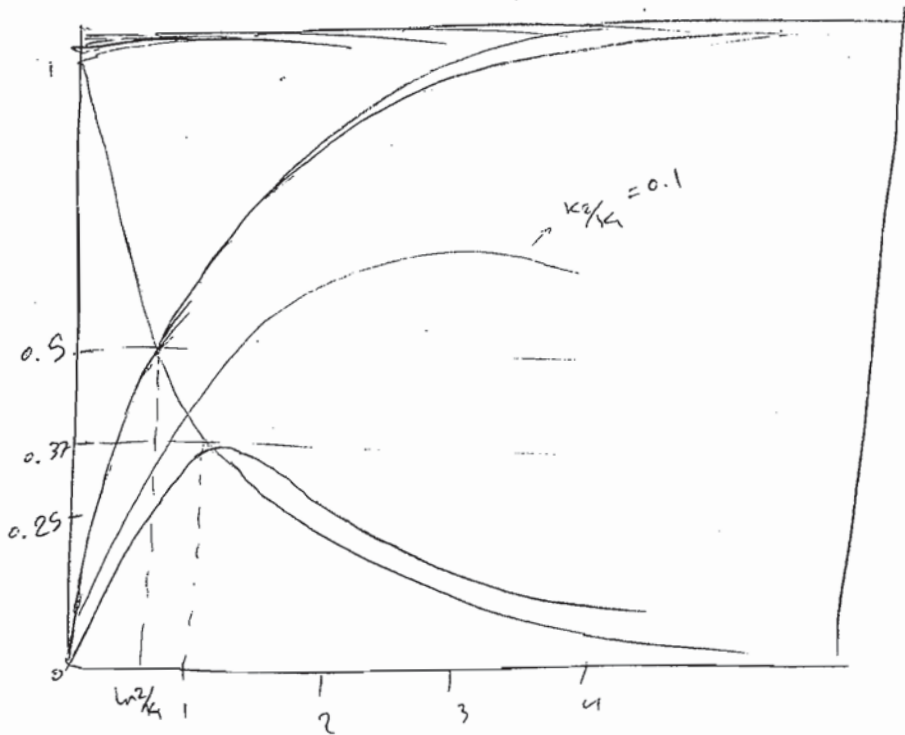
$\frac{k_2}{k_1} = \frac{k_2 \tau}{k_1 \tau}$

تغییرات  $k_1$  و  $k_2$  در شرایط مختلف  
 تغییرات  $C_R/C_{A0}$  در شرایط مختلف  
 این حالت اگر  $k_2 = k_1$  در نظر بگیریم

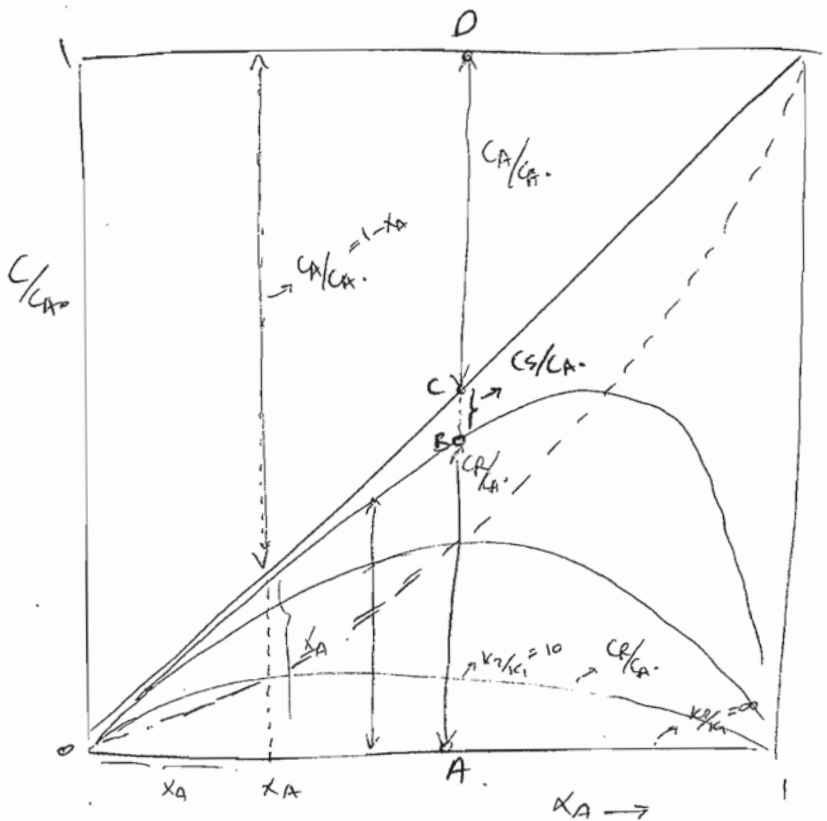
در حالت  $k_2 = \infty$  و  $C_A$  در  $0.5$  است



$k_2 = \dots \rightarrow C_R = C_A - C_B$



تغییر می کند بالا در کثافت میانی و پایین



$\frac{C_A}{C_A} = 1 - x_A$

اول به سمت بالا و بعد پایین \*  $\frac{C_A}{C_A}$

دقت  $\frac{1}{4}$  معلوم است  $\left( \frac{C_R}{k_2} \right)$  معلوم است  $\left( \frac{C_A}{k_1} \right)$  معلوم است  
 دقت  $\frac{1}{4}$  معلوم است  $\left( \frac{C_R}{k_2} \right)$  معلوم است  $\left( \frac{C_A}{k_1} \right)$  معلوم است  
~~هر دو  $\frac{C_A}{k_1}$  بیشتر شود  $\frac{C_R}{k_2}$  کمتر شود~~  
~~هر دو  $\frac{C_A}{k_1}$  کمتر شود  $\frac{C_R}{k_2}$  بیشتر شود~~

نقاط  $\overline{AB}$ ،  $\overline{BC}$ ،  $\overline{CD}$  نشان هندسی نقاط ماکزیم  $\frac{C_R}{k_2}$  است

$\overline{AB} : C_R / C_A$

$\overline{BC} : C_S / C_A$

$\overline{CD} : C_A / C_A$

این منحنیها همسایه و درجه تبدیل کار کنیم که  $C_R$  ماکزیم باشد.

هر دو  $\frac{C_A}{k_1}$  بیشتر باشد یا در تبدیل های پایین کار کنیم و هر دو  $\frac{C_A}{k_1}$  کمتر

شود باید در تبدیل های بالاتر کار کنیم  
 میزبان هر دو  $\frac{C_A}{k_1}$  باید کار کنیم که ناعد  $\frac{C_S}{C_A}$  کمتر شود

MFR :  $\frac{C_{A0} - C_A}{k_1 C_A}$  یا  $\frac{C_R - C_{A0}}{v_R}$

$$\tau_m = \frac{C_{A0} - C_A}{k_1 C_A} \rightarrow \frac{C_A}{C_{A0}} = \frac{1}{1 + k_1 \tau_m}$$

حالا اگر بیان بر حسب  $C_R$  و  $C_{A0}$  کنیم

$$\tau_m = \frac{C_{R0} - C_R}{-v_R} = \frac{C_R - C_{A0}}{v_R} = \frac{C_R}{v_R} = \frac{C_R}{k_1 C_A - k_2 C_R}$$

$$\rightarrow \frac{C_R}{C_{A0}} = \frac{k_1 \tau_m}{(1 + k_1 \tau_m)(1 + k_2 \tau_m)}$$

$$\frac{C_S}{C_{A0}} = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} - \frac{C_R}{C_{A0}} = \frac{k_1 k_2 \tau_m^2}{(1 + k_1 \tau_m)(1 + k_2 \tau_m)}$$

حد ماثر عوامل  $\tau_m$  ، optimum نسبت اولی

$$\frac{dC_R}{d\tau_m} = 0 \rightarrow \tau_{mix\ optimum} \checkmark$$

$$\tau_{mix\ optimum} = \frac{1}{\sqrt{k_1 k_2}}$$

$$\frac{C_{R\ mix\ Maximum}}{C_{A_0}} = \frac{1}{\left[\left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{1/2} + 1\right]^2}$$

اگر  $k_1 = k_2$   $\rightarrow$   $\tau_{mix\ optimum} = \frac{1}{k_1} = \tau_{p\ optimum}$

وگوانند نسبت  $k_1 = k_2$  ،  $\tau_{p\ optimum} = \tau_{mix\ optimum}$  ،  $C_{R\ max\ M}$  برابر  $C_{R\ max\ P}$  است.

$$C_{R\ max\ M} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$C_{R\ max\ P} = 0.37$$

بسیار مهم است که در اینجا دانستنی است که  $\tau_{mix}$  در تراز اول است اینجاست صحت است.

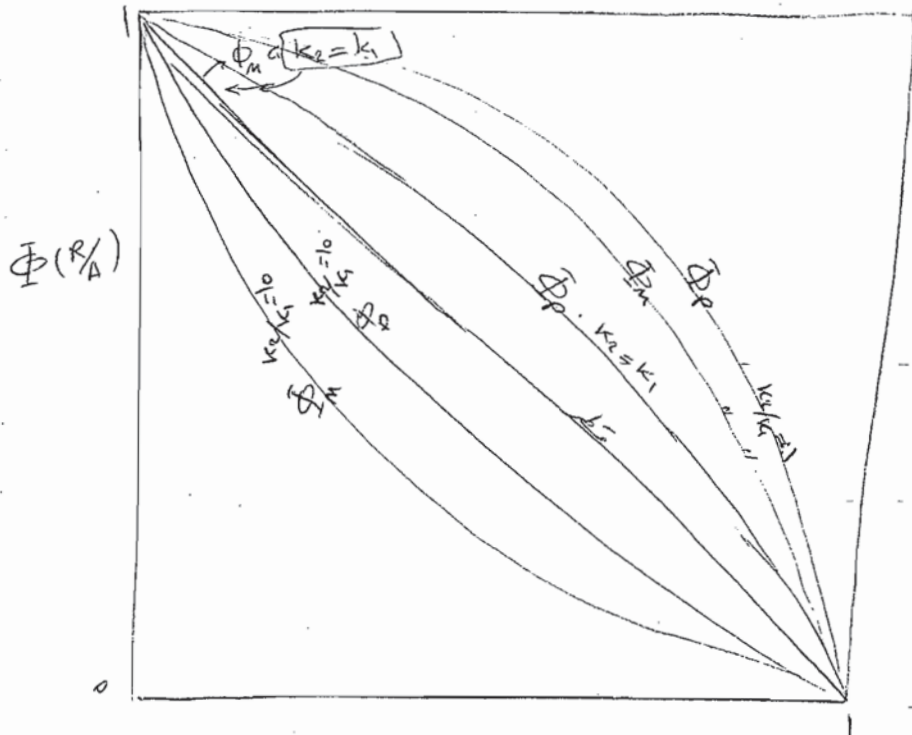
برای اثبات این کافی است که  $\Phi$  محاسب کنیم،  $\Phi > \Phi_M$  است. بار اول هر تبدیل.

$$\Phi(R_A) = \Phi = \frac{C_R}{C_{A_0} - C_A} = \frac{C_R/C_{A_0}}{1 - C_A/C_{A_0}}$$

بنابراین  $k_2 = k_1 \rightarrow \Phi_{mixed} = \left(\frac{k_1 \tau_m}{1 + k_1 \tau_m}\right) \times \frac{1}{1 - \frac{1}{1 + k_1 \tau_m}}$

$$\Phi_{mixed} = \frac{k_1 \tau_m}{(1 + k_1 \tau_m) k_1 \tau_m} = \left(\frac{1}{1 + k_1 \tau_m}\right) = \Phi_{mixed} = \frac{C_A}{C_{A_0}} = 1 - X_A$$

باید - از آن هر  $\frac{k_2}{k_1}$  ،  $\Phi$  و  $\Phi_{mixed}$  نسبت آورد و معادله را شکل (8-6) بنویس.



$$X_A \rightarrow = 1 - C_A/C_{A0}$$

بعضی از آن هر  $X_A$  ،  $\Phi$  نسبت است.  
 همه برای این نمودار در  $\frac{k_2}{k_1}$  در مختلف  $\Phi_P$  با  $\Phi_M$  و آن را میگیرند.  
 این همه برای آن است. (در واقع آن است)