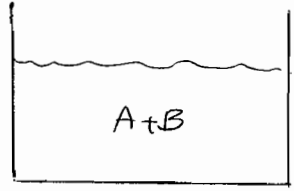


WWW.PARSPHD.COM

Distillation

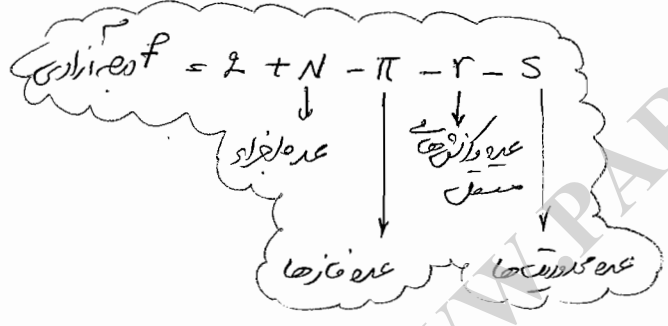
۱- تقطیر



اجزاء دارای اختلاف نقطه جوش یا اختلاف فراریت هستند → مخلوط چند جزئی
 اگر به مخلوط چند جزئی گرمی دهیم نیمی از A و B به بخار تبدیل می شوند و اگر گرمای بیشتر نیمی از بخار تبدیل به مایع می شود.
 به دلیل اختلاف فراریت نسبت A و B در فازهای مایع و بخار متفاوت است.
 همین مسأله اختلاف فراریت می تواند اساس جداسازی باشد.
 در تقطیر، تعادل بخار - مایع داریم.

Vapor - Liquid Equilibria (VLE) : تعادل بخار - مایع

اولین چیزی که در بحث تعادلها باید مشخص باشد درجه آزادی است :



تعادل بخار - مایع : $f = 2 + 1 - 2 - 0 - 0 = 1$ → (یک متغیر)

استقراغ اطلاعات از جدول بخار مایع نیازمند داشتن یک مشخصه سیستم است.

نقطه سه گانه : $f = 2 + 1 - 3 - 0 - 0 = 0$ →

نقطه سه گانه برای هر ماده یک نقطه منحصر به فرد است.

تعادل بخار - مایع (سیستم دوجزی (Binary)) : $f = 2 + 2 - 2 - 0 - 0 = 2$ →

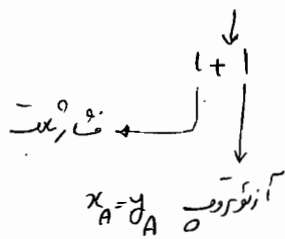
در سیستم دوجزی برای مشخص کردن شرایط سیستم به داشتن دو خاصیت مثل دما و فشار نیاز است.

تعادل بخار - مایع (سیستم لافزری زینسار) : $f = 2 + 2 - 2 - 0 - 1 = 1$
 ↓
 متغیر
 $P_T = c_k$

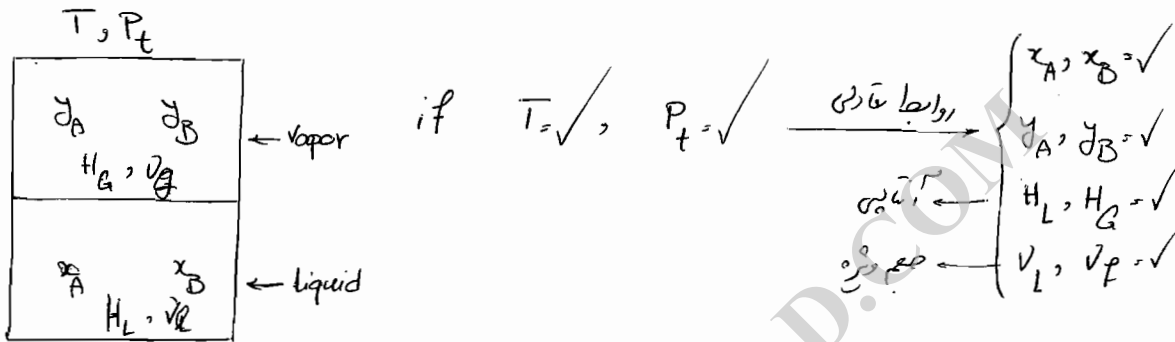
درخت رهنی یک سیستم دوجزی یا ازتوزیب
 طرز یا فنار به عبارتی ازتوزیب از مشخصه های
 بعضی از سیستم های دوجزی است.

$$f = 2 + 2 - 2 - 0 - 2 = 0$$

(درخت رهنی)



این یک سیستم دوجزی با داشتن ۲ خاصیت فیزیکی سیستم تنها می توانیم تمام خواص سیستم را مشخص کنیم.



ف = ...
 Ideal solution
 ...
 ...

$\Delta V_{mix} = 0$
 $\Delta H_{mix} = 0$
 ...
 ...

برای محلول ایده آل، قانون را توان پیروی می کند:

sat
 $P_A \cdot x_A = P_A^*$
 ...
 ...

$P_A = x_A \cdot P_A^*$
 $P_B = x_B \cdot P_B^*$

$P_t = x_A \cdot P_A^* + x_B \cdot P_B^*$

$x_B = 1 - x_A$

$$x_A = \frac{P_t - P_B^{sat}}{P_A^{sat} - P_B^{sat}} \Rightarrow x_A = f(T, P_t)$$

$\log P_i^{sat} = A - \frac{B}{T+C}$ رابطه آنتون

در جدول اول، فاز گاز از قانون گاز حاکم است، در حالی که در جدول دوم، فاز مایع از قانون راولی حاکم است.

قانون راولی:

$$\begin{cases} V_A = V_B = V \\ P_A + P_B = P_t \end{cases}$$

$$y_A = \frac{n_A}{n_t} = \frac{\frac{P_A V}{RT}}{\frac{P_t V}{RT}} \Rightarrow y_A = \frac{P_A}{P_t} \rightarrow P_A = y_A \cdot P_t$$

$$y_A = \frac{P_A^{sat} \cdot x_A}{P_t}$$

$$y_A = \frac{P_t - P_B^{sat}}{P_A^{sat} - P_B^{sat}} \cdot \frac{P_A^{sat}}{P_t} \rightarrow y_A = f(T, P_t)$$

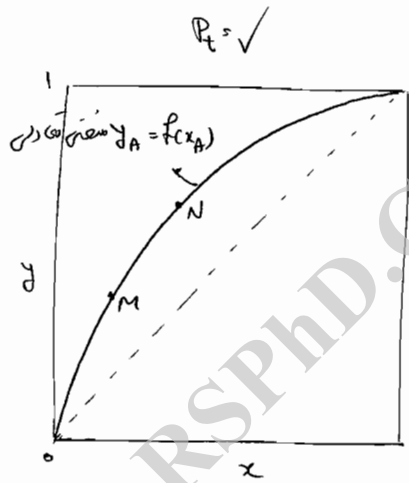
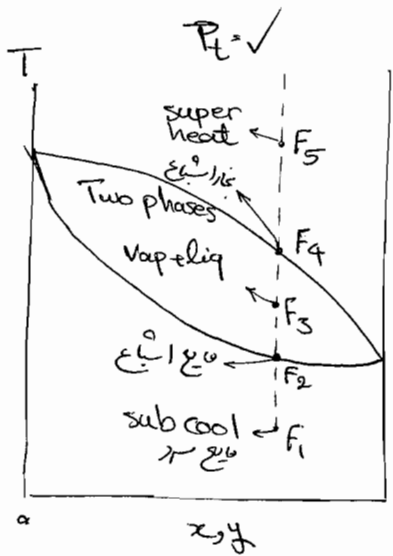
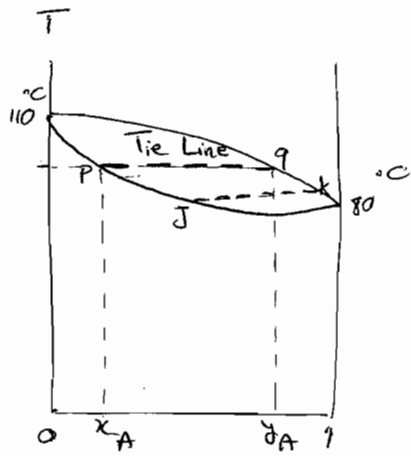
قانون راولی:

$$\begin{cases} P_A = P_B = P_t \\ V_A + V_B = V \end{cases}$$

در جدول اول، گاز، مایع، نیمه بخار و نیمه مایع، در 1 atm.

$P_t = 1 \text{ atm}$

T	P_A^{sat}	P_B^{sat}	$x_A = \frac{P_t - P_B^{sat}}{P_A^{sat} - P_B^{sat}}$	$x_B =$	$y_A = \frac{x_A P_A^{sat}}{P_t}$
در نقطه $T_{bp.A} = 80^\circ C$	$P_t = 1 \text{ atm}$	✓	1	0	1
در نقطه $T_{bp.A}$	✓	✓	✓	✓	✓
85	✓	✓	✓	✓	✓
90	✓	✓	✓	✓	✓
95	✓	✓	✓	✓	✓
100	✓	✓	✓	✓	✓
105	✓	✓	✓	✓	✓
در نقطه $T_{bp.B} = 110^\circ C$	✓	$P_t = 1 \text{ atm}$	0	1	0
در نقطه $T_{bp.B}$					



حرفه از سمت $x-y$ یک Tie line افقی در منحنی $T-x-y$ است به عبارتی در نقطه P و Q است

- صورت صفحه وجود دارد.
- نقطه M منطبق با PQ است.
- نقطه N منطبق با JK است.

ست ۱۰۶ ال ۱۰۹ درجه به مایع را تولید کرده $\frac{1}{2}$ نرسیده

Non-Ideal

* محلول های غیر ایده‌آل

$$P_A = \gamma_A \cdot x_A \cdot P_A^{sat}$$

$$P_B = \gamma_B \cdot x_B \cdot P_B^{sat}$$

if $\left\{ \begin{array}{l} \gamma_A > 1 \rightarrow \text{انحراف مثبت از قانون} \\ \gamma_A = 1 \rightarrow \text{مدین انحراف (محلول ایده‌آل)} \\ \gamma_A < 1 \rightarrow \text{انحراف منفی از قانون یعنی} \\ \text{بخار A کمتر از فشار A در قانون} \\ \text{تولید است.} \end{array} \right.$

---/---
 مریخ السوم
 ↓

$$P_t = P_A + P_B \rightarrow P_t = \gamma_A \cdot x_A \cdot P_A^{sat} + \gamma_B \cdot x_B \cdot P_B^{sat} \quad (I)$$

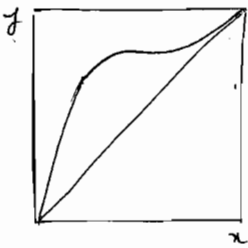
→ به است غیر خطی ← $\gamma_A, \gamma_B = f(x_A, x_B)$

حل: معادله مارگولس
 معادله اول
 ...

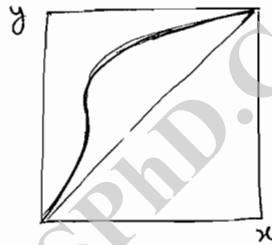
$$\gamma_A = \frac{\gamma_A x_A P_A^{sat}}{P_t}$$

معادله (I) یک معادله غیر خطی بر حسب x_A است. نمی توان x_A را از آن به صورت مریخ حساب نمود.
 به روش حدس و خطا x_A محاسبه می شود.

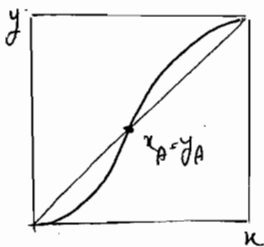
if $\gamma \neq 1$:



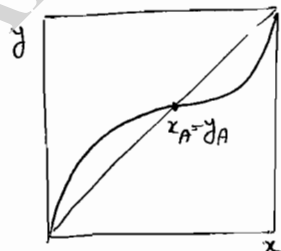
مخمم در صعود
 کرب منفی



کعب در صعود
 کرب منفی

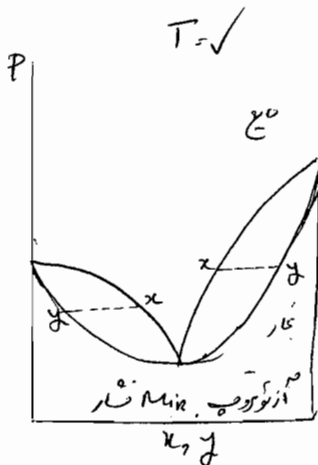
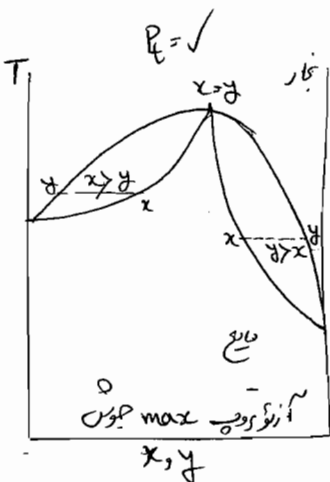


آزنوتروپی

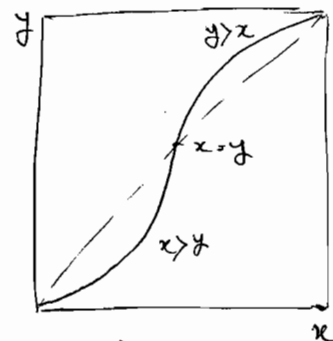


آزنوتروپی

نکته: هیچ مخلوط ایده‌آلی رفتار آزنوتروپی ندارد یا دو مخلوط آزنوتروپی تنها غیر ایده‌آل است.
 در مخلوط‌های غیر ایده‌آل هم سه آزاری 2 است نقطه‌ی طر معادلات مشکل بر است.



بررسی مخلوط‌های آزنوتروپی:



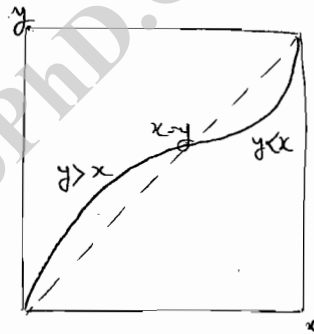
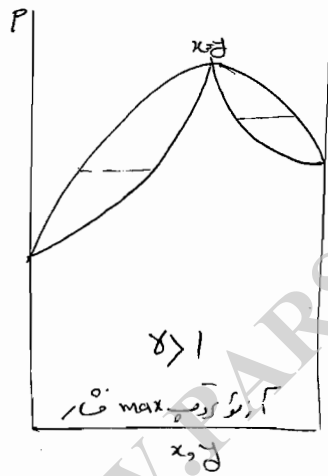
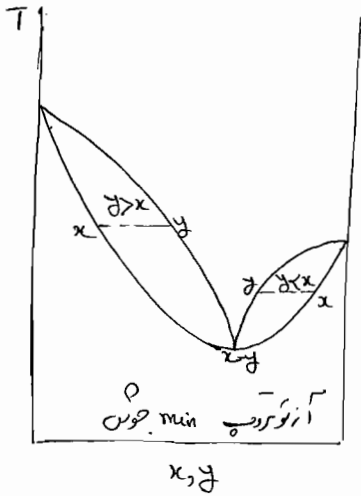
غریب نظر : در فشار معین نقطه جوش کمتر
در دمای معین فشار جوش کمتر

if
$$\begin{cases} T_{bp,A} < T < T_{bp,B} \\ P_B^{sat} < P < P_A^{sat} \end{cases}$$

→

مگول غیر ایزوتروپ

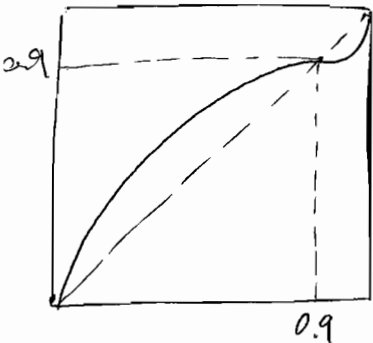
ایزوتروپ max جوش :
$$\begin{cases} T_{bp,A} < T_{bp,B} < T \\ \delta < 1 \rightarrow P_A^{sat} > P_B^{sat} > P \end{cases}$$



نکته از منحنی های حجم سیستم های ایزوتروپ سیستم اب-الکل است که طایفه ایزوتروپ Min جوش است.
در ۹۵/۵ - دالغ طایفه ایزوتروپ است.

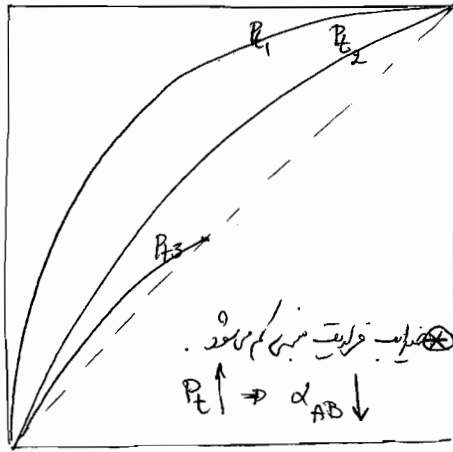
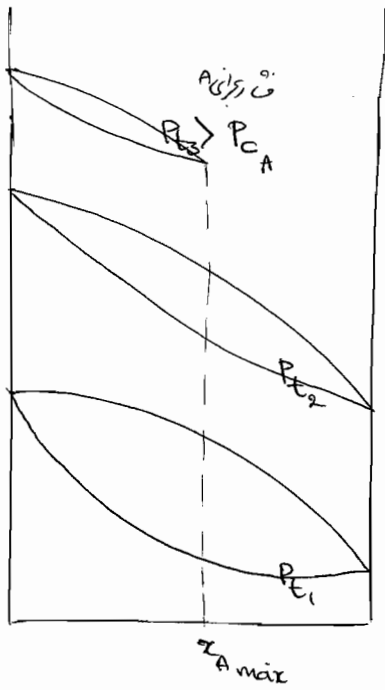
$$x = y = 0.9$$

$\delta > 1$



اثر فشار روی منحنی های تعادلی :

با یک سیستم دوجزی منحنی T بر حسب P و x, y را در فشار های مختلف بررسی می کنیم.
حجم ثابت را در نظر بگیریم نقطه جوش محدود گسترده شود و منحنی $T-x, y$ با دمای ورود و خطوط منحنی به هم نزدیک می شوند. اولین فشاری که به آن نقطه می رسیم منحنی محدود می شود و اگر از فشاری که B هم نزدیک تر تعادلی بین مایع و بخار وجود ندارد.



$$P_{t1} < P_{t2} < P_{t3}$$

⊗ غلبه فرایند منبسط می شود.
 $P_t \uparrow \Rightarrow \alpha_{AB} \downarrow$

$$P_t = c dx, \quad \frac{\partial T}{\partial x} = 0$$

$$P_t = y_A x_A P_A^{sat} + y_B x_B P_B^{sat}$$

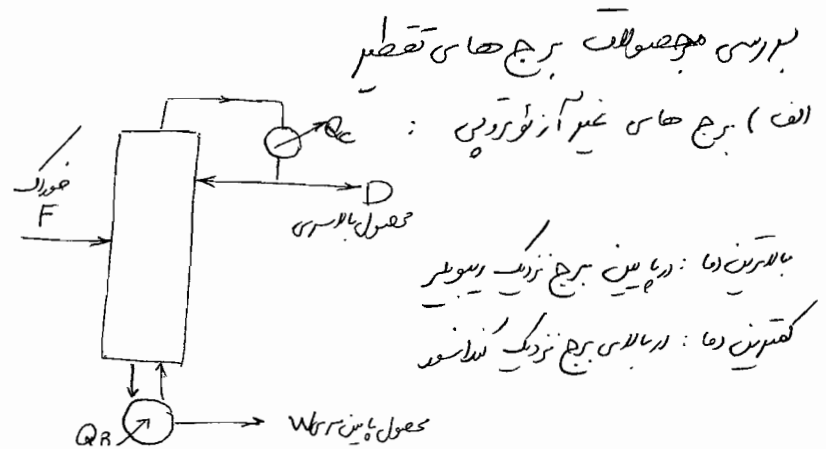
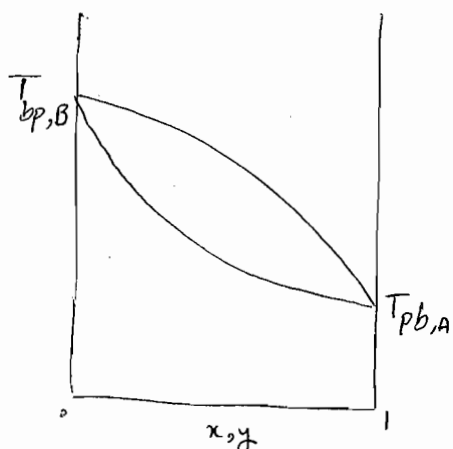
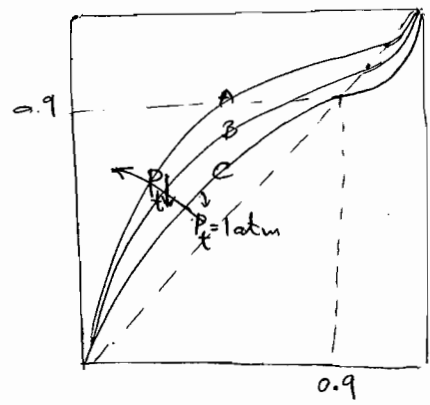
در آنجا که $T = T_0$ در آنجا که $x_A = x_{A,max}$ $\frac{\partial P_t}{\partial x} = 0$

سنت ۱۶۹ سال ۸۶ :

هر سه این شکل ها در تولید سفید قنادی آب داخل با آن در مآرهای مختلف.

✓ در سیستم آب داخل

اگر فاصل از 70 mm Hg کمتر شود نقطه انجماد هدف خواهد بود



سنت ۱۱۶ سال ۸۶ :

فشار آ - دالکس (۱/۴، ۱/۹۶) → $z_F = 0.96$

باله : آیزوتروپ (۱/۹۰، ۱/۱۰) → $z_F > 0.9$
 پائین : الکل تقریباً خالص

سنت ۱۲۹ سال ۸۵ :

همین سوال بالا . شش تفاوت اینده $z = 0.92$ جواب مثل سنت بالا

$M_{w \text{ ethanol}} = 46$
 $M_{w \text{ H}_2\text{O}} = 18$

$x_A = 0.9$ → $w_A = \frac{x_A \cdot M_{wA}}{x_A M_A + x_B M_B} = \frac{46 \times 0.9}{46 \times 0.9 + 18 \times 0.1} = 0.96$
 (۱/۹۶ همون (تقریباً) آیزوتروپ)

بررسی تقابل بخار - مایع « سیستم های چند جزئی (N > 2) »
 * استفاده از k-value :

$k_A = \frac{y_A}{x_A}$

مسلول لایونل : $k_A = \frac{x_A P_A^{sat}}{x_A P_t} = \frac{P_A^{sat}}{P_t}$

→ $k_A = f(T, \frac{1}{P_t}, \text{ویج مایع})$

$T \uparrow \Rightarrow k_A \uparrow$

$P_t \uparrow \Rightarrow k_A \downarrow$

(Binary) : برای سیستم دوجزئی :

$y_A = k_A \cdot x_A$

$y_B = k_B \cdot x_B$

$y_A + y_B = k_A \cdot x_A + k_B \cdot x_B$
 ۱ ۱-x_A

→ $x_A = \frac{1 - k_B}{k_A - k_B}$ ✓

$y_A = k_A x_A$ ✓

که موارد در محاسبات و رانندگی محاسبه با داشتن دانده و هم می توان خواند .

* ضریب فراریت نسبی : α (Relative Volatility)

$$\alpha_{AB} = \frac{\left(\frac{y_A}{y_B}\right)_{vap}}{\left(\frac{x_A}{x_B}\right)_{liq}}$$

همچنین در ترتیب با در حد سازی محاسبه انجام می شود .

$$\alpha_{AB} = \frac{\frac{y_A}{x_A}}{\frac{y_B}{x_B}} = \frac{k_A}{k_B}$$

کلید اصلی :

$$\alpha_{AB} = \frac{P_A^{sat}}{P_B^{sat}}$$

در سیستم بوفری : (وقتی اندکی تفاوتی ندارد) (فرار است)

$$\alpha = \frac{\frac{y}{1-y}}{\frac{x}{1-x}}$$

$$y = \frac{\alpha x}{1 + (\alpha - 1)x}$$

به طور کلی در مسائل تقطیر رابطه معادله به یکدیگر از این سه صورت زیر می توان است دان نمود .

(1) K-value دان نمود : $y = Kx$

(2) ضریب فراریت α دان نمود : $y = \frac{\alpha x}{1 + (\alpha - 1)x}$

(3) نمودار $x-y$ بدین شکل دان نمود .

α معیار است از درجه سختی یا دشواری فرایند تقطیر :

$1 < \alpha < 1.1$ ← تقطیر غیر ممکن

$1.1 < \alpha < 3.5$ ← تقطیر امکان پذیر است ولی دشوار

$3.5 < \alpha < 10$ ← تقطیر آسان است

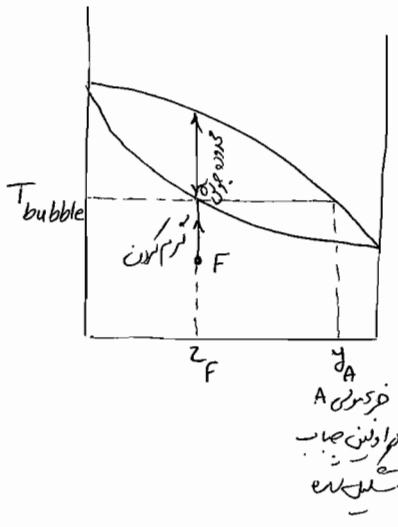
$10 < \alpha$ ← تقطیر (در این حالات عمدتاً از Flash استفاده می شود)

$N \sim \frac{1}{\log \alpha}$ (تقریباً با N رابطه معکوس دارد)

* در صورتی که α صاف و یکنواخت باشد از خط $y=x$ می توان استفاده کرد .

حساب دمای حباب در دمای سیستم :

Bubble point : دمای حباب



$z_F =$ کسر مولی جزء فرار (A) در مخوراک

T_{Bubble} دمای است که در آن دما اولین حباب به وجود می آید

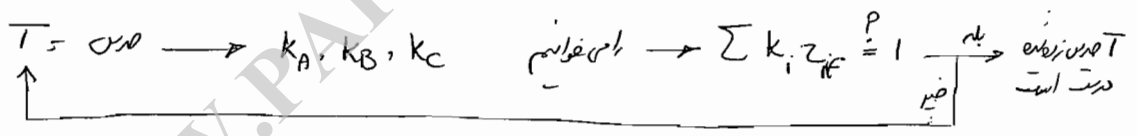
$$\begin{cases} x_A = z_F : \text{در دمای حباب} \\ y_A = z_F \cdot k_A = \frac{\alpha z_F}{1 + (\alpha - 1)z_F} \end{cases}$$

- $\sum y_i = 1$ (معادله عمومی)
- $\sum k_i x_i = 1$ (معادله عمومی - تعادلی)
- $x_i = z_{if}$ (خاص نقطه حباب)
- * $\sum k_i z_{if} = 1$ (خاص نقطه حباب)

در یک سیستم چند جزئی در نقطه حباب :

$$k_A z_{AF} + k_B z_{BF} + k_C z_{CF} = 1$$

مثلاً برای یک سیستم سه جزئی :



$$\sum k_i z_{if} = 1 \Rightarrow \sum \frac{k_i}{k_j} z_{if} = \frac{1}{k_j}$$

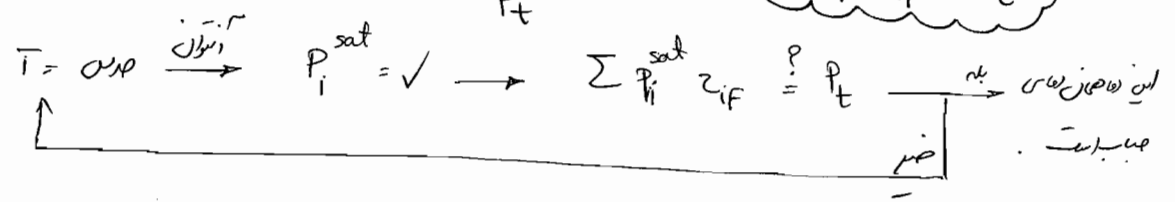
جواب می ده

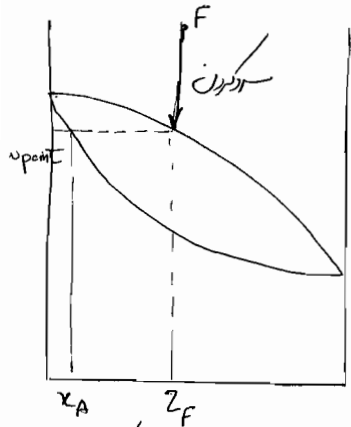
$$\Rightarrow \sum \alpha_{ij} z_{if} = \frac{1}{k_j}$$

$$y_i = k_i z_{if} \cdot \frac{k_j}{k_j} \Rightarrow y_i = \frac{\alpha_{ij} z_{if}}{\sum \alpha_{ij} z_{if}}$$

روش جدید : $k_i = \frac{P_i^{sat}}{P_t}$

$$\sum k_i z_{if} = 1 \Rightarrow \sum \frac{P_i^{sat} z_{if}}{P_t} = 1 \Rightarrow \sum P_i^{sat} z_{if} = P_t$$





کسر مولی A در
گازین مخلوط
جول

۱۲ در سیستم : Dew point
اگر بخار را سرد کنیم تا اولین قطره مایع ظاهر شود آن را نقطه شبنم می نامیم.

نقطه شبنم :
$$z_F = y_A$$

$$x_A$$
 در مقابل با فشار با کسر مولی z_F است.

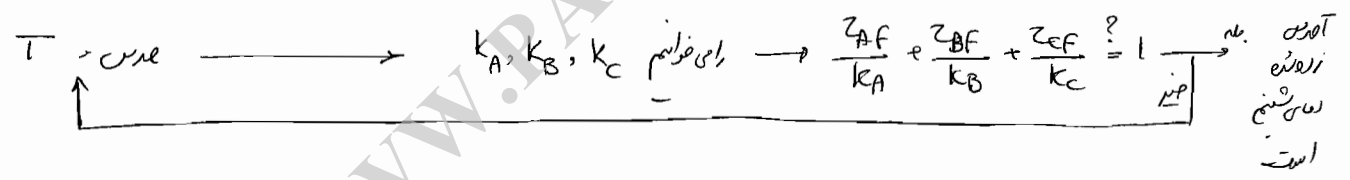
$$x_A = \frac{z_F}{K} \quad \text{یا} \quad z_F = \frac{\alpha x_A}{1 + (\alpha - 1)x_A} \Rightarrow x_A = \sqrt{z_F}$$

- $\sum x_i = 1$ (معادله عمومی)
- $\sum \frac{y_i}{k_i} = 1$ (معادله عمومی - معادله)
- $y_i = z_{iF}$ (خاص در سیستم)
- $\sum \frac{z_{iF}}{k_i} = 1$ (خاص در سیستم)

نقطه شبنم در سیستم چند جزئی :

$$\frac{z_{AF}}{k_A} + \frac{z_{BF}}{k_B} + \frac{z_{CF}}{k_C} = 1$$

مثلا برای یک سیستم سه جزئی :



برای مدل های اولی :
$$k_i = \frac{P_i^{sat}}{P_t}$$

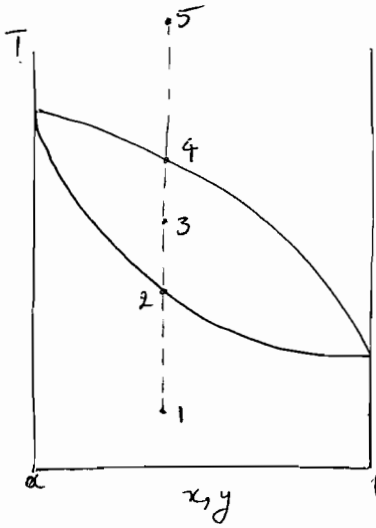
$$\Rightarrow \sum \frac{z_{iF}}{\frac{P_i^{sat}}{P_t}} = 1 \Rightarrow \sum \frac{z_{iF}}{P_i^{sat}} = \frac{1}{P_t}$$

$$\sum \frac{z_{iF}}{k_i} = 1 \rightarrow \sum \frac{z_{iF}}{k_i} \cdot k_j = k_j$$

$$\Rightarrow \sum \frac{z_{iF}}{d_{ij}} = k_j$$

$$x_i = \frac{z_{iF}}{k_i} \times \frac{k_j}{k_j} \rightarrow x_i = \frac{z_{iF} / d_{ij}}{\sum \frac{z_{iF}}{d_{ij}}}$$

محلول‌ها بر خلاف مواد خالص دارای محدوده جوش (Boiling Range) هستند:



$T \uparrow \Rightarrow k_i \uparrow$

$T \downarrow \Rightarrow k_i \downarrow$

* نقطه 5: $T_5 > T_{Dew\ point}$ و $\sum \frac{z_{if}}{k_i} < 1$ و $\sum z_{if} \cdot k_i > 1$ (غبار آلوده)

* نقطه 4: $T_4 = T_{Dew\ point}$ و $\begin{cases} \sum \frac{z_{if}}{k_i} = 1 \\ \sum z_{if} \cdot k_i > 1 \end{cases}$ (غبار اشباع)

* نقطه 3: $T_{bubble} < T_3 < T_{Dew\ point}$ و $\sum z_{if} \cdot k_i > 1$ و $\sum \frac{z_{if}}{k_i} > 1$ (دو فاز)

* نقطه 2: $T_2 = T_{bubble\ point}$ و $\begin{cases} \sum z_{if} \cdot k_i = 1 \\ \sum \frac{z_{if}}{k_i} > 1 \end{cases}$ (میعان اشباع)

* نقطه 1: $T_1 < T_{bubble\ point}$ و $\begin{cases} \sum z_{if} \cdot k_i < 1 \\ \sum \frac{z_{if}}{k_i} > 1 \end{cases}$ (میعان سرد)

سنت 71 صفحه 179 و 180

ضخاک $\begin{cases} 0.8\ A \\ 0.2\ B \end{cases}$ $\begin{cases} k_A = 2.34 \\ k_B = 0.43 \end{cases}$

→ = ? حالت تر بودن یا خنک شدن

$\sum z_{if} \cdot k_i = (0.8 \times 2.34) + (0.2 \times 0.43) = \dots > 1$

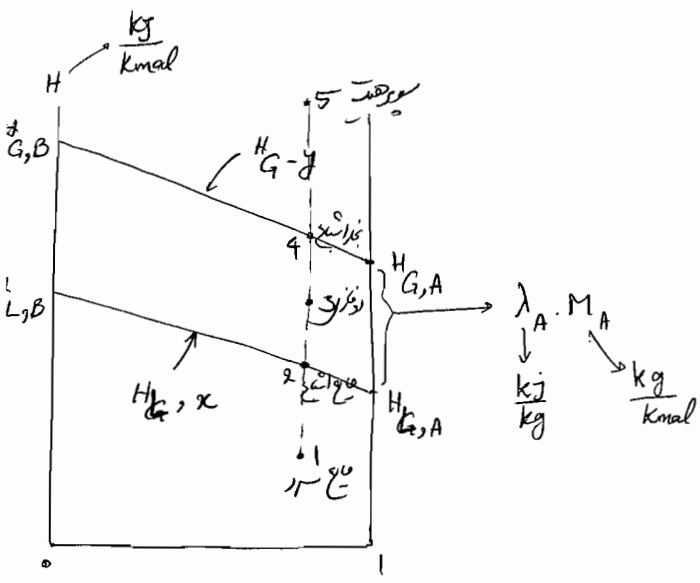
$\sum \frac{z_{if}}{k_i} = \frac{0.8}{2.34} + \frac{0.2}{0.43} < 1$ → معقول به سمت میع - سوره صحت

نقشه 2 درست است.

دایگرام های H-x, y

منظور از این است که آنتالپی را بر حسب کالری به ما می‌دهد. برای آنکه ما در خالص بین آنتالپی حالت میع و بخار اختلافی به اندازه λ (برای بخار تبخیر) داشته باشیم.

$H_G - H_L = \lambda$

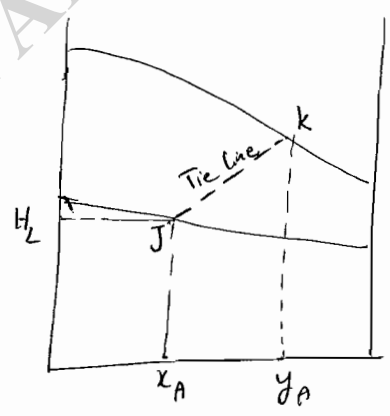
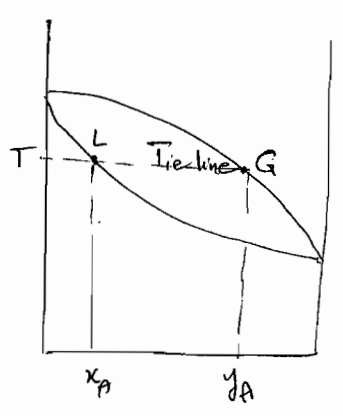


رابط H_L-x و H_G-y
 نه انزله خورده شده
 انزله خورده

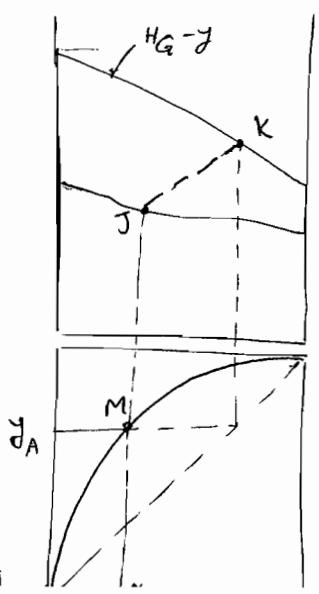
$$B, A \text{ در } T_H L = \left[\frac{M_A \cdot C_{PA}}{\frac{kg}{kmol}} \cdot (T - T_{ref}) \right] x_A + \left[M_B \cdot C_{PB} (T - T_{ref}) \right] x_B + \Delta H_S$$

محرک هانتسل

$$H_G = \left[M_A \cdot C_{PA} (T - T_{ref}) + M_A \lambda_A \right] y_A + \left[M_B \cdot C_{PB} (T - T_{ref}) + M_B \lambda_B \right] y_B$$



WWW.PAKSPHD.COM

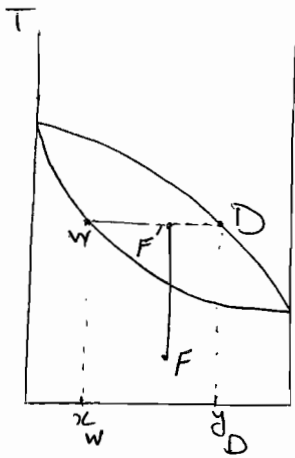


- Tie line $H-xy$ در صفت: JK
 - Tie line $T-xy$ در صفت: LG
 - Tie line $y-x$ در صفت: M

محاسبات تغییر در استرس منتهی قابل $H-xy$, $T-xy$, xy قابل انجام است.

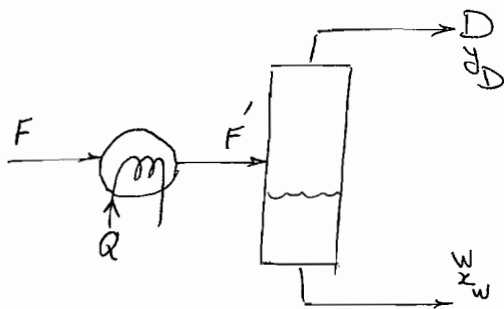
جلسه یازدهم :
تقطیر آنی

Flash Distillation



خورش با غلظت Fz_F داریم
برای انجام تقطیر باید خوراک را گرم کنیم تا دوفازی شود
فلاش یعنی گرم کردن خوراک به نقطه F در رسم حال
خارج داریم با مشخصات D و W

برای D و W غلظت های متفاوت نسبت به خوراک F داریم پس همان را انجام می دهیم



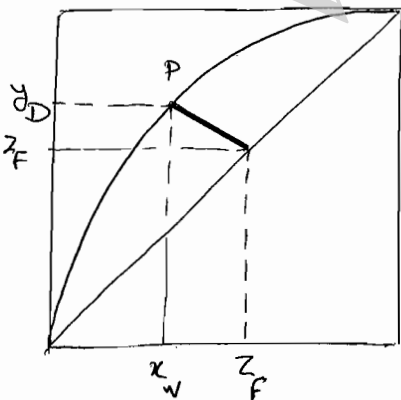
$$\begin{cases} F = D + W \\ Fz_F = Dy_D + Wx_W \\ FH_F + Q = DH_D + Wx_W \end{cases}$$

اگر بین این معادلات F حذف کنیم :

$$\frac{W}{D} = \frac{y_D - z_F}{x_W - z_F} = \frac{H_D - (H_F + \frac{Q}{F})}{H_W - (H_F + \frac{Q}{F})}$$

خط Flash

سال ۱۱۳ تا ۱۹



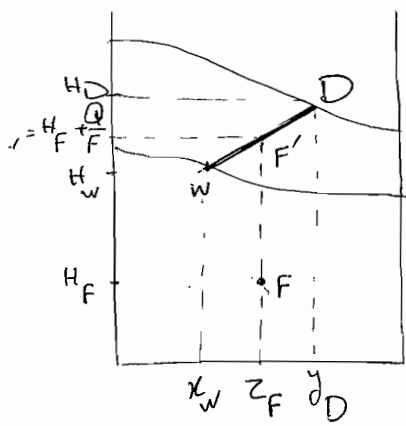
از نقاط خطوط تعادل و متان نقطه P به دست می آید

$$\begin{cases} \frac{W}{D} = \frac{y_D - z_F}{x_W - z_F} \\ y_D = kx_W \quad \therefore \quad y_D = \frac{\alpha x_W}{1 + (\alpha - 1)x_W} \end{cases}$$

if $k = \text{معامله}$ \Rightarrow

$$\begin{cases} y_D = \frac{z_F(1 + \frac{W}{D})}{1 + \frac{W}{Dk}} \\ x_W = \frac{z_F(1 + \frac{W}{D})}{k + \frac{W}{D}} \end{cases}$$

Flash reaction استقامت می شود که در این حالت کلیتاً نزدیک به ۱۰۰٪
 برای محاسبه تقارن در صورتی که برای محاسبه F به D و W
 در معادله انرژی استفاده می کنیم



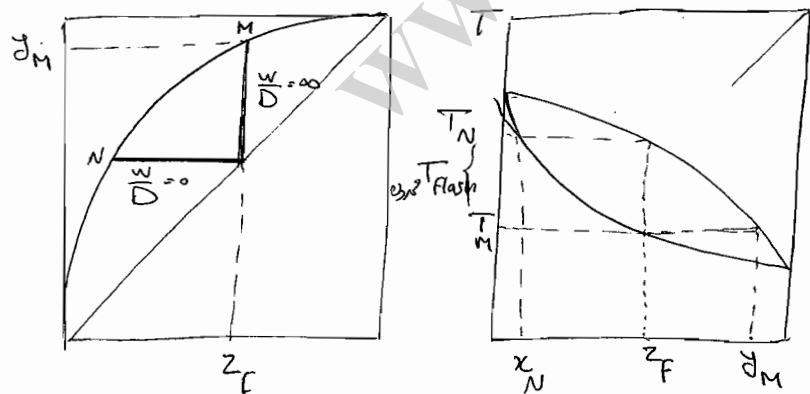
برای محاسبه عملکرد Flash :

نسبت خط کار برای Flash است $\frac{W}{D}$ و این را بر روی نمودار می کشیم :

$\frac{W}{D} \rightarrow 0$
 (W $\rightarrow \infty$) \Rightarrow نقطه نسیم $\Rightarrow \begin{cases} x_D = z_F \\ x_W = x_N \end{cases}$

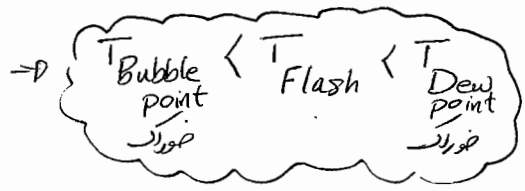
$\frac{W}{D} \rightarrow \infty$
 (D $\rightarrow 0$) \Rightarrow نقطه صاب $\Rightarrow \begin{cases} x_D = x_M \\ x_W = z_F \end{cases}$

محصول بخار تولید می شود در این حالت در یک نقطه غلیظ
 غریز قرار است. یعنی غنی ترین بخار از غریز
 قرار در این نقطه حاصل می شود.



$T_N =$ نسیم

$T_M =$ صاب



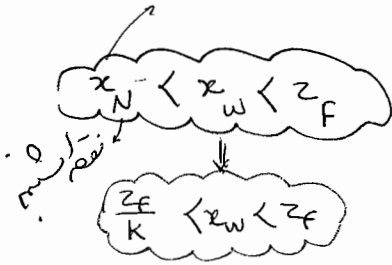
سخت ۱۱۴ ال ۱۱۸ :

در این حالت در این صورت در این نقطه Flash : در این حالت در این صورت در این نقطه Flash
 در این حالت در این صورت در این نقطه Flash

تست ۱۲۵ سال ۸۵ : تعیین محدوده Flash

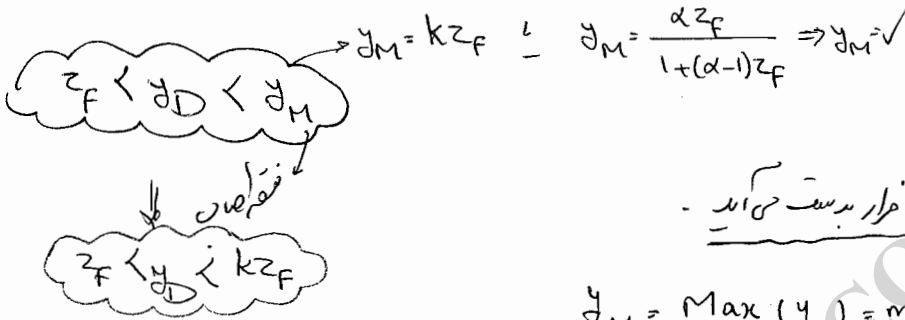
$$x_N = \frac{z_F}{K} \leq x_F = \frac{\alpha x_N}{1 + (\alpha - 1)x_N} \rightarrow x_N = \sqrt{\dots}$$

محدوده غلظت ما در Flash :



در این سیستم غنی ترین مایع از خود عنصر فرار درست می آید.

$$x_N = \min(x_w) = \min(A) = \max(B)$$

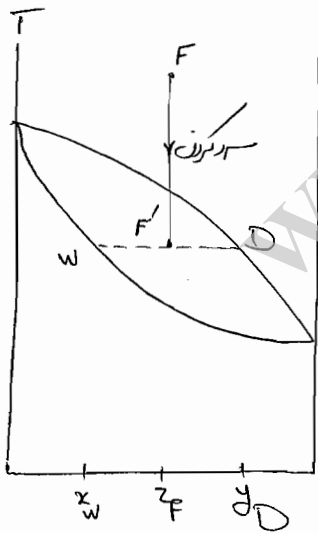


در این سیستم غنی ترین مایع از خود فرار درست می آید.

$$y_M = \text{Max}(y_D) = \max(A) = \min(B)$$

فرار فرار

محدوده Flash همان محدوده دو فاز است که در آن $\sum k_i z_i > 1$ و $\sum \frac{z_i F}{K} > 1$



میان ناگهانی Flash Condensation

$$F = D + W$$

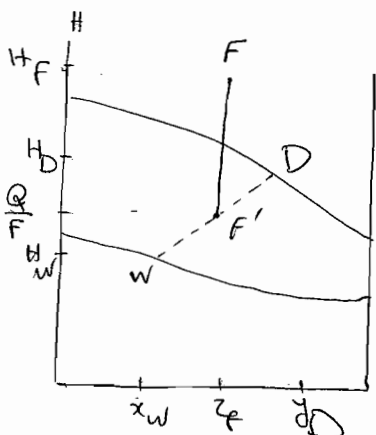
$$F z_F = D y_D + W x_w$$

$$F H_F - Q = D H_D + W H_w$$

$$\frac{-W}{D} = \frac{y_D - z_F}{x_w - z_F} = \frac{H_D - (H_F - \frac{Q}{F})}{H_w - (H_F - \frac{Q}{F})}$$

میان ناگهانی

نقطه‌هایی که در ارتباط با محدود رطوبت و غلظت ها در تقاطع ناگهانی تقسیم در میان ناگهانی نیز جدول می آید.



مثال: خوراک حاوی 40٪ فرد نظر و در یک فرآیند Flash می شود (y = 2x) در یک تریپل می تواند نشان دهنده مشخصات محصولات خروجی این واحد باشد:

- 1) $x_w = 0.1$, $y_D = 0.2$
- 2) $x_w = 0.25$, $y_D = 0.45$
- 3) $x_w = 0.3$, $y_D = 0.6$
- 4) $x_w = 0.45$, $y_D = 0.9$

تریپل (2) هدف هر سرد کردن در $y = 2x$ است که می تواند نشان دهنده

در تقسیم با $z_F < y_D < k z_F$ و $\frac{z_F}{k} < x_w < z_F$

$0.4 < y_D < 0.8$ $0.2 < x_w < 0.4$

در تریپل 3 درست است

Multi component Flash Distillation

تعیین ناخالصی جدید خوراک

$F = D + W$

تغییر فزونی خوراک $F z_{jF} = D y_{jD} + W x_{jW}$

تغییر لوله اول $\left\{ \begin{aligned} -\frac{W}{D} &= \frac{y_{jD} - z_{jF}}{x_{jW} - z_{jF}} \\ y_{jD} &= k_j x_{jW} \end{aligned} \right.$

از نظر معادله \rightarrow

$y_{jD} = \frac{z_{jF} (1 + \frac{W}{D})}{1 + \frac{W}{D} k_j}$

$x_{jW} = \frac{z_{jF} (1 + \frac{W}{D})}{k_j + \frac{W}{D}}$

$\sum y_{jD} = 1$, $\sum x_{jW} = 1$

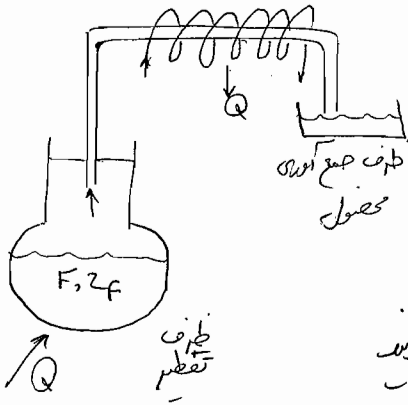
$\frac{z_{AF} (1 + \frac{W}{D})}{1 + \frac{W}{D} k_A} + \frac{z_{BF} (1 + \frac{W}{D})}{1 + \frac{W}{D} k_B} + \frac{z_C (1 + \frac{W}{D})}{1 + \frac{W}{D} k_C} = 1$

برای تعیین سه جزئی داریم:

برای حل از روش سه ضلعی استفاده می کنیم:

Differential Batch Distillation

تقطیر دفاتسیری



در تقطیر دفاتسیری، در هر لحظه در دو نقطه از سیستم داریم: در یک طرف در حال فرایند است و در طرف دیگر در حال تقطیر است.

در زمان $t=0$ در یک طرف داریم F, z_f و در طرف دیگر x, t_f

غلظت خرد خرد در طرف تقطیر F, z_f > x > x_w

غلظت خرد خرد در طرف تقطیر $y = kz_f$

غلظت در طرف دیگر در حال تقطیر $y = \frac{\alpha z_f}{1 + (\alpha - 1)z_f}$

غلظت در طرف دیگر در حال تقطیر $y = kx$

غلظت در طرف دیگر در حال تقطیر $y = \frac{\alpha x}{1 + (\alpha - 1)x}$

غلظت در طرف دیگر در حال تقطیر $y = kx_w$

غلظت در طرف دیگر در حال تقطیر $y = \frac{\alpha x_w}{1 + (\alpha - 1)x_w}$

غلظت در طرف دیگر در حال تقطیر $y = \frac{\alpha z_f}{1 + (\alpha - 1)z_f}$ (خالص ترین بخاری است تولید می شود)

مقدار جامع درون ظرف تقطیر F > L > w

تست ۱۱۲ سال ۸۴:

مثال: مخلوطی از ۵۰٪ متانول و ۵۰٪ آب به صورت دفاتسیری تقطیر می شود. در طرف تقطیر غلظت متانول به ۴۰٪ برسد. در طرف دیگر در حال تقطیر قوه دردی به طرف جمع آوری محصول برابر است با: $(\alpha = 3.6)$

آخرین قوه دردی به طرف جمع آوری محصول از میان آخرین بخار تولید حاصل می شود پس متوسط برابر آخرین بخار است. (یعنی y در زمان قطعه فرایند)

کمترین متانول در آخرین قوه $y = \frac{3.6 \times 0.4}{1 + 2.6 \times 0.4} = 0.7$

مجموع دردی به طرف جمع آوری محصول

غلظت در طرف جمع آوری محصول $\frac{kz_f}{\alpha z_f}$ > $y_{D,w}$ > $\frac{\alpha x_w}{1 + (\alpha - 1)x_w}$

$$\int_F^W \frac{dL}{L} = \int_{z_F}^{x_W} \frac{dx}{y-x}$$

معادله برای تقطیر زئواستری :

L : مقدار جرم درون ظرف تقطیر در هر لحظه ($W < L < F$)

x : غلظت جرم در ظرف در هر لحظه ($x_W < x < z_F$)

y : " " " " بخار تولیدی در هر لحظه

$$\ln\left(\frac{W}{F}\right) = \int_{z_F}^{x_W} \frac{dx}{y-x}$$

y از رابطه تعادلی آن با x باید جایگزین شود

if: $y = kx \rightarrow \ln\left(\frac{W}{F}\right) = \frac{1}{k-1} \ln\left(\frac{x_W}{z_F}\right)$

if: $y = \frac{\alpha x}{1+(\alpha-1)x} \rightarrow \log \frac{Fz_F}{Wx_W} = \alpha \log \frac{F(1-z_F)}{W(1-x_W)}$

$$Fz_F = n_{AF}$$

$$Wx_W = n_{AW}$$

$$F(1-z_F) = n_{BF}$$

$$W(1-x_W) = n_{BW}$$

$$\frac{n_{AF}}{n_{AW}} = \left(\frac{n_{BF}}{n_{BW}}\right)^\alpha$$

تقطیر زئواستری

$$\alpha = 2$$

$$\frac{n_{BF}}{n_{BW}} = \frac{1}{3}$$

\Rightarrow $\frac{\text{تعداد مولهای رسیده به صورت بخار}}{\text{تعداد مولهای رسیده به صورت مایع}}$

$$\Rightarrow \frac{n_{AF}}{n_{AW}} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

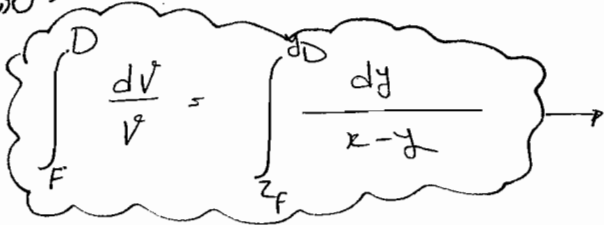
سمت راست ۱۲ جل ۱۳

مکان زئواستری :

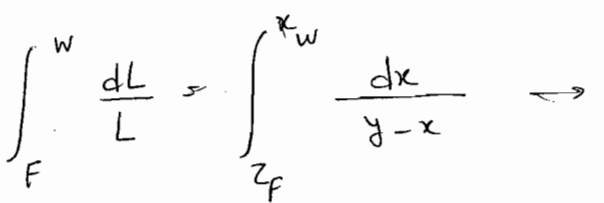
	$t = 0$		t در هر لحظه		t_F
خوراک به صورت بخار	F	>	V	>	D
گرمای ظرف در بخار	z_F	<	y	<	y_D
غلظت جرم تولیدی در هر لحظه	$x = \frac{z_F}{k}$	<	$x = \frac{y}{k}$	<	$x = \frac{y_D}{k}$

میان زنوازی

میان طرف $x_{w,ave}$ بریم



$$f(D, F, z_f, y, \frac{k}{\alpha}) = 0$$



$$f(w, F, z_f, x, \frac{k}{\alpha}) = 0$$

F = 50 male
 $z_f = 0.5$
 w = 30 male
 $y = 2x$

تساوی ۱۳ الی ۱۱ صفحه ۴۱۹ - منبرازاد :

$$\int_{50}^{50-30=20} \frac{dV}{V} = \int_{z_f=0.5}^{y_D} \frac{dy}{x-y} \rightarrow x = \frac{y}{2}$$

$$\ln \frac{20}{50} = -2 \ln \frac{y_D}{0.5} \rightarrow y_D = 0.79$$

$$F \cdot z_f = D y_D + w x_{w,ave}$$

$$50 \times 0.5 = 20 \times 0.79 + 30 \times x_{w,ave} \rightarrow x_{w,ave} = \frac{25 - 15.8}{30} \checkmark$$

میان زنوازی $y_D = ?$
 (بکار بیایم)

میان زنوازی $x_{w,ave} = ?$
 در جدول ۵۰

موازنه شروع - خاتمه : میان زنوازی تقصیر و میان زنوازی

تقصیر زنوازی

$$\left\{ \begin{array}{l} F = w + D \\ F \cdot z_f = w x_w + D y_{D,ave} \end{array} \right.$$

میان زنوازی

$$\left\{ \begin{array}{l} F = D + w \\ F \cdot z_f = D y_D + w x_{w,ave} \end{array} \right.$$

در تقصیر و میان زنوازی :

حل سه معادله w, y_D, D برآورد می شود ، معادله هم شروع و خاتمه و منفی قابل ، سه معادله از جدول w, y_D, D برآورد می شود .

تقسیم دماهای چند جزئی :

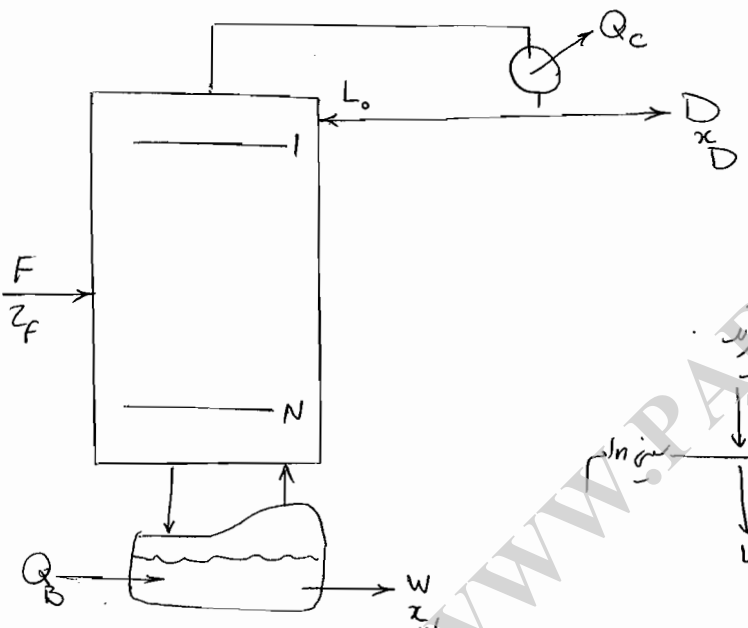
$$\begin{cases} \log \frac{F z_{jF}}{W x_{jW}} = \alpha_{jB} \log \frac{F z_{BF}}{W x_{BW}} & j \neq B \\ \sum x_{jW} = 1 \end{cases}$$

B سائیده مسا

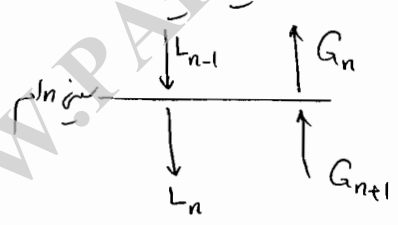
تقسیم دماهای و سوسه :

پایه دست یابی به سطوح خاص بالاتر و ظرفیت خاص بالاتر باید به صورت چند جزئی و سوسه تقسیم انجام شود.

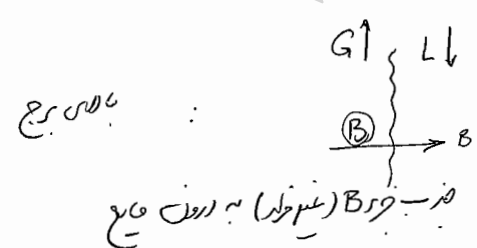
طایفه ریسولتر: تأمین دائم جریان بخار در برج
 و طایفه لنداسون: تولید مایع که توسط جریان ریفلاکس
 بعضی از مایع به برج برگردانده می شود
 پس با تمام تر اینها تقسیم است



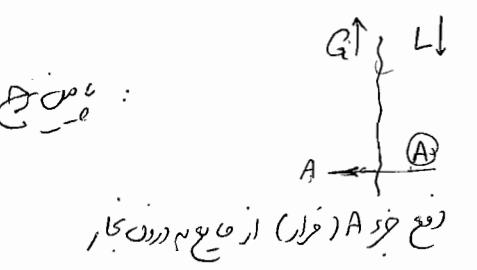
* در سینی خورشیدی و سینی سینی می گویند



سستف فوقانی برج تقطیر مثل برج خرد عمل می کند که در آن
 اجزای عمده فراری که ظرفیت حضور در سینی های بالایی خود را
 پیدا کرده اند به درون مایع برگشتی که طراحی خاص یافته است خرد
 می شود.



سستف پایین برج تقطیر مثل برج دفع عمل می کند که در آن
 اجزای فراری که در جریان مایع در سینی های زیرین برج هستند
 طردند توسط بخارات فوری از ریسولتر از مایع به درون بخار
 دفع می شود.



Reflux Ratio

$$R = \frac{\text{نسبت جریان برگردانی}}{\text{نسبت جریان تغذیه}}$$

$$R = \frac{L}{D}$$

$$\text{Min}(R) \neq 0$$

$R_{\min} \parallel R < \infty$
 حداقل نسبت جریان برگردانی
 در شرایط مختلف
 Total Reflux

$$R_{\text{opt}} = (1.2 \rightarrow 1.5) R_{\min}$$

at $R = R_{\text{opt}} \rightarrow \text{Total Cost} = \text{Min}$

متغیر	متغیر
F	D
z_F	W
x_D	D_T تقطیر
x_W	H_T
\downarrow آب سرد و بخار H-xy, T-xy, xy R	N
	N_{feed}
	$Q_C \rightarrow A_C, \dot{m}^{\text{cooling}}$
	$Q_B \rightarrow A_B, \dot{m}^{\text{steam}}$

* می‌سازد D و W :

$$\begin{cases} F = D + W \\ F \cdot z_F = D \cdot x_D + W \cdot x_W \end{cases} \rightarrow D = \sqrt{\dots}, W = \sqrt{\dots}$$

* می‌سازد تقطیر :

$$V_F = C_F \left(\frac{P_L - P_G}{P_G} \right)^{0.5} \quad \text{مضخ آتریال}$$

$$D_T = f(L, G)$$

L, G دین می‌سازد N بدین ترتیب
 ادرن یا پنچون : قانون اهرم
 ادرن تکلیف : معادلات خطوط کار

* محاسبه ارتفاع برج :

$$H_T = f(N, t)$$

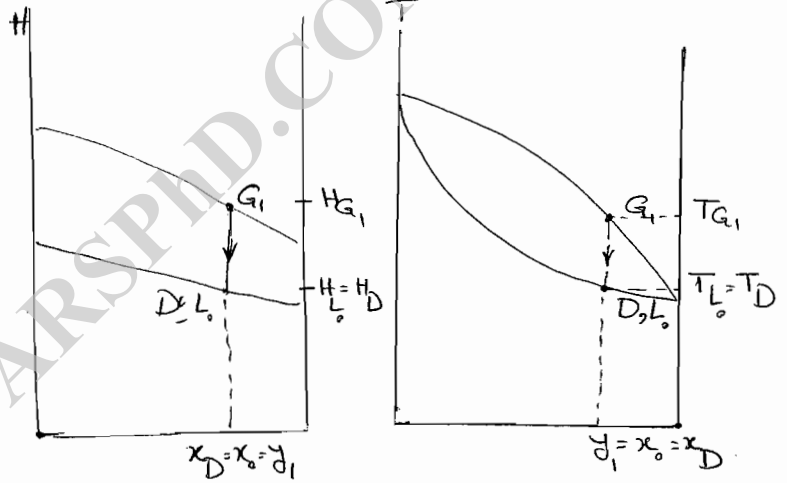
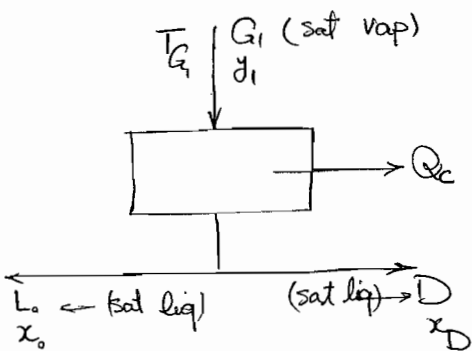
\downarrow \downarrow
 عدد سینیها زمان سینیها

ت در ضمن محاسبه قطر برج به دست می آید .

محاسبه بار حرارتی تانکوند :

تانکوند }
 (۱) تانکوند کامل
 (۲) تانکوند جزئی (پارشیال)

I) محاسبه بار حرارتی تانکوند کامل



$T_{L_0} = T_D$ (در صورت حصول بالا س برج = در صورت در غلظت محصول بالا و در فشار عملیاتی)

T_{G_1} (در صورت بخار درونی به تانکوند = در صورت در غلظت محصول بالا و در فشار عملیاتی)

$$\left\{ \begin{array}{l} G_1 H_{G_1} = L_0 H_{L_0} + D H_D + Q_c \\ H_{L_0} = H_D \\ G_1 = L_0 + D \\ \frac{L_0}{D} = R \\ G_1 = (R+1)D \end{array} \right.$$

موازنه انرژی حول تانکوند کامل :

$$Q_c = (R+1)D(H_{G_1} - H_{L_0})$$

بار حرارتی تانکوند کامل

$$R \uparrow \Rightarrow Q_c \uparrow$$

$$Q_c = \left(\frac{\text{مقدار خالص ماده به مایع تبدیل شده}}{G_1} \right) \times \left(\text{تفاوت در محتوای انرژی} \right)$$

$$Q_c = \frac{(R+1)D}{\lambda} (H_{G_1} - H_{L_0})$$

$$Q_c = u \cdot A_c \cdot \text{LMID}$$

$$= \dot{m}^{\text{cooling water}} \times C_p^{\text{water}} \times (T_{\text{out water}} - T_{\text{in water}})$$

$$\Rightarrow \dot{m}^{\text{cooling water}} = \frac{Q_c}{C_{p_w} \cdot \Delta T_w} = \frac{(R+1)D \cdot \lambda}{C_{p_w} \cdot \Delta T_w}$$

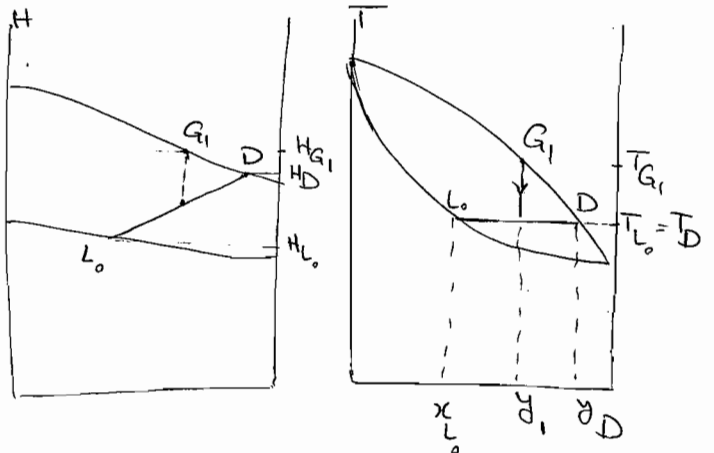
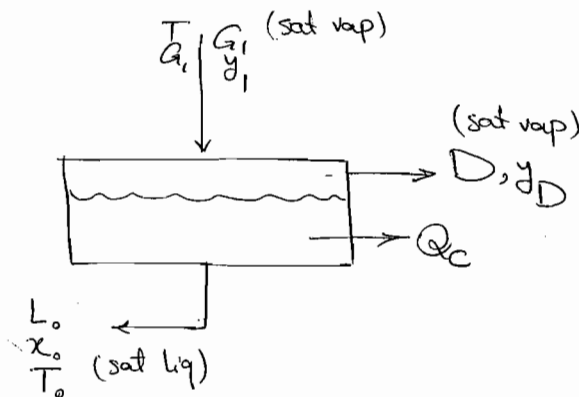
$$R \uparrow \Rightarrow Q_c \uparrow \Rightarrow A_c \uparrow, \dot{m}^{\text{cooling water}} \uparrow$$

$R_1 = 4$
 $R_2 = 8$
 مائع جو غلظت (sat) سے زیادہ ہو کر آتا ہے
 $\frac{Q_c}{D} = ?$

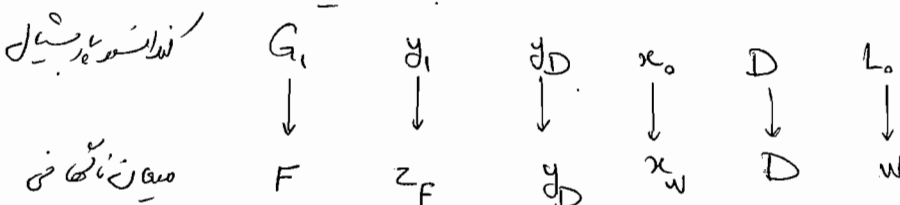
$\frac{Q_c}{D} = (R+1) \lambda$

$$\frac{\left(\frac{Q_c}{D}\right)_2}{\left(\frac{Q_c}{D}\right)_1} = \frac{R_2 + 1}{R_1 + 1} = \frac{9}{5} = 1.8$$

II) (Partial) : مائع اور بخار کی جزوی تغلیب :



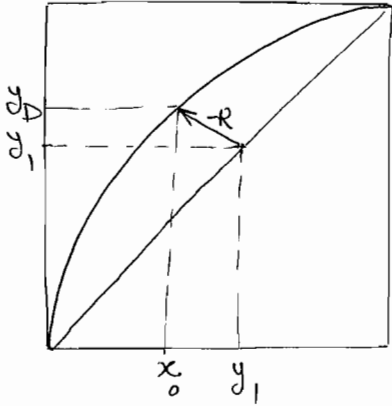
بخار میں غلظت کا تناسب مائع سے زیادہ ہو کر آتا ہے Flash Condensation



Partial condensation: $\frac{y_D - y_1}{x_0 - y_1} = \frac{L_0}{D} = R$

Flash: $\frac{y_D - z_F}{x_{w1} - z_F} = \frac{w}{D}$

نقطه حجم: partial در نقطه تعادلی محسوب می شود
 چون در آن درازناری صورت می گیرد. و ضلوع اندازد
کامل که یک درجه تعادلی است



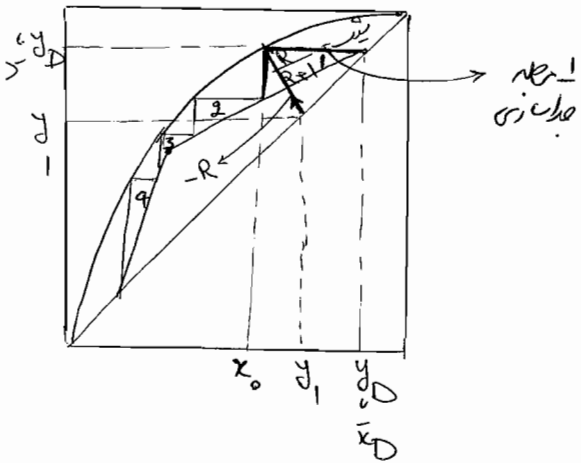
$$T_{G1} = \text{واحد ششم در نقطه کار درونی به اندازد}$$

$$T_{L1} = \text{واحد ششم در نقطه محصول بالایی برج، وای صاب در}$$

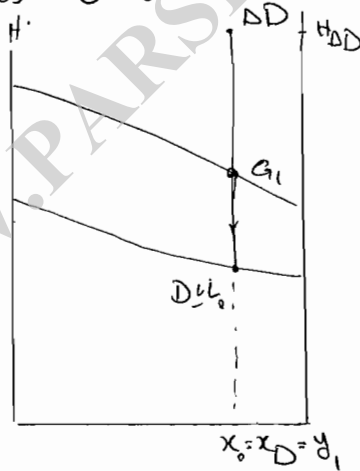
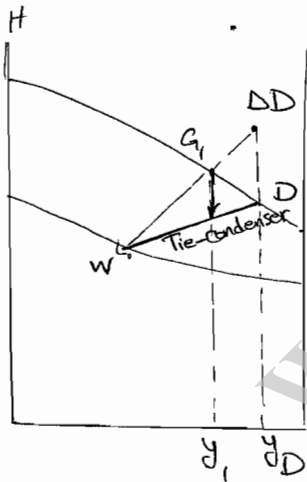
نقطه مایع برکنشی به اندازد

$$\text{ست } 75 \text{ (صفر } 130 \text{ تا } -)$$

$$\text{ست } 70 \text{ (صفر } 179 \text{ تا } -)$$



ارتباط نقاط مایع و درازناری $H-x$ در تمام درازناری کامل و جزئی:



ΔD و L_n و G_{n+1} بر استقامت.

نقطه تعادل $(y_D, H_{DD}) \leftarrow \Delta D$

$$G_1 H_{G1} = L_0 H_{L0} + D H_D + Q_C$$

$$L_0 = RD$$

$$G_1 = (R+1)D$$

$$G_1 = L_0 + D$$

$$H_2 + H_D, H_D \approx H_{G1}$$

نقطه تعادل درازناری مایع

$$\Rightarrow Q_C \approx \underbrace{RD}_{\text{تعداد کارتریج به مایع سیرک}} \underbrace{(H_{G1} - H_{L0})}_{\text{تفاوت دما مایع}}$$

تعداد کارتریج به مایع سیرک / تفاوت دما مایع

$$Q_c = R D \lambda \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad (R+1) D \lambda$$

$$= m_{\text{cooling water}} \times C_{p_w} \times \Delta T$$

$$= \mu \cdot A_c \cdot \text{LMTD}$$

$$R \uparrow \Rightarrow Q_c \uparrow \Rightarrow A_c \uparrow \Rightarrow m_{\text{cooling}} \uparrow$$

WWW.PARSPHD.COM

محاسبه بار حرارتی ریبویلر :
در روش وجود ندارد :

۱- موازنه انرژی کل برج :

$$F H_F + Q_B = D H_D + W H_W + Q_C$$

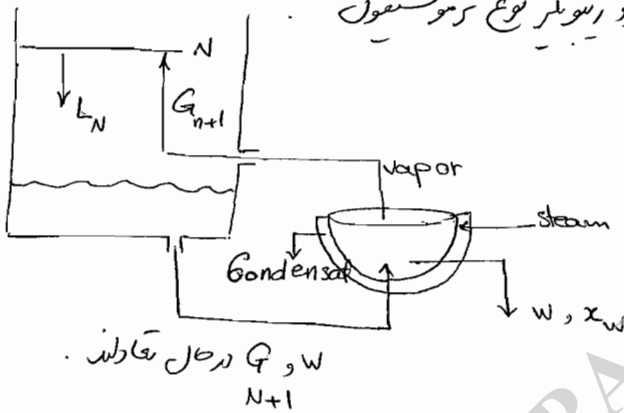
$$\Rightarrow Q_B = \checkmark$$

$$Q_B = w (H_w - H_{\Delta w})$$

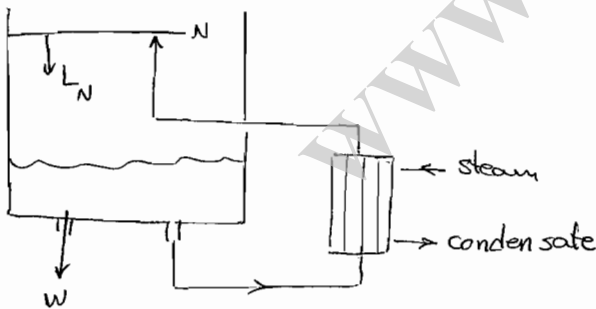
انتخابی نقطه تعادل یا این برج

۲-

نکته : ریبویلر همیشه در مرحله تعادلی محسوب می شود به جز ریبویلر نوع ترموستفون



ریبویلر یک مرحله تعادلی است



ریبویلر ترموستفون یک مرحله تعادلی نیست

$$Q_B = m_{\text{steam}} \cdot \lambda_{\text{steam}} \quad \text{توسط بخار تا منجمد می شود پس می توان گفت}$$

$$= u \cdot A_B \cdot LMTD$$

$$Q_B \uparrow \Rightarrow A_B \uparrow \Rightarrow m_{\text{steam}} \uparrow$$

سطح حرارتی ریبویلر بار حرارتی

سخت ۱۱۲ حل ۱۹ :

$m_{\text{coding water}} = ?$
 \uparrow
 m_w

$m_{\text{steam}} = ?$
 \uparrow
 m_s

$m_w \cdot C_p \cdot \Delta T = Q_c$

$\rightarrow m_w = \frac{Q_c}{C_p \cdot \Delta T}$

مقدار جاری که به منبع تبدیل می‌شود

$\frac{V \times \lambda}{C_p \Delta T}$
 گرمای مکان تبخیر

$\rightarrow V = (R+1)D$ $\& \quad V = RD$

اندازه یار تبخیر اندازه یار کل

$w_s \cdot \lambda_s = Q_B \Rightarrow w_s = \frac{Q_B}{\lambda_s} = \frac{V \cdot \lambda_V}{\lambda_s}$

فرمول ۲ درست است .

حاسب N (عدد مراحل تقویری)

۱۱ روش بانچون - سادارت : اندر پارام های xy ، H-xy اشاره می‌شود

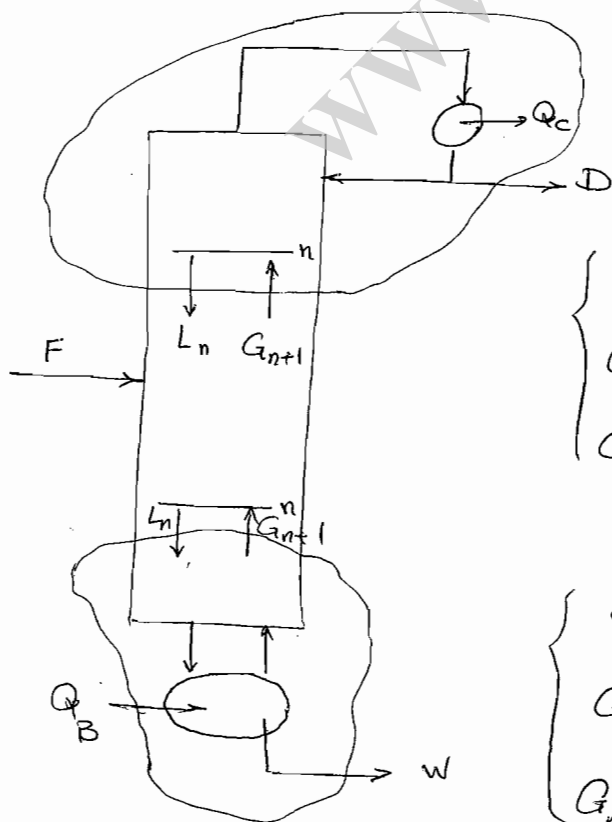
روش بانچون سادارت محاسبات دقیق است .

۱۲ روش مک کلب : اندر پارام های xy اشاره می‌شود .

روش مک کلب محاسبات تقویری است .

حاسب عدد سینی ها به روش بانچون :

موازنه سینی بالای هر دراز :



$$\begin{cases} G_{n+1} = L_n + D \\ G_{n+1} y_{n+1} = L_n x_n + D x_D \\ G_{n+1} H_{G_{n+1}} = L_n H_{L_n} + D H_D + Q_c \end{cases}$$

$$\begin{cases} G_{n+1} - L_n = D \\ G_{n+1} y_{n+1} - L_n x_n = D x_D \\ G_{n+1} H_{G_{n+1}} - L_n H_{L_n} = D H_D + Q_c = D \left(H_D + \frac{Q_c}{D} \right) \end{cases}$$

n : شماره سینی تقویری در بالای راج است .

نقطه تقاطع پایین جدول است.

$$x_{DW} = \frac{W x_W}{W} = x_W$$

$$H_{DW} = \frac{W H_W - Q_B}{W} = H_W - \frac{Q_B}{W}$$

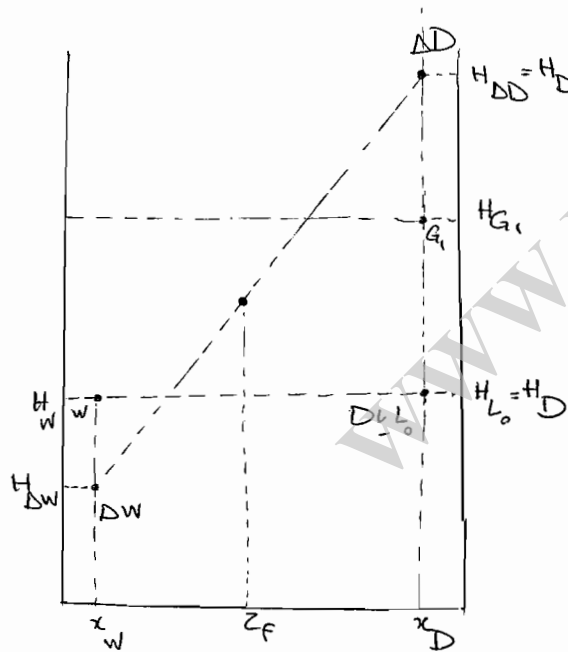
نقطه: تقاطع L_n و G_{n+1} در سینی های پایین جدول برداشت می شود.

موازینگی فرج:

$$F = D + W$$

$$F z_F = D x_D + W x_W$$

$$F \cdot H_F = D \cdot H_D + Q_C + W H_W - Q_B$$



نقطه: تقاطع ΔD , ΔD , F در سینی های بالا

$$H_{DD} = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$H_{DD} = H_D + (R+1)(H_{G_1} - H_L)$$

از تقاطع F و DD به راستی تا x_W نقطه ΔD بدست می آید

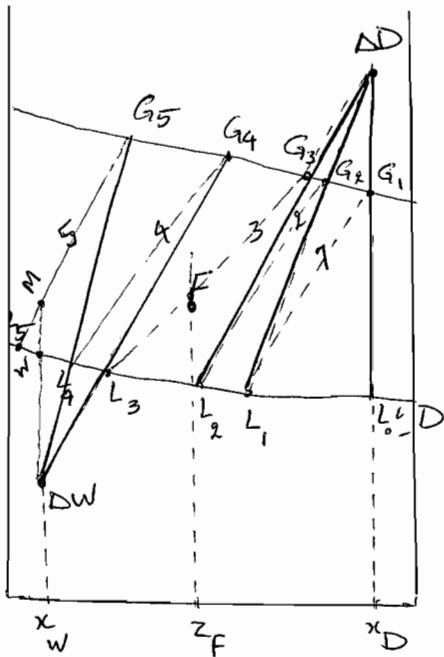
$$H_{DW} = \checkmark$$

$$Q_B = W(H_W - H_{DW})$$

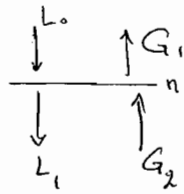
نقطه: با افزایش R تقاطع ΔD , ΔD لازم دور می شود

$$R \uparrow \Rightarrow H_{DD} \uparrow \Rightarrow H_{DW} \downarrow$$

(دور شدن ΔD و ΔD منجر به کم شدن تقاطع سینی های میانی)



قاعدہ: L_n و G_{n+1} و ΔD ایک استقامتند
 درجہ خط ΔD L_n G_{n+1} و operating line در صفحہ $H-x$ است



operating line خط است که

اساس آن موازنه جرم انرژی باشد

از طرفی چون L_1 و G_1 با این فرجه که در حل را
 قاری در شرطی کنیم با هم در مقابل اند

سخت ۱۵۰۲ اصل ۸۵: جرایم سبب N در تقصیر بازاری به ضرایب انتقال جرم سبب م

چون در N توری موازنه قاری فرجه می شوند

وی در N واقعی ضرایب انتقال جرم تقصیر دارند و تقصیر آنها در این فرجه می شود

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{a k_y h_L}{G'}\right)$$

$$\frac{N}{\text{واقعی}} = \frac{N_{\text{توری}}}{\eta}$$

اداره درین: در این محاسبات و موازنه جرم از سبب ضرایب انتقال جرم می شوند. لذا L_n و G_n

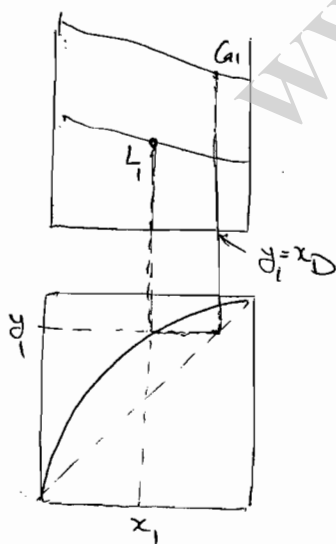
با هم در مقابلند و L_n G_n یک خط Tie-line محسوب می شود
 اگر k و α با دانستنیم به راحتی نقاط قاری را می بینیم که

$$y_n = \text{معلوم} \rightarrow y_n = k x_n \rightarrow x_n = \text{معلوم}$$

$$y_n = \text{معلوم} \rightarrow y_n = \frac{\alpha x_n}{1 + (\alpha - 1)x_n} \rightarrow x_n = \text{معلوم}$$

روشن تر سبب در صورتی است که معلوم y_n یا x_n باشد:

به این روش نقاط قاری می بینیم



خط ΔD در سمت چپ F قرار می گیرد یعنی به پائین خود را رسیده ایم
 لذا باید به جای ΔD از نقطه تقاطع پائین خود را پهن استقامت کنیم

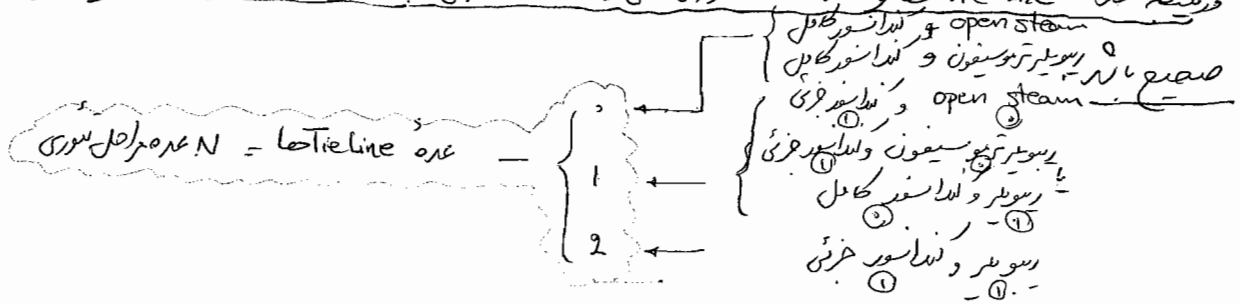
لحون استقامت خط کار در سمت چپ راستی قائم x_W قرار گرفت یعنی به نقطه پائین بریم رسیده ایم دی سبب
 باید متوقف شود

عده Tie line : 4

$$\text{Tie line} = 4 + \frac{MG_5}{L_5 G_5} = 4.7$$

در این مثال

فرقیه عده Tie line و عده N توری می تواند اعماری باشد اما N واتم باید عده



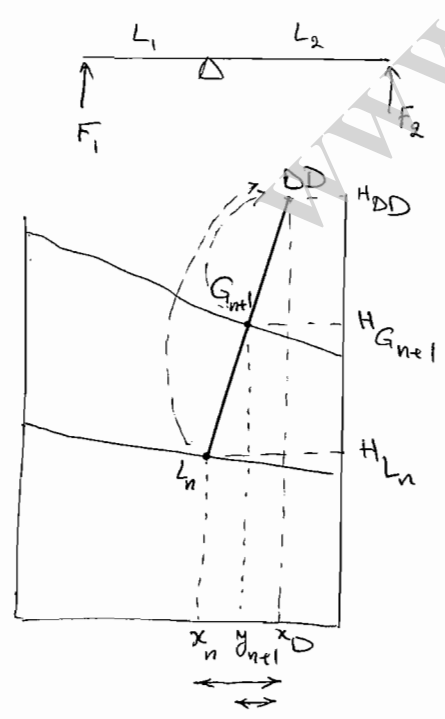
در مثال حاضر : اندامور کامل + رسوبه

$$N = 4.7 - 1 = 3.7$$

$$\eta = 0.5 \rightarrow N = \frac{3.7}{0.5} = 7.4 \approx 8$$

حقیقیت به کت بالا کرد می شود

قانون اوجوم و کاسه کت چون کاسه کت آن



$$F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$$

$$G_{n+1} - L_n = D$$

$$G_{n+1} y_{n+1} - L_n x_n = D x_{DD}$$

$$(G_{n+1} - L_n)$$

$$\Rightarrow L_n (x_{DD} - x_n) = G_{n+1} (x_{DD} - y_{n+1})$$

$$\Rightarrow L_n \cdot L_n \cdot DD = G_{n+1} \cdot G_{n+1} \cdot DD$$

$$\frac{L_n}{G_{n+1}} = \frac{G_{n+1} \cdot DD}{L_n \cdot DD} = \frac{x_{DD} - y_{n+1}}{x_{DD} - x_n} = \frac{H_{DD} - H_{G_{n+1}}}{H_{DD} - H_{L_n}}$$

اگر فقط DD تریه کاسه کت

$$L_n \cdot L_n G_{n+1} = D \cdot DD G_{n+1}$$

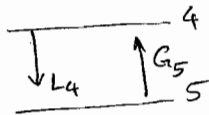
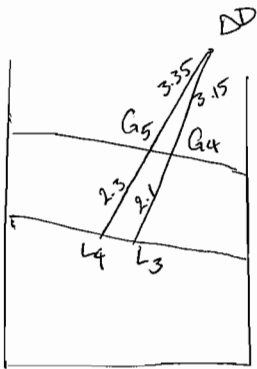
اگر L_{n+1} به طوری باشد که DD همان L_n و G_{n+1} است

$$\left. \begin{aligned} \frac{L_n}{G_{n+1}} &= \checkmark \\ G_{n+1} - L_n &= D \checkmark \end{aligned} \right\} \text{از آن نوز اوجم}$$

$$\xrightarrow[\text{دو مجهول}]{\text{دو معادله}} \underline{L_n = \checkmark} \text{ و } \underline{G_{n+1} = \checkmark}$$

L و G برای هزینه بدست می آید اگر L_n و G_n ها ضعیف تر باشند برج دو طبقه می شود اما اگر اختلاف آن کم بود نزدیکترین L_n و G_n را مناسبی می باشد بخار می دهیم

ست ۱۴ سال ۱۲ صفحه ۲۲۹ کتاب



$$\frac{L_4}{G_5} = \frac{G_5 DD}{L_4 DD} = \frac{3.35}{2.3 + 3.35} = 0.593$$

نکته: اگر رانر یک تقسیم نقاط تفصل از هم دور شوند N کم می شود و برعکس

اثر R بر N :

$$R \uparrow \Rightarrow H_{DD} \uparrow \Rightarrow H_{\Delta W} \downarrow \rightarrow \text{نقاط تفصل از هم دور شوند} \rightarrow N \downarrow$$

$$L = H_D (R+1) \Rightarrow H_D (R)$$

مجموع به طرز خلاصه اثرات از بار R عبارتند از:

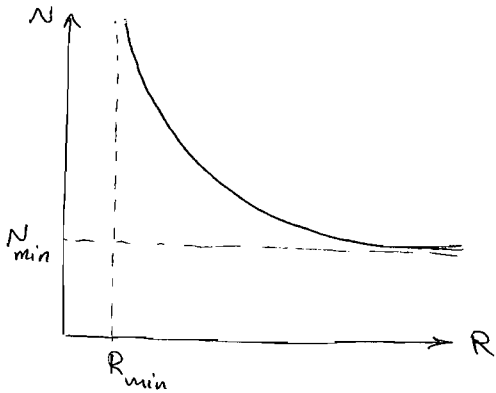
- $\uparrow m_{\text{cooling water}}$ ، $\uparrow Q_c$ ، $\uparrow A_c$
- $\uparrow m_{\text{steam}}$ ، $\uparrow Q_B$ ، $\uparrow A_B$
- عدد N ها و ارتفاع برج H \downarrow

$$G_1 = (R+1)D \text{ ، } L_0 = RD \quad \uparrow D \Rightarrow L \cdot G \quad \uparrow D \Rightarrow \text{تغییر برج}$$

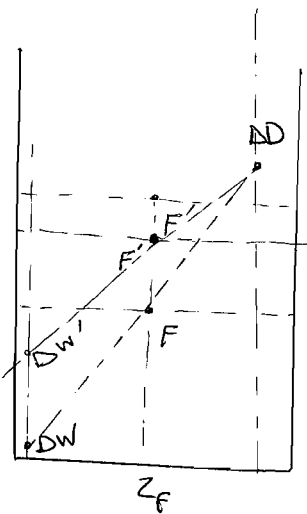
سب ۱۲۷ حل ۸۵ :

جواب صحیح ترین ۳

اثر R بر N ، A_C ، A_B ، D_T



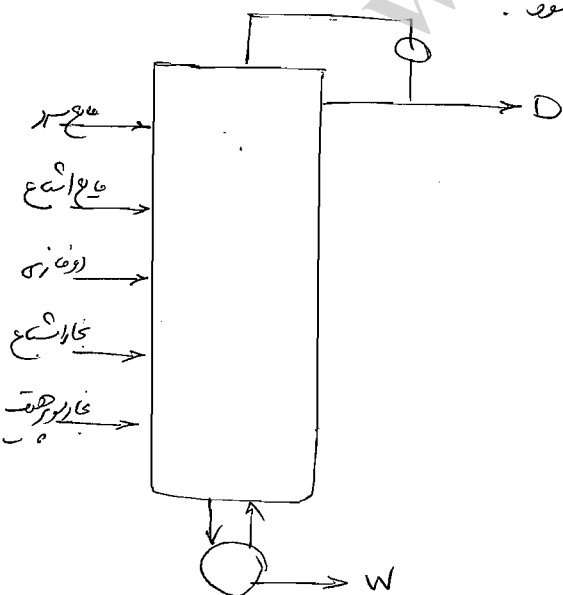
اثر حالات خوردگی بر N :
در حالت خوردگی کم، مایع اشباع و در حالت رطوبت مایع اشباع، رابع مایع تقسیم می کنیم.



در حالت مایع اشباع نقاط تقاضا از هم دور ترند
لذا در مایع اشباع کمتر از N در بخار اشباع است
و به طبع کل

فردک بخار برده N < فردک بخار اشباع N < فردک رطوبتی N < فردک مایع اشباع N < فردک مایع سرد N

اثر Tie line ها را رسم کنیم محل درود خوردگی مشخص می شود.



تشریح

تست ۱۲ سال ۸۴ صفحه ۳۷-۳۸

تساوی کل ورود بخوراک به صورت تابع سرد با خوردگی که در دمای جیب طرد می شود
 یعنی تابع اشباع

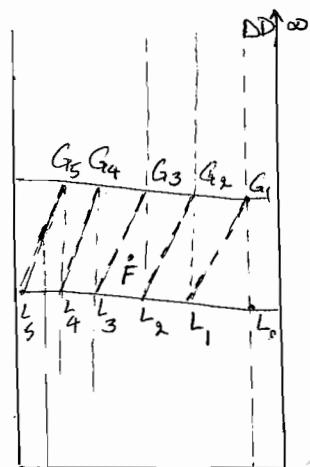
نقطه: اگر در دمای نقطه سرد بخوراک تابع اشباع است با خوردگی در دمای جیب یا در دمای جوش طرد می شود

این عبارات هم از رید

همچنین خوردگی بخار اشباع همان خوردگی در دمای نقطه اشباع است

حساب N_{min} :
 اگر $R \rightarrow \infty$ نقطه N به سمت N_{min} میل می کند

$R \rightarrow \infty \Rightarrow H_{DD} \rightarrow +\infty$ و $H_{DW} \rightarrow -\infty$



نقطه: در حالت R بی نهایت که حالت Total Reflux نامیده می شود

خطوط G ، L یک دسته خطوط قائم به هم قرار می گیرند
 $R = \frac{L_0}{D}$

$D \rightarrow 0 \Rightarrow R \rightarrow \infty$

نقطه هم: در حالت انفلاژن کامل یا N_{min} حداقل عدد سینی ها مستقل

از مشخصات بخوراک است (مثل خلالت بخوراک، دمای بخوراک و حالت ترمودینامیکی بخوراک)

این مثال

حداقل عدد سینیها $= 4.4$

$N_{min} = 4.4 - 1 = 3.4$

تعداد سینیها کامل + ریبویلر

تست ۱۱۶ سال ۸۵

تست ۱۵ سال ۸۴ صفحه ۳۷-۳۸

در هر دو سوال نقطه این است که N_{min} به مشخصات بخوراک می نازد

$N_{min} = f [x_D, x_W, \alpha]$

$\alpha = \frac{P_A^{sact}}{P}$

$\alpha_{av} = \sqrt{\alpha_{top} \cdot \alpha_{bot}}$

Fenske Equation :

$$N_{min} + 1 = \log \left[\frac{x_D}{1-x_D} \cdot \frac{1-x_W}{x_W} \right] / \log \alpha_{av}$$

این عدد به سه رابطه مربوط می شود

تست ۱۰۸ سال ۸۸ : در معادله Fenske یک α متوسط برای تمام برج فرض گرفته شده است.

به طوری که جو خنده α به صورت متوسط هندسی آنجا در نظر گرفته می شود :

$$\alpha_{av} = \sqrt[3]{\alpha_W \cdot \alpha_F \cdot \alpha_D}$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 در بالای برج در میانه برج در پایین برج

قانون اهرم در حالت $R = \infty$ و N_{min} ساده می شود :

$$\frac{L_n}{G_{n+1}} = \frac{G_{n+1} \Delta D}{L_n \Delta D}$$

$$\Rightarrow \frac{L_n}{G_{n+1}} \approx 1 \Rightarrow$$

تیب خط کار برابر یک می شود در

روشنی که تیب لغت می شود خط کار بر خط 45° منطبق می شود.

یعنی $\frac{L_n}{G_{n+1}}$ در هر تاس برج برابر 1 می شود.

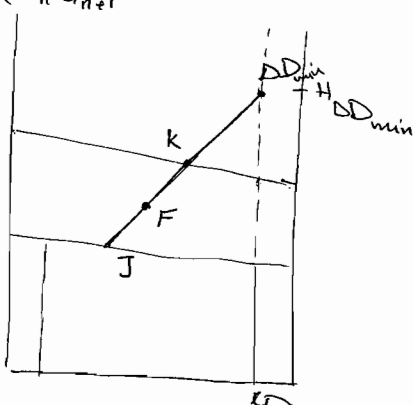
تست ۱۳ سال ۸۵ :

در قه نسبت $\frac{L}{V}$ در طول برج ثابت می ماند و $R = \infty$ است و $N = N_{min}$ است.

محاسبه R_{min} :

if $N \rightarrow \infty \Rightarrow R = R_{min}$

در موقع N برابر بی نهایت است ؟ اگر Tie line (یعنی خطوط $L_n G_n$) و operating line (یعنی خطوط $L_n G_{n+1} \Delta D$) برهم منطبق شوند



Tie line عمود از نقطه F و با یک منحنی α به روشی خاص در خط

بسیار می آید (تیب منحنی فقط برای مقدار α دونه ای است)

این Tie line را در ادامه می دهیم تا راستای قائم α را قطع کند محل تقاطع را

DD_{min} می نامیم و از نقطه $H_{DD_{min}}$ می رسم می شود و از این ارتفاع

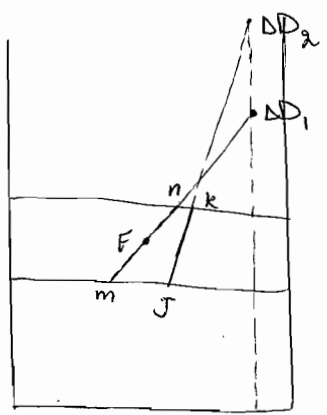
زیر R_{min} می شود

توانند کامل $H_{DD_{min}} = H_D + (R_{min} + 1)(H_{G_1} - H_{L_0}) \rightarrow R = \sqrt{\dots}$

توانند پارسیال $H_{DD_{min}} = H_D + R_{min}(H_{G_1} - H_{L_0}) \rightarrow R_{min} = \sqrt{\dots}$

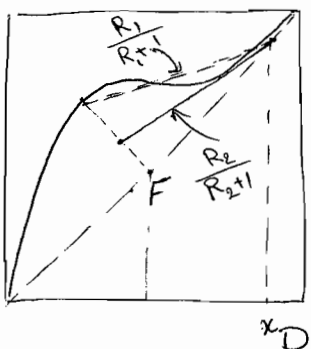
بنده نظری در R_{min} تعیین موقعیت ΔD_{min} است

مسئله: ^{حقیقی} اختلاف افتداد Tie line عمودی از F منفر به یافتن ΔD_{min} و R_{min} می شود P
 برای پاسخ دادن به این سوال که رادر سه حالت بررسی می کنیم. زیرا در حالت کلی اثرات Tie line عمودی
 از F منفر به R_{min} می شود.
 قاعده کلی برای انتخاب Tie line مناسب یافتن R_{min}
 R_{min} بزرگترین مقدار است که $N = \infty$ کند.
 تست سوال ۱۸ : ح



$H_{DD_2} > H_{DD_1}$
 $R_2 > R_1$
 $R_{min} = R_2$
 $\Delta D_{min} = \Delta D_2$

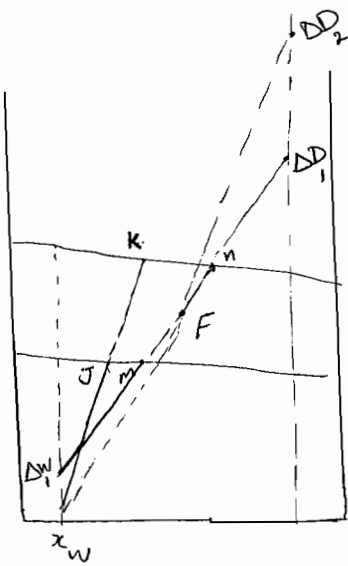
حالت (۱): اثر منفی
 قابل هم طای نزدیک و
 هم تقریباً Tie line
 JK جواب می آید است
 یعنی Tie line بالاتر از
 Tie line نقطه F



$\rightarrow R_2 = R_{min}$

اگر ΔD_2 به F وصل شود و مقدار x_D را قطع کند عمل مشابه ΔD در
 حالت R_{min} است.

یعنی Tie line ای جواب می آید است که ΔD مربوط به آن در دورترین حالت ممکن نیست به
 هم قرار بگیرد.

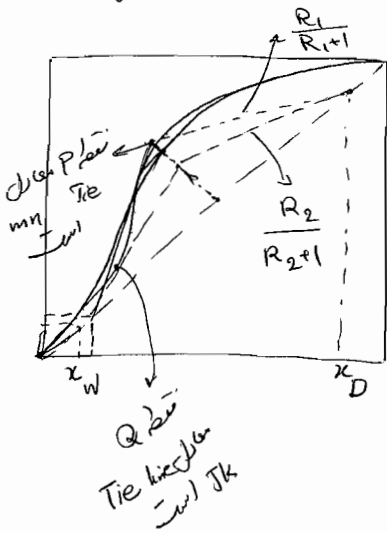


حالت (۲) : Tie line جواب بین منحنی است

$$H_{DD_2} > H_{DD_1}$$

$$R_2 > R_1$$

Tie line جزئی JK است $\rightarrow R_{min} = R_2$



در حالت ۱ و ۲

به علت انحراف از حالت ایده آل تغییرات منفرجه

کمتر (منحنی غطف دارم) ممکن است

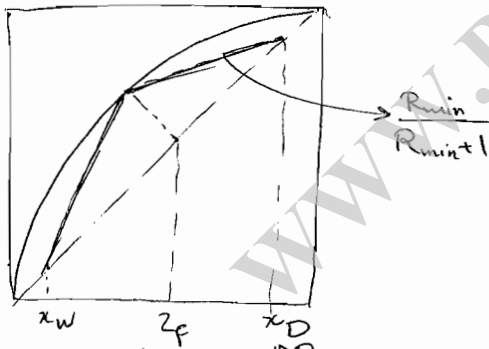
$$R_2 = R_{min}$$

Tie line از عمود بر Tie line عمود

از F منفرجه و Rmin شود

حالت (۳) : از منفرجه قابل مطابق سطح زیرین Tie line

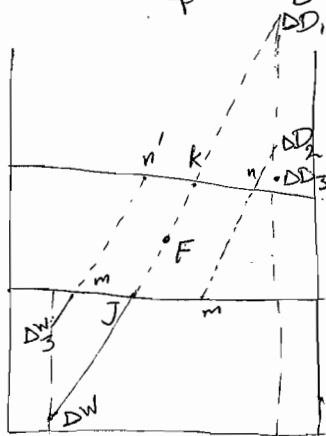
عمود از F جواب Rmin خواهد بود

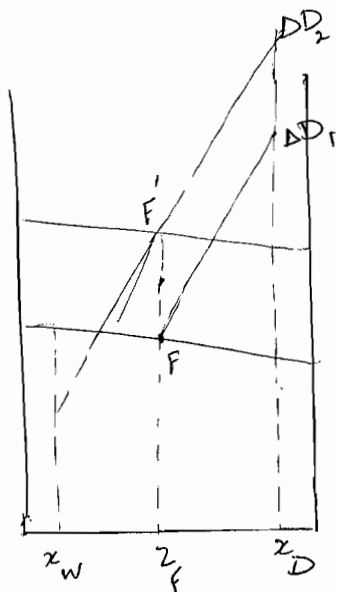


$$H_{DD_1} > H_{DD_2} > H_{DD_3}$$

$$R_1 > R_2 > R_3$$

$$R_{min} = R_1$$





اثر حالت خوراک R_{min} :

$$R_{min,1} < R_{min,2}$$

$R_{min} < R_{min} < R_{min} < R_{min} < R_{min}$
 خوراک سورهت خوراک با رشح خوراک در فازی خوراک با رشح خوراک با رشح

سوال ۱۱۳ سال ۸۸ :

بزرگترین R_{min} مربوط به کدام حالت خوراک است ؟
 بخار سورهت

نقطه : در حالت R_{min} ، $N=50$ خطوط کار و تقابل همدم را قطع می نمایند و لذا در این روش متوقف می شود و در نتیجه در تعدادی از سینی های درون برج به علت آنکه غلظت تقطیر نمی گذرد و سینی هم ثابت می ماند

سوال ۱۳۵ سال ۸۵ : نقطه در تعدادی از سینی های برج تقطیر در صورت ثابت بانه می ماند علت چیست ؟
 مطابق دیاگرام T-x می توان گفت که غلظت تقطیر بزرگ است یعنی انتقال گرمی در این سینی ها انجام نشده یعنی جواز های کار و رشح در این سینی ها تقارن می یابند یعنی خطوط متقابل و تقابل همدم را قطع کرده اند یعنی حالت R_{min}

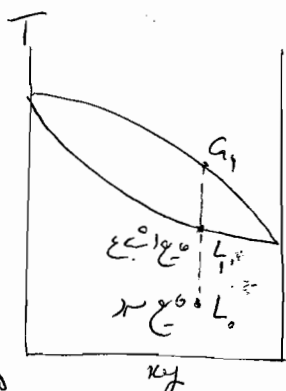
cold Reflux :

اگر مایع برگشتی به برج (یا) مایع سرد برسد
 اگر بار وارسی کند تا سرد را از سینی و گرمی بخاری از بخار بگیریم مایع برگشتی مایع سرد می شود

$$Q_c > G_1 \lambda$$

$$L_1 (H_G - H_L)$$

$$G_1 \uparrow \Delta L \downarrow$$



در حالتی که مایع برگشتی مایع سرد برسد

در هوز سینی اول نقطه از بخار تبدیل به مایع می شود تا این مایع سرد برگشتی

به حالت مایع اشباع برسد

ΔL مقدار بخاری که به مایع تبدیل می شود

$$\Delta L \cdot \lambda = L_0 (H_L - H_L)$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 مقدار تغییر در L آنتالپی مایع اشباع آنتالپی مایع سرد

$$\Delta L = \frac{L_0 \cdot \Delta H}{\lambda}$$

$$\Delta H = c_p \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = T_L - T_L$$

مایع سرد مایع اشباع

$$\Delta L = \frac{L_0 \cdot c_p \cdot \Delta T}{\lambda}$$

$$L = L_0 + \Delta L > L_0$$

$$R' = \frac{L}{D} = \frac{L_0 + \Delta L}{D} = \frac{L_0}{D} + \frac{\Delta L}{D} = R + \frac{L_0 \cdot c_p \cdot \Delta T / \lambda}{D} = R + R \frac{c_p \Delta T}{\lambda}$$

تغییرات در مایع اشباع

$$R' = R \left(1 + \frac{c_p \Delta T}{\lambda} \right) \Rightarrow R' > R$$

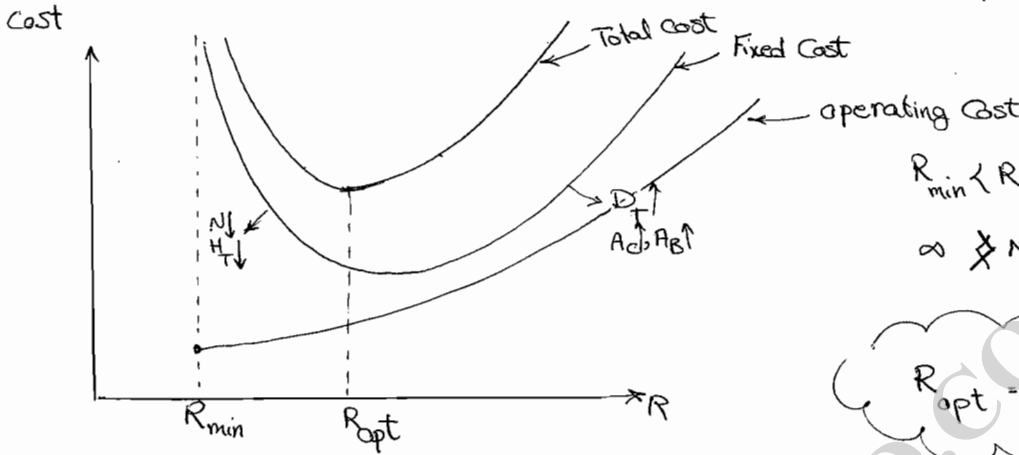
\Rightarrow cold reflux صورت اثرات ریفلاکس گرمایی

در نتیجه: اثرات cold reflux منجر به افزایش از بار R به عملدر بر می آید.

چون افزایش R از یک سو باعث کم شدن تعداد سینی‌ها می‌شود و از یک سو بار حرارتی کمتری در سینی‌ها ایجاد می‌کند و در نتیجه بار را
 لغزایی می‌دهد پس حداکثر R ممکن برای هر برج وجود ندارد.

حل مسئله
: R_{opt}

$R \uparrow \Rightarrow N \downarrow \Rightarrow H_T \downarrow \rightarrow$ Fixed Cost \downarrow
 $Q_c \uparrow, A_c \uparrow, m_{cooling\ water} \uparrow \rightarrow$ operating Cost \uparrow
 $Q_B \uparrow, A_B \uparrow, m_{steam} \uparrow \rightarrow$ operating Cost \uparrow
 $L \uparrow, G \uparrow (L_o = RD, Q_c = (R+1)D) \rightarrow D_T \uparrow \Rightarrow$ Fixed Cost \uparrow



$$R_{min} < R < \infty$$

$$\infty \neq N \neq N_{min}$$

$$R_{opt} = (1.2 \sim 1.5) R_{min}$$

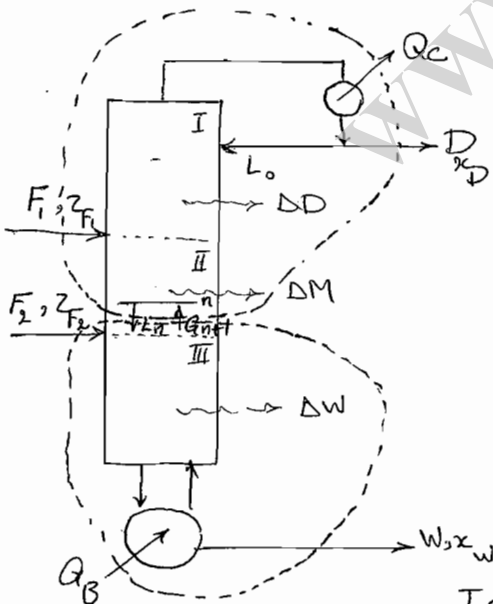
Gilliland

short cut

FUG

Gilliland $\rightarrow R_{opt}$
 Underwood $\rightarrow R_{min}$
 Fenske $\rightarrow N_{min}$

برج دو طبقه :



چون در برج به دلیل دوری خروج یک جریان گرم یا انرژي
 مازاد هم ویا انرژي برج تغییر کند در بالا و پایین این
 محل دوری یا خروج در نقطه تفاوت تفاوت داریم .

پس برای یک برج دو طبقه نقطه تفاوت داریم .

$$I_{new} \rightarrow \Delta D \begin{cases} x_D \\ H_D + \frac{Q_c}{D} \end{cases}$$

$$III_{new} \rightarrow \Delta W \begin{cases} x_W \\ H_W - \frac{Q_B}{W} \end{cases}$$

برای معادله II متغیر حجم داره را می نویسیم :

$$\begin{cases} G_{n+1} - L_n = (D - F_1) = \Delta M \\ G_{n+1} y_{n+1} - L_n x_n = D x_D - F_1 z_{F_1} \\ G_{n+1} H_{G_{n+1}} - L_n H_{L_n} = (D H_D + Q_C) - F_1 H_{F_1} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta M = \begin{cases} x_{\Delta M} = \frac{D x_D - F_1 z_{F_1}}{D - F_1} \\ H_{\Delta M} = \frac{D H_D + Q_C - F_1 H_{F_1}}{D - F_1} \end{cases} \quad (1)$$

نشان می دهیم که ΔM به ΔD و F_1 بستگی دارد

$$\begin{cases} L_n - G_{n+1} = (W - F_2) = \Delta M \\ L_n x - G_{n+1} y_{n+1} = W x_W - F_2 z_{F_2} \\ L_n H_{L_n} - G_{n+1} H_{G_{n+1}} = W H_W - (Q_B) - F_2 H_{F_2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta M = \begin{cases} x_{\Delta M} = \frac{W x_W - F_2 z_{F_2}}{W - F_2} \\ H_{\Delta M} = \frac{W H_W - Q_B - F_2 H_{F_2}}{W - F_2} \end{cases} \quad (2)$$

نشان می دهیم که ΔM به ΔW و F_2 بستگی دارد

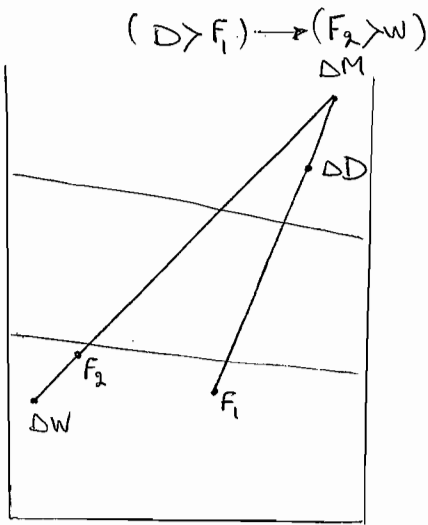
$$F_1 + F_2 = D + W$$

برای استخراج

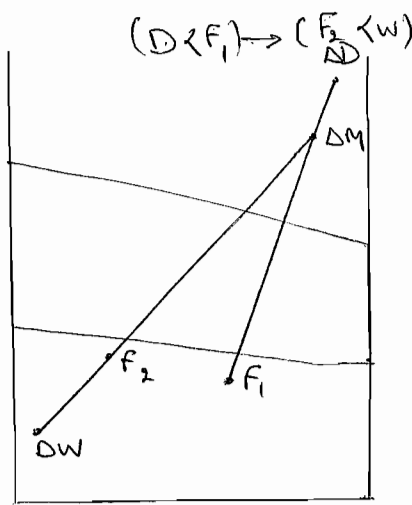
$$\begin{cases} -(W - F_2) = D - F_1 \\ -(W x_W - F_2 z_{F_2}) = D x_D - F_1 z_{F_1} \\ -(W H_W - Q_B - F_2 H_{F_2}) = D H_D + Q_C - F_1 H_{F_1} \end{cases}$$

نشان می دهیم که $x_{\Delta M}$ و $H_{\Delta M}$ از معادلات (1) و (2) به دست می آید

نقطه: $F_2 < z_{F_1}$ است
 یعنی ضرورتاً با غلظت کمتر
 با این شرط شروع می شود



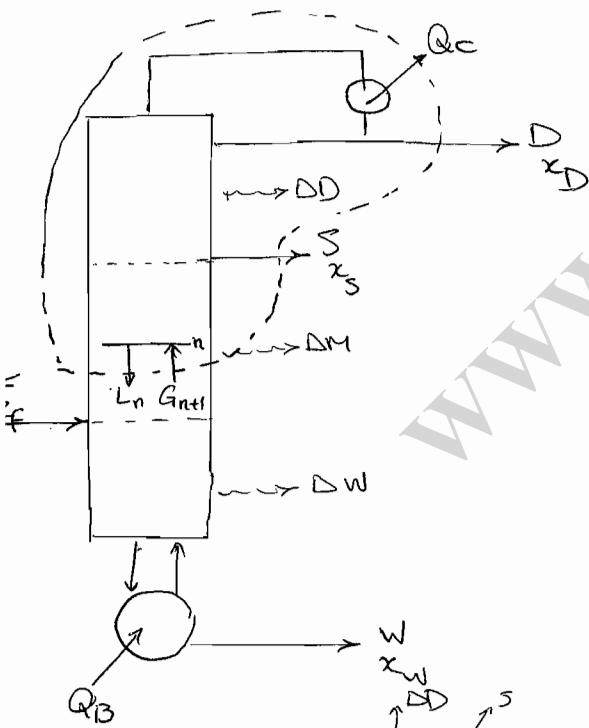
xy



xy

$$x_{DM} = \frac{Dx_D - F_1 z_{F_1}}{D - F_1} = \frac{Dx_D - F_1 x_D + F_1 x_D - F_1 z_{F_1}}{D - F_1} = x_D + \frac{F_1}{D - F_1} (x_D - z_{F_1})$$

$\begin{cases} \rightarrow D - F_1 > 0 \rightarrow D > F_1 \rightarrow x_{DM} > x_D \\ \rightarrow D - F_1 < 0 \rightarrow D < F_1 \rightarrow x_{DM} < x_D \end{cases}$



برنج با حرارت جانی :

حرارت جانی محصول نه صورت خارج می شود

$$DD \begin{cases} x_D \\ H_D + \frac{Q_c}{D} \end{cases}$$

$$DW \begin{cases} x_W \\ H_W - \frac{Q_b}{W} \end{cases}$$

موله هم دارن و در این باره II برنج می نویسیم :

نقطه S و DD و DM بر یک استقامت
 نقطه DM, F, و DW بر یک استقامت

$$\begin{cases} G_{nt1} - L_n = D + S = DM \\ G_{nt1} y_{nt1} - L_n x_n = Dx_D + Sx_S \\ G_{nt1} H_{Gnt1} - L_n H_{Ln} = DH_D + Q_c + SH_S \end{cases}$$

$$\rightarrow DM \begin{cases} x_{DM} = \frac{Dx_D + Sx_S}{D + S} \\ H_{DM} = \frac{DH_D + Q_c + SH_S}{D + S} \end{cases}$$

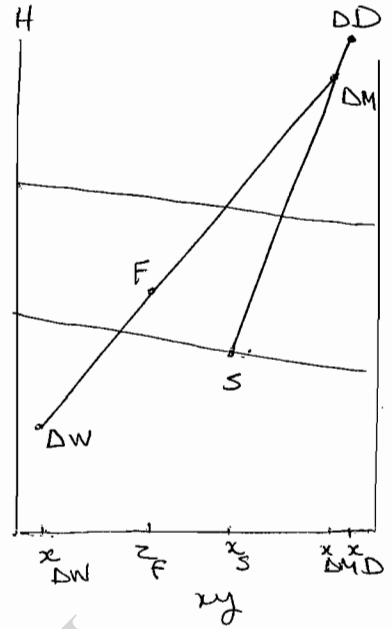
سوال 17 و 18 حل 19
 در اینجایی عمل استقامت است

$$x_{DM} = \frac{Dx_D + Sx_S}{D+S}$$

$$x_{DM} = \frac{Dx_D + Sx_D - Sx_D + Sx_S}{D+S}$$

$$x_{DM} = x_D - \frac{S}{D+S} \underbrace{(x_D - x_S)}_+$$

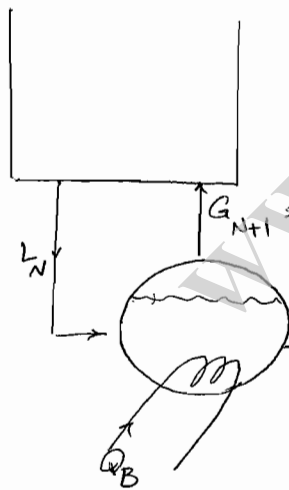
$$\Rightarrow x_{DM} < x_{DD}$$



open steam

برنج با تریق مستقیم کاراب

در سیستم open steam این است که آب فرودستین با در حل سیستم آب + متانول

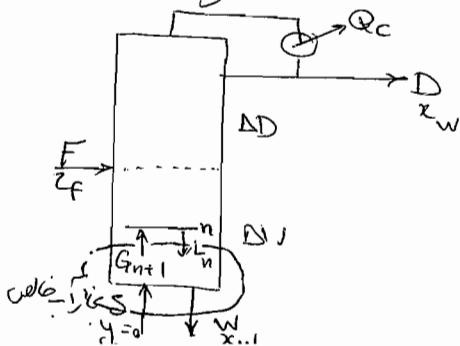


$$y_{N+1} = Kx_{N+1} \quad y_{N+1} = \frac{\alpha x_{N+1}}{1 + (\alpha - 1)x_{N+1}}$$

$$y_{N+1} = 0.015 \rightarrow \begin{cases} 1.5\% \\ 98.5\% \end{cases}$$

$$x_w = 0.01 \rightarrow \begin{cases} 1\% \text{ متانول} \\ 99\% \text{ آب} \end{cases}$$

الگر در برجه آب فرودستین، در ریسور رافند می کنند و به جای آن از تریق مستقیم کاراب استفاده می کنند
این عمل باعث می شود به واسطه حذف ریسور و کاهش هزینه های خرید، تعمیرات و نگهداری آن هزینه های کل
برنج کاهش پیدا کند (سوال ۱۴۶ سال ۸۵)



$$DD \left\{ \begin{array}{l} x_D \\ H_D + \frac{Q_C}{D} \end{array} \right.$$

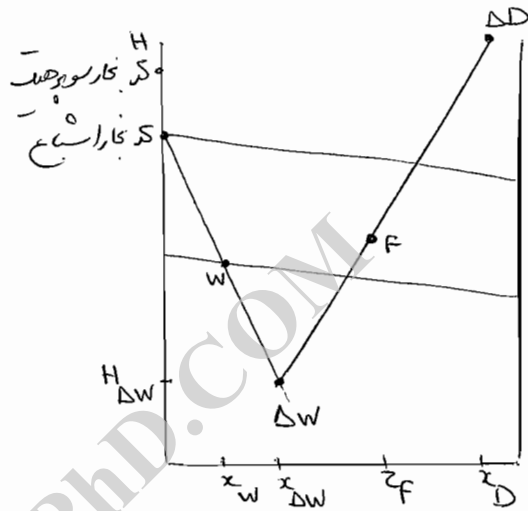
موازنه جرم و انرژی را می نویسیم

$$\begin{cases} L_n - G_{n+1} = W - S \\ L_n x_n - G_{n+1} y_{n+1} = W x_w - S x_0 \\ L_n H_n - G_{n+1} H_{G_{n+1}} = W H_w - S H_s \end{cases}$$

نقاط W و S و ΔW بر یک استقامتند

نقاط F و ΔD و ΔW بر یک استقامتند → از موازنه کل برج

$$\Delta W \begin{cases} x_{\Delta W} = \frac{W x_w}{W - S} > x_w \\ H_{\Delta W} = \frac{W H_w - S H_s}{W - S} \end{cases}$$



W مایع اشباع است
S بخار اشباع است یا بخار سوپر هیت

ΔW محل تلاقی امثله‌ها S و ΔD است

سال ۷۹ صیفه ۲۹۴

کلمه است فقط این بود که با این موه‌ها استن فرجه از این

برج همان $W \cdot x_w$ است

open steam

استن + آ

فرد موه استن در محل این برج $x_w = 0.04$

موه‌ها استن فرجه از این برج $W x_w = 4 \frac{\text{mol}}{\text{hr}}$

$$W = \frac{W x_w}{x_w} = \frac{4}{0.04}$$

$$x_{\Delta W} = \frac{W x_w}{W - S}$$

$$x_{\Delta W} = 0.05$$

$$S = ?$$

$$0.05 = \frac{4}{\frac{4}{0.04} - S} \rightarrow S = 20 \frac{\text{mol}}{\text{hr}}$$

ما هم سوپر هیت بودن بخار ورودی (S) بر عملکرد برج :

مشکل را این مشکل بررسی می کنیم :

سال ۲۷ سال ۸۲ صیفه ۲۴۴

open steam

$$S = 100 \frac{\text{kmol}}{\text{hr}}$$

$$H_S = 100 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}}$$

$$H_G = 90 \text{ "}$$

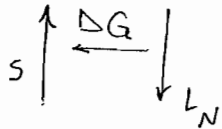
$$\lambda = 200 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}}$$

S بخار سوپر هیت است

$$G_{N+1} = ?$$

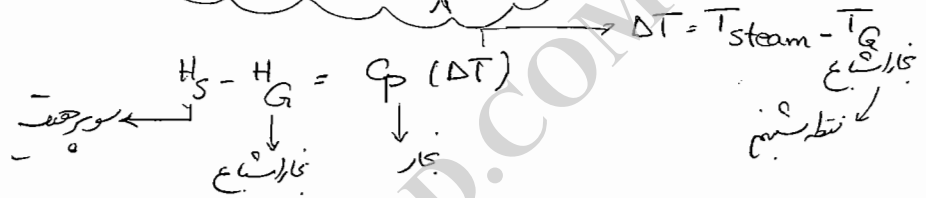
وقتی بخار به صورت سوپرهیت ظاهر می شود در همان سینی اول در هنگام ورود به برج به حالت بخار اشباع بر می گردد
 با تبدیل نمودن بخشی از بخار به بخار و تأمین گرمای بخار مورد نیاز آن
 بنابراین در بخار در سینی های زیرین برج افزایش می یابد (تحت ۱۰۰ اسکن ۸۷)

ΔG : بخشی از بخار که به بخار تبدیل می شود.



$$\Delta G \cdot \lambda = S (H_S - H_G)$$

$$\Delta G = \frac{S (H_S - H_G)}{\lambda}$$



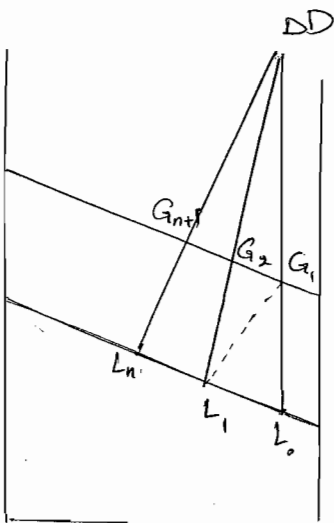
$$G_{N+1} = S + \Delta G$$

$$= S + \frac{S \Delta H}{\lambda}$$

$$G_{N+1} = S \left(1 + \frac{\Delta H}{\lambda} \right)$$

$$G_{N+1} = S \left(1 + \frac{C_p \Delta T}{\lambda} \right)$$

$$G_{N+1} = S \left(1 + \frac{\Delta H}{\lambda} \right) = 100 \left(1 + \frac{100 - 90}{200} \right) = 105 \frac{\text{kmol}}{\text{hr}}$$



روشن فکر کن

فرض کن بر این است که منحنی های H_L و H_G دو خط موازی باشند.

طبق قضیه تالس در مثلث:

$$\frac{G_1 \Delta D}{L_0 \Delta D} = \frac{G_2 \Delta D}{L_1 \Delta D} = \dots = \frac{G_{n+1} \Delta D}{L_n \Delta D} \quad (1)$$

تأثیر اجزای:

$$\begin{cases} \frac{L_0}{G_1} = \frac{G_1 \Delta D}{L_0 \Delta D} \\ \frac{L_1}{G_2} = \frac{G_2 \Delta D}{L_1 \Delta D} \\ \frac{L_n}{G_{n+1}} = \frac{G_{n+1} \Delta D}{L_n \Delta D} \end{cases} \quad (2)$$

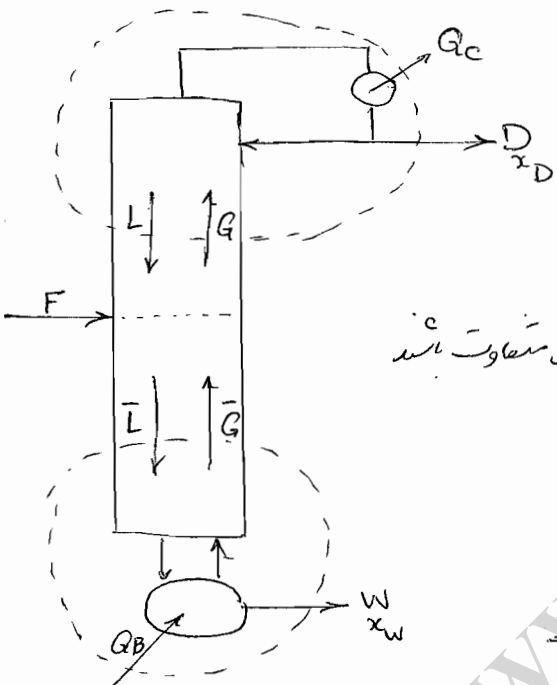
①, ② → $\frac{L_0}{G_1} = \frac{L_1}{G_2} = \dots = \frac{L_n}{G_{n+1}} = \text{const} \quad ③$

میزان: $G_{n+1} - L_n = D \quad ④$

③, ④ → $\begin{cases} L_n = \text{const} \\ G_{n+1} = \text{const} \end{cases}$

نتیجه: در دوزن یک نسبت درج می باشد

از برج پس حاس مولی ضایع و بخار تقارر نمی باشد.
ولذا می توان گفت: $\sum N_i = N_A + N_B = 0$



در سطح دمای برابر در بالا هر دو L و G است

در سطح دمای پایین " " " " " " " " " " " "

در حالت کلی L و G می توانند متفاوت باشند و یا G و G هم می توانند متفاوت باشند

منه بالای خورد

$G \cdot y = L \cdot x + D \cdot x_D$

→ $y = \frac{L}{G} x + \frac{D x_D}{G}$

$L = L_0 = RD$

$G = G_1 = (R+1)D$

$y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_D}{R+1}$ معادله خط کار بالای خورد

این معادله از نقطه ای به مختصات (x_D, x_D) می گذرد. با نسبت $\frac{R}{R+1}$

$\bar{L} \cdot x = \bar{G} \cdot y + W x_w$

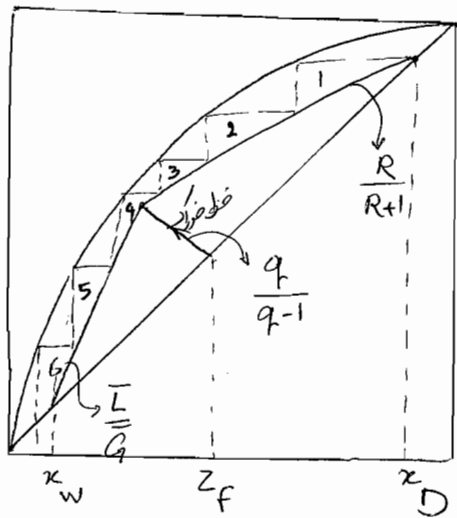
$y = \frac{\bar{L}}{\bar{G}} x - \frac{W x_w}{\bar{G}}$

منه پایین خورد

معادله خط کار پایین خورد

این خط از نقطه ای به مختصات (x_w, x_w) می گذرد.

قاعدہ: محل تلاطم خط کار خنایم با خط 45° همان نقطه تقابل آن ناحیه است.

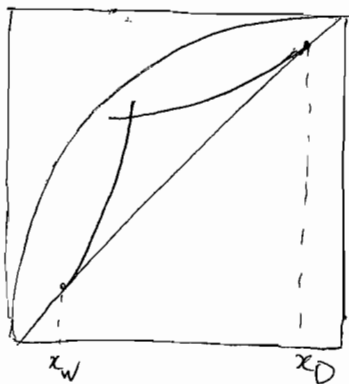


نتیجه: محل تلاطم خطوط کار بالا و پایین برج همان سینی خوراک است (این دقیق ترین تعریف کل دور خوراک است)

سینی خوراک = سینی چهارم

$$N = 6 - 1 = 5$$

سوپر + تئوری کامل



اگر قرار باشد به جای روش تک لیب از روش پانچون استفاده کنیم:

⊗ L و G متغیر هستند

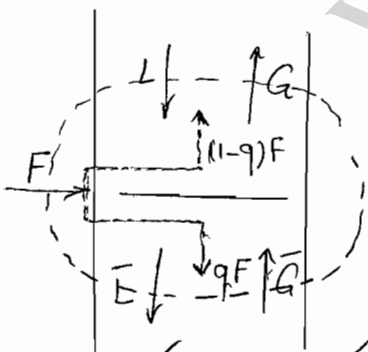
⊗ در شبده operating line در صفحه xy به صورت منحنی هستند

$$N_A + N_B \neq 0 \quad \text{⊗}$$

در روش تک لیب اجزای شرط فوق برقرار است.

محاسبه خط خوراک:

q: کسره از خوراک که به صورت جامع اشباع ظاهر می شود.



$$\bar{L} = L + qF$$

$$G = \bar{G} + (1-q)F$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{معادله موازنه یون در سینی خوراک} \\ \bar{L} - L = qF \\ \bar{G} - G = (1-q)F \end{array} \right\}$$

حال معادله موازنه یون فرد در سینی خوراک می نویسیم:

$$Fz_F + Lx + \bar{G}y = Gy + \bar{L}x$$

$$\frac{(\bar{G} - G)y}{(1-q)F} = \frac{(\bar{L} - L)x}{qF} - Fz_F$$

$$y = \frac{q}{q-1} x - \frac{z_f}{q-1}$$
 معادله خط خوردگی (q-line)

این خط از نقطه‌ای به مختصات (z_f, z_f) می‌گذرد.

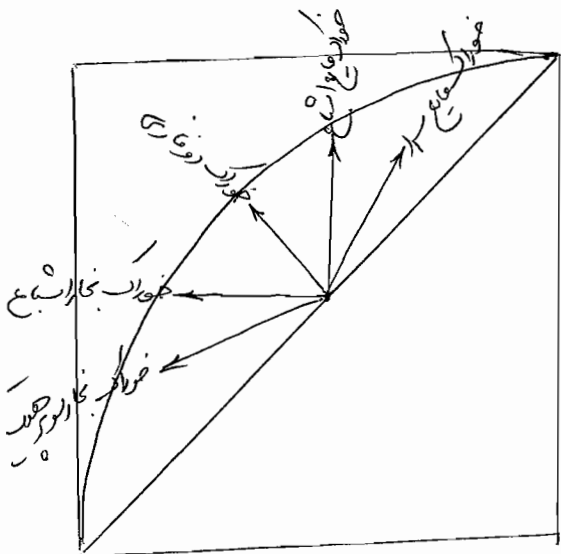
حال معادله انرژی در سینی خوردگی را می‌نویسیم:

$$F H_F + L H_L + \bar{G} H_G = G H_G + \bar{L} H_L$$

$$F H_F + \frac{(\bar{G} - G) H_G}{(q-1)F} = \frac{(\bar{L} - L) H_L}{qF}$$

$$\rightarrow q = \frac{H_G - H_F}{H_G - H_L} = \frac{\text{انرژی لازم برای تبدیل خوردگی به بخار اشباع}}{\text{انرژی مخزن تقطیر}}$$

حالت خوردگی	H_F	$q = \frac{H_G - H_F}{H_G - H_L}$	شیب خط خوردگی $\frac{q}{q-1}$
مایع سرد	$H_F < H_L$	$q > 1$	$1 < \frac{q}{q-1} < \infty$
مایع اشباع	$H_F = H_L$	$q = 1$	$\frac{q}{q-1} = \infty$ خط عمودی
دوفازی	$H_L < H_F < H_G$	$0 < q < 1$	$\frac{q}{q-1} = \text{منفی}$ و $0 < \left \frac{q}{q-1} \right < \infty$
بخار اشباع	$H_F = H_G$	$q = 0$	$\frac{q}{q-1} = 0$ خط افقی
بخار سوبریخنه	$H_F > H_G$	$q < 0$	$0 < \frac{q}{q-1} < 1$



دو حالت خوردگی مایع سرد:

$$q = \frac{H_G - H_L + H_L - H_F}{H_G - H_L} = 1 + \frac{H_L - H_F}{H_G - H_L}$$

$$q = 1 + \frac{C_p \Delta T}{\lambda}$$

معنی q برای مایع سرد است که نه تنها خوردگی را سرد می‌کند بلکه مایع اشباع است که مولکولی از بخارات را هم به مایع اشباع می‌کشد.

در فردا یک بار سوخت ۹۰ است یعنی در هر روز مقدار سوخت ۹۰ است. این سوخت را می‌توان به دو روش مصرف کرد. یکی این است که سوخت را در یک روز مصرف کرد و دیگری این است که سوخت را در دو روز مصرف کرد. سوخت را می‌توان به دو روش مصرف کرد. یکی این است که سوخت را در یک روز مصرف کرد و دیگری این است که سوخت را در دو روز مصرف کرد.

$$q = \frac{H_G - H_F}{H_G - H_L} = \frac{-(H_F - H_G)}{H_G - H_L} \Rightarrow q = -\frac{c_p \Delta T}{\lambda}$$

در دو حالت سوخت را می‌توان به دو روش مصرف کرد. یکی این است که سوخت را در یک روز مصرف کرد و دیگری این است که سوخت را در دو روز مصرف کرد.

تست ۱۳۳ سال ۸۵ :

$$y = 2x - 0.1 \quad \text{و} \quad y = 0.6x + 0.32$$

$$z_F = 0.5$$

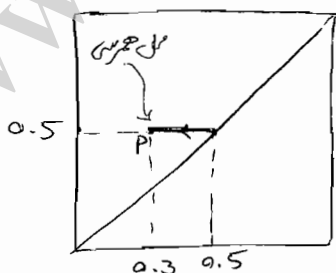
صحت سوخت را تعیین کنید

میزان سوخت	تیب	نقطه
+	< 1 تیب	خط کار بالا
	> 1 تیب	خط کار پایین

$$0.6x + 0.32 = 2x - 0.1$$

حل تست : اول نقطه هم‌آرسی را محاسبه می‌کنیم :

$$P(x = 0.3, y = 0.5)$$



پس سوخت به صورت یک بار سوخت است.

اگر سوخت را به دو روش مصرف کردیم : نقطه P باید در معادله خط سوخت باشد.

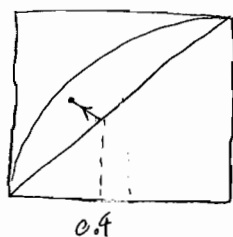
$$y = \frac{q}{q-1} x - \frac{z_F}{q-1}$$

$$0.5 = \frac{q}{q-1} \cdot 0.3 - \frac{0.5}{q-1} \Rightarrow q = 0 \rightarrow \text{سوخت یک بار سوخت است}$$

تست ۱۲۸ سال ۸۶ :

$$z_F = 0.4$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{میزان سوخت} \\ \text{میزان سوخت} \end{array} \right\} \begin{array}{l} x = 0.3 \\ y = 0.5 \end{array}$$

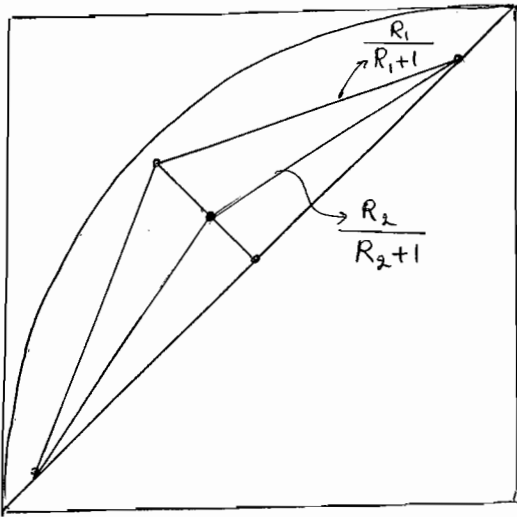


سوخت (دو بار سوخت)

$$0.5 = \frac{q}{q-1} (0.3) - \frac{0.4}{q-1}$$

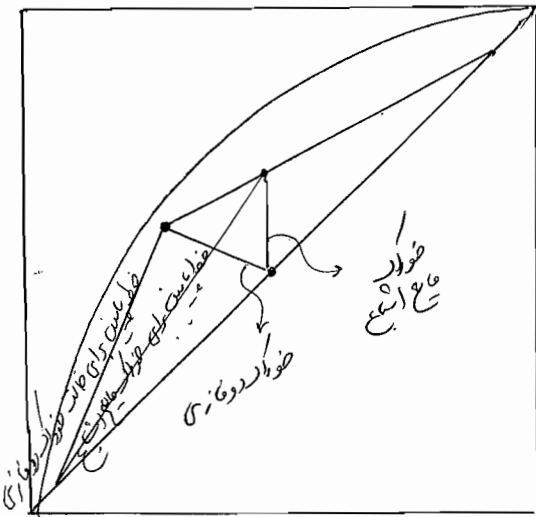
$$\Rightarrow q = 0.5 \rightarrow 0 < q < 1$$

۱۸۶ سوخت ۵۰٪ سوخت است (سوخت یک بار سوخت)



اگر R بر عده سینی ها :
 نهان : تمام سینی ها را ثابت فرض می کنیم فقط زلفلس متغیر است .

$$R_2 > R_1 \Rightarrow N_2 < N_1$$



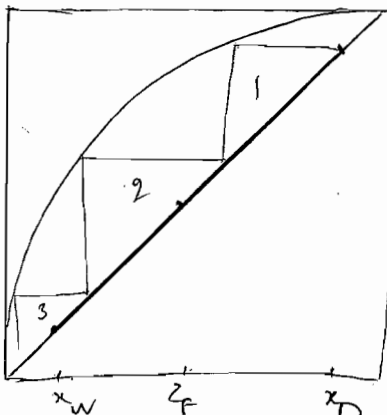
اگر حالت ضرورت بر عده سینی ها :
 نهان : تمام سینی ها ثابت است فقط حالت کمبود سینی ضرورت متغیر است .

$$N_{\text{کامپوزیت}} < N_{\text{فاز شیب}} < N_{\text{ظرف در دسترس}} < N_{\text{ظروف در دسترس}} < N_{\text{ظروف در دسترس}}$$

کامپوزیت N_{\min} :

if $R = \infty \rightarrow N = N_{\min} \rightarrow$ Total Reflux
 $\frac{R}{R+1} \rightarrow 1$
 $R \rightarrow \infty$

در حالت زلفلس کامل خطوط کار بر روی خط 45° منطبق می شوند .



$$N_{\min} = 3 - 1 = 2$$

1) تمام سینی ها N_{\min} حالت ضرورت کمترین
 2) در حالت N_{\min} زلفلس کامل خطوط کار بر روی خط 45° منطبق می شوند
 یعنی $\frac{1}{\alpha}$ در یک ربع ثابت می ماند

$$\text{Fenske : } N_{\min} + 1 = \log \left[\frac{x_D}{1-x_D} \cdot \frac{1-x_W}{x_W} \right] / \log \alpha$$

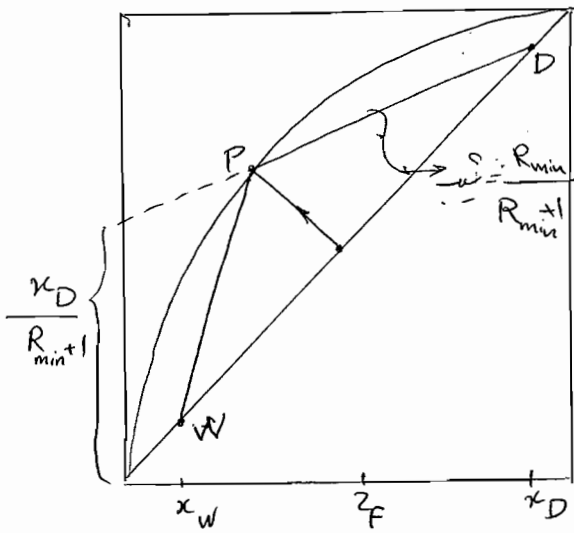
$$\alpha \rightarrow \alpha_{av} = \sqrt{\alpha_{\text{top}} \cdot \alpha_{\text{bot}}}$$

عبارت R_{min} :

if $N \rightarrow \infty \Rightarrow R = R_{min}$

خط خوردگی را از این رسم تا منحنی تعادلی امتداد دهید
(نقطه P)

$$PD \text{ به } \frac{R_{min}}{R_{min}+1}$$



$$\left. \begin{aligned} \text{خط خوردگی } y &= \frac{q}{q-1}x + \frac{z_F}{q-1} \\ \text{منحنی تعادلی } y &= \frac{\alpha x}{1+(\alpha-1)x} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &x_P = \sqrt{\quad}, y_P = \sqrt{\quad} \\ &x_P, y_P = f(\alpha, z_F, q) \end{aligned}$$

$$PD \text{ به } \frac{R_{min}}{R_{min}+1} = \frac{x_D - y_P}{x_D - x_P} = \frac{R_{min}}{R_{min}+1}$$

$$R_{min} = f(\alpha, z_F, q, x_D)$$

underwood

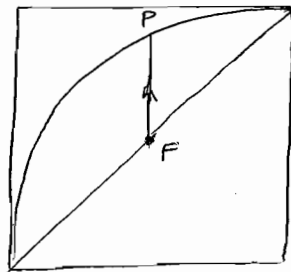
مورد خاص

$$z_F = 0.5$$

$$\alpha = 2$$

$$x_D = 0.9$$

$$R_{min} = ?$$

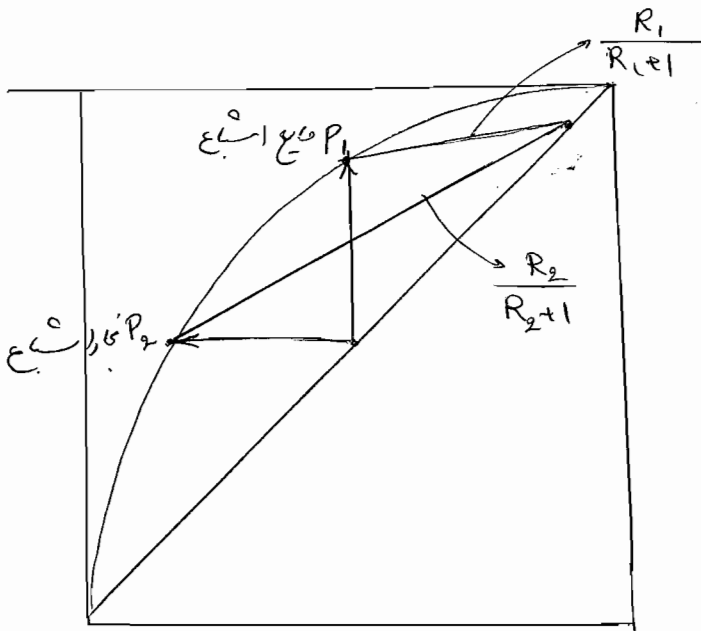


مثال :
 $x_P = 0.5$
از تقاطع خط خوردگی (مورد خاص) و منحنی تعادلی بر روی نمودار

$$y_P = \frac{2 \times 0.5}{1 + (2-1)0.5} = 0.67$$

$$PD \text{ به } \frac{R_{min}}{R_{min}+1} = \frac{0.9 - 0.67}{0.9 - 0.5} = \frac{R_{min}}{R_{min}+1}$$

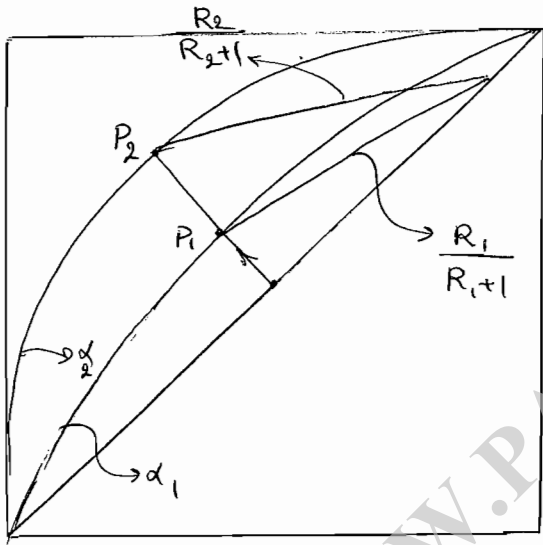
$$\Rightarrow R_{min} = \sqrt{\quad}$$



در حالت فوق بحر R_{min} :

$$R_2 > R_1$$

$R_{min} > R_{min} > R_{min} > R_{min} > R_{min}$
 مینیمم فوق بحر مینیمم بحر مینیمم بحر مینیمم اشباع مینیمم اشباع



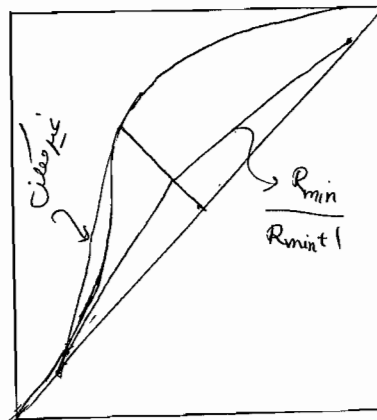
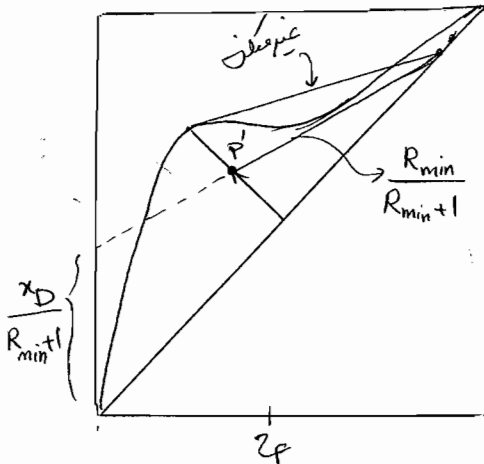
در α بر R_{min} :

$$\alpha_2 > \alpha_1 \\
 \alpha \downarrow \Rightarrow R_{min} \uparrow$$

نتیجه : $\alpha \downarrow \Rightarrow R_{min} \uparrow \Rightarrow R_{opt} \uparrow \Rightarrow D_T \uparrow$

$\alpha \downarrow \Rightarrow N \uparrow \Rightarrow H_T \uparrow$

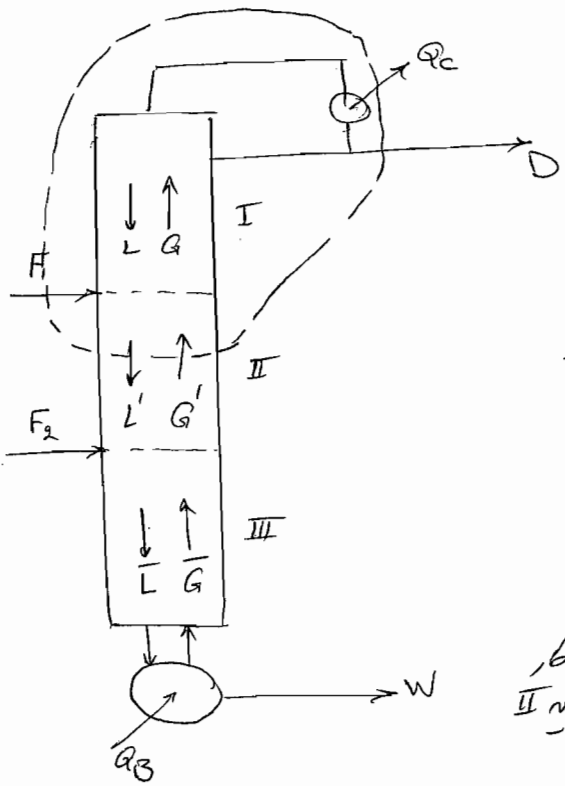
در صورت فرار نسبت کم، در قطر برج و ارتفاع برج بزرگتر خواهد بود. (سنت 103 سال 88)



حالات خاص در R_{min} :

R_{min} بزرگترین عدد صحیح است
 که $N = \infty$ کند.

پ.ج دو جدولہ :



I نیچے, بہاؤ : $y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_D}{R+1}$

III نیچے, بہاؤ : $y = \frac{\bar{L}}{\bar{G}} x - \frac{W x_W}{\bar{G}}$

II نیچے : موازنہ

$G'y + F_1 z_{F1} = L'x + \bar{D}x_D$

بہاؤ → II نیچے : $y = \frac{L'}{G'} x + \frac{D x_D - F_1 z_{F1}}{G'}$

$x = \frac{L'}{G'} x + \frac{D x_D - F_1 z_{F1}}{G'}$
 $G' - L' = D - F_1$

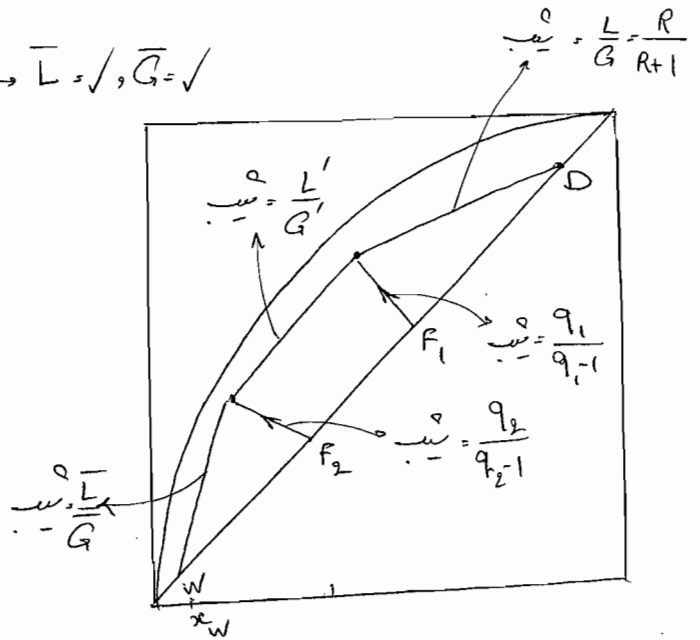
کل مائع بہاؤ، بہاؤ II نیچے، بہاؤ 45°

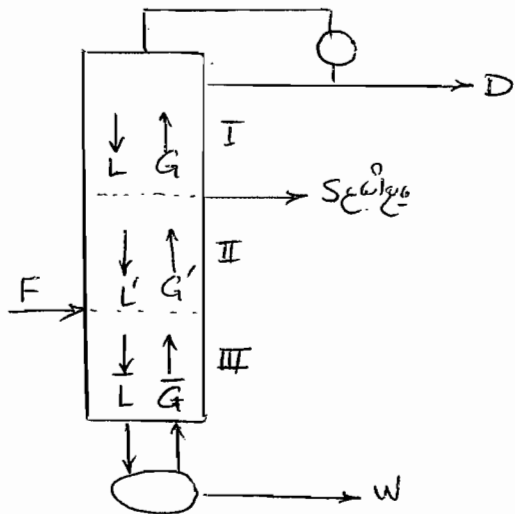
مائع $x = \frac{D x_D - F_1 z_{F1}}{D - F_1} = x_{DM}$

I نیچے : $\begin{cases} L = RD \\ G = (R+1)D \end{cases} \rightarrow L = \checkmark, G = \checkmark$

II نیچے : $\begin{cases} L' - L = q_1 F_1 \\ G' - G = (q_1 - 1) F_1 \end{cases} \rightarrow L' = \checkmark, G' = \checkmark$

III نیچے : $\begin{cases} \bar{L} - L' = q_2 F_2 \\ \bar{G} - G' = (q_2 - 1) F_2 \end{cases} \rightarrow \bar{L} = \checkmark, \bar{G} = \checkmark$





Side stream

برج ابرین جانبی

$$I: y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_D}{R+1}$$

$$III: y = \frac{\bar{L}}{\bar{G}} x - \frac{w x_w}{\bar{G}}$$

$$II: G'y = L'x + Dx_D + Sx_s$$

$$\Rightarrow y = \frac{L'}{G'} x + \frac{Dx_D + Sx_s}{G'}$$

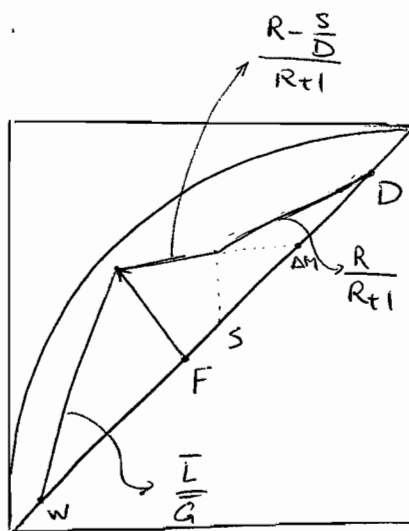
$$I \text{ needs: } \begin{cases} L = RD \\ G = (R+1)D \end{cases}$$

$$II \text{ needs: } \begin{cases} L' = L - S - RD - S \\ G' = G - (R+1)D \end{cases}$$

$$III \text{ needs: } \begin{cases} \bar{L} = L' + qF \\ \bar{G} = G' + (q-1)F \end{cases}$$

$$\Rightarrow III \text{ needs: } y = \frac{RD - S}{(R+1)D} x + \frac{Dx_D + Sx_s}{(R+1)D}$$

$$\Rightarrow y = \frac{R - \frac{S}{D}}{R+1} x + \frac{x_D + x_s \cdot \frac{S}{D}}{R+1}$$



نظرة : در صورت جریان جانبی موجب کاهش شیب خط کار می شود.
 در صورت خروجی موجب افزایش شیب خط کار می شود.

تست ۵ صفحه ۱۹۷ آ ۱ - ب :

$$y = 0.99x + 0.1 \xrightarrow{\text{کاهش شیب}} S_1$$

$$y = 0.61x + 0.15$$

$$y = x + 0.25$$

$$y = 1.7x - 0.03$$

تغییر شیب
 افزایش شیب
 کاهش شیب

کل تالی خط کاره در II خط $y=x$:

$$x = \frac{R-S}{R+1} x + \frac{x_D + \frac{S}{D} x_S}{R+1} \rightarrow x = \frac{Dx_D + Sx_S}{D+S}$$

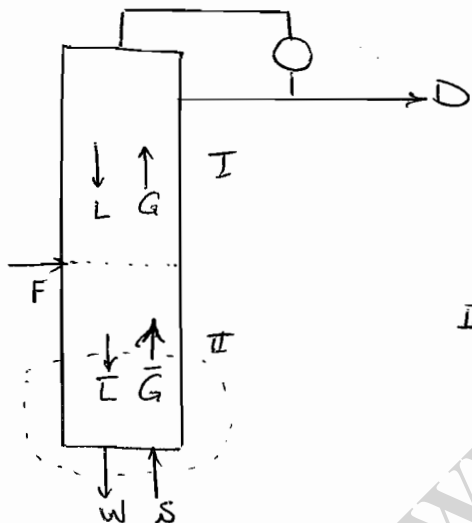
این نقطه به R نسبتی ندارد .

سخت ۴۹ نصف ۱۷۶ و ۷۸ .

برج با جریان صاف ، $x_D=0.9$ ، $D=S$. کل تالی خط عمود برین S ، F و خط $y=x$ نقطه در طول ۰.۷ است . $x_S=?$

$$x_{DM} = \frac{Dx_D + Sx_S}{D+S} \Rightarrow 0.7 = \frac{D \times 0.9 + D x_S}{D+D} \Rightarrow x_S = 0.5$$

open steam



$$I_{\text{req}}: y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_D}{R+1}$$

$$II_{\text{req}}: \bar{L}x + Sx_w = \bar{G}y + Wx_w$$

$$\Rightarrow y = \frac{\bar{L}}{\bar{G}} x - \frac{Wx_w}{\bar{G}}$$

طراحی شده است !!!

$$\left. \begin{array}{l} \bar{L} = W \\ \bar{G} = S \end{array} \right\}$$

$$y = \frac{W}{S} x - \frac{W}{S} x_w$$

$$\rightarrow y = \frac{W}{S} (x - x_w)$$

خط کاره در II از نقطه x_w میگذرد .

$$N_{\text{open steam}} = 4.4 - 0 = 4.4$$

$$N_{\text{reboiler}} = 4.7 - 1 = 3.7$$

نتیجه : با وجود آنکه در حالت open steam عدد تالیها به نظر فرنی (مراکز اینی) از حالت با ریسورتر است آنرا که در درجه ای که آب فروگتکن باشد حالت open steam

به دلیل حذف ریسورتر و حذف هزینه های خرید و تعمیر و نگهداری آن اقتصادم تر است

Extraction

استخراج

التره دلاطم منل :

۱) داشتن مخلوط آزنوتروپی

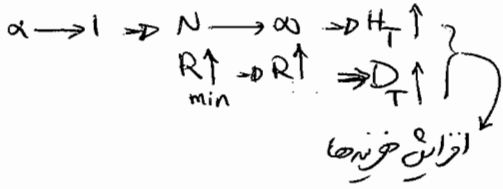
۲) نزدیک نقاط جوش به هم (α نزدیک یک)

۳) داشتن فاصله حساس به د

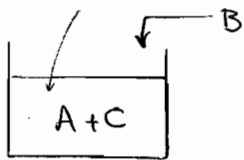
استفاده از تقطیر اقتصادس یا مطلق به ندر در انصرفت

استخراج گزینم نادر است

علت نزیه تقطیر به استخراج این است که تقطیر فزاینده مستقیم است و استخراج غیر مستقیم است



این عمل Feed است



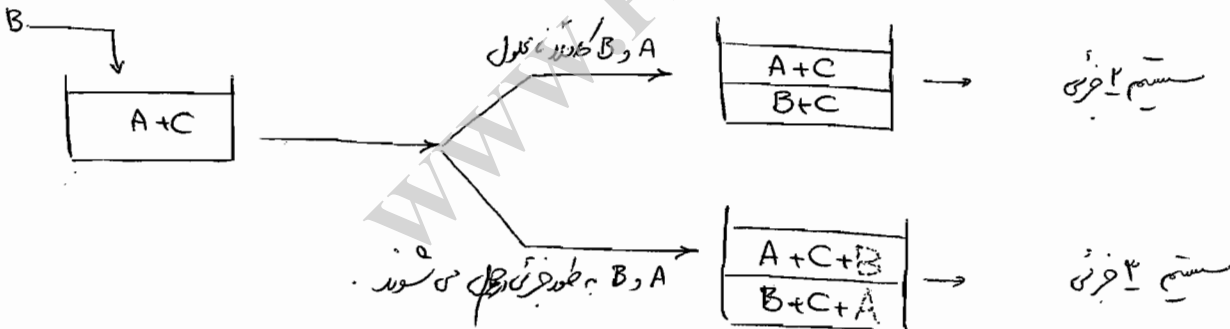
C: فرود آمدی (که خراست با سوز)

A: فرود جواه یا صلال اولیه

در استخراج اساس کار اختلاف صلال است و از یک صلال نمونه استفاده می کنیم

B: صلال یا صلال ثانویه

صلال B نسبت به خود گزینش پذیر (selective) است

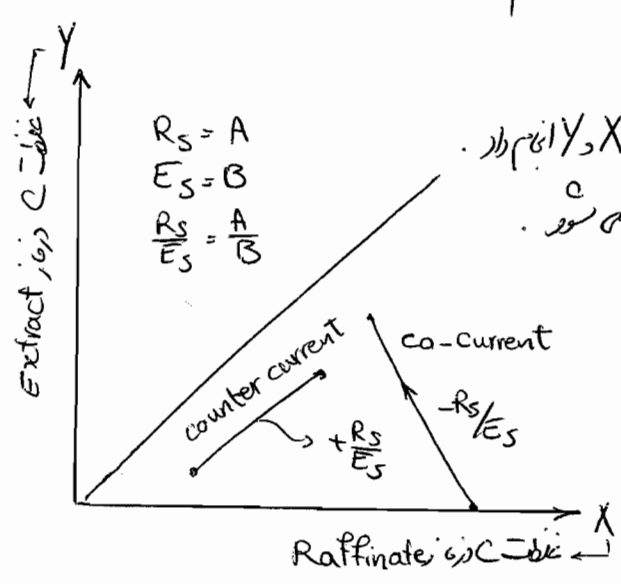


$$R_S = A$$

$$E_S = B$$

$$\frac{R_S}{E_S} = \frac{A}{B}$$

* اگر A و B کاملاً نامحلول باشند می توان محاسبات را در صفحه X و Y انجام داد. استفاده از X و Y به این است که فرنی در محلول وجود دارد به معنی سوز



در استولج: فاز غنی از B
Raffinate: فاز غنی از فر جواه A

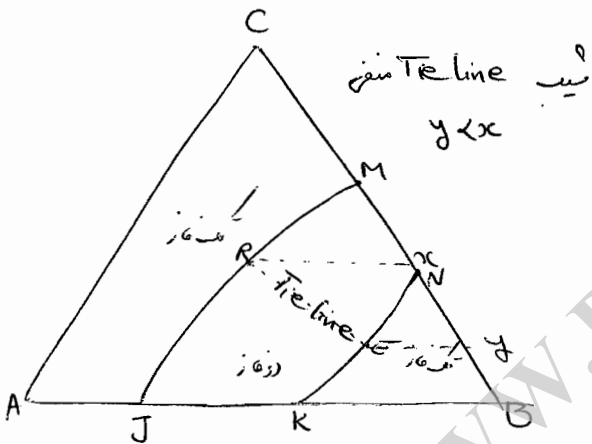
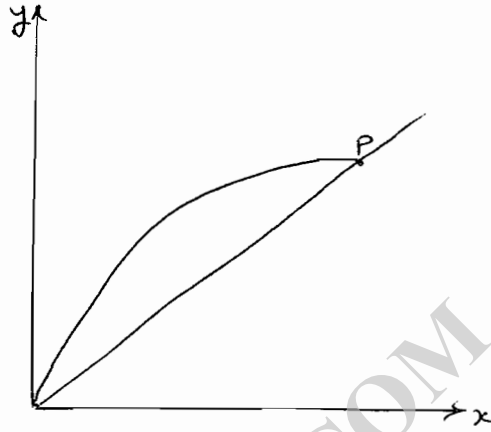
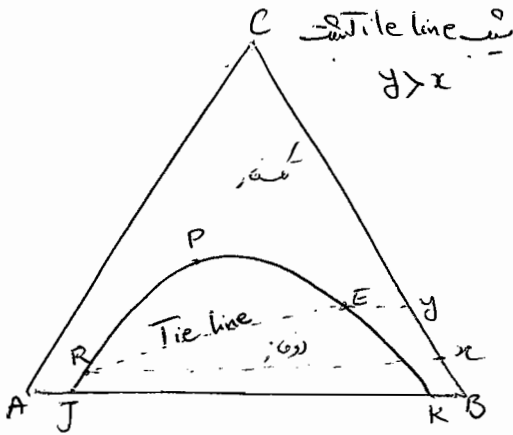
در استولج انتقال از R به E است

با توجه به نمودار زیر:

A, C به حوضی در هم حل می شوند چون ضلع AC در آنجا تک فاز قرار دارد.

B, C به حوضی در هم حل می شوند.

A و B در فاصله AJ و KB در هم مخلوط اند. در فاصله JK تا مخلوط اند پس A و B به طور جزئی در هم حل می شوند.



در این نمودار:

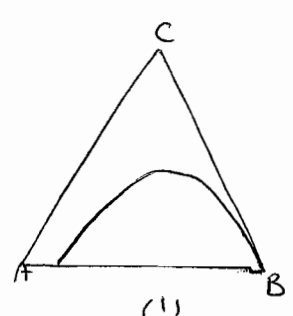
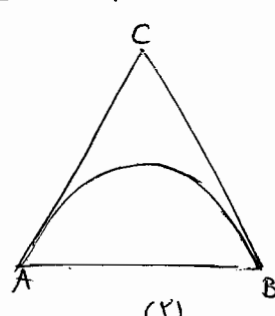
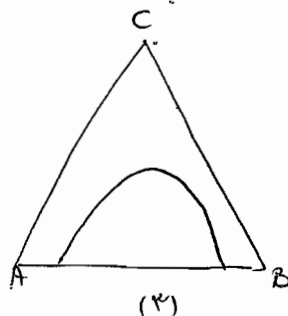
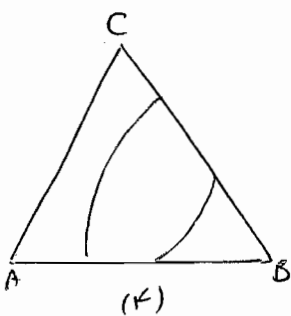
A و C به حوضی در هم حل می شوند.

A و B در فاصله JK تا مخلوط اند. به طور جزئی در هم حل می شوند.

B و C در فاصله MN تا مخلوط اند. به طور جزئی در هم حل می شوند.

آیا این ضلع، ضلع مناسب است؟ چون B و C به طور کامل در هم حل می شوند لذا A ضلع مناسبی برای بررسی است در محاسبات ضلع B.

مثال: کدام شکل برای استخراج مناسب است؟



باید ضلع C در B زیاد باشد. ضلع A در B کم باشد. و مقدور باشد در استخراج وسیع تر باشد.

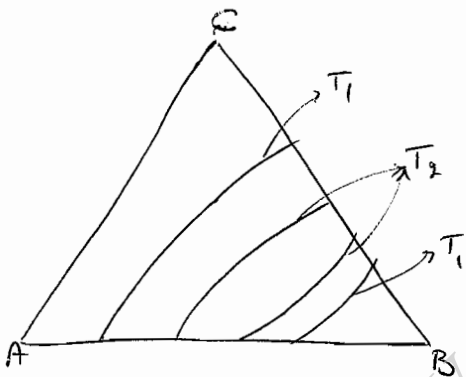
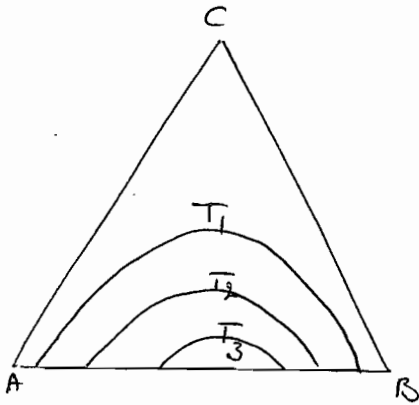
شخصی که مناسب نیست چون B و C به طور فزاینده در هم حل می شوند.
 در سطح های ۲ و ۳، B و C کم‌کم در هم حل می شوند.
 در سطح ۳ و A و B به طور فزاینده در هم حل می شوند اما در نتیجه ۲، A و B کاملاً نامحلول اند.
 پس نتیجه ۲ مناسب تر است.

اگر در هر سطحی استخراج:

نقطه: افزایش دما باعث از بین بردن قابلیت انحلال در هم می شود.
 لذا، افزایش دما سطحی را در فازی کوچکتر می شود.

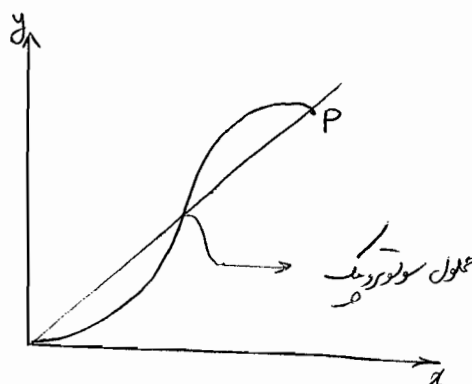
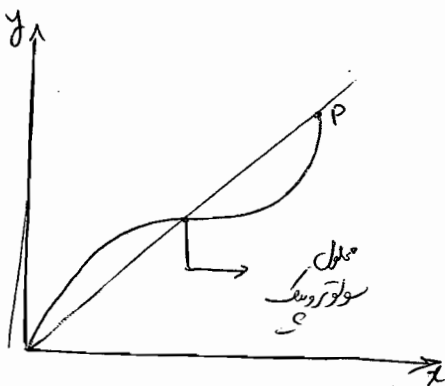
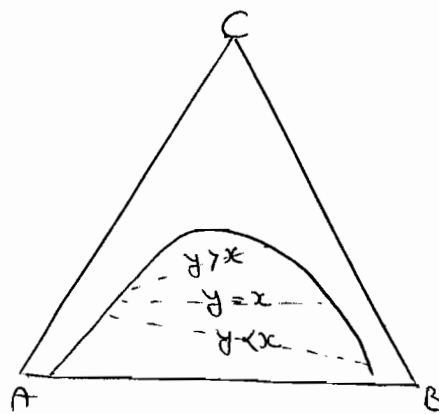
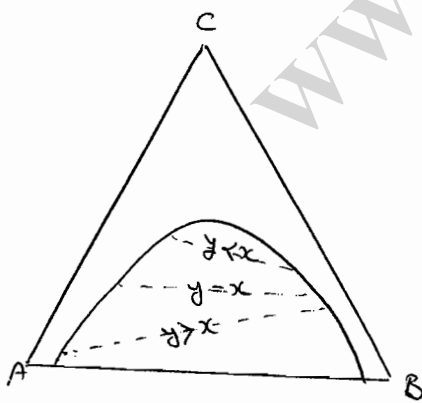
$$T_1 < T_2 < T_3$$

نقطه: استخراج کمتر است در دماهای بالاتر انجام شود.



$$T_2 > T_1$$

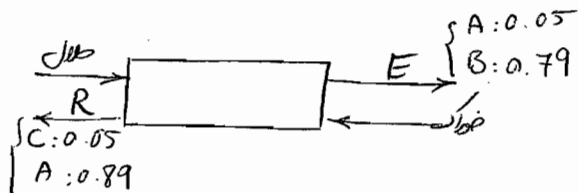
محلول های سولور وینک



selectivity استخراج: β

$$\beta = \frac{\left(\frac{C}{A}\right)_E}{\left(\frac{C}{A}\right)_R}$$

شرط انجام پذیر است: $\beta > 1$



سنت ۳-۷۹ ص ۲۰۲

در عرض طول و ضوابط غلظت ورودی و خروجی

غلظت ورودی را می بینیم

غزغنی از طول (B) استخراج

غزغنی از طول (A) Raffinate

$$\beta = \frac{\left(\frac{C}{A}\right)_E}{\left(\frac{C}{A}\right)_R} = \frac{\frac{1 - (0.05 + 0.79)}{0.05}}{\frac{0.05}{0.89}} = \frac{0.16}{0.05} = 3.2$$

ک: نسبت توزیع اجزاء بین فازها

$$k = \frac{y}{x} = \frac{C_E}{C_R}$$

$$k = \frac{0.16}{0.05} = 3.2$$

* شرط انجام استخراج $\beta > 1$ است نه ضرورتاً $k > 1$. یعنی در صورت $k < 1$ هم اگر $\beta > 1$ شود، استخراج

انجام پذیر هست اما میزان طول بیشتر

* با انجام استخراج β ضرورتاً عدد از یک بزرگتر است. k حکم است از یک بزرگتر است.

سنت ۱۰۸ ج ۱۹

غلظت طول $\beta > 1$
 $k > 1$

$$\beta = \frac{\frac{C}{A}|_E}{\frac{C}{A}|_R} = \frac{\frac{y}{0}}{\frac{x}{1-x}} = \infty$$

وقتی A و B در هم مخلوط اند

β خیلی بزرگ یعنی A و B تقریباً در هم مخلوط اند

$$y = \frac{\beta x}{1 + (\beta - 1)x}$$

آه در استخراج می توان نوشت ؟

$$\beta = \frac{\left(\frac{C}{A}\right)_E}{\left(\frac{C}{A}\right)_R}$$

معمولاً در صورت بررسی می بینیم

$$\beta = \frac{\frac{dy}{dx}}{1-x} = \infty$$

الف) اگر A و B، مخلوط باشند (سیستم دوجزی) پس در حالتی که A و B، مخلوط اند رابطه درست نیست

ب) A و B به طور جزی در هم حل شوند :

$$\beta = \frac{\frac{C_E = y}{A_E \neq 1-y}}{\frac{C_R = x}{A_R \neq 1-x}} \Rightarrow y \neq \frac{\beta x}{1+(\beta-1)x}$$

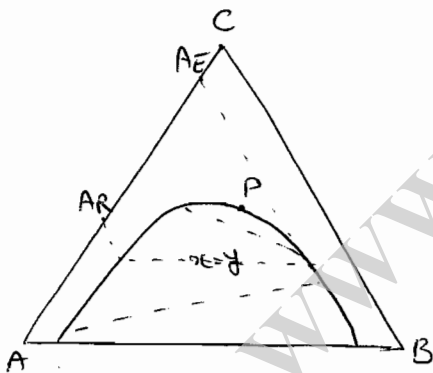
ج) A و B به طور جزی در هم حل شوند و X و Y غلظت‌های جزی در فازهای R و E بر مبنای عاری از B باشند :

$$*X = \left(\frac{C}{A+C} \right)_R, *Y = \left(\frac{C}{A+C} \right)_E$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{\frac{C_E = Y}{A_E = 1-Y}}{\frac{C_R = X}{A_R = 1-X}} \Rightarrow$$

$$Y = \frac{\beta X}{1+(\beta-1)X}$$

X و Y غلظت‌های جزی در مبنای عاری از B



مقایسه نقطه Plait و محلول سوپروزیست

Plait
Tie خط = 0
y = x
k = 1
β = 1

محلول سوپروزیست
Tie خط ≠ 0
y = x
k = 1
β ≠ 1 (C_E = C_R و A_E ≠ A_R)

محلول در فاز است و استوای امکان پذیر نیست
کشش سطحی بین دو فاز صفر
ΔP = 0

محلول در فاز است و استوای امکان پذیر است
کشش سطحی بین دو فاز مخالف صفر
ΔP ≠ 0

در زیرهای حلال مناسب استوای

- ۱) β > 1
- ۲) k > 1 (محتمل است) (k > 1 یعنی سهم یک فاز بیشتر است) در آن میزان حلال در هر دو فاز بیشتر است
- ۳) محدوده در فاز و سهمی داشته باشد
- ۴) بازایی حلال آسانتر باشد
- ۵) اختلاف داشته بین دو فاز حجم برابری حکم است
- ۶) کشش سطحی میان فاز (Intertacial Tension) ←

بجای چیدمان قطرات در کنار یکدیگر تراکم شود
کاملاً در فاز
بجای چیدمان قطرات در شوارتر
کاملاً در فاز

چون به هم چسبند قطرات مهم است (زیرا مشکل پراکنندگی در Mechanical Agitation حل می شود) لذا محکم است که بزرگتر باشد.

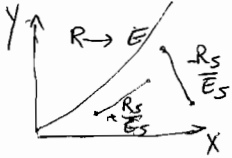
۱۷ پایداری شیمیایی

۱۸ T_{MP} ، P_B ، M_B : حرارت کم باشد. R_S ، E_S : انتقال جرم کمتر می آید.

فکر کنیم: آلف ضرایب کم شود چون استخراج نفع از سطح کم می آید. نقطه ای را کم نه چون استخراج کمتر در آن هست، پس آن را کم می کنند.

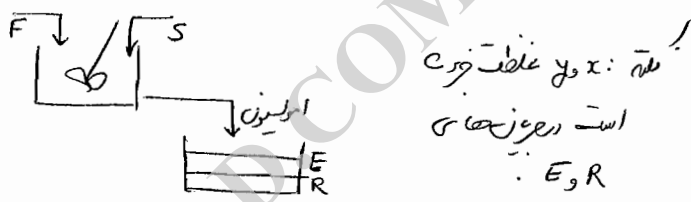
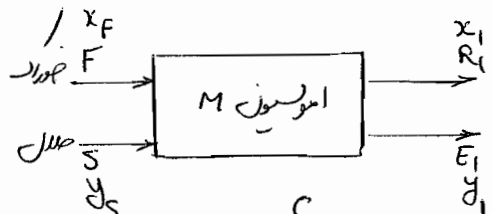
۱۹ غیر سمی، غیر آتشگیر

۱۰ ایزان هیت

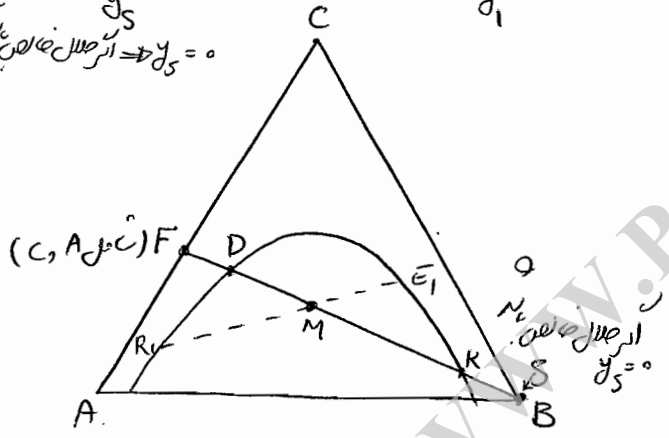


مصابیان استخراج: اگر A و B در هم حل نشوند هسانه مانند مثلث است که $\frac{R_S}{E_S} = \frac{A}{B}$ چون همسو \rightarrow B و A به طرد غری در هم حل شوند.

Co-current



نقطه: x و y غلظت جرم است در هر دو حال E و R



میزان درون ضلال به خوردک اوی خط FS است.

$$F + S = M = E_1 + R_1$$

$$F x_F + S y_S = M x_M = E_1 y_1 + R_1 x_1$$

$$\Rightarrow x_M = \frac{F x_F + S y_S}{F + S} = \frac{x_F + \frac{S}{F} y_S}{1 + \frac{S}{F}}$$

اگر $\frac{S}{F} = 0 \rightarrow x_M = x_F$

اگر $\frac{S}{F} = \infty \rightarrow x_M = y_S$

✓ اگر میزان ضلال از ۰ تا ۱ تغییر کند محل نقطه M از x_F تا y_S تغییر می کند.

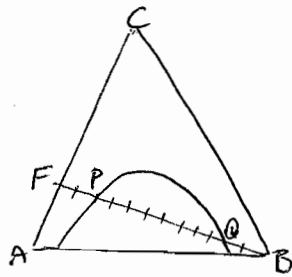
کمترین مقدار ضلال برای داشتن مخلوط دو فاز در زمان است که M روی نقطه D در این صورت S_{min} از مقدار بدست می آید.

قانون اهرام: $F \cdot \overline{FD} = S \cdot \overline{SD} \Rightarrow S_{min} = F \cdot \frac{\overline{FD}}{\overline{SD}}$

تست ۲۱ سال ۸۲ هفت ۴۵۱ آ -

بیشترین مقدار ضلال برای داشتن مخلوط دو فاز در زمان است که M روی نقطه K باشد در این صورت S_{max} از مقدار بدست می آید.

$F \cdot \overline{FK} = S \cdot \overline{SK} \Rightarrow S_{max} = F \cdot \frac{\overline{FK}}{\overline{SK}}$



$$\overline{FP} = 2$$

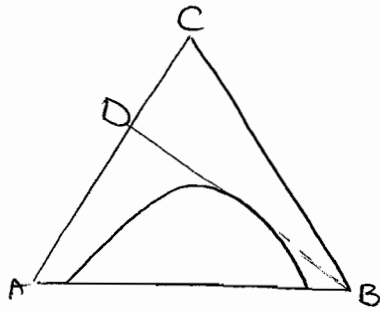
$$\overline{PQ} = 8$$

$$\overline{QB} = 2$$

سنت ۱۰۷ ج ۱۸ :

$$\frac{S_{max}}{S_{min}} = ?$$

$$\frac{S_{max}}{S_{min}} = \frac{F \cdot \frac{\overline{FQ}}{\overline{QB}}}{F \cdot \frac{\overline{FP}}{\overline{PB}}} = \frac{\frac{2+8}{2}}{\frac{2}{2+8}} = 25$$



F و D بین نقاط A و D (فاصله بر مبنای روش اول)

خط FS نامی روشی را قطع نماید تا استخراج امکان پذیر باشد.

سنت ۳۲ صفحه ۲۱۰ -

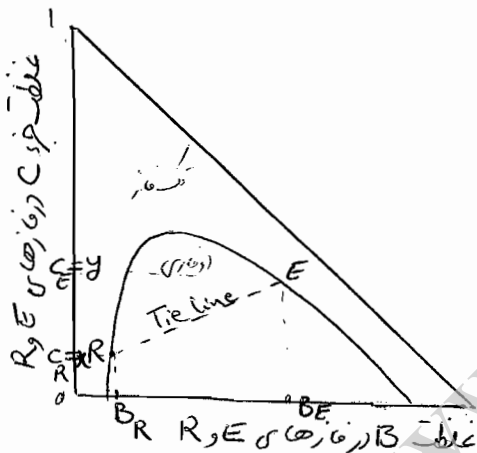
در این رسم سنت تمام الزامات :

$$A_E = 1 - (C_E + B_E)$$

$$A_R = 1 - (C_R + B_R)$$

نقطه در این رسم سنت تمام الزامات و در هیچ نقطه ندارد.

سنت مربوط به وزن co-current را به گونه دیگری تقسیم می کنیم.



Type 1

$$F = \checkmark$$

$$x_F = \checkmark$$

$$S = \checkmark$$

$$y_S = \checkmark$$

$$y_i = ?$$

$$x = ?$$

$$x_{i, co-current} = ?$$

Type 2

$$F = \checkmark$$

$$x_F = \checkmark$$

$$y_S = \checkmark$$

$$x_i = \checkmark$$

$$x_{i, co-current} = \checkmark$$

$$S = ?$$

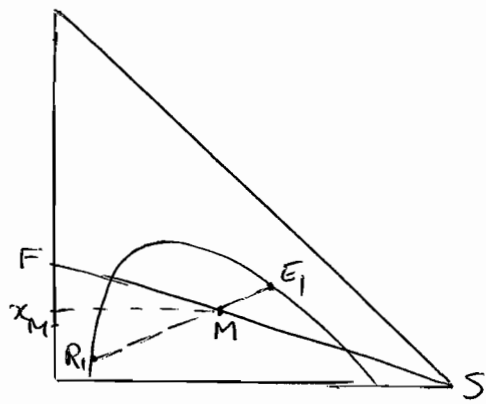
Type 1 : نامی x_M

$$x_M = \frac{F x_F + S y_S}{F + S}$$

(۱) نامی S و فصل می کنیم x_M را از رابطه در می آوریم

(۲) از x_M فعلی رسم می کنیم تا FS را قطع نماید کل غلظت سنت M است.

۱۳) Tie عبوری از M را رسم می‌کنیم.
 نسبت این E_1 و R_1 مقادیر x_1 و y_1 نسبت می‌دهند.



E_1 و R_1 مقادیر x_1 و y_1 نسبت می‌دهند

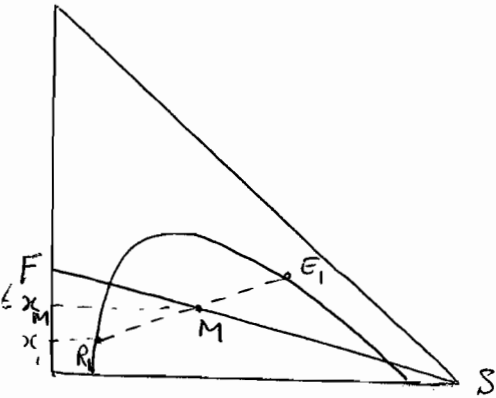
Type 2 : ۱) Tie عبوری از R_1 رسم می‌کنیم

۲) محل تلاقی این Tie با FS نقطه M است

۳) از روی شکل x_M را بدست می‌آوریم

۴) از رابطه x_M مقدار y بدست می‌آید

$$x_M = \frac{F x_F + S y_S}{F + S} \rightarrow S = \sqrt{\quad}$$



سوال: چهار حالت $K < 1$ مقدار K معجزه می‌کند

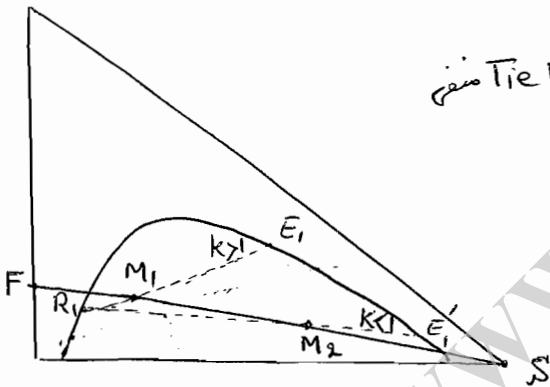
تیب Tie line منفی

S_1 : طول تناظر M_1

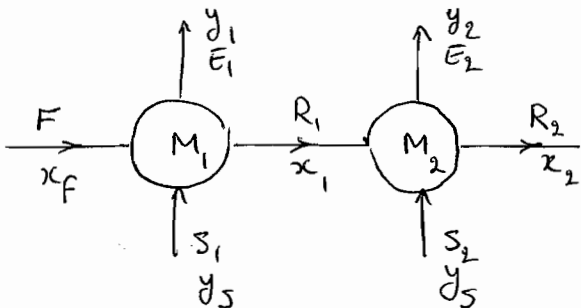
S_2 : طول تناظر M_2

چون M_2 نزدیک تر به رأس S است بنابراین

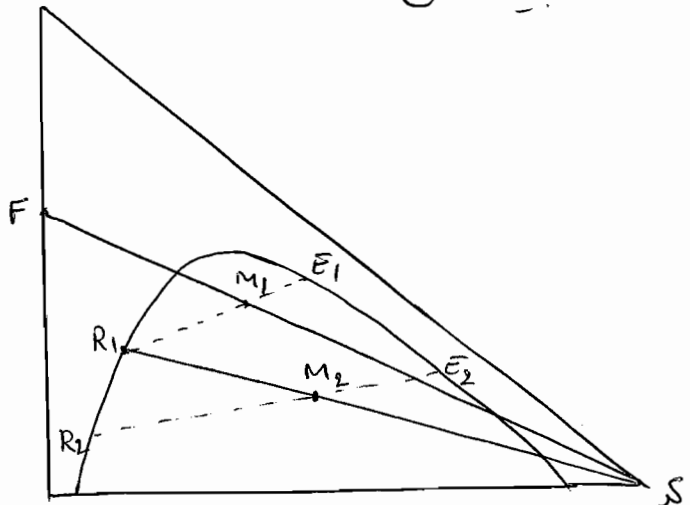
$$S_1 < S_2$$



Cross-current



چون متقاطع



مراحل می باشد :

۱) F را به S وصل می کنیم

۲) $x_{M_1} = \frac{F x_f + S y_s}{F + S}$ را به دست می آوریم

۳) کل تانک را x_{M_1} با FS را به هم میزنیم. (نقطه M_1)

۴) Tie عمودی از M_1 را رسم می کنیم تا E_1 و R_1 به دست آید

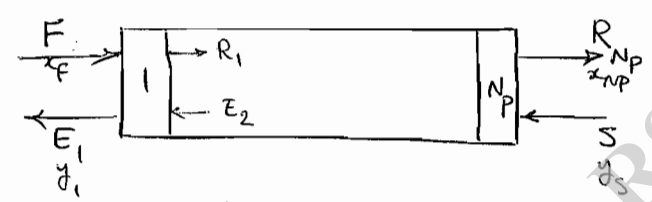
۵) R_1 را به S وصل می کنیم

۶) x_{M_2} را به دست می آوریم

۷) کل تانک را x_{M_2} با $R_1 S$ را به هم میزنیم (نقطه M_2)

۸) Tie عمودی از M_2 را رسم می کنیم تا E_2 و R_2 به دست آید

counter-current



در جریان همگام و در جریان متضاد

Typel

F=✓

$x_f = \checkmark$

S=✓

$y_s = \checkmark$

$x_{NP} = \checkmark$

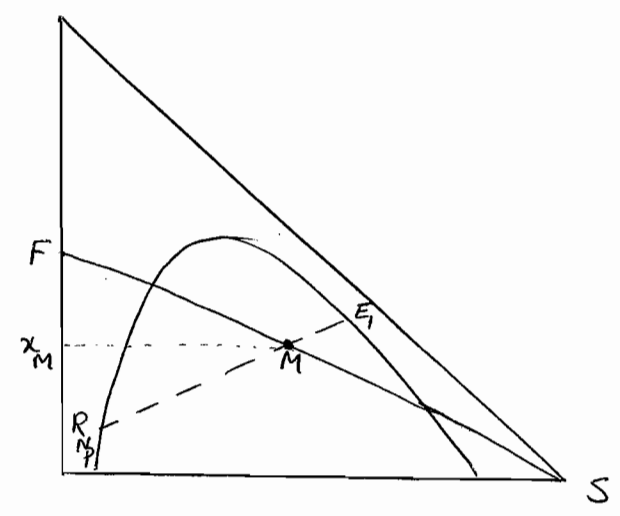
$R_p = ?$

$F + S = M = E_1 + R_{NP}$

$F x_f + S y_s = M x_M = E_1 y_1 + R_{NP} x_{NP}$

$\rightarrow x_M = \frac{F x_f + S y_s}{F + S}$

نکته: M نقطه اتکینسون واقع منوره بله نقطه تقاطع است و لذا E_1 و R_{NP} در یک Tie-line هستند. پس از آن Tie-line عمودی می کشیم.



۱) F را به S وصل می کنیم

۲) $x_M = \frac{F x_f + S y_s}{F + S}$ را به دست می آوریم

۳) کل تانک را x_M با FS نقطه M است

۴) M را به R_{NP} وصل می کنیم تا نقطه E_1 به دست آید

حال فرض می کنیم که نقطه F, S, E_1, R_{NP} را وصل می کنیم آن مشخص می شود.

$$F + S = M = E_1 + R_{NP}$$

$$\Rightarrow F - E_1 = R_{NP} - S = DR$$

نقطه تقاطع محل عمل استاندارد FE_1 و SR_{NP} است. نقطه تقاطع محل عمل هر دو نام خط کار است.

رسم خط Tie و خط کار مشابه روشن پویان تنظیم است.

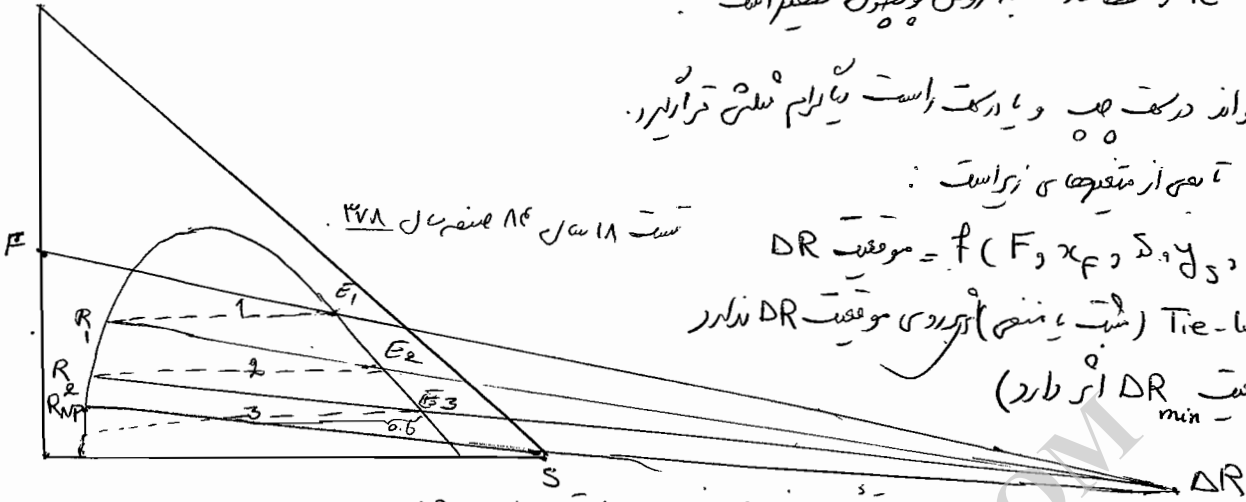
✓ DR هم می تواند در جهت چپ و یا راست باشد. باید در جهت چپ قرار گیرد.

✓ موقعیت DR تابع از متغیرهای زیر است:

$$DR_{\text{موقعیت}} = f(F, \alpha_F, \beta, \gamma_S, \alpha_{NP}, \beta_{NP})$$

✓ Tie-line (شیب مثبت و منفی) برخوردی موقعیت DR ندارد

(اما موقعیت DR_{\min} اثر دارد)



$$N = 2.6$$

R_m, E_{mt+1} خط کار است

برای محاسبه N تعدادی عنوان های اضافه هر خط کار تقاضای زمین می شوند. عنوان های R_m و E_{mt+1} و DR یک استقامت دارند. گذردن Min است نه $N = \infty$ و N .

Type 2

$$F = \checkmark$$

$$\alpha_F = \checkmark$$

$$\gamma_S = \checkmark$$

$$\beta_1 \leq \alpha_{NP} = \checkmark$$

$$S_{\min} = ?$$

این نمی ده است که خط کار و خط Tie رسم منطبق شوند.

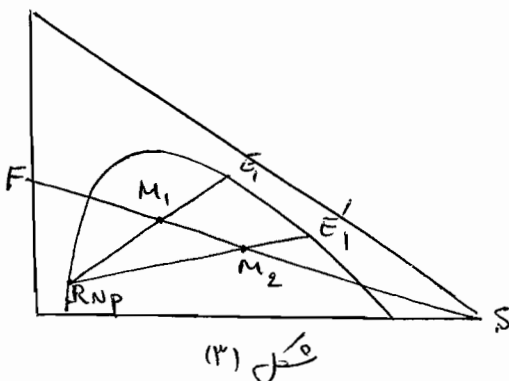
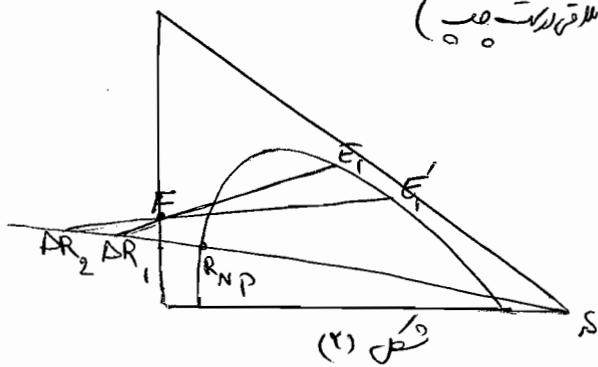
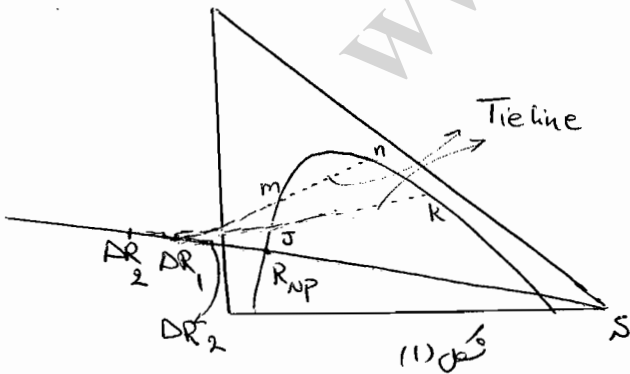
✓ اما برای یافتن S_{\min} محل تلاقی استاندارد Tie-line ها، راستی SR_{NP} را پیدا می کنیم.

✓ اگر استاندارد Tie-line ها در جهت چپ و یا راست منتهی استاندارد SR_{NP} واقع شوند. (در صورت)

✓ محل تلاقی DR_{\min} است و این محل تلاقی در جهت چپ و یا راست منتهی واقع شود نزدیک ترین

✓ محل تلاقی DR_{\min} است چون S_{\min} نزدیکترین مقدار صلاهی است نه $N = \infty$ بلکه.

(الف) (محل تلاقی در جهت چپ)

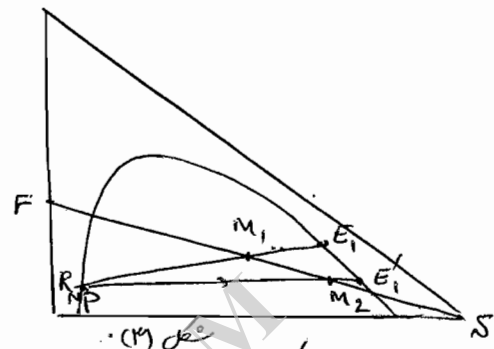
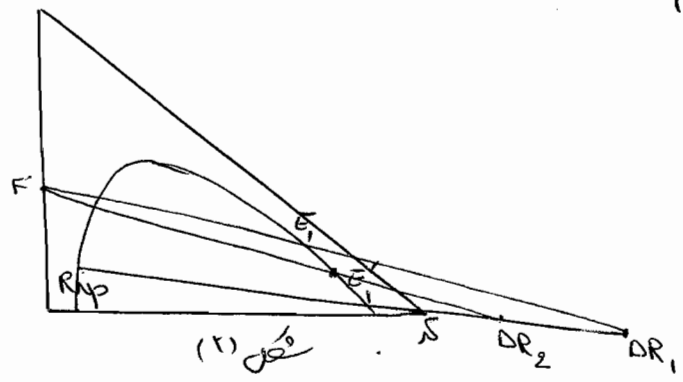
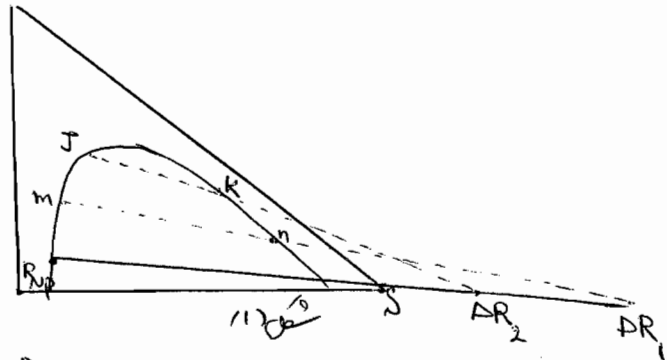


M_2 که نزدیک تر است پس $S_2 < S_1$ است

$$S_{\min} = S_2$$

$$DR_{\min} = DR_2$$

ب- (علاقه در کف است)



شکل (3) M_2 به S نزدیک تر است

$S_{min} = S_2 \leftarrow S_1 < S_2$
 $DR_{min} = DR_2$

نایترام $N - XY$

متاب نایترام $H - xy$ در تقطیر است

✓ تقطیر در حالتی که بعضی اجزا می آیند
 N در استوایج اینها می آیند

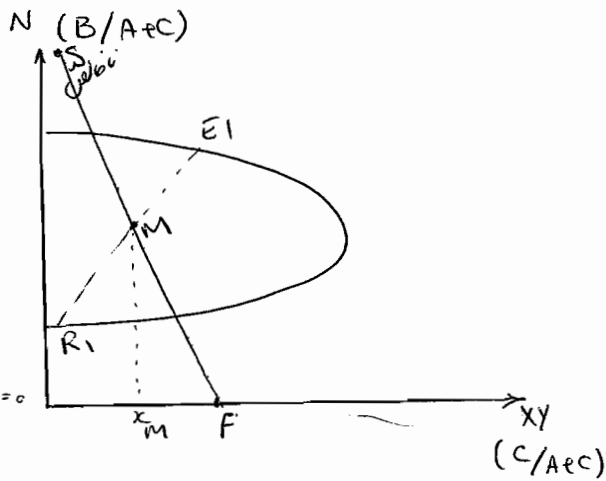
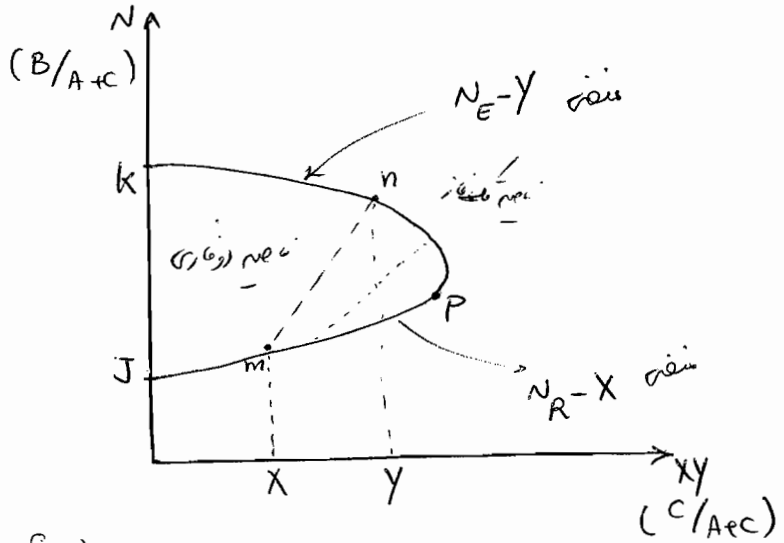
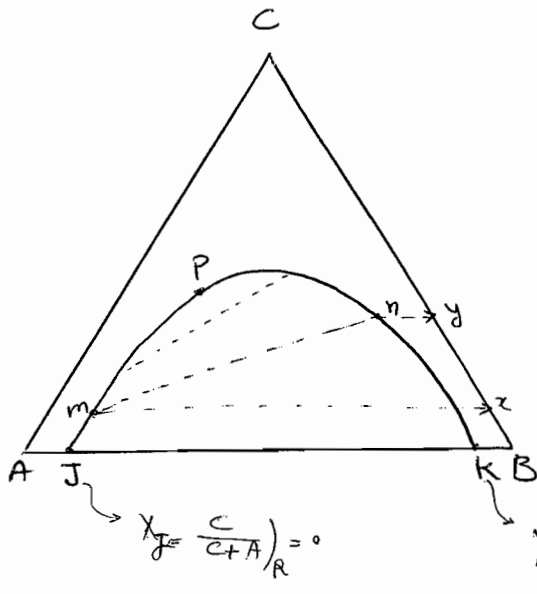
تقطیر	استوایج
فرد خوار	فرد اصل (C)
فرد غیر خوار	فرد حوا (A)
y	E
L	R
$y = \frac{\text{فرد}}{\text{غیر خوار} + \text{فرد}} \Big _L$	$Y = \frac{C}{A+C} \Big _E$
$x = \frac{\text{فرد}}{\text{غیر خوار} + \text{فرد}} \Big _L$	$X = \frac{C}{A+C} \Big _R$

توجه: اصل هر اجزای در وقت تقطیر

اصل اصل هر اجزای در وقت تقطیر

$H = \frac{Jd}{\text{mol}(A+B)}$
 H_L
 H_R

$N = \frac{B}{A+C} \checkmark$
 $N_E = \frac{B}{A+C} \Big|_E \checkmark$
 $N_R = \frac{B}{A+C} \Big|_R \checkmark$

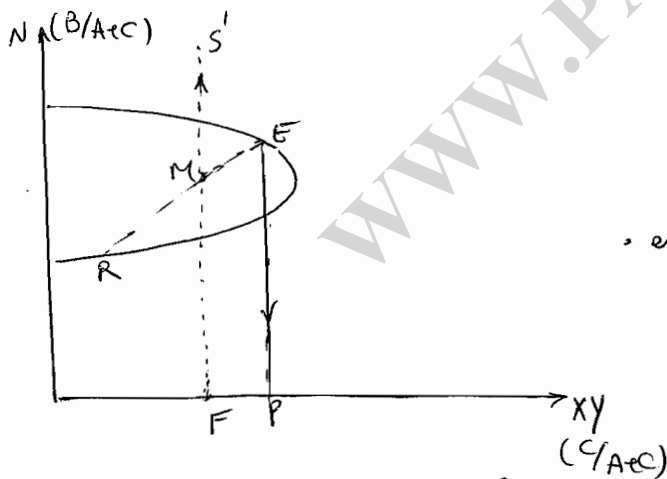


نقطه: جریان همسودر اینجه $N-XY$

اگر ضلعی ضلعی باشد نقطه S روی محور عمودی در نقطه قرار می گیرد.
 آن اگر ضلعی/مربعی باشد نقطه S در نقطه قرار می گیرد.
 نزدیک محور عمودی است.

اگر ضلعی ضلعی باشد به فرض F5 را همسودر است.
 رسم کنیم در اینجه $N_S = 0$ ضلعی.

تست ۱۳۵ سال ۸۷:



استخراج و مصلی داریم چون نقطه TIE line است.

در اینجه نقطه P-E: جریان Extract به طرف کل

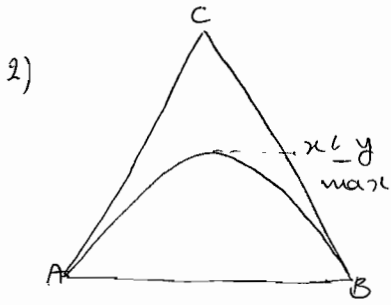
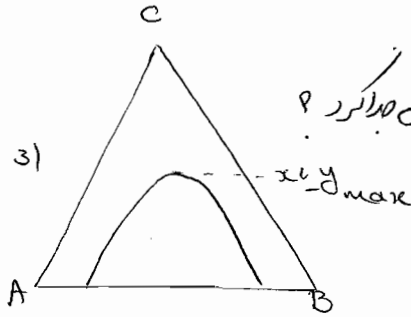
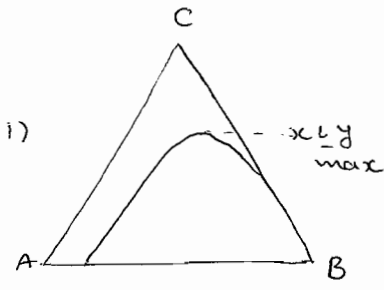
مصلی زدایی شده است.
 یعنی از E که به نقطه P نزدیک می شود

مقدار $\frac{C}{A+C}$ تغییر کرده اما مقدار $\frac{B}{A+C}$ باقی می ماند.

در نقطه استخراج:

- 1) Mixer-setter
- 2) { packed Bed
Tray Tower
Spray Tower
- 3) Agitated (RDC, \dots)
- 4) plused column

در کدام سیستم A و C با هم می توان به طور کامل جدا کرد ؟

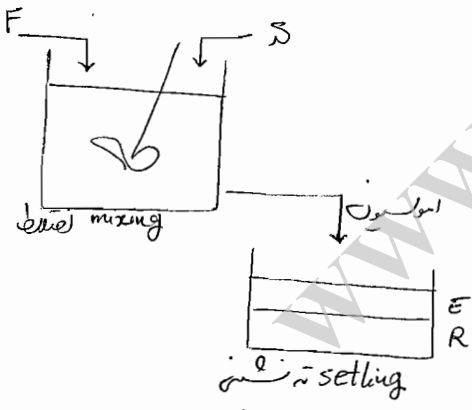


4) صیقلی

استخراج در ۲ مرحله تا زیر انجام می شود
 درین استخراج یک عملیات غیر مستقیم
 است صیقلی نمی توان A و C را به طور
 ۱۰۰٪ از هم جدا کرد.

در دستگاه های استخراج :

• Mixer-settler :



در این دستگاه $\eta = 75 - 100$

برای وقت که فردی حاضر در مباحث به صورت مطلق وجود دارد شایب است
 این دستگاه می تواند هم به صورت Batch و هم به صورت continuous
 به کار می رود.

* Batch \rightarrow معمولاً در اصطلاح و نه نشینی در نظام می شوند

5 min \rightarrow Mixing

10 min \rightarrow setting

* continuous $\rightarrow N_{max} = 6 \rightarrow 8$

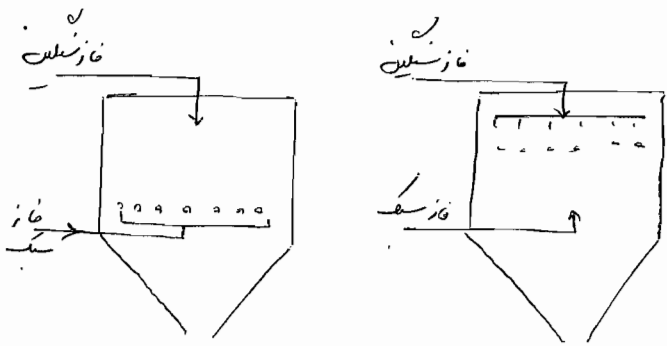
این دستگاه ها در صورتی که تعداد درجه ها را کمتر تا ۸ کرده اند استفاده می شوند

این اکثر تعداد درجه را در این دستگاه ها نمی توان استفاده کرد.

سروری در انتخاب دو فاز شایب است با gDP

اگر اصطلاح داشته کم، gDP هم کوچک است و زمان مورد نیاز برای جدا شدن فازها زیاد است

زمان مورد نیاز $t = \frac{V}{q}$ است پس اگر q و V و t \rightarrow $q = \frac{V}{t}$ و $V = q \cdot t$ \rightarrow $t = \frac{V}{q}$
 و V \rightarrow حجم زیاد می نیاز است (در صورتی که اختلاف دانسیته کم باشد)
 و q \rightarrow پس که نیاز است و در نهایت بر روی نیاز داریم



این دستگاهها زمانی استفاده می شوند تا کشتن سطح بین فازی کوچک باشد تا پراکنده شدن به راحتی انجام شود چون هر دو فاز مایع هستند و ویسکوزیته و دانسیته فازها به هم نزدیک است. بنابراین حرکت نسبی فازها نسبت به هم کوچک است و سرعت مشخصه ها اعداد کوچکی است (مثلا در نسبت کنکور آلوده سرعت ذرات را در این نوع برجها ضوابطه جواب کوچک ترین جواب است)

در این دستگاهها حضور ذرات معلق مشکل ساز است زیرا ذرات معلق را یکپارچه می کنند.
 * پدیده طغیان در این دستگاهها به این معناست که اگر نسبت جرمی فازها زیاد شود به طوری که هر دو فاز پیوسته و پراکنده از یک طرف دستگاه خارج شوند.

برجهای پر شده وقتی برای استفرج استفاده می شوند جنس پرکن باید خنثی باشد تا با فاز پیوسته باشد.

HETP	HTU	
ارتفاع معادل یک مرحله تئوری	10-20 ft	Spray Tower
	1-20 ft	Tray Tower
	5-20 ft	packed Bed

1 = 6-24/

این دستگاهها را میتوان با مینی برای استفرج کاربرد و برای تعداد مراحل تئوری زیاد قابل استفاده هستند.

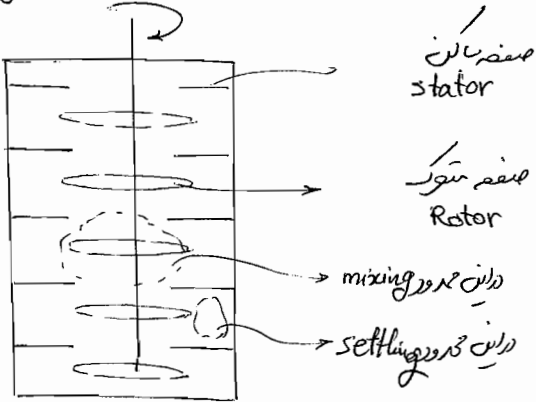
چون تمام فاصله بین سینیها توسط فازهای مایع می شود پس در فاصله بین سینیها هم انتقال جرم داریم و کار سینی تولید قطرات مایع است. پس برجهای سینی لایه دستگاههای رفرکتوری به حساب می آیند اگر برای استفرج استفاده شوند.

* سینی کمترین ارتفاع در دستگاههای استفرج دستگاهها هستند که در اینجا یک فاز پراکنده می شود.

نسبت ۱۱۵ ال ۷۷

۷۷ ال ۵۵ مرحله است ← از برج سینی کار نمی توان استفاده کرد چون رانده نشد کم است.

• Agitated .



$$\eta = 80 - 100 \%$$

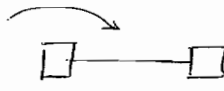
$$HTU = 1 - 2 \text{ ft}$$

RDC: Rotary Disc contactor

این دستگاه مناسب مواقعی هستند که محدودیت زیاد باشد

یک نوع دیگر هم از این دستگاه وجود دارد
به نام شکل که به جای دیسک
در آنجا از بازوها می‌آزودند
شکل (برای سیال و کفند)

پس وقتی مقدار لرزش زیاد باشد از این دستگاه استفاده می‌شود.



اشکال این دستگاه هم این است که برای سیالات چسبناک مناسب نیست

• pulsed column

دلیل دستگاهها تابع به صورت پالس وارد دستگاه می‌شود.
هر چه مقدار پالسها بیشتر باشد برآیند این فازها به صورت انجام می‌شود اما فرصت لازم برای جدا شدن
فازها کم می‌شود. به همین دلیل است که گفته می‌شود با زیاد شدن مقدار پالسها رانندگی اندک افزایش
دسترس گاهن می‌باشد.

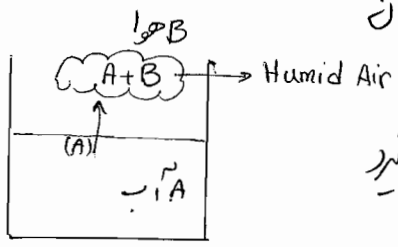
ساختار دانه برج ← Packed Bed
Tray Tower ←

$$\frac{HETP}{\text{pulsed packed}} = \frac{1}{3} \frac{HETP}{\text{unpulsed packed}}$$

$$\eta_{\text{pulsed Tray}} = 20 - 75 \%$$

جایی که سیال چسبناک یا سیال رادیواکتیو داریم
که نمی‌توانیم از مخزن مکانیکی استفاده کنیم از این
دستگاهها استفاده می‌شود.

اگر بعضی قطرات آب داشته باشیم که این مایع در فشار P_B مثل هوا باشد در هر دو حالتی آب فشار کاری ندارد. آب شروع به تبخیر در هوا می کند و اصطلاحاً فاز گاز هوا + بخار آب می شود. هوا توسط بخار آب مرطوب نه است که به آن



هوای مرطوب یا هوای حاوی رطوبت گفته می شود. در فرآیندهای مصلوبی رطوبت هوا کم یا زیاد می شود. در صنعت این حوای رطوبت صادر می کنند در کولر آبی حوای رطوبتشان زیاد می شود و صنعت تر می شود.

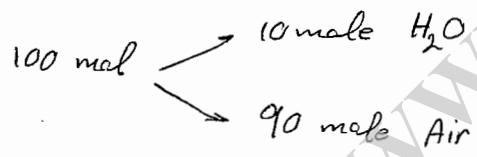
رطوبت مطلق (Absolute Humidity)

$$Y' \text{ یا } H = \frac{\text{kg A}}{\text{kg B}} = \frac{\text{kg water}}{\text{kg Dry Air}}$$

وزن مائش رطوبت مطلق با Y' یا H است. Y' و H هر دو در فرآیند منتقل نمی شود از این رو در اصطلاحات Y' و H بهتر است.

توجه: در محاسبات رطوبت مطلق به علت اینکه هوا جزء غیر منتقل شونده است غلظت ها، آنالیزها و سایر کمیت ها عموماً بر مبنای "واحد حجم هوای خشک" بیان می شود. چون مقدار Dry Air در طول فرآیند ثابت است و تغییر نمی کند این فرض باعث سهولت در محاسبات می شود. نسبت ۱۸ به ۱ (وزن ۱۸)

مثال (سال ۸۳): حواصی ۱۵٪ موی بخار آب است رطوبت مطلق هوا را می بیند.



$$Y' = \frac{10 \times 18}{90 \times 29} = 0.069 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg Dry Air}}$$

$$M = \frac{PV M_w}{RT}$$

$$Y' = \frac{P_A V M_A / RT}{P_B V M_B / RT}$$

$$Y' = \frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{P_A}{P_t - P_A}$$

رطوبت اشباع (Saturated Humidity) $(Y'_s \text{ یا } H_s)$

$$Y'_s = \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg Dry Air}} \text{ sat}$$

$$Y'_s = \frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{P_A^{sat}}{P_t - P_A^{sat}}$$

رطوبت اشباع: حداکثر رطوبتی که هوا در فشار و دما مشخص می تواند داشته باشد.

در سیستم ۱- هوا: $M_A = 18$ و $M_B = 29$

از فصل بخار یا معادله آنتون P_A^{sat} را بدست می آوریم.

با دو معیار زیر نشان می دهیم که هوا چقدر به اشباع نزدیک است.
 رطوبت نسبی (RH%)
 Relative Humidity (RH%)

$$\%RH = \frac{P_A}{P_A^{sat}} \times 100$$

در صد رطوبت مطلق (Y%)
 Percentage Humidity (Y%)

$$\%Y = \frac{Y}{Y_s} \times 100 = \frac{P_A}{P_A^{sat}} \cdot \frac{P_t - P_A^{sat}}{P_t - P_A} \times 100$$

RH% همیشه از Y% بزرگتر است.

مثبت ۲۲ درجه سانتیگراد ۸۴ درصد رطوبت نسبی است.

$$P_t = 101.3 \text{ kN/m}^2$$

$$25 = \frac{P_A}{3.6} \times 100 \rightarrow P_A = 0.9 \text{ kN/m}^2$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\%RH = 25$$

$$\text{در صد رطوبت مطلق} = \frac{0.9}{3.6} \cdot \frac{101.3 - 3.6}{101.3 - 0.9} \times 100 = 24$$

$$P_A^{sat} = 3.6 \text{ kN/m}^2$$

در صد رطوبت مطلق = ?

$$P_A = ?$$

حجم رطوبت (V_H)
 Humide Volume (V_H)

حجمی که یک کیلوگرم هوای خشک و رطوبت همراه در دما و فشار معین اشغال می کنند.

مثبت ۱۱۷ درجه سانتیگراد

$$\text{از قانون گاز ایده آل: } V = \frac{mRT}{PM_w}$$

$$V_B = \frac{1 \times RT}{P_t M_B} \quad \text{قانون گاز ایده آل}$$

$$\text{حجم رطوبت همراه یک کیلوگرم هوا} = \frac{Y' \times RT}{P_t M_A}$$

$$\rightarrow V_H = \frac{1 \times RT}{P_t M_B} + \frac{Y' RT}{P_t M_A} \rightarrow V_H = \frac{RT}{P_t} \left[\frac{1}{M_B} + \frac{Y'}{M_A} \right]$$

$$\text{دانشنامه هوای مرطوب: } P_{\text{wet air}} = \frac{1 \text{ kg dry air} + Y' \text{ kg H}_2\text{O}}{V_H}$$

گرمای مرطوب (Humid Heat C_s)

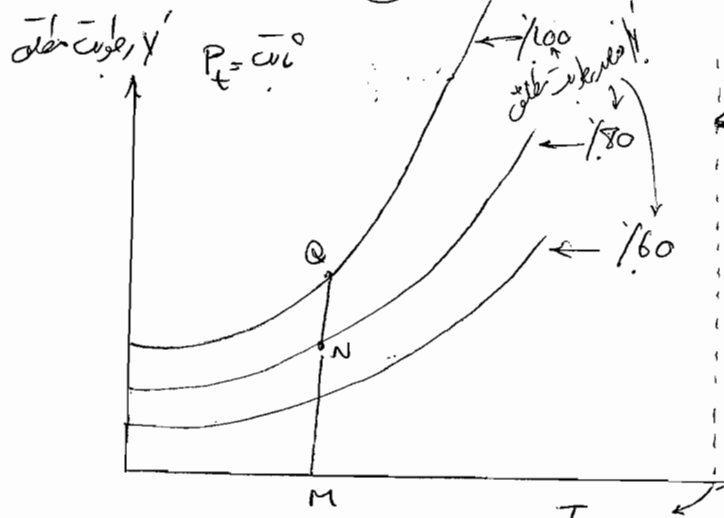
مقدار گرمایی که لازم است تا در هر یک کیلوگرم هوای خشک درجه حرارت هر دو آن را یک درجه افزایش دهد

سخت ۱۲۱ سال ۸۵ ↑

$$C_s = 1 \times C_{pB} + Y' \times C_{pA}$$

$$\Rightarrow C_s = C_{pB} + Y' C_{pA}$$

C_s را می توان به عنوان C_p هوای مرطوب دانست



منفی رطوبت نسبی

باید تمام منفی ها

در فشار ثابت در هر دو رطوبت اشباع و از جدول می خوانیم و رطوبت اشباع را می بینیم

$$Y'_s = \frac{18}{29} \cdot \frac{P_A^{sat}}{P_t - P_A^{sat}}$$

$$T \uparrow \Rightarrow P_A^{sat} \uparrow \Rightarrow Y'_s \uparrow$$

* فرض می کنیم در رطوبت مطلق هوا برابر ۱۸۰ است :

$$Y = 0.8 Y'_s$$

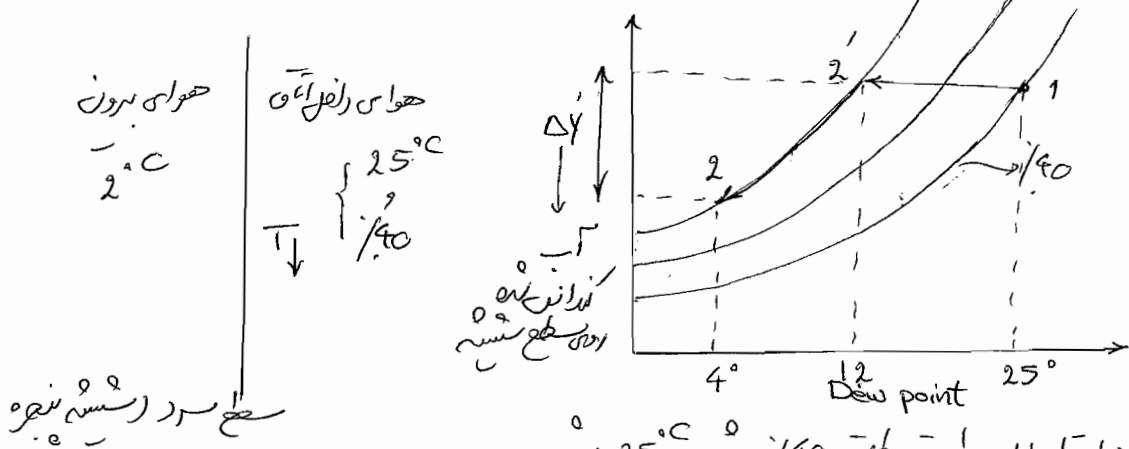
پس نقاط این منحنی فرض به اندازه ۰.۸ عرض نقاط منحنی هوای اشباع خواهد داشت

$$\frac{MN}{MQ} = 0.8$$

④ نقطه دمای جوین ماده A (آب) رطوبت مطلق بنویس است پس تمام منحنی های رطوبت در بنویس به این نقطه می رسند و منحنی ها محور نقطه A Boiling Point را در نظر بگیرند

روند منحنی هم است

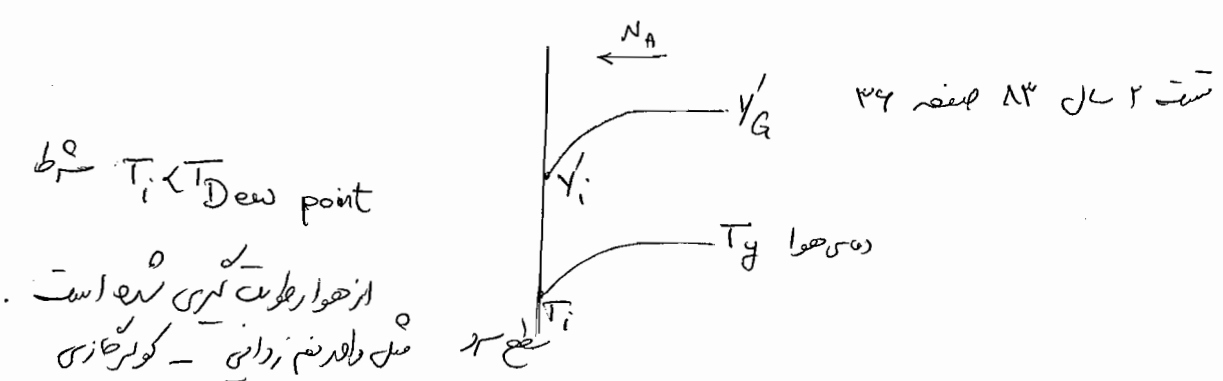
در زمستان دیده می شود که روی شیشه ها رطوبت می نشیند. می خواهیم این پدیده را بررسی کنیم.



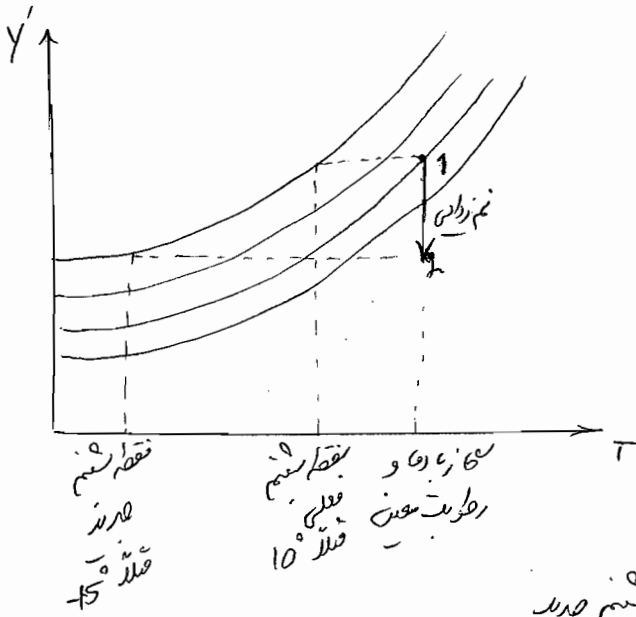
فرقی که کنیم هوای در ابتدا دارای رطوبت مطلق 40 و در 25 درجه از نقطه 1 تا 2 چون هوای سرد می شود و تغییر در رطوبت هوا ای را می شود. ای از نقطه 2 تا 2 چون هوای سرد می شود و تغییر در رطوبت هوا ای را می شود. بخشی از رطوبت هوای سرد می نشیند.

Dew point نقطه شبنم است یعنی در آن اولین قطره مایع تشکیل می شود. پس اگر هوای سرد را در این نقطه شبنم است پس در آن پدیده کنده شدن بخار می دهد.

⊗ روی شیشه قطره ها از بالا به پایین کار می آید از شاخه های همگی قطره کار است. در شیشه و استه است به نظای رطوبت موجود در کار. مقدار رطوبت را از دو جهت کنترل می کنند: جلایری از پدیده همدردی با بردن از ریشه حرارتی کار.



تست 2 سال 83 صفحه 34
 $T_i < T_{Dew\ point}$
 از هوای رطوبت گیری شده است.
 مثل رطوبت زدایی - کولر کاری



✓ برای جلوگیری از فریز شدن تجهیزات باید نقطه شبنم را تا زیر دمای محیط کاهش دهیم تا بدنه تجهیزات در هیچ دمای اتقاق نیفتد.

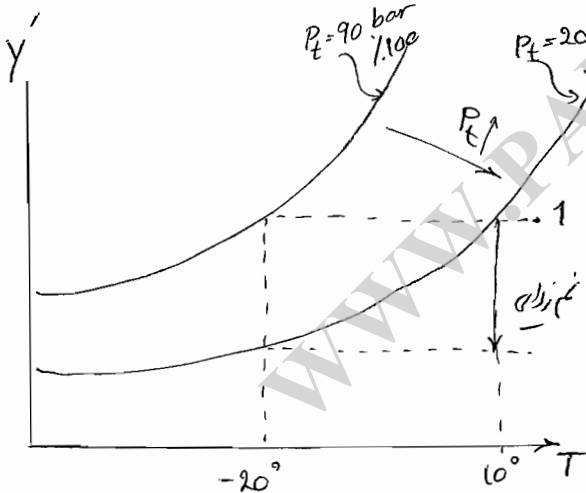
اگر بتوانیم به طریقی سردابه 2 را طوری کنیم رطوبت هوا کاهش چشمگیری دارد پس دمای هوا تغییر چندانی نخواهد دید پس از آن مطمئن هستیم که تا نقطه شبنم جدید بدنه تجهیزات را نخواهیم داشت.

فرایند اب 2 در ستون جذب رطوبت توسط سیلیکات آلومینات انجام می شود.

رطوبت که رایی بالاتری دارد امکان تراست.

✓ خط دما و نقطه اب 2 که دما عمود بر نسبت چون هنگام جذب رطوبت توسط سطح جذب گه گه آزاد می شود.

سنت ۱۵۷ سال ۸۷



اثر فشار بر میزان رطوبت سنخه در دمای شبنم

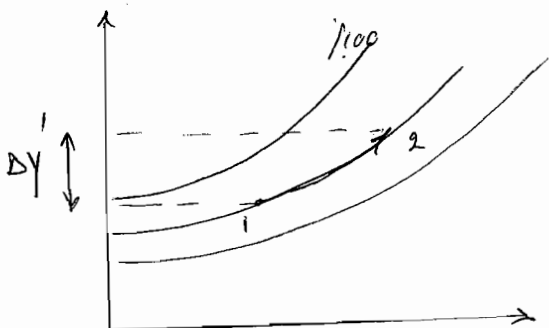
$$y'_s = \frac{M_A}{M_B} \cdot \frac{P_A^{sat}}{P_t - P_A^{sat}}$$

در خطوط لوله خروجی شورش ایط در نقطه (۱) است

در استگاه LNG گازی هوا هم فشار گاز را افزایش

هم چون فشار را می شود نقطه شبنم به دمای محیط نزدیک تر می شود پس اگر نخواهیم هنوز در همان نقطه شبنم اول به تنظیم شده بود (مثلا 20-) باید دوباره نم زایی انجام دهیم

$P_t \uparrow \Rightarrow \text{Dew Point} \uparrow$



سنت ۱۱۷ سال ۸۶

اثر فشار هم هوا را در رطوبت سنخه ثابت نم کنیم

در مسیر 2-1 : T1

ثابت RH

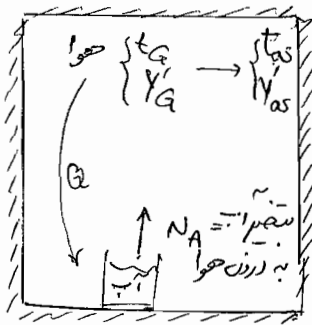
y ↑

سین دهنیم چون هوا باید به دمای محیط هم اضافه کنیم

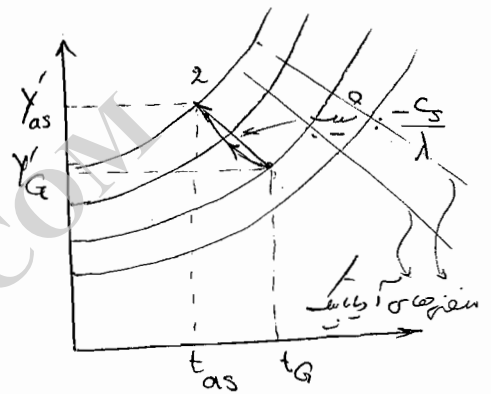
Δy مقدار کار است که در دهنیم که لازم باشد به هوا اضافه شود.

Adiabatic Saturation Temperature دماي اشباع آدياباتيک

مخففه اي ازوله رانزخومي ترم که عادي حوايي به رطوبت Y_G و دماي t_G داريم و درون مخففه ظرف آبي داريم .
 تا زماني که هوا اشباع شود انتقال آب به هوا انجام مي شود و اثرش موردنياز براي تبخير آب از حوا به آب داره مي شود .
 اندک که نشان دهنده adiabatic Saturation است .



$$(Y'_{as} - Y'_G) \cdot \lambda = C_s (t_G - t_{as})$$



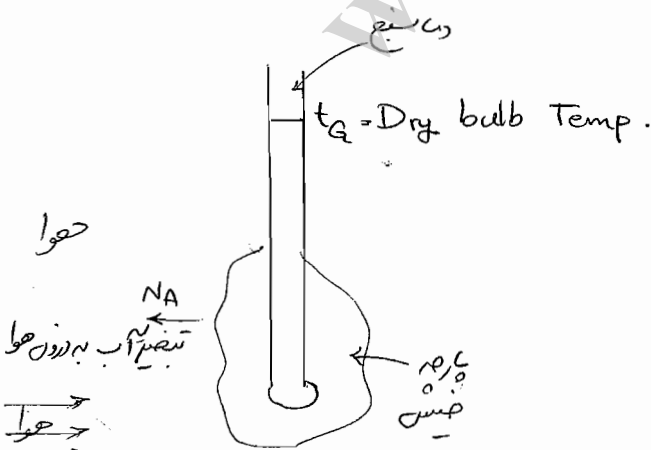
تعداد آب تبخير شده به درون kg هوا است

$$\rightarrow Y'_{as} - Y'_G = -\frac{C_s}{\lambda} (t_{as} - t_G)$$

مسير محول خطه است با شيب $-\frac{C_s}{\lambda}$ در دياگرام ساکيو متري
 البته در حالت انتقال مسير خط رانزخومي ترم و در واقع مسير محول که از حالت
 خطه اعزاف طرر
 در حافت دماي حوا و مایع درون ظرف به دماي اشباع مي رسد .

Wet Bulb Temperature دماي جيب رطوبت

فرض مي کنيم دماي سطح را در حوا قرار مي دهيم و دماي که
 دماي سطح نشان مي دهد را دماي جيب رطوبت
 Dry bulb Temp. مي نامند .



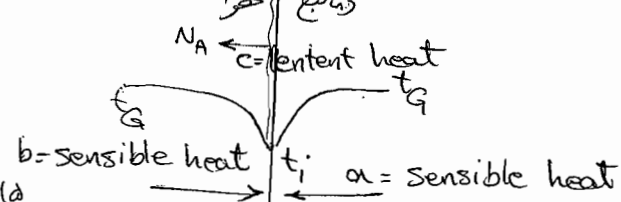
حال بدنه دماي سطح را در ميان پارچه نيم لاري قرار مي دهيم
 در معرض حوا قرار مي دهيم .

$$P_A < P_A$$

در سطح پارچه در توره حوا

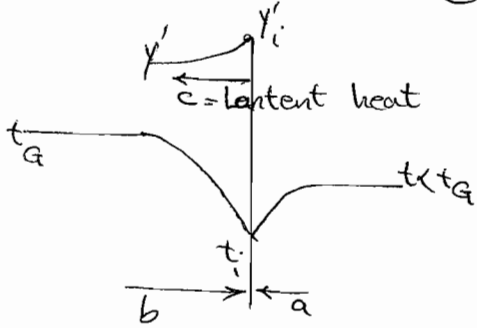
تست ۲۲ سال ۸۴ هجری ۱۸۰۰

انتقال گرمي که به واسطه اختلاف دما انجام مي گيرد به انتقال محسوس معروف است



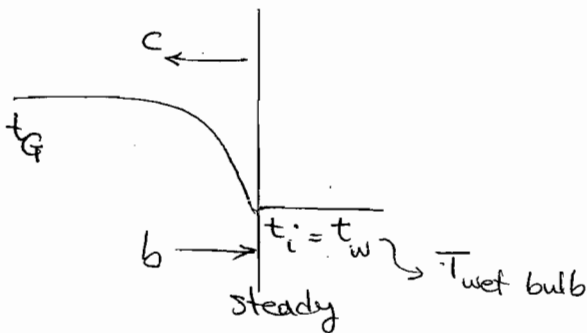
در ابتدا هم دمای هوا هم دمای سطح در سطح t_g بوده

پس از آنکه پاره ضعیف را در در سطح سطح دمای بدنه در سطح به t_i کاهش می یابد و انتقال حرارت از هوا و سطح در سطح به سمت سطح جابجایی در سطح انجام می شود.

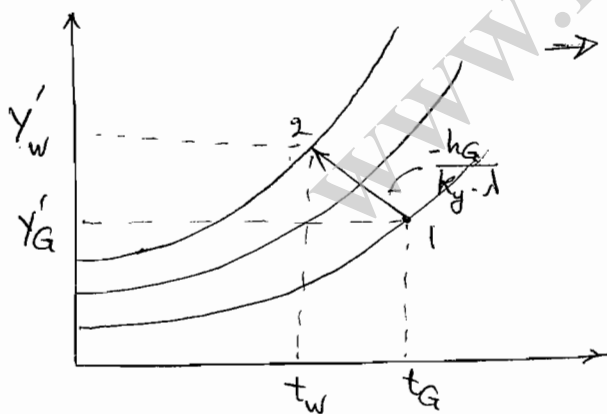


$a + b = c$ → در این مرحله که کمتر از مرحله قبل است

آب به اندازه کافی زود در هم تا دمای در سطح ثابت شود.
 در این حالت برداشتن در ها به شکل دور است.
 این در را که در حالت کد 5 به آن در رسم دایره
 جابجایی در اطراف می شود که این در برای هر هوایی
 به یک در یک مقدار معین معین است.



S.S در : $N_A \cdot \lambda = h_G (t_g - t_w)$
 \downarrow
 $K_y (Y'_w - Y'_g)$
 \downarrow
 Y'_i



$Y'_w - Y'_g = \frac{-h_G}{K_y \cdot \lambda} (T_w - T_g)$
 خطی است با شیب $\frac{-h_G}{K_y \cdot \lambda}$

در چنین حالتی انتقال حرارت هم در هم در هم

$h = a Re^m \cdot Pr^n \left(\frac{k}{L}\right)$

$K_y = a Re^m Sc^n \left(\frac{D_{AB}}{L}\right)$

انتقال حرارت هم در هم در هم → $\frac{h_G}{K_y}$ مستقل از سرعت و در حدی

اما سرعت و در حدی از زود رسیدن به حالت steady تا هم در هم.

در سطح دایره
 جابجایی در اطراف
 یک در یک مقدار معین معین است

رابطه درسی صحت مرطوب و درسی اشباع آبی است:

$$\text{نسبت رطوبت نسبی} = \frac{-h_g / k_y \lambda}{-c_s / \lambda} = \frac{h_g}{k_y C_s}$$

معادله هنری

$$\text{نسبت رطوبت نسبی} = \frac{h_g}{k_y C_s} = Le^{0.567}$$

رابطه درسی صحت مرطوب و درسی اشباع آبی است. بیشتر به مقدار لوسین دارد.

$$Le > 1 \rightarrow T_w > T_{as}$$

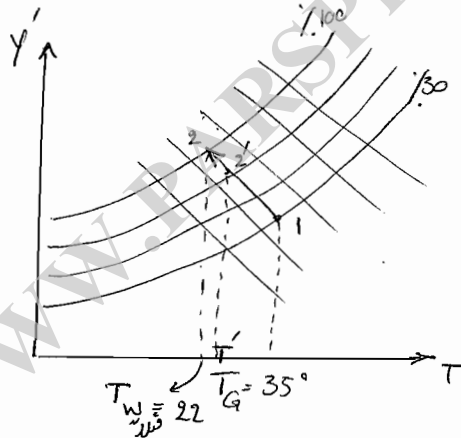
$$Le = 1 \rightarrow T_w = T_{as}$$

$$Le < 1 \rightarrow T_w < T_{as}$$

در سیستم هوا - بخار آب $\rightarrow Le = 1 \Rightarrow \frac{h_g}{k_y C_s} = 1 \Rightarrow T_w = T_{as}$

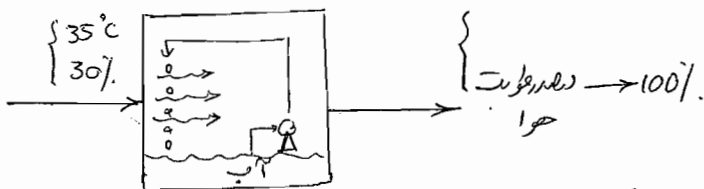
هوای $T = 35^\circ\text{C}$
(رطوبت نسبی = 30%)

T_w درسی صحت است؟



از نقطه 1 خط موازی منحنی های آبی است رسم می کنیم حواص منحنی رطوبت اشباع، امتداد آن نقطه T_w خواهد بود.

در کولر آبی هم همین مسیر طی می شود.



کولر هاخانی است:

چون کولر آبی زمان تماس کوتاه است.

به جهت شرایط اشباع پس در حجم دی لزوماً به شرطی

اشباع نمی رسیم پس در آنجا بیشتر از حالت اشباع (مثلاً 22°C) خواهد بود (مثلاً 25°C)

در نمودار، از نقطه 2 تا 1 این فرایند است.

در کولر آبی به حواریطت داره می توره .

عقلی که در کولر آبی این باعث خفیدن حوامی توره تبخیر آب به درون حواست که انرژي مورد نیاز از آن توسط حوا تامین می توره .

سنت ۴۵ سال ۸۴ صفحه ۴۸۰ تا ۴۸۱

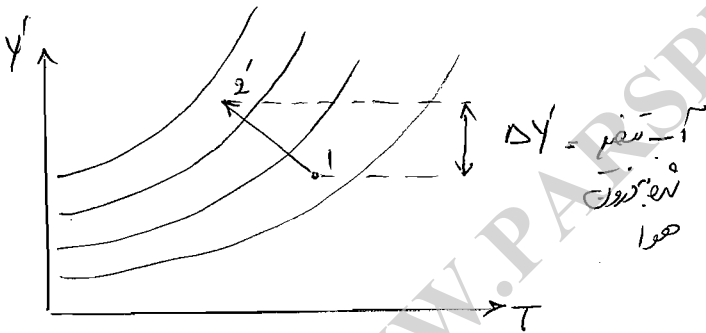
پس در کولر آبی پایین ترین دمای که می توره به آن رسیدن دمای wet bulb است .

سوال : دمای آب چر ضعیف درون کولر چقدر است ؟

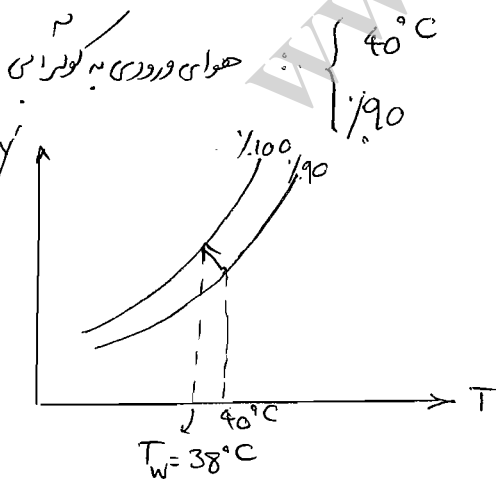
چون زدن آقامت حوا درون کولر کوتاه است که آب درون کولر در تمام درصت فرض است و زدن آقامت آب درون حوا زیاد است پس آب فریاد کافز طار آرد می شنو رای به دمای فصل مشترک که همان T_w (wet bulb) است برساند به شرطی که از انتقال حرارت از بدنه کولر هم منتظر کنیم .

سنت ۱۱ سال ۷۹

$T = 16^\circ C \rightarrow T_{wet\ bulb} \approx 16^\circ C$ فرضی در کولر آبی



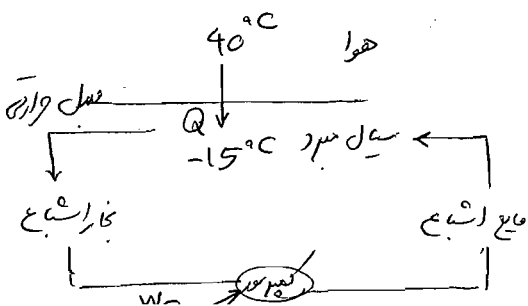
به علت تبخیر آب بین همسایه باید جریان makeup داشته باشیم .

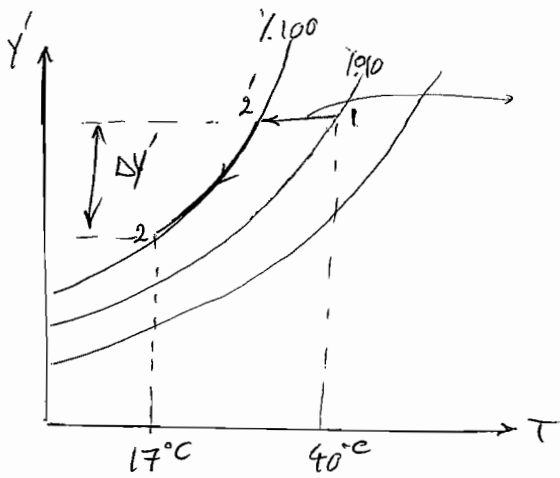


بنا :

به عبارت ساده در مناطق سردتر تفاوت دمای جابجایی خشک و مرطوب به علت رطوبت بینی زیاد هوا ، کم است به همین دلیل نمی توان از کولر آبی استفاده کرد .

کولر آبی طاری :

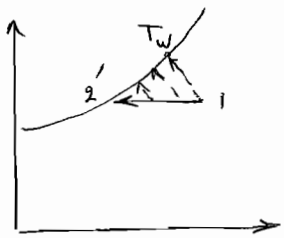




برای سبب چون فقط تبادل حرارت انجام شده خط افقی است.

$\Delta Y'$ نشان دهنده درکولر بوده است.

$$1 \rightarrow 2' \left\{ \begin{array}{l} Y' = cte \\ T \downarrow \\ \%RH \uparrow \\ T_w \downarrow \\ (t_g - t_w) \downarrow \end{array} \right.$$

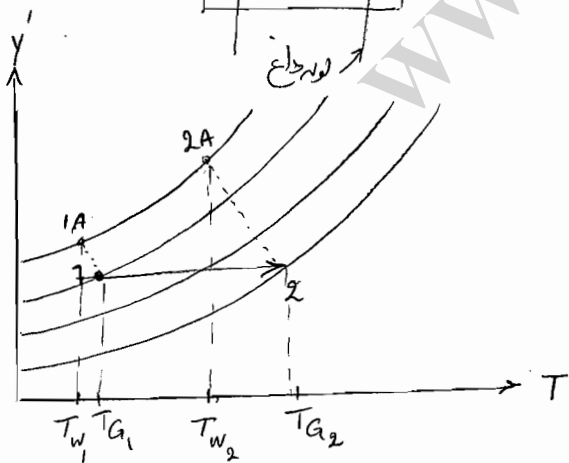
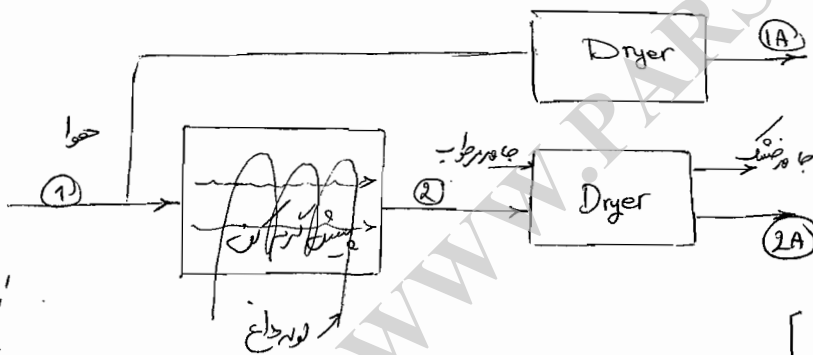


$$2' \rightarrow 2 \left\{ \begin{array}{l} Y' \downarrow \text{ نشان دهنده } \\ T \downarrow \\ \%RH = 100 \end{array} \right.$$

$R_H \uparrow \Rightarrow (t_g - t_w) \downarrow$

$R_H \downarrow \Rightarrow (t_g - t_w) \uparrow$

$$1 \rightarrow 2' \left\{ \begin{array}{l} T \downarrow \\ \%RH \uparrow \\ Y' \downarrow \end{array} \right.$$



$$1 \rightarrow 2 \left\{ \begin{array}{l} Y' = cte \\ \%RH \downarrow \\ T_g \uparrow \\ T_w \uparrow \\ (T_g - T_w) \uparrow \end{array} \right.$$

تست ۱۹ اصل ۱۱ هیند ۳۳۰ - T_w

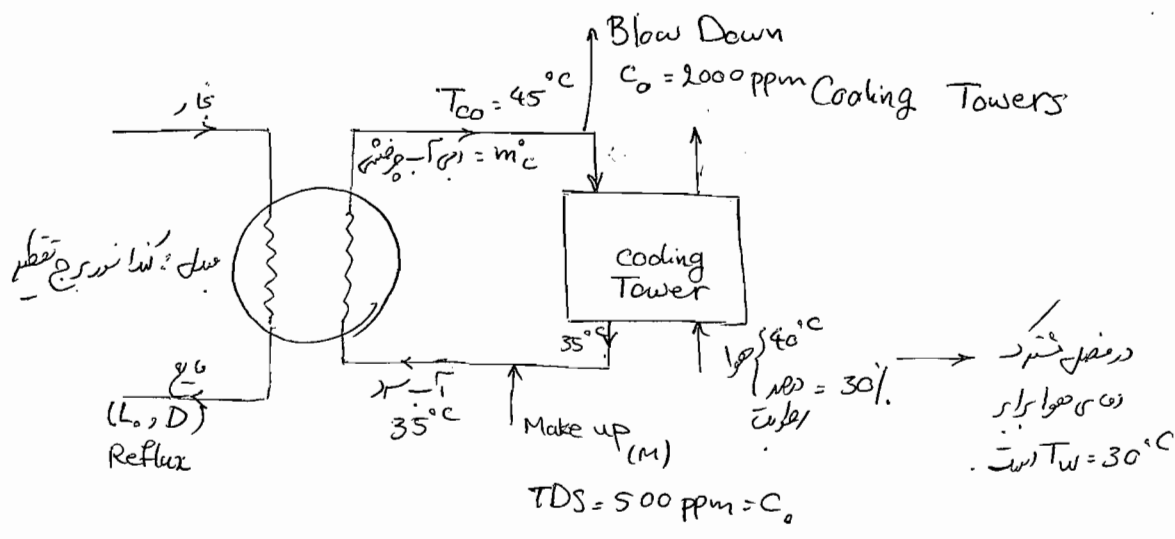
پس گرم کردن هوا باعث افزایش دمای خشک و رطوبت هوا و همچنین اختلاف دمای خشک و رطوبت هوا می شود.

Drying : $N_c = \frac{h_g (t_g - t_w)}{\lambda}$

$(t_g - t_w) \uparrow \Rightarrow N_c \uparrow$

پس گرم کردن هوا در خشک کن ها باعث می شود سرعت خشک شدن زیاد شود و چون رطوبت نسبی هوای درونی به خشک کن کم می شود بنابراین مقدار رطوبتی که می تواند توسط هوا جذب شود بیشتر است.

برج ضد آلودگی



هوای وقتی وارد برج ضد آلودگی می شود به علت تماس مستقیم با آب ، در درجه اول سرد می شود و در مرحله دوم به واسطه تبخیر آب سرد می شود.

درجه اول ضد آلودگی = درجه اول ضد آلودگی + (2 ~ 5 °C) این مقدار در برج ضد آلودگی

$\Delta T_{Approach} = 35 - 30 = 5^\circ C$

Range = اختلاف دمای آب در هر دو سر = 45 - 35 = 10 °C

به کمک برج ضد آلودگی می شود دمای آب را تا حدود (2-5 °C) بالاتر از دمای wet bulb منطقه هدف کرد.

برج ضد آلودگی هر روز آب را تبخیر می کند. مقدار تبخیر = Evaporation

cooling water Duty = $m_c \cdot c_p \cdot \Delta T = E \cdot \lambda$

$\Rightarrow \frac{E}{m_c} = \frac{c_p \cdot \Delta T}{\lambda} = \frac{4200 \text{ J/kg} \cdot (45-35)^\circ C}{2200 \times 10^3 \text{ J/kg}} = 1.8 \times 10^{-2}$

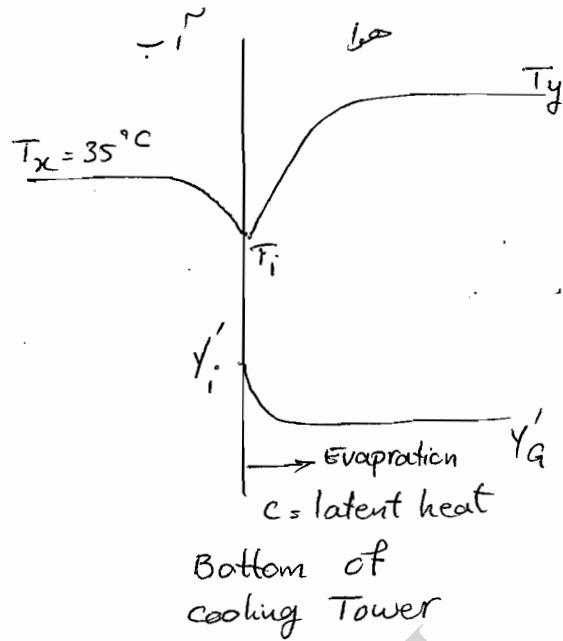
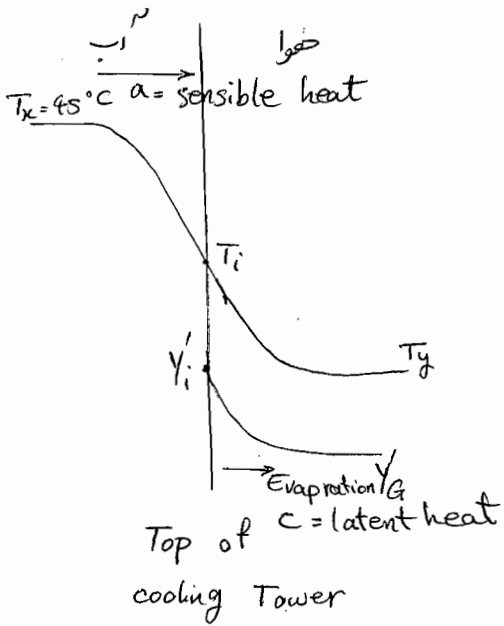
$\Rightarrow \text{Evaporation} = 1.8 \cdot m_c$

(B): Blow Down (2 ←)

برای حفظ آب درون برج ضد آلودگی به صورت مداوم نیاز داریم که آب را از برج ضد آلودگی خارج کنیم و این مقدار را نیز توسط Make up جبران می کنیم. میزان B را با توجه به معادله

$M = E + B + D$ (D) Drift (3 ←)

$M = (2.5 \sim 3) \cdot m_c$



درجہ حرارت خنک کننده در پایین برج خنک کننده - در مورد تبخیر آب به درون هواست با رطوبت

$$M \times C_i = B \times C_o$$

$$B = \frac{C_i}{C_o} \cdot M$$

$$M = E + \frac{C_i}{C_o} M + D$$

$$\rightarrow M = \frac{E}{1 - \frac{C_i}{C_o}}$$

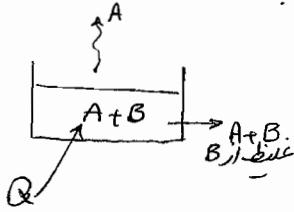
$$\xrightarrow{\text{در این مثال}} M = \frac{1.8}{1 - \frac{500}{2000}} = 2.33$$

WWW.PARSPhD.COM

Evaporation

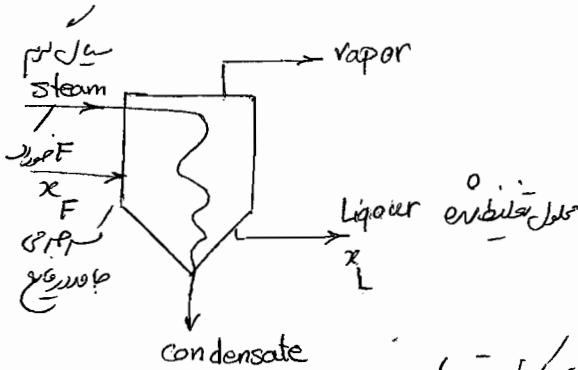
تبخیر

از جامد به صورت محلول در مایع در دما، با تبخیر (محلول یک ماده) اثر به محلول حرارت دهیم فاز بخار عمدتاً به صورت تک جزئی خواهد بود.



تبخیر در دما، فرایندی است که چون با وجود اینکه فرد جامد داریم اما فاز جامد داریم کارایی فرایند تبخیر (۱) کاهش حجم محلول و لذا کاهش هزینه های حمل و نگهداری

- (۲) تبخیر به منظور تغلیظ (کاهش محلول آبی) و افزایش وزن نگهداری مواد غذایی و دارویی.
- (۳) تبخیر به عنوان مقدمات فرایند تبلور (تبلور زنده شکر می شود که محلول به اندازه کافی غلیظ نباشد)
- (۴) شیرین سازی آب دریا (Desalination) یک زرات از آب دریا (فضایات تولید شده در تبخیر کننده محصول فرایند است)



$$F = L + V$$

$$F \cdot x_F = L \cdot x_L$$

زرات های مایع در بخار، غنی تر است (ماده سبکتر: ذرات مایع که حلال بخار جامد می شود که مقدار آن بسیار کم است)

$$F \cdot H_F + S \cdot H_S = L \cdot H_L + V \cdot H_V + S \cdot H_C$$

انتقال انرژی
انتقال ماده

$$S(H_S - H_C) = S \lambda_S$$

$$\lambda_S = H_S - H_C$$

$$F \cdot H_F + S \lambda_S = L \cdot H_L + V \cdot H_V$$

$$Q = S \lambda_S = u \cdot A \cdot \Delta T$$

حرارت کلی انتقال حرارت

$$\text{Capacity} = V$$

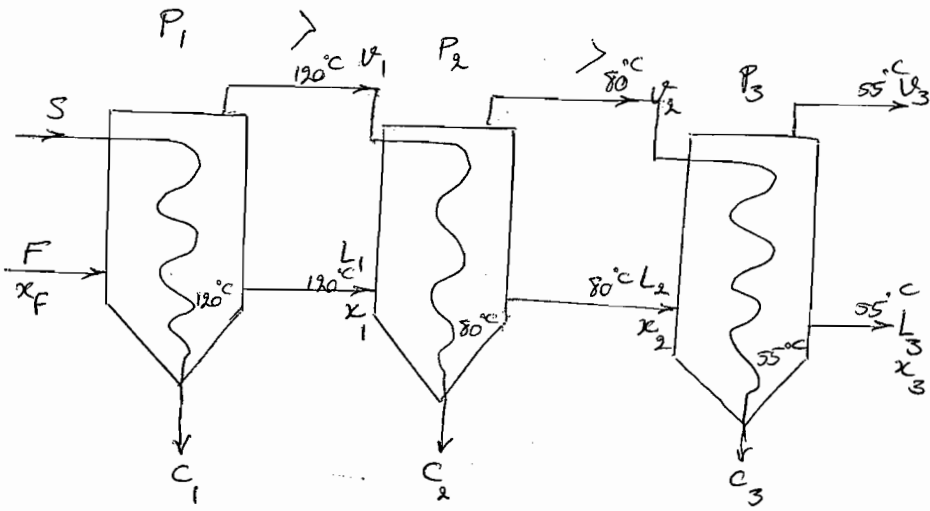
ظرفیت تبخیر کننده: مقدار بخاری که در تبخیر کننده تولید شده

$$\text{Economy} = \frac{V}{S}$$

ظرفیت اقتصاد تبخیر کننده: مقدار بخار تولید شده به ازای واحد حریم steam مصرف شده

روش های از ریاض Economy:

- (۱) چند مرحله ای کردن تبخیر کننده
- (۲) استفاده از تبخیر کننده با تراکم مجدد بخار



۱) استفاده از
تبخیر کننده های چند مرحله ای :
• روش : Forward

$$P_1 > P_2 > P_3$$

با کاهش فشار در تبخیر کننده دوم مخلوط در دمای کمتری می جوشد پس بخار خروجی از تبخیر کننده اول می تواند نقش سیال گرم را برای تبخیر کننده دوم ایفا کند. این عمل را می توان به همین ترتیب ادامه داد.

$$Economy = \frac{V}{S} \rightarrow E_{total} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{S}$$

$$E_1 = \frac{V_1}{S}$$

$$E_2 = \frac{V_2}{V_1}$$

$$E_3 = \frac{V_3}{V_2}$$

$$\rightarrow E_{total} = \frac{E_1 S + E_2 (E_1 S) + E_3 (E_2 E_1 S)}{S} \rightarrow E_{total} = E_1 + E_1 E_2 + E_1 E_2 E_3$$

$$\max(E_i) = 1$$

در اکثر Economy یک مرحله می تواند عددی < 1

$$E = \frac{V}{S} = \frac{\lambda S}{\lambda V} \ll 1$$

↓
گرمای آنرا می بخار مصرف تبخیر مخلوط شود
(برای بخار تبخیر با افزایش دما کم می شود)

$$\max(E_{total}) = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$(E_{total}) \cong 0.9 N$$

در واحدهای شش مرحله ای از آب ریا : $N = 8 \sim 12$ (چون ضرایب ضریب رقیق است)
(رقیق ضرایب ضریب رقیق نباشد) $N = 3 \sim 5$

در تبخیر کننده های چند مرحله ای از آب ریا می توان استفاده در نظر قبل استفاده کرد.

تراز و معایب روش Forward :

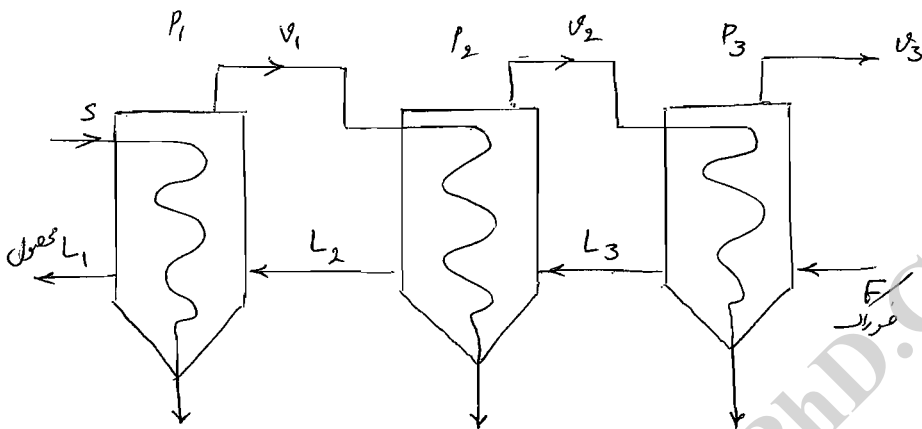
مزیت : انتقال محلول بین واحدها نیاز به پمپ ندارد .

عیب : چون این سیستم استفاده می‌کند برای انتقال در یک جهت مناسب نیست .

$$\begin{aligned} x \uparrow &\Rightarrow \mu \uparrow \\ T \downarrow &\Rightarrow \mu \uparrow \end{aligned}$$

مزیت : حومه در داخل سیستم رویم : $1 \rightarrow 3$

دقت کثرت دستور نمود ضریب کثرت انتقال حرارت کاهش می‌یابد .



روش Back word Feeding

$$P_1 > P_2 > P_3$$

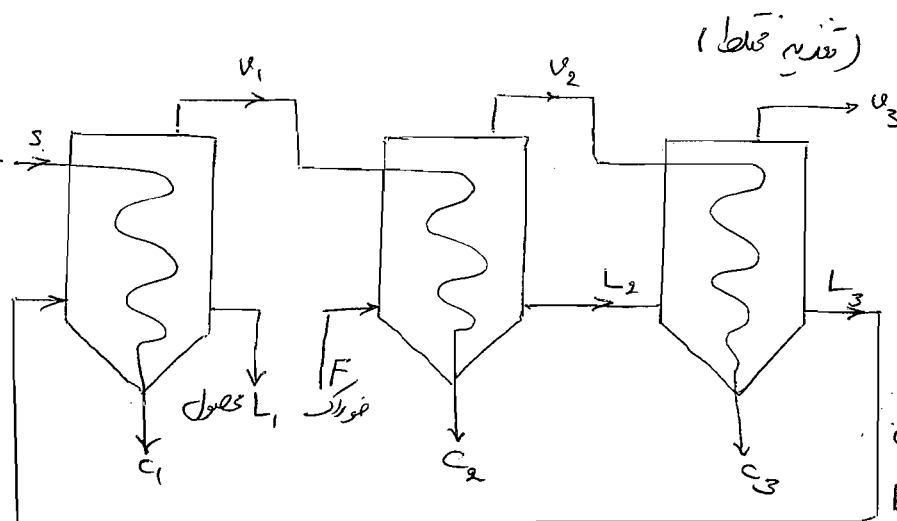
تراز و معایب روش Back word

مزیت : حومه در داخل سیستم رویم : $1 \rightarrow 3$

آزایش ویسکوزیته ناشی از افزایش غلظت باعث می‌شود ویسکوزیته در اثر افزایش درجه حرارت در نورد .

این برای تغذیه محلول ها ویسکوز روش Back word مناسب است .

عیب : انتقال محلول نیاز به پمپ ندارد .



روش Mixed Feeding

$2 \rightarrow 3$: Forward

$3 \rightarrow 1$: Backward

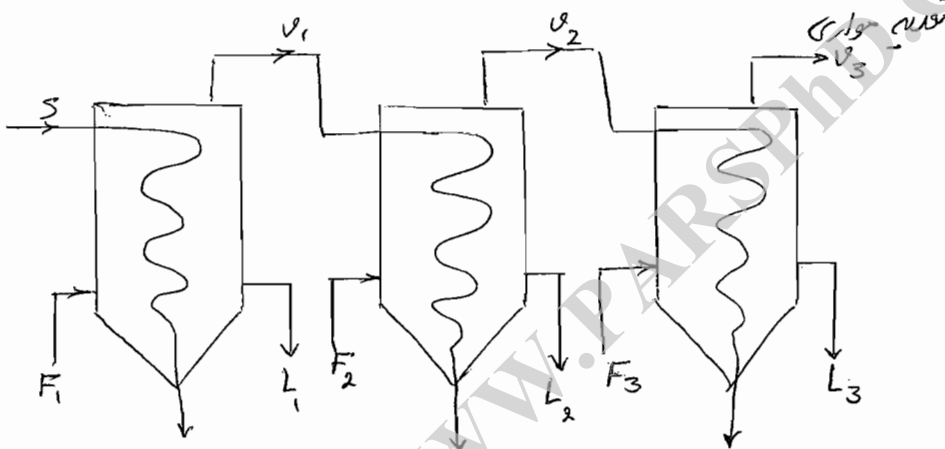
این سیستم ترکیبی از تراز و معایب تغذیه های forward, backward

درجه 2 → 3 : Forward → {
 مزیت : نیاز ندارد
 عیب : افزایش μ

درجه 3 → 2 : Back word → {
 مزیت : کاهش μ در برابر بارها
 افزایش μ در برابر ارتباطات
 با جریان میگذرد
 عیب : نیاز به μ

بسته ۲۹ سال ۸۴ صفحه ۴۸۰ تا -

نیاز به بازسازی Backward صورت → محصول خاصی تصفیه شده نمی شود و کفراست
 عیب است از نقطه نقطه →
 عیب است خوردگی و در برابر بارها با μ بالا می رود → خوردگی و دردی سرد است
 یعنی Forward نیاز



parallel feeding

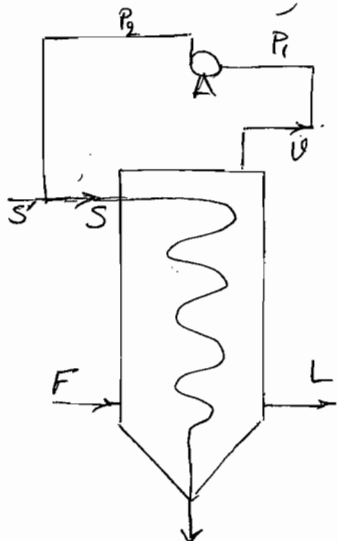
خوردگی به چند قسمت
 تقسیم می شود و محصول
 هر مرحله از همان مرحله
 خارج می شود.

کاربرد: وقتی خوردگی نزدیک نقطه

تبلور باشد (یعنی تصفیه بیش از حد محلول باعث تبلور می شود)

برای تشکیل از در یک تبلور خوردگی از همه مراحل به صورت سری عبور نمی کند بلکه از آن یکی معالزی استفاده می رود

بسته ۱۲ سال ۸۷



۲) استفاده از سیستم های با تراکم مجدد بخار

در روش قبل، کاهش فشار نقطه جوش خوردگی را پایین آوردیم

در این روش با استفاده از کپسول فشار بخار را افزایش می دهیم

در این سیستم تراکم : $E_0 = \frac{V}{S}$

با سیستم تراکم بخار : $E = \frac{V}{S}$

نیاز به که از بیرون وارد
 تصفیه شود : $S' = S - V$

$$\Rightarrow E = \frac{v}{S-v} = \frac{v/s}{1-v/s} \Rightarrow E = \frac{E_0}{1-E_0}$$

مثال: اگر $E_0 = 0.96$ باشد، استفا ده نه تراکم مجدد بخار Economy به چه مقدار می رسد.

$$E = \frac{E_0}{1-E_0} = \frac{0.96}{1-0.96} = 24$$

(مثال ۱۵ صفحه ۱۰) $\Rightarrow E = \frac{0.9}{1-0.9} = 9$ مثال دوم: $E_0 = 0.9$

سیستم تراکم مجدد بخار به نثرت Economy را زیاد می کند:

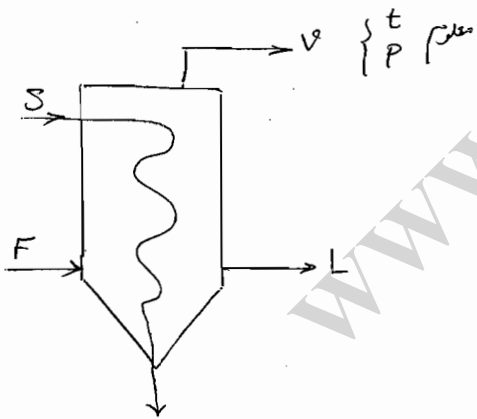
$$E = E_{N\text{-effect}} \quad (N \text{ در حدود } 10 \text{ تا } 14)$$

یکی از کاربردهای این نوع تبخیر کننده

استفاده از آن در تغلیظ مواد را در اتموسواست (جایی که می خواهیم سطح آغشته به مواد را در اتموسواست (تبخیر کننده))

با رانتر محکم در عملکرد این تبخیر کننده ها نسبت $\frac{P_2}{P}$ است.
 بلاهین هزینه کمتری در این نوع تبخیر کننده ها کاربرد آنها را محدود می کند.
 حسابان تبخیر کننده ها

از یک طرف است:



$$\begin{cases} F = L + v \\ Fx_F = Lx_L \\ FH_F + S\lambda_S = LH_L + vH_v \\ Q = S\lambda_S = u \cdot A \cdot \Delta T \end{cases}$$

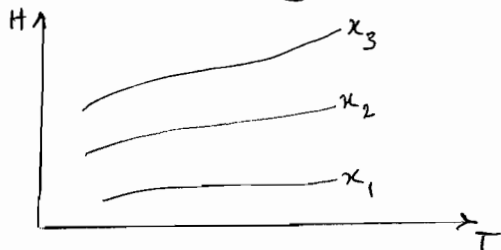
$A = ?$, $S = ?$

برای نوشتن موازنه انرژی باید آنتالپی وین ها را بدانیم:

λ_S : اندر عمل بخار اشباع با داشتن دما یا فشار بخار

H_F (آنتالپی محلول جابده درایع): منفه های وجود ندارد که آنتالپی محلول جابده درایع را در دما و غلظت های مختلف

به نامی دهیم.



x_F = معلوم است

x_L = معلوم است یا از موازنه جرم می توانیم به دست آوریم

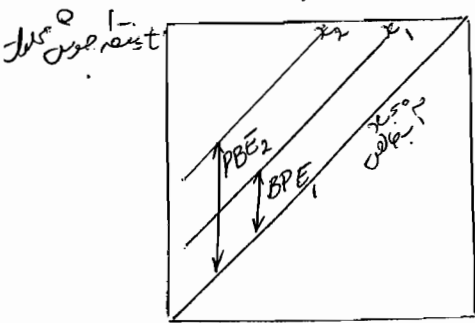
$T_F = \sqrt{\dots}$ دمای بخار از غلظت مساوی است
 پس آنتالپی بخار را می توانیم به دست آوریم.

باید T_L یعنی دمای جوش را محاسبه کرد (درست آوردیم)
 می دانیم: جفتد نظای جاده مویب صعود نقطه جوش می شود (سبب آن آب خالص در دما 100°C است)
 BPE (Boiling Point Elevation) (یا BPR)
 صعود نقطه جوش \downarrow Rise

$$BPE = t - t'$$

\downarrow نقطه جوش مطلق
 با غلظت x در فشار معین
 \downarrow نقطه جوش آب خالص
 در فشار معین

Duhering Curve



$t_0 = t'$
 نقطه جوش آب خالص
 (از آن در صورت افقی این منحنی مشخص است)
 $t' = f(p)$

$$t' = f(p)$$

معادله استوان

از روی منحنی (فصلان نقطه جوش مطلق با نقطه جوش مطلق خالص نسبت می آید)

$$t = f(p, x)$$

$$BPE = t - t' \Rightarrow BPE = f(x)$$

چون منحنی های Duhering یک درجه خطی مولاری هستند
 BPE عمده مستقیم از فشار است و فقط تابع غلظت است

نست ۱۳ سال ۷۲ منفره ۴۹۹ -

در فشار ۱ atm، نقطه جوش مطلق سود ($\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$) برابر 135°C است. اگر فشار را کم کنیم به گونه ای که آب خالص در 60°C بجوشد. در این فشار، نقطه جوش مطلق چقدر خواهد بود؟

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$t_1 = 135^\circ\text{C}$$

$$t'_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow BPE_1 = 35^\circ\text{C}$$

$$P_2 < P_1$$

$$t'_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$t_2 = ?$$

$$\rightarrow BPE_2 = BPE_1 \frac{P_2}{P_1}$$

$$\Rightarrow BPE_2 = 35^\circ\text{C}$$

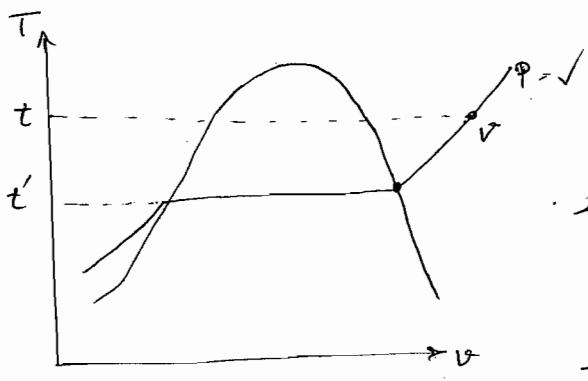
$$\rightarrow t_2 = 95^\circ\text{C}$$

$$H = f(x, t)$$

\downarrow غلظت
 \downarrow دما

در این منحنی T_L نسبت می آید به H_L می سبب می شود

برای محاسبه H_V :



اگر $BPE \neq 0$ ، در نقطه $\phi = 1$ به صورت سوپر هیت خواهد بود
 پس H_V از جدول کار سوپر هیت بدست می آید .
 اگر $BPE = 0$ ، باید (در جدول های دقیق) در صورت صحت
 $\phi = 1$ به صورت بخار اشباع خواهد بود پس H_V از جدول کار اشباع بدست می آید .

حال چو در حالت سوپر هیت داریم .

سنت ۱۴ سال ۸۶ : غلظت فرغی زیاد است . احتمال وقوع پدیده غلیظ شدن وجود دارد . بهترین راه حل برای جلوگیری از این مشکل کدام است ؟

باید راه حل را انتخاب کنیم که غلظت در فرغی (x_L) کم باشد

- ۱) افزایش دمای خوراک
- ۲) افزایش دمای خوراک
- ۳) افزایش فشار تبخیر کننده
- ۴) کاهش فشار تبخیر کننده

$$FH_F + S\lambda_s = LH_L + V H_L$$

$$F = L + V$$

$$F \cdot x_F = L \cdot x_L$$

افزایش دمای خوراک : $F \uparrow$

$S = cde \Rightarrow Q = cde = S\lambda_s$ ثابت است
 چون فرغی دقیق تر است زیرا با steam ثابت بخار تولید می شود همان مقداری است که در حالت قبل تولید می شد پس محصول فرغی تابع تغییر در درجه حرارت است .

$$x_L = \frac{F x_F}{L} = \frac{F x_F}{F - V} = \frac{x_F}{1 - \frac{V}{F}}$$

$$x_L = \frac{F x_F}{L}$$

مثال عددی : $S = 1000 \text{ kg steam}$

$F = 10,000 \text{ kg} \rightarrow \begin{cases} V = 900 \\ L = 9100 \end{cases} \rightarrow x_L = 0.055$

$S = 1000 \text{ kg} \rightarrow \begin{cases} V = 900 \\ L = 19100 \end{cases} \rightarrow x_L = 0.052$ غلظت کمتر از حالت قبل

پس افزایش دمای خوراک باعث کاهش غلظت محصول می شود .

افزایش دمای خوراک : $T_F \uparrow \Rightarrow H_F \uparrow \Rightarrow$ انرژی لازم برای رساندن بخار به نقطه جوش کمتر است $\Rightarrow V \uparrow \Rightarrow L \downarrow \Rightarrow x_L \uparrow$
 چون انرژی درونی $(S\lambda_s)$ ثابت است است بنابراین سهم steam صرف تولید V می شود $F = \text{const}$

- پس افزایش دمای بخار باعث افزایش غلظت محلول می شود.
- پس کاهش دمای بخار می توانست یکی از راه حل های رفع این مشکل باشد.

افزایش دمای بخار: $P \uparrow \rightarrow$ نقطه جوش محلول $t \uparrow \rightarrow \Delta T = (t_s - t) \downarrow \Rightarrow Q \downarrow$
 افزایش دمای بخار

$$Q = u \cdot A \cdot \Delta T$$

\Rightarrow $x_L \downarrow$ \Rightarrow \downarrow تغییر دمای بخار

- پس افزایش فشار تبخیر کننده باعث کاهش غلظت محلول می شود.
- در نتیجه ۴ عکس نظریه ۲ است پس نمی تواند جواب باشد.
- کاهش دبی بخار (۵) هم می توانست یکی از گزینه ها باشد که صحیح هم است.
- اگر بخار هم راه حل ها را به ترتیب اولت بیان کنیم:

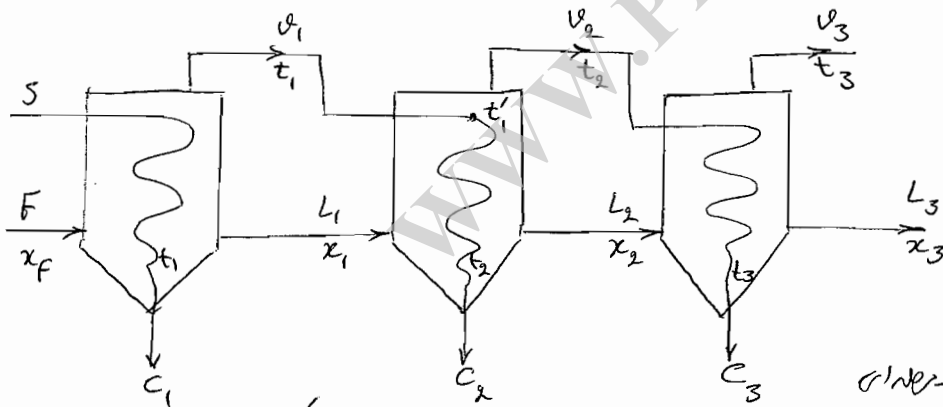
اول: کاهش دبی steam

دوم: افزایش دبی بخار

سوم: افزایش فشار تبخیر کننده

اگر در مسئله نه قدمی در طرفت داشت افزایش انجام شود شش راه حل نظریه افزایش دبی بخار می شد.

۱۲ تبخیر کننده چند مرحله ای:



برای انجام ی سبب تبخیر کننده چند مرحله ای

نیاز به منفی شده ای (ما داریم). (ما سبب دمای جوش ها کلیدی ترین مرحله در سبب تبخیر کننده ها است)
 مدارک در تبخیر کننده ها مربوط به steam است و مدارک ما مربوط به مرحله آخر است (موجود نقطه جوش آب خالص از نقطه جوش محلول کمتر است) پس مدارک ما مربوط به نقطه جوش آب خالص در مرحله سوم است.

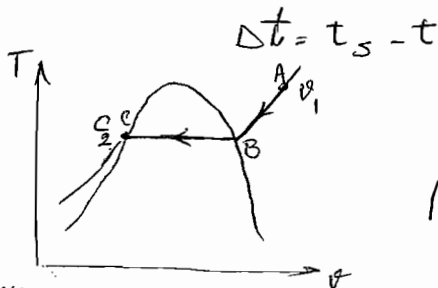
یعنی راه به صورت مساله عدسی بررسی می کنیم.

Δt دمای اختلاف دمای بخار و دمای جوش محلول است

Δt دمای جوش ما سبب می کنیم

تعمیم بهترین حالت در مرحله اول این است که ما بخار سوپر هیت باشد پس در مرحله دوم

می بینیم که برای بخار (سوپر هیت) به صورت منفی روبرو است.



$$Q_{AB} \ll Q_{BC}$$

\downarrow \downarrow
 $\rho \Delta T$ ρ

$$h_{AB} \ll h_{BC}$$

جابجایی در مایع سرد چگالش
 50-100 10,000-100,000

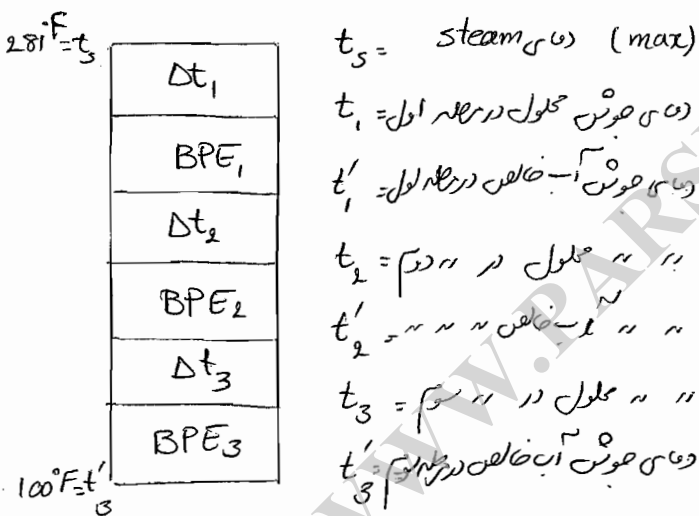
بخار می تواند دما را که تبدیل به بخار اشباع نشده و در از لحاظ حرارتی از دست می دهد
 ضریبی ندارد و در می سبک
 تغییر کننده ها از آنجایی که انرژی بخار در دما به صورتی است این مقدار می کنند

بین بخار می با دمای t_1 وارد می شود ولی چون t_1 از دما در از مقادیر از مسیر به دمای t_1 می رسد که در دمای t_1 تبدیل می شود به بخار اشباع پس برای مایع در دمای t_1 را می سبک عمل کرده (در عمل)

$$\Delta t_2 = t_1' - t_2$$

$$\Delta t_3 = t_2' - t_3$$

در استیل منسب به داریم



$$\Delta t = t_5 - t_3' = 281 - 100 = 181^\circ F$$

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3$$

$$\Delta t = \Delta t_1 - \sum BPE_i$$

- x_1 در غلظت $\xrightarrow{\text{Duhering}} BPE_1 = 9^\circ F$
 - x_2 در غلظت $\longrightarrow BPE_2 = 17^\circ F$
 - x_3 در غلظت $\longrightarrow BPE_3 = 76^\circ F$
- $BPE_1 < BPE_2 < BPE_3$

چون در غلظت forward بود پس BPE در مایع اول افزایش می دهد

پس اگر در یک تبخیر کننده چند ماده ای مقدار BPE هر دارا شده، تبخیر می توانیم نوع تبخیر کننده را تعیین کنیم

$BPE_1 = 30^\circ F$
 $BPE_2 = 10^\circ F$
 $BPE_3 = 18^\circ F$

$x_2 < x_3 < x_1 \rightarrow$ Mixed

$\Delta t = 181 - (9 + 17 + 76) = 79^\circ F$

این مقدار Δt را باید به سه ماده تقسیم کنیم.

$\Delta t_1 = \frac{\frac{1}{u_1}}{\sum \frac{1}{u_i}} \cdot \Delta t$

$\Delta t_2 = \frac{\frac{1}{u_2}}{\sum \frac{1}{u_i}} \cdot \Delta t$

$\Delta t_3 = \frac{\frac{1}{u_3}}{\sum \frac{1}{u_i}} \cdot \Delta t$

نوع تبخیر کننده ای که u کوچکتر دارد باید Δt بزرگتری داشته باشد.

پس اگر $u_1 = 1000$ ، $u_2 = 800$ ، $u_3 = 700$

$\Delta t_1 = \frac{1}{\frac{1}{1000} + \frac{1}{800} + \frac{1}{700}} \times 79 = 20^\circ F$

$\Delta t_2 = \frac{1}{\frac{1}{1000} + \frac{1}{800} + \frac{1}{700}} \times 79 = 26^\circ F$

$\Delta t_3 = 79 - (20 + 26) = 33^\circ F$

$281^\circ F = t_3$

$261 = t_1$

$252 = t'_1$

$226 = t_2$

$209 = t'_2$

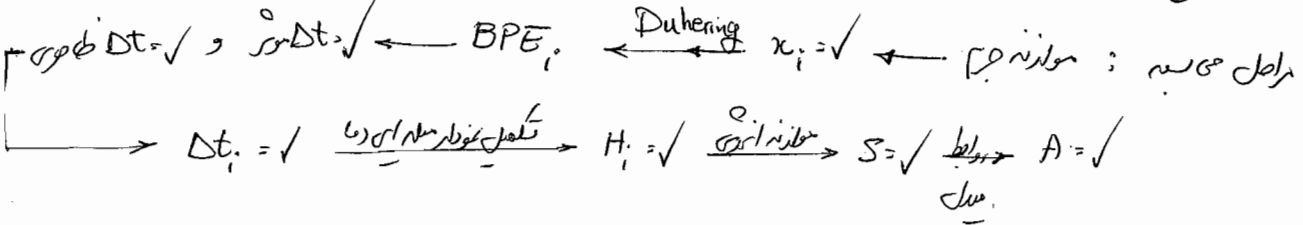
$176 = t_3$

$100^\circ F = t'_3$

$\Delta t_1 = 20^\circ F$
$BPE_1 = 9$
$\Delta t_2 = 26$
$BPE_2 = 17$
$\Delta t_3 = 33$
$BPE_3 = 76$

\rightarrow P_1 بدست می آید
 \rightarrow P_2 بدست می آید
 \rightarrow P_3 بدست می آید

حال که در هر حوضه داریم لزومی حاصل نمی آید آن ماده را تبخیر کنیم و فشار آن ماده را بدست می آوریم

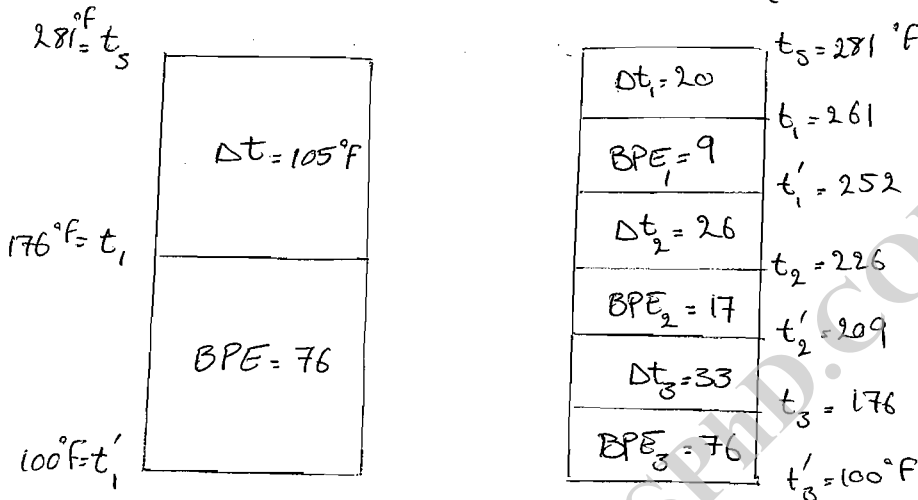


نقطه‌ای بین می‌کند هر چه تعداد درجه‌ها را زیاد کنیم:

$$N \uparrow \Rightarrow \sum BPE_i \uparrow \Rightarrow \Delta t_{\text{میان}} \downarrow \Rightarrow A \uparrow$$

افزایش بیشتر تعداد درجه باعث افزایش هزینه می‌شود. لذا عدد درجه صحیحی را برای یک تپال انتخاب می‌کنیم.

مقایسه عملکرد تپال‌های تک‌مرحله‌ای و چندمرحله‌ای:



با N مرحله‌ای کردن تپال‌ها $\sum BPE$ که در اصل عددی رو به افزایش می‌یابد.

* $\Delta t_{\text{میان}}$ | N-effect \ll $\Delta t_{\text{میان}}$ | single-effect

تعدادی برای انتخاب است N BPE برابر شود.

* Q | N-effect \ll Q | single-effect

* V_A | N-effect $= \frac{1}{N} V_A$ | single-effect

تپال‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم

* A | N-effect \gg $N A$ | single-effect

عدد N برای انتخاب است که BPE، هزینه (یعنی $\Delta t_{\text{میان}}$ و N و V_A و A) را در نظر بگیریم.

open steam

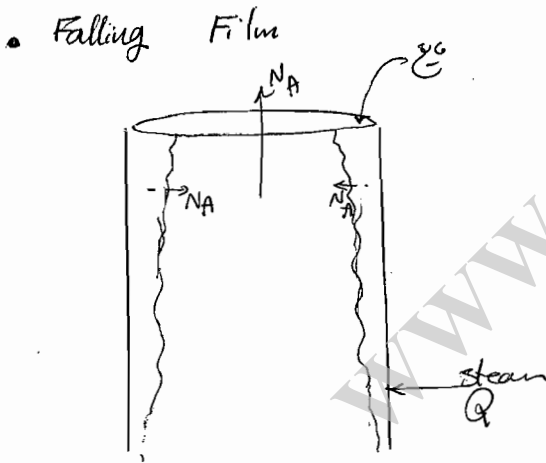
$$\textcircled{*} \quad \left. \frac{E}{N\text{-effect}} \right| \gg \frac{1}{N} \left. \frac{E}{\text{single-effect}} \right|$$

خریدهای ثابت تقریباً N برابر شود
 آن خریدهای متغیری تقریباً $\frac{1}{N}$ برابر شود

$$\textcircled{*} \quad \left. \frac{E}{N\text{-effect}} \right| \ll N \cdot \left. \frac{E}{\text{single-effect}} \right|$$

مصرف انرژی Economy N برابر Economy یک است که چون Δt مورد نیاز است
 پس که از N برابر کمتر است

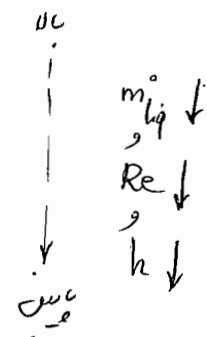
- | | | | |
|---|-----|------------------------|----------------|
| Falling Film | (1) | } انواع تبخیر کننده ها | Shell & Tube * |
| Rising Film | (2) | | |
| Forced/natural Circulation | (3) | | |
| Agitated (تبخیر کننده های مفرغ به حرکت) | | | * |



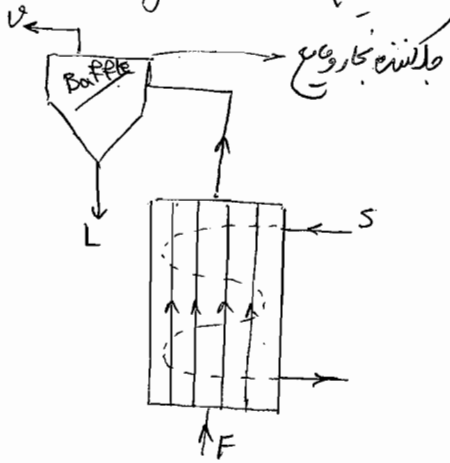
زود آمدن و نواحه کارند
 برای مواردی و دارویی حساس به دما
 مناسب هستند

مهمترین مشکل این تبخیر کننده ها
 توزیع ناهمگام به صورت Film متوالف
 است

نکته آن که در طول این نوع تبخیر کننده ها در صورتی که جریان است که معمولاً $Re > 2000$ است
 چون از بالا به پایین تبخیر کننده به علت تخلیه محلول رقیق می شود و لذا عدد Re کاهش
 پیدا می کند و در نتیجه ضریب انتقال حرارت کاهش می یابد پس برای داشتن h قابل قبول لازم است
 در هر چه تبخیر کننده عدد Re از 2000 بیشتر باشد

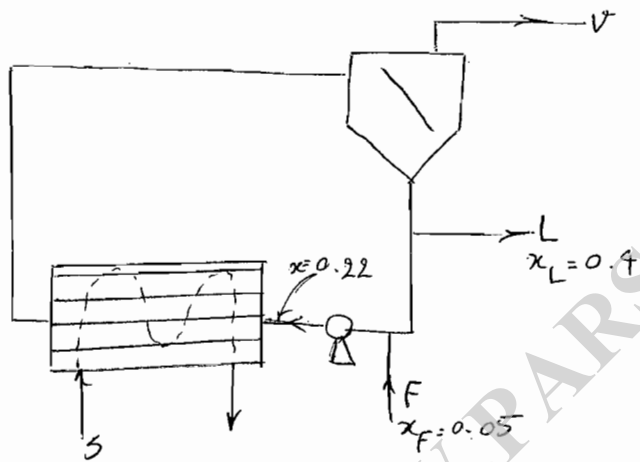


• Rising Film (c climbing)



به حالت سفینه با قبل بودن برای مواردی که کف را هستند مناسب می باشد

• Forced / natural Circulation



مردود تغییرات تخلیخ محدودتر می باشد چون گردش اجباری توسط پمپ ایجاد می شود ضریب انتقال حرارت بالای دارند بنابراین برای تخلیخ محلول های ویسکوز مناسب اند

$$\mu \uparrow \xrightarrow{\text{Refl}} h \downarrow$$

$$h \uparrow \xrightarrow{u \uparrow} \text{اجار گردش اجباری توسط پمپ}$$

برای موارد خاصیت کف زایی هم مناسب است چون با فلز دارد به علت گردش اجباری و سرعت بالای سیال زودتر اتفاق نسبتاً کم است پس برای موارد با خاصیت کف می شود مناسب تر است

اگر محلول غیر ویسکوز باشد، در لوله های تبخیر کننده راه صورت عمودی نصب می کنند چه را حذف می کنند و سردی برایشان قادر است محلول را داخل لوله ها به سمت بالا حرکت دهد چون G عدد بزرگی است برای محلول های با ویسکوزیته کم در صورتی که رینج تغییرات غلظت زیاد می شود و می تواند از تبخیر کننده گردش طبیعی استفاده کرد

• Agitated

تبخیر کننده های خمرخ طرد فنماوت فیلم وسیع را به قدرت کم می کنند تا به صورت چشم بری ضریب انتقال حرارتی را زیاد می کنند لذا از این تبخیر کننده ها می توان برای تخلیخ محلول های بسیار ویسکوز ($\mu \sim 1000$) از تبخیر کننده

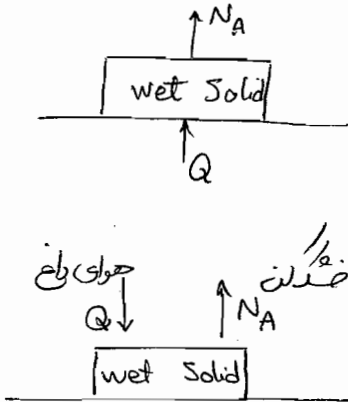
$$h_{\text{Natural circulation}} < h_{\text{Forced circulation}} < h_{\text{Agitated}}$$

Drying

خشک کردن

Drying یعنی گرفتن رطوبت از جامداتی که یک فرایند تمام انتقال حریم و انتقال حرارت است.

تقسیم بندی از جهت نحوه انتقال گرما



Indirect

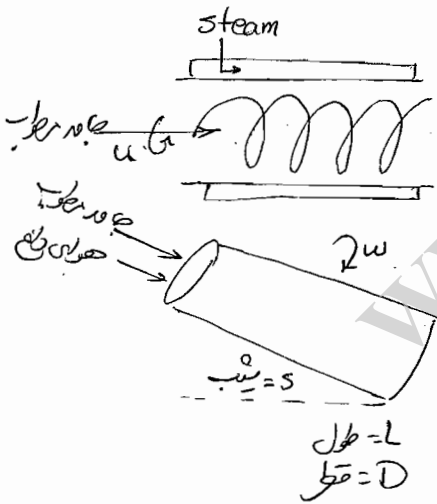
غیر مستقیم

در خشک کردن غیر مستقیم حرارت به طور غیر مستقیم به هسیم جامد می رسد. در این روش انتقال حرارت از نوع حرارت است و فرایند غیر آرایه است چون انتقال حرارت از مایع به جامد است.

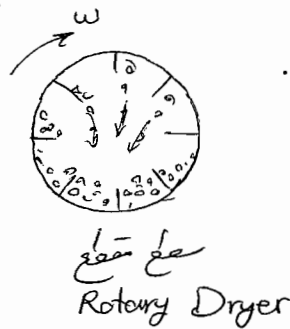
Direct

مستقیم

خشک کردن مستقیم است یعنی هوای داغ مستقیماً با جامد مخلوب در تماس است. انتقال حرارت از نوع جامد است و آرایه است.



خشک کن آرایه از نوع direct است.
خشک کن Screw Dryer از نوع Indirect است.



Rotary Dryer direct است.

افزایش لایم عامل در خشک کردن دوارها هسیم می تواند باعث افزایش موجودی جامد در خشک کن باشد؟
جواب: چون مانع از خشک شدن بیشتر باشد، موجودی جامد در خشک کن افزایش می یابد.

$$t \sim \frac{L}{S \cdot D \cdot w} + G$$

جامد هسیم →

اگر جریان هسیم زیاد باشد $G \uparrow \Rightarrow t \downarrow$

اگر جریان هسیم کم باشد $G \uparrow \Rightarrow t \uparrow$

- ۱) قطر خشک کن
- ۲) درخشک کن
- ۳) ربه هوای داغ
- ۴) شیب خشک کن

خشک کن دوار برای ذرات گرانولی مناسب است.

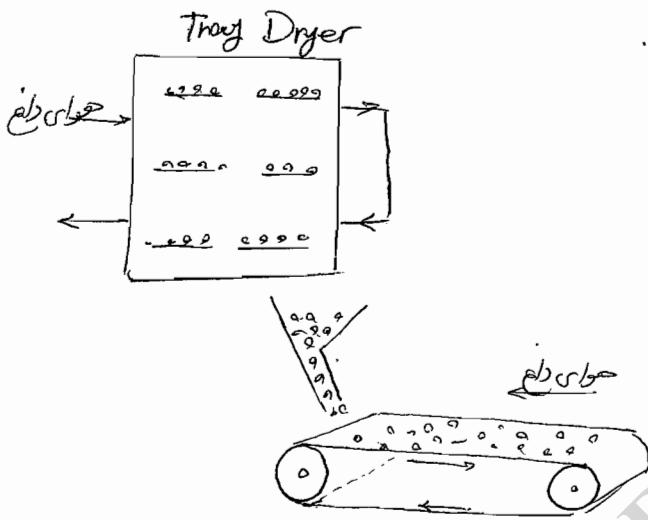
تقسیم بندی از صیقل ظرفیت

Batch: 50 kg/hr < ظرفیت

Continuous: 1 ton/hr > ظرفیت

بین این محدوده ظرفیت باید توجه به محاسبات اقتصادی نوع خشک کن را تعیین کرد.

خشک کن Tray Dryer یک خشک کن Batch است.



خشک کن Belt conveyor (نوار نقاله)

یک خشک کن Continuous است.

تقسیم بندی از صیقل شکل فیزیکی خوراک

paste (۱) خمیر

powder (۲) پودر

Granul (۳) گرانول

Sheet (۴) ورقه

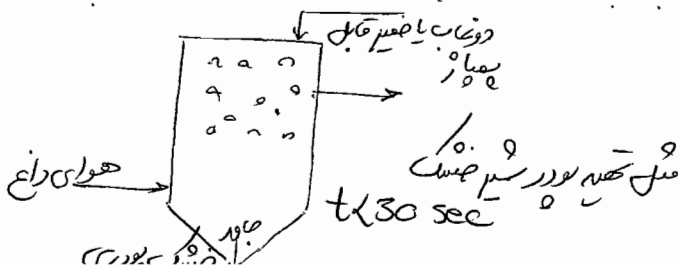
Slurry (۵) روغاب

خشک کردن مواد غذایی و دارویی حساس به دما

مواد حساس به دما نباید در مدت طولانی در معرض دما بالا قرار گیرند.

بنابراین باید زون کوتاه شود تا در آنجا خشک شدن پیدا کند.

کوتاهترین زون امکان در سن هد خشک کن ها مربوط به خشک کن پاششی می شود.



در این نوع خشک کن هم زون آفوت کوتاه است

و هم محصول به شکل پودر خارج می شود.

اگر نضو هم خشک کردن را در روی کم انجام دهیم

Freeze Dryer



رطوبت و آسمان آن

آبی که درون جامد وجود دارد Moisture نامیده می شود

در فرایند خشک شدن مقدار جسم جامد تغییر نمی کند و فقط آب از درون آن خارج می شود.
 دانه در فرایند خشک شدن خود منتقل می شود. ترجیحاً از X و γ استفاده می کنیم (برای سنجش و حسابات)

$$X = \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg Dry Solid}}$$

$x =$ کسر وزن و $X = \frac{x}{1-x}$

Initial Moisture (X_1): رطوبت جامد در ابتدای فرایند خشک شدن را رطوبت اولیه می نامیم.

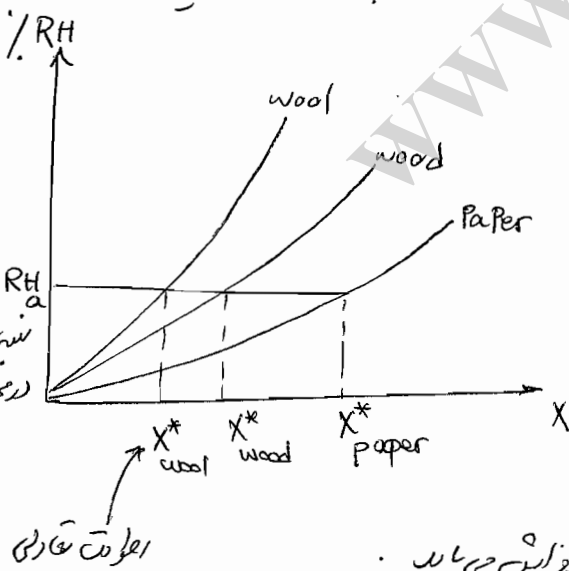
Final Moisture (X_2): رطوبت جامد در انتهای فرایند خشک شدن را رطوبت نهایی می نامیم.

در رابطه تعادلی برای فرایند خشک کردن RH (رطوبت نسبی) را به نسبت X رسم می کنیم.

منحنی تعادل ارتباط بین غلظت های یک جرم در دو فاز را در شرایط تعادلی نشان می دهد.

X^* : Equilibrium Moisture

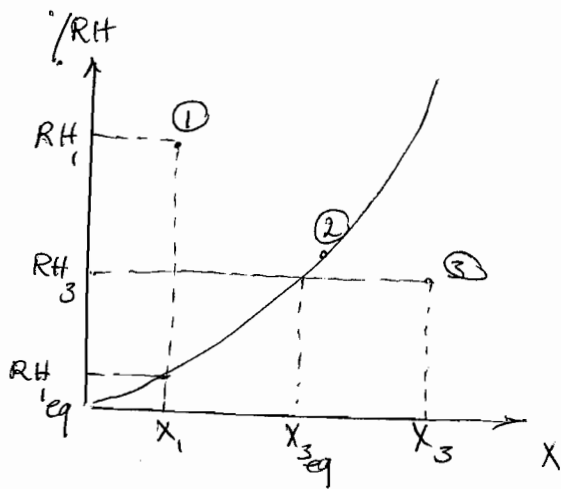
$X^* = f(RH\%)$ (نوع جامد و $RH\%$)



حجم رطوبت نسبی افزایش یابد رطوبت تعادلی نیز درجه افزایش می یابد.

رطوبت تعادلی الزاماً برابر همفرسیت ولی کمترین رطوبتی است که با فرایند خشک کردن می توان به آن رسید.

رسید



اگر جاده رطوبت را در مجاورت هوا قرار دهیم برای مشخص کردن مسیر انتقال جرم باید موقعیت رطوبت جاده و هوای اطرافش را مشخص کنیم.

در نقطه ①: رطوبت نسبی هوا از رطوبت تعادلی آن با جاده بیشتر است لذا جاده از هوا رطوبت جذب می کند.

در نقطه ②: هیچ تبادل جرمی رخ نمی دهد.

در نقطه ③: جاده رطوبت از دست می دهد و Drying رخ می دهد و هوا رطوبت دریافت می کند که همان humidification است.

تست ۱۰ سال ۸۸:

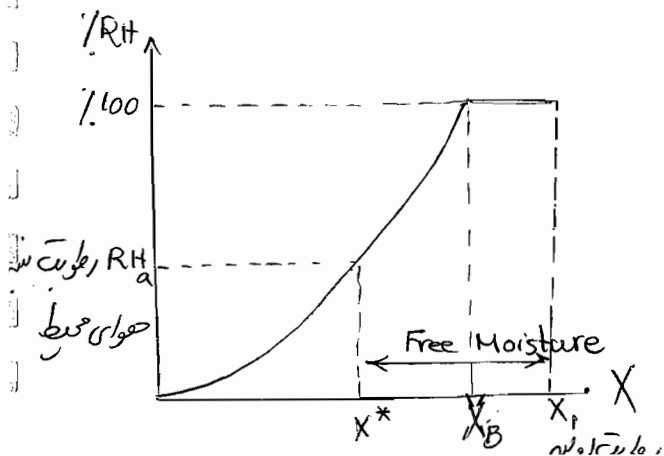
باتوجه به مفهوم تعادل درخت Drying در تعادل تساوی پتانسیل های شیمیایی را داریم و مفهوم تعادل تساوی کسر مولی رطوبت در هوا و جاده است و تساوی فشار رطوبت در هوا با مقدار رطوبت در جاده نیز می باشد. بیشترین ۱ و ۲ و کم ناریت است. کمترین ۲: اگر رطوبت هوا از مقدار در تعادل با جاده بیشتر باشد در این صورت هوا رطوبت از دست می دهد و جاده رطوبت می گیرد.

رطوبت آزاد Free Moisture

$$\text{Free Moisture} = X_1 - X^*$$

رطوبت آزاد اختلاف بین رطوبت اولیه و رطوبت تعادل است. تابع شرایط هوای محیط دانه است.

حد اکثر مقدار آبی که می توان با فرایند خشک کردن از جسم جدا کرد رطوبت آزاد می باشد.



$$f(\text{نوع جاده}) = \text{رطوبت در تعادل با هوای کاملاً اشباع} X_B$$

پس X_B یکی از ویژگی های جسم است.

یعنی اگر این جسم جود با رطوبت اولیه X_1 در مجاورت هوای با رطوبت نسبی $\%RH_a$ قرار دهیم حد اکثر خشک کردن تا زمان رسیدن به نقطه X^* انجام پذیر است.

$X > X_B \rightarrow$ رطوبت غیر یونیدی
unbound Moisture
رطوبت نه یسیده
تعداد کارهای انجام شده در این فرآیند بیشتر از تعداد کارهای انجام شده در فرآیند غیر یونیدی

رطوبتی که با ما تمام جاده هیچ یونید فزونی و شیبی ندارد در رطوبت غیر یونیدی قرار میگیرد.
فقط آب درون خاک و نه هیچ جسم جاد

$$P_A = P_A$$

$X < X_B \rightarrow$ رطوبت یونیدی
Bound Moisture
رطوبت یسیده
تعداد کارهای انجام شده در این فرآیند کمتر از تعداد کارهای انجام شده در فرآیند یونیدی

آنجا که با ما تمام جاده یونید فزونی و شیبی دارد مثل آب تبلور، آب درون التافت، آب درون لوله های موشن

$$P_A < P_A$$

سست ۱۲۱ سال ۸۶

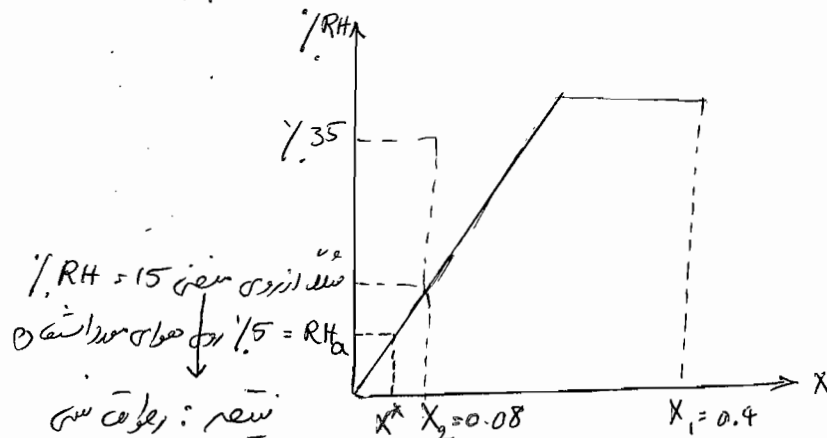
رطوبت در حال با هوا \rightarrow $X_B = 40 \text{ kg H}_2\text{O} / 100 \text{ kg Dry solid}$

رطوبت غیر یونیدی = $4 \text{ kg H}_2\text{O} / 100 \text{ kg Dry Solid} = X_1 - X_B$

$\Rightarrow X_1 = 40 + 4 = 44 \text{ kg H}_2\text{O} / 100 \text{ kg Dry Solid}$

سوال: جاده ای داریم که ۴۰ درصد بر مبنای خشک آب دارد به کمک خشک کردن به رطوبت ۸ درصد بر مبنای خشک

۵۱

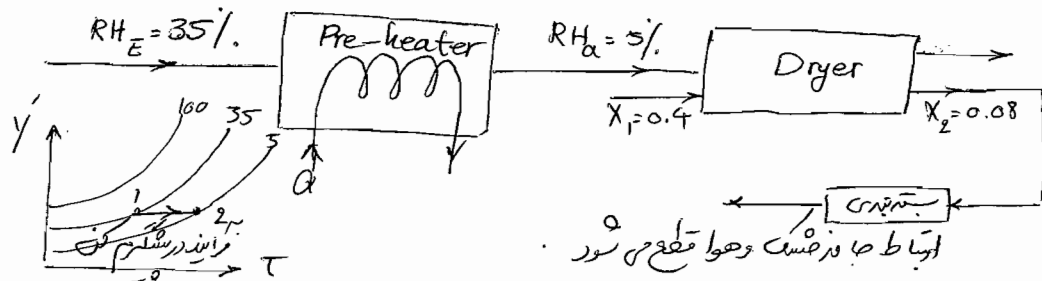


رطوبت هوای سرد استفاده را به کمک آبریزش
محاسبه می کنیم و مقدار می بینیم رطوبت هوای
مکثی ۳۵٪ است.

پس با این رطوبت هوای می توانیم به $X_2 = 0.08$

برسیم

برای رفع مشکل از شش گرم کن هوا استفاده می کنیم.



ارتباط جابجایی و هوا قطع می شود

پس از خروج از خشک کن محصول را باید سریع بسته بندی کرد زیرا اگر مجاورت هوای با رطوبت 35٪ قرار گیرد دوباره رطوبت جذب می کند.

$$L_s = m_t - m_w$$

$$X = \frac{m_w}{L_s}$$

$$X = \frac{m_t - L_s}{L_s}$$

$$N = -\frac{1}{A} \frac{dm_t}{dt}$$

به کیلوگرم آب که از واحد سطح جسم جابجایی می شود و در زمان t برآورد می شود

Drying Flux

X = رطوبت

m_t = جرم جابجایی

m_w = جرم آب جابجایی

L_s = جرم جابجایی

$$\frac{dm_w}{dt} = \frac{dm_t}{dt}$$

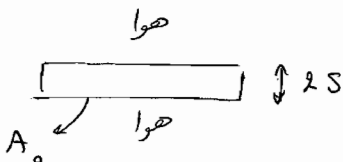
$$L_s \frac{dX}{dt} = \frac{dm_t}{dt}$$

$$L_s = \frac{dm_t}{dX}$$

$$N = -\frac{L_s}{A} \cdot \frac{dX}{dt}$$

جرم جابجایی
سطح در برهه زمانی t

تست 119 سال 14



ρ_s = دانسیته جابجایی

$$L_s = (2SA_0) \rho_s$$

$$A = 2A_0$$

$$N = -\frac{2SA_0 \rho_s}{2A_0} \cdot \frac{dX}{dt}$$

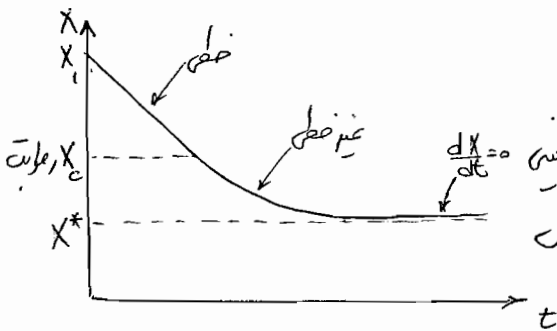
$$\Rightarrow N = -5 \rho_s \frac{dX}{dt}$$

زمان لازم برای خشک شدن

$$\int_0^{\theta} dt = -\frac{L_s}{A} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{N}$$

$$\theta = -\frac{L_s}{A} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{N}$$

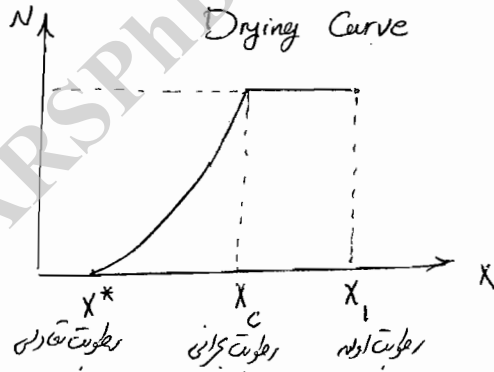
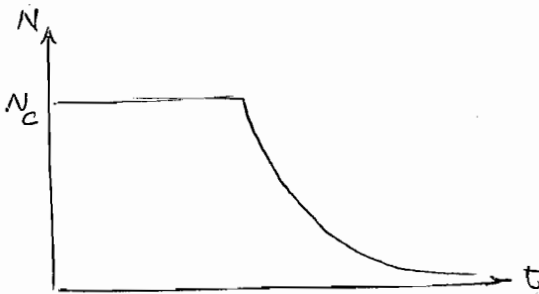
نکته اصلی: ما به θ مربوط به داشتن رابطه N با X است.



Drying Curve

منحنی های خشک شدن

برای بدست آوردن منحنی خشک شدن باید در معنی را با مقدار رطوبت یعنی $\frac{dX}{dt} = 0$ انتصاب کرده و در خشک کردن قرار می دهیم و تغییرات X بر حسب زمان را اندازه می گیریم.

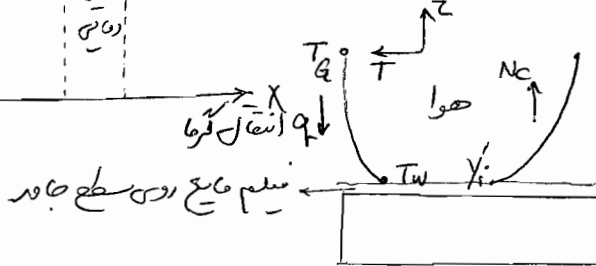
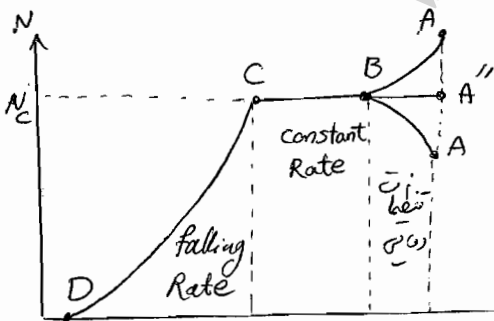


مکانیزم های خشک شدن

Non-porous solid

جابجایی غیر متجانس

در نظر می گیریم جابجایی متجانسی را ضعیف کرده ایم و منحنی N بر حسب X آن به شکل زود بدست آمده است.



$$N_c \times \lambda = h_g (T_g - T_w)$$

از این معادله برای بدست آوردن N_c در صورت هوا

$$N_c = \frac{h_g (T_g - T_w)}{\lambda}$$

constant rate

مادامه که منجم تابع پوسته هوز را حفظ کند تبخیر با سرعت ثابت انجام می شود
 (تازه های که لایه ضلعی روی سطح جاده ظاهر می شود) (آب های غیر پیوندی در این لایه از حجم جاده نرفته می شود)

عوامل اثرگذار بر سرعت خشک شدن در لایه constant rate

$$h \sim u^{0.8} \sim G^{0.8}$$

$$\frac{N_{c2}}{N_{c1}} = \frac{h_2}{h_1}$$

اثر h هوا :

اصولاً خشک کردن را در مرحله ای که جریان هوا در هم است انجام می شود
 برای جریان در هم $(Nu \sim Re^{0.8})$

$$u \uparrow \Rightarrow h \uparrow \Rightarrow N_c \uparrow \Rightarrow t \downarrow$$

در لایه constant rate انتقال حرارت با یک نرخ ثابت جابجایی انجام می شود

اثر $(t_g - t_w)$
 در هر اختلاف دمای خشک و مرطوب هوا بیشتر باشد زمان خشک شدن کوتاه تر است

$$\frac{N_{c2}}{N_{c1}} = \frac{(t_{g2} - t_{w2})}{(t_{g1} - t_{w1})}$$

$$(t_g - t_w) \uparrow \Rightarrow N_c \uparrow \Rightarrow t \downarrow$$

- | | | | | |
|------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|
| 1) | $t_g = 70^\circ F$ | $t_w = 50^\circ F$ | \rightarrow | $\Delta = 20$ |
| 2) | 60 | 50 | \rightarrow | = 10 |
| ✓ 3) | 70 | 40 | \rightarrow | = 30 |
| 4) | 60 | 40 | \rightarrow | = 20 |

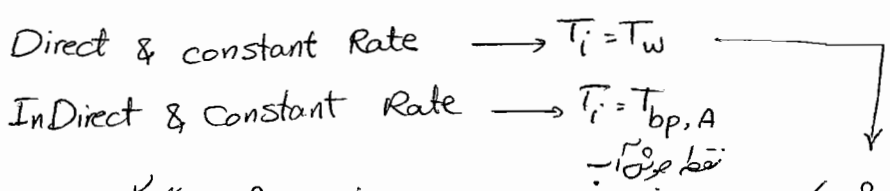
تست 106 سال 88 :

اثر %RH :

$$\%RH \downarrow \Rightarrow (t_g - t_w) \uparrow \Rightarrow N_c \uparrow \Rightarrow t \downarrow$$

هرچه هوای که برای خشک کردن استفاده می شود رطوبت نسبی کمتری داشته باشد زمان خشک کردن کوتاه تر خواهد بود

بررسی لایه AB



در هر جاده ای که طایفه خشک کند می شود ممکن است بارهای اشباع سطحی متفاوت باشد مثلا اگر $T_{solid, in}$ باشد ابتدا در زمان یا بدنه در هر اشباع برسد

$$T_{solid, in} < T_i \Rightarrow \left. \begin{array}{l} AB \text{ در } T_i \\ T \uparrow \\ P_A \uparrow \\ Y_i \uparrow \end{array} \right\} \Rightarrow N_c \uparrow$$

(تایید ورودی)

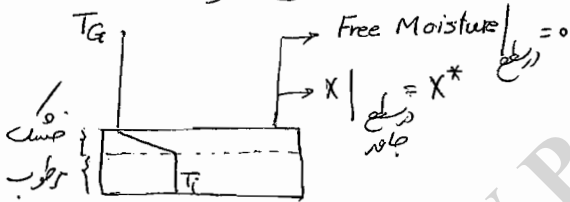
$$T_{solid, in} > T_i \Rightarrow \left. \begin{array}{l} AB \text{ در } T_i \\ T \downarrow \\ P_A \downarrow \\ Y_i \downarrow \end{array} \right\} \Rightarrow N_c \downarrow$$

اگر جاده ورودی در دمای اشباع دارد خشک کن شود
نقطه "A" را خواهیم داشت.

Falling Rate : بررسی ناحیه CD

خشک شدن با سرعت تدریجی

Falling Rate از زمانی شروع می شود که لایه خشک روی سطح جاده ظاهر شود و فیلم مایع پیوسته خود را از دست می دهد.



در زمانه فرایند خشک شدن حالتی مثل شکل وجود داریم.

- داخل جسم کمترین انتقال حرارت هوای است.
- و کمترین اختلاف انتقال حرارت نفوذ در جاده است.

بنابراین سرعت انتقال حرارت هوای تازه بر مدت زمان Drying در ناحیه Falling Rate زیاد چون کمترین انتقال حرارتی است.

حجم Drying بیش می رود مساحتی که می باشد رطوبت کم کند تا از جسم جاده خارج شود طولانی تر می شود بنابراین سرعت خشک شدن رو به تدریج کمتر.

سوال: آیا رطوبت هوا تأثیری بر سرعت خشک شدن در ناحیه Falling Rate دارد؟

$$\%RH \downarrow \Rightarrow (T_g - T_w) \uparrow \left\{ \Rightarrow Q \uparrow \Rightarrow N \uparrow \Rightarrow t \downarrow \right.$$

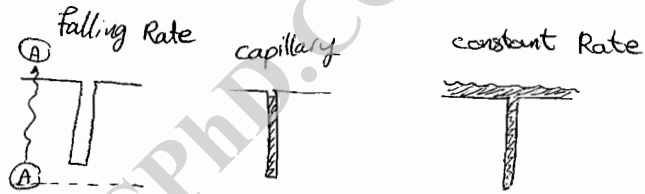
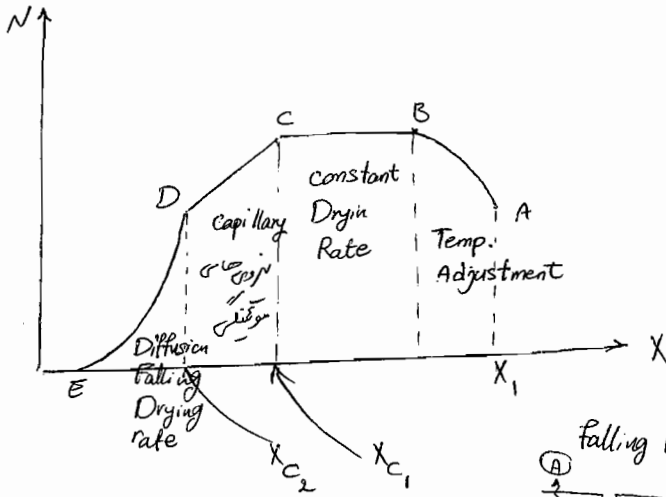
و $Q = k A \frac{\Delta T}{L}$

$$\%RH \downarrow \Rightarrow X^* \downarrow \Rightarrow (X - X^*) = \text{تیرگی محلول} \uparrow \Rightarrow N \uparrow \Rightarrow t \downarrow$$

در این Falling Rate قانون دوم نیست صاف است.

در این زمان $t \propto S^2$

پorous solid جامد متخلخل



در این capillary سرعت تبخیر آب به ازای واحد سطح مربوط ثابت است. اما سرعت تبخیر آب به ازای واحد سطح کل (شکل سطح خشک و سطح خیس و سطح خشک) روند نزولی دارد. متناسب با پیشرفت سطح خشک در این قسمت نیز ثابت است.

در این Capillary عوامل اثر ندارد سرعت و زمان خشک شدن متناسب با constant rate در نظر گرفته می شود (برای کارخانه سازی)

سنت ۱۱۰ سال ۸۷

- ۱) در این Rate نزولی اشخاص می افتد.
- ۲) عموداً در این متخلخل مشاهده می شود.
- ۳) در این تبخیر نسبت به حالت نفوذ بیشتر است.
- ۴) Rate خشک شدن متخلخل از سرعت هوا است.

عوامل عوامل تاثیر ندارد در سرعت و زمان خشک شدن در این constant rate است پس سرعت هوا در rate خشک شدن تاثیر ندارد.

تست ۱۲ سال ۸۶ :

- ۱. rate خشک شدن مستقر از نوع هم جاده مرطوب است.
- ۲. rate مرطوب معهود در جسم بصورت unbound است.
- ۳. rate مرطوب معهود در مقابل wet bulb هوای عبوری است.
- ۴. خشک شدن به صورت تبخیر سطحی از یک فیلم پیوسته، rate مرطوب معهود (کام می شود).

Indirect $\rightarrow T_i = T_{\text{boiling point}}$ ترتیب ۳ غلط است چون نقطه جوش

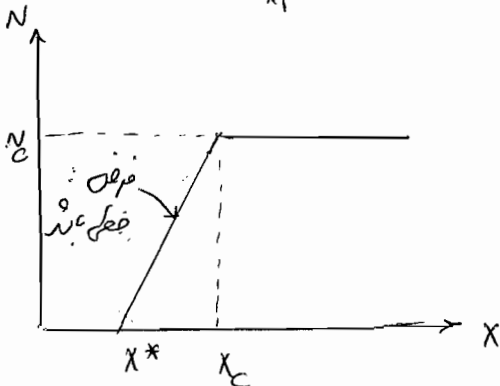
Direct $\rightarrow T_i = T_w$ اگر از آب بخار و هوای آتلانگ نامی از هم منتظر شود.

تست ۱۳ سال ۸۶ :

- ۱. خشک شدن rate است.
- ۲. هوای خشک شدن تابع سرعت هوای است.
- ۳. falling از نوع نفوذ.
- ۴. falling از نوع capillary .

مطابق به زمان خشک شدن

$$\theta = -\frac{L_s}{A} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{N}$$



صورت اول : $X_c < X_2 < X_1 \rightarrow \text{constant } \text{rate}$

$$N = N_c \rightarrow \theta = +\frac{L_s}{AN_c} (X_1 - X_2)$$

صورت دوم : $X_2 < X_1 < X_c \rightarrow \text{falling } \text{rate}$

$$N = aX + b$$

$$N = N_c \text{ at } X_c \Rightarrow N = N_c \left(\frac{X - X^*}{X_c - X^*} \right)$$

$$N = 0 \text{ at } X^*$$

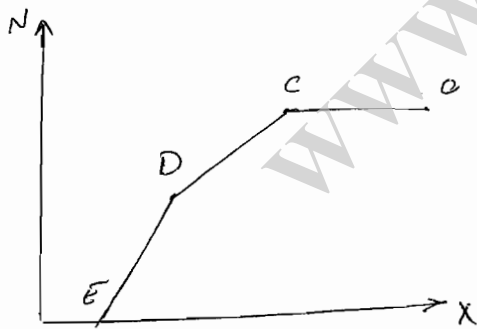
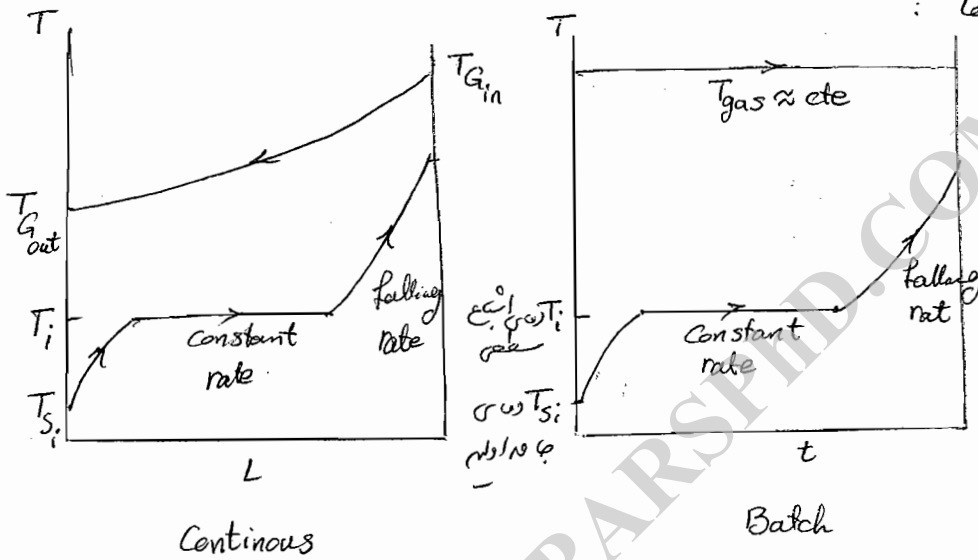
$$\Rightarrow \theta = \frac{L_s}{AN_c} (X_c - X^*) \cdot \ln \frac{X_1 - X^*}{X_2 - X^*}$$

فرضه : $X_2 < X_c < X_1$

$$\theta = -\frac{L_s}{A} \left[\int_{X_1}^{X_c} \frac{dX}{N_c} + \int_{X_c}^{X_2} \frac{dX}{aX+b} \right]$$

$$\Rightarrow \theta = +\frac{L_s}{AN_c} (X_1 - X_c) + \frac{L_s}{AN_c} (X_c - X^*) \cdot \ln \frac{X_c - X^*}{X_2 - X^*}$$

منحنی توزیع دما در خشک کن ها :



تست ۱۱۴ سال ۱۷ :

در کدام نقطه دمای هوا در زیر دهنش سرد ؟

- (۱) بین ۰ و E
- (۲) بین ۰ و C
- (۳) بین D و E ✓
- (۴) بین ۰ و D

فقط در نقطه C دمای هوا سرد است.

توضیح و معنی هر (Agitated) ← در بیان حجم بزرگی

معنی آن: باطریق نامعین و نامشخص که می بیند ← در بیان حجم بزرگی

معنی آن: انتقال حرارت از یک مایع به مایع دیگر یا انتقال انرژی به صورت غیر مستقیم

Agitated > k Forced Circulation > k Natural Circulation

Adorption ← جذب سطحی

1) 20 ppm Hg ← سولید باقیمانده - سولید

2) 30 ppm ← سولید باقیمانده - سولید

3) $12 \text{ lb at } 20^\circ \text{F}$ ← Natural Gas

6 No. Fe. No. 6

در صورتیکه: موازنه شود و در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

که در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

یعنی: در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

سطحی (است)

و در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

2000 g addition

توضیح و معنی هر (Agitated) ← در بیان حجم بزرگی

معنی آن: انتقال حرارت از یک مایع به مایع دیگر یا انتقال انرژی به صورت غیر مستقیم

معنی آن: انتقال حرارت از یک مایع به مایع دیگر یا انتقال انرژی به صورت غیر مستقیم

Agitated > k Forced Circulation > k Natural Circulation

Adorption ← جذب سطحی

1) 20 ppm Hg ← سولید باقیمانده - سولید

2) 30 ppm ← سولید باقیمانده - سولید

3) $12 \text{ lb at } 20^\circ \text{F}$ ← Natural Gas

6 No. Fe. No. 6

در صورتیکه: موازنه شود و در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

که در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

یعنی: در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

سطحی (است)

و در سطح 20°F در سطح 20 ppm در سطح 30 ppm

2000 g addition

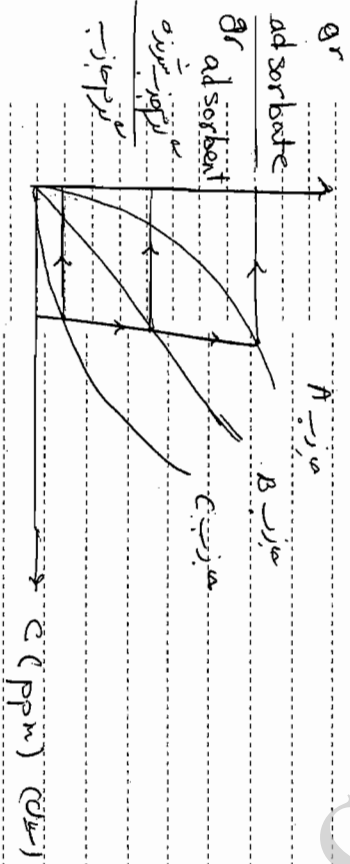
WWW.PARSPHD.COM

سؤال 24
میزبند ها از نظر ظرفیت می توانند در دسته های زیر قرار گیرند

میزبند C میزبند با ظرفیت کم است

میزبند A $100 \frac{kg}{kg}$ و میزبند B $100 \frac{kg}{kg}$

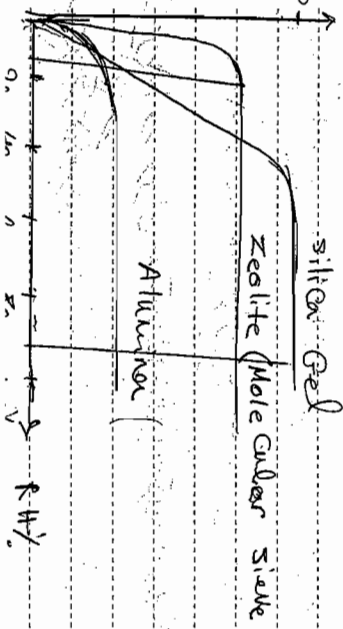
میزبند C $10 \frac{kg}{kg}$ و میزبند B $10 \frac{kg}{kg}$



میزبند A میزبند با ظرفیت کم است

ظرفیت میزبند B میزبند با ظرفیت کم است (ظرفیت کم)

$100 \frac{kg}{kg}$ solid
 40
silt or Gel
Zeolite (Male Calcium silicate)
Attalium



1388
14 September 2009

سؤال 23
14 September 2009

میزبند ها

3- میزبند ها

4- میزبند

5- میزبند با ظرفیت کم میزبند با ظرفیت کم است

6- میزبند با ظرفیت کم میزبند با ظرفیت کم است

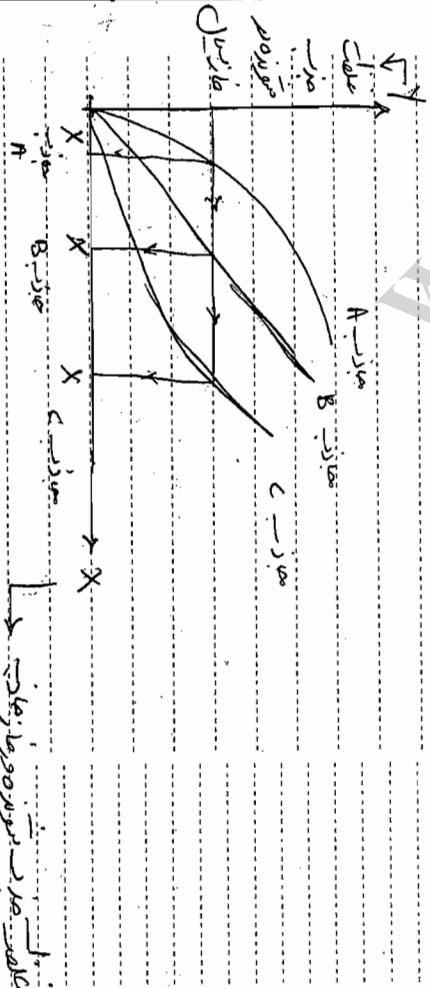
میزبند با ظرفیت کم

میزبند با ظرفیت کم میزبند با ظرفیت کم است

میزبند با ظرفیت کم

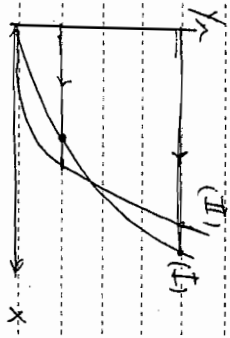
میزبند با ظرفیت کم میزبند با ظرفیت کم است

میزبند با ظرفیت کم میزبند با ظرفیت کم است



WWW.PARSPHD.COM

۱۸ (۵) سطح هارزب هارزب هارزب



در حالت هارزب هارزب II

در حالت هارزب هارزب I

معادله

معادله هارزب هارزب برای هر سطحی از جدول هارزب هارزب

برای هر سطحی از هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله

$$X = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{1}{m}}$$

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

برای هارزب هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

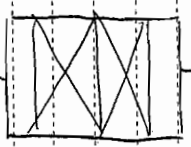
معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب



معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

معادله هارزب هارزب هارزب

WWW.PARSPHD.COM

در رسا ها و غیر رسا ها چه تفاوتی وجود دارد
از منظر فیزیکی / انرژی

$$T_1 < T_2$$



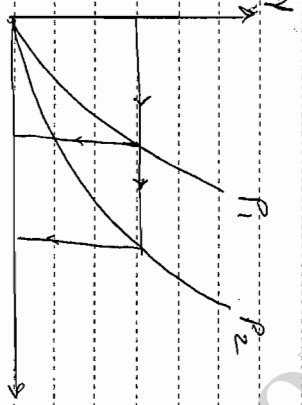
اثر رسا و غیر رسا در انتقال حرارت

$$\left(\frac{T_0 - T_1}{89} \right)$$

در رسا و غیر رسا چه تفاوتی وجود دارد

تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

$$P_1 < P_2$$



در رسا و غیر رسا چه تفاوتی وجود دارد

تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

$$\frac{T_0 - T_1}{89}$$

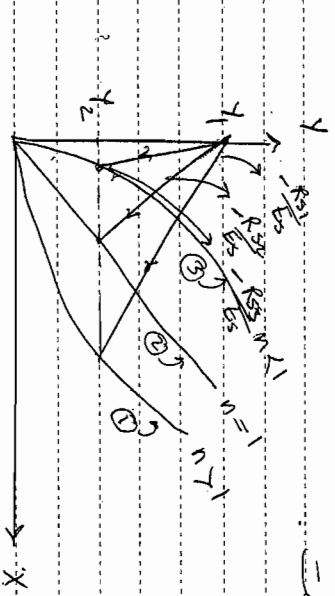
تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا



$$V = \frac{m}{\rho}$$

در رسا و غیر رسا چه تفاوتی وجود دارد

تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

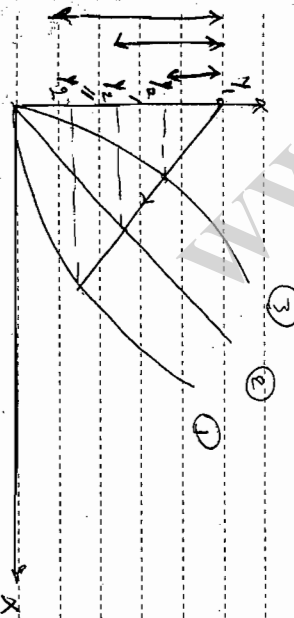


تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

$$R_{s1} < R_{s2} < R_{s3}$$

تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

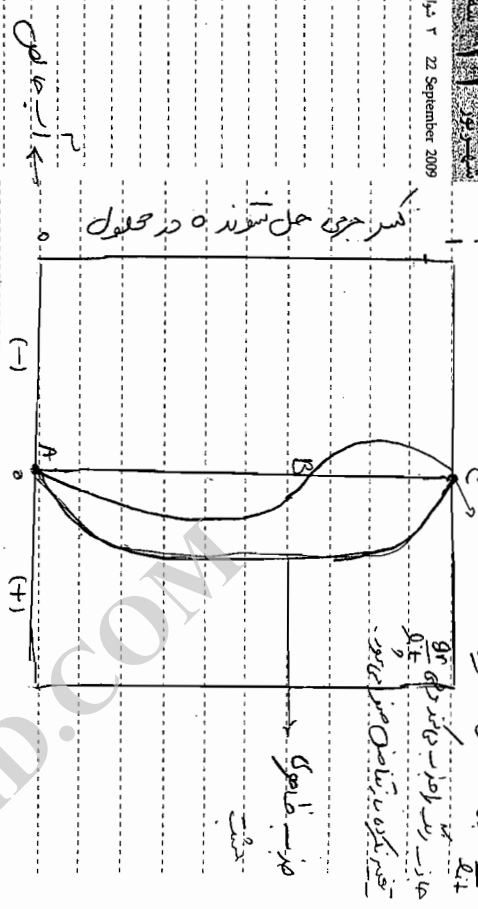


تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

تفاوت انرژی در رسا و غیر رسا

WWW.PARSPHD.COM

مضامین: مذبذب طاقوی: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$



مذبذب طاقوی: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب طاقوی: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

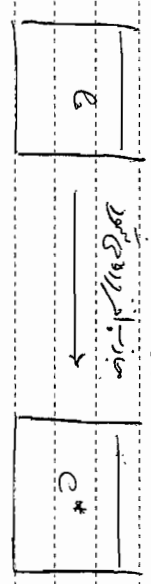
$\frac{T}{2\pi}$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب طاقوی: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$



مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

مذبذب: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

WWW.PARSPHD.COM

۱ ۳ ۸ ۸

$$\sum R_i = R_{S1} + R_{S2}$$

$$= -E_S \left(\frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_S} \right) + \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_S} \right)$$

بصورت:

$$X_S = 0 \text{ حالتی که } R_S = 0$$

$$X_1 = \left(\frac{Y_1}{m} \right) \frac{1}{h}$$

$$X_2 = \left(\frac{Y_2}{m} \right) \frac{1}{h}$$

$$\sum R_{S_i} = -E_S \left[\frac{Y_1 - Y_0}{\left(\frac{Y_1}{m} \right) \frac{1}{h}} + \frac{Y_2 - Y_1}{\left(\frac{Y_2}{m} \right) \frac{1}{h}} \right]$$

$$\frac{\partial \sum R_{S_i}}{\partial Y} = 0$$

$$\left(\frac{Y_1}{Y_2} \right) \frac{1}{h} = \frac{1}{h} \left(\frac{Y_0}{Y_1} \right) = 1 - \frac{1}{h}$$

$$Y_1 = F(Y_0, Y_2, h)$$

بصورت:

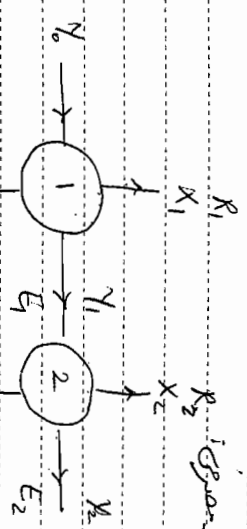
حالتی که $h=1$ است $Y_1 = Y_0$

$$Y_1 = \sqrt{Y_0 Y_2}$$

۱ ۳ ۸ ۸

اینجا در حالتی که R_S در X_S به 0 برسد، R_{S1} و R_{S2} در X_S به 0 برسد. R_{S1} و R_{S2} در X_S به 0 برسد.

بصورت:



اینجا در حالتی که R_S در X_S به 0 برسد، R_{S1} و R_{S2} در X_S به 0 برسد.

$$\frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_S} = \frac{R_{S1}}{E_S}$$

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_S} = \frac{R_{S2}}{E_S}$$

اینجا در حالتی که R_S در X_S به 0 برسد، R_{S1} و R_{S2} در X_S به 0 برسد.

$$Y_1 = \sqrt{Y_0 Y_2}$$

WWW.PARSPHD.COM

برای محاسبه طول موج و فرکانس از فرمول $\lambda = \frac{c}{\nu}$ استفاده می‌کنیم. $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

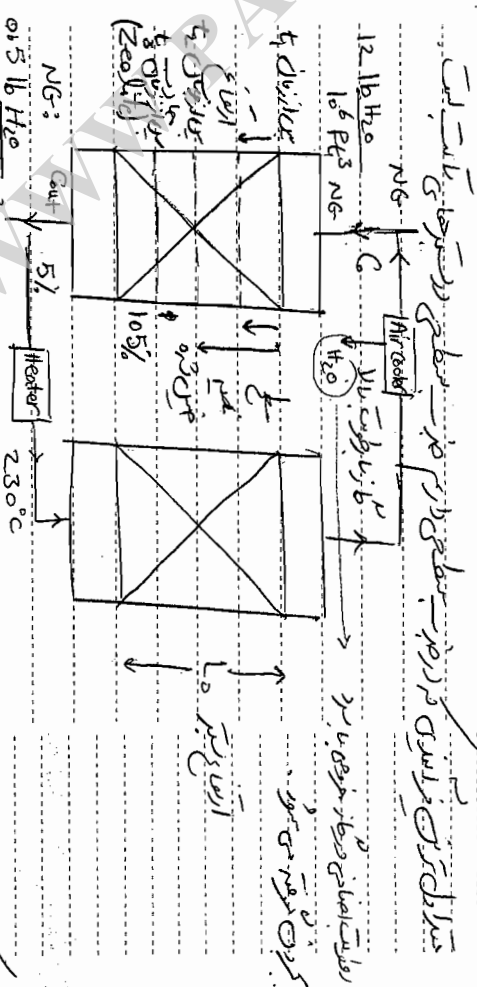
$$R_{S1} = -E_S \frac{y_1}{y_2} = -E_S \frac{y_1}{y_2}$$

$$n = 1.0$$

Adsorption in Fixed bed

Adsorption wave

Break Through



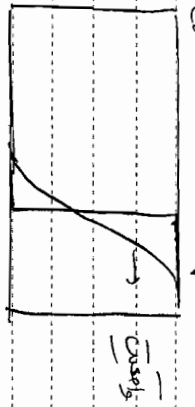
طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

طول موج $\lambda = 600 \text{ nm}$ و فرکانس $\nu = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$



عند $t = t^{\infty}$ يكون التركيز C_0 و t^{∞} هو وقت الانتعاش الكلي.

$$F = \frac{V}{C_0} \frac{dC}{dt}$$

$$= U_0 \cdot A$$

التي هي سرعة انتقال الكتلة

التي هي سرعة انتقال الكتلة

$$F (C_0 - C_{out}) \times t_b = \frac{P_b L_b W_s}{k_r}$$

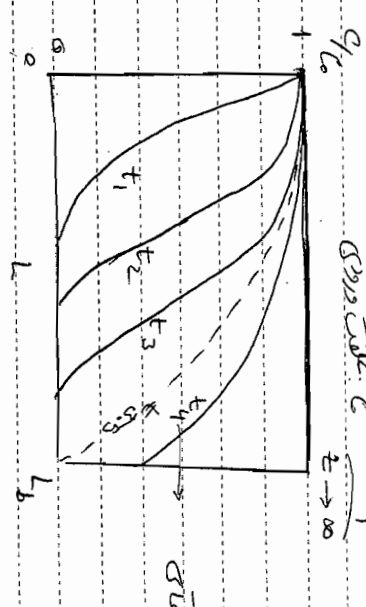
التي هي سرعة انتقال الكتلة

U solid (zeolite)

$$t_b = \frac{P_b L_b W_s}{F (C_0 - C_{out})}$$

$$t_b = \frac{P_b L_b W_s}{U_0 (C_0 - C_{out})}$$

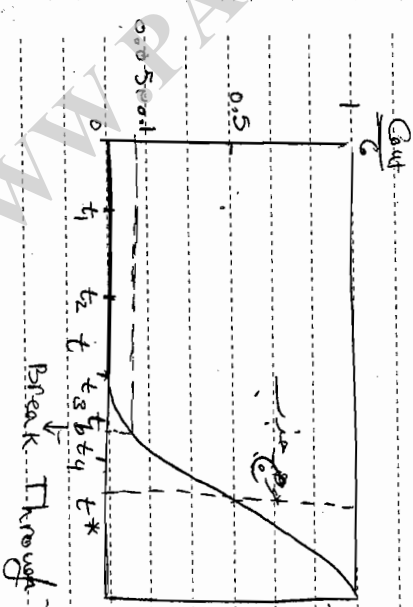
التي هي سرعة انتقال الكتلة



عند $t = t^{\infty}$ يكون التركيز C_0 و t^{∞} هو وقت الانتعاش الكلي.

عند $t = t^{\infty}$ يكون التركيز C_0

التي هي سرعة انتقال الكتلة



عند $t = t^{\infty}$ يكون التركيز C_0 و t^{∞} هو وقت الانتعاش الكلي.

Break Through Time

عند $t = t^{\infty}$ يكون التركيز C_0 و t^{∞} هو وقت الانتعاش الكلي.

عند $t = t^{\infty}$ يكون التركيز C_0 و t^{∞} هو وقت الانتعاش الكلي.

سہ ماہی 71 صفحہ 179

نہجۂ کتب و رسائل

.

WWW.PARSPHD.COM

۱۳۸۸

۹

۱۳۳۰ دی ماه ۱۲ 1 October 2009

روز هفتمین و هجدهمین سالگرد تأسیس
و تخریب دانشگاه صنعتی - روز چهارم
سالگرد تأسیس

۱۳۸۸

۱۳۳۰ دی ماه ۱۲ 2 October 2009

۲۸۸

۱۱۰۳

۸۴

۱۳۸۸

درجه \rightarrow
 $dp \downarrow \Rightarrow \downarrow \downarrow \uparrow \Rightarrow \downarrow \downarrow \uparrow$

۱۳۳۰ دی ماه ۱۱ 30 September 2009

۳ متر مربع

WWW.PARSPHD.COM

روز نهمین سالگرد تأسیس
و تخریب دانشگاه صنعتی

طاشچولج وایج - وایج صولج هورونوار وایج صتسوار این لاصتف کتضتتلم است (رتف سه به کت - وایج بنامین سرعت ویت مقولات لولج این رتسه جه کلم است .

تسبت ۱۱۱ عال ۸۷

سرعت مقولات وایج درج سنجی مله :

- ۱۱۱ سه ۱۵
- ۲۹ ۱۳
- ۳۴ ۹

طایف رتسه (استولج وایج - وایج) کتورین سمت الی - وایج

Agitated
↓
کوتورت
HTEP

رالسنی ۱-2 ft

این رتسه هونسننوزانوار
هتند که عسل رطل هونوزانوار
آخا، رتسه .

برای سایل کتور مناسب
برای سولج هونوزانوار مناسب

استولج ویت کتور

HTEP | packed pulsed = 1/3 HTEP packed impulsed
 ۱۱۱ Tray, pulsed = 29 ~ 75 %

برای استولج سولج لولج هونوزانوار و سولج هونوزانوار و سولج هونوزانوار
 به رتسه ناستن سکت هونوزانوار و سولج هونوزانوار

این رتسه سولج (که کلمه برتسه هتند) کتور اینوار این رتسه سولج استولج لولج

- HTEP = 10-20 ft spray packe Tray
- 5 ~ 20 ft
- 1 ~ 20 ft

(۹ = 6 ~ 25%)

طایف وایج سنجی مله HTEP لولج ویت سولج که HTEP برط به برتسه است

درج سنجی مله ویت به نظور استولج به کاره اور ویت درتسه بن سنجی وایج لولج
 وایتل وایج هم انجام هتند بنامین این سولج درتسه استولج کلم وایج (وایتل سنجی)
 مصور هونوزانوار ویت هونوزانوار ویت مقولات وایج رتسه

وایتل استولج سولج لولج هونوزانوار
 که سولج لولج هونوزانوار ویت سولج لولج هونوزانوار
 رتسه ویت هونوزانوار

WWW.PARSPHD.COM

WWW.PARSPHD.COM



WWW.PARSPHD.COM

- تست ۹۶ (نرینه ۳)
- تست ۹۷ (نرینه ۱)
- تست ۹۸

$$Sc_{liq} = \frac{\mu}{\rho D_{AB}}$$

$$\left. \begin{matrix} T \uparrow \Rightarrow \mu \downarrow \\ T \uparrow \Rightarrow D_{AB} \uparrow \end{matrix} \right\} \rightarrow Sc \downarrow$$

نرینه کاهش، افزایش، کاهش در نرینه ها نیست

بازر بار Sc کاهش می یابد چون D_{AB} افزایش و μ کاهش می یابد

- تست ۹۹ (نرینه ۲)
- تست ۱۰۰

این اعداد جواب نهمیم ←
 A (0.225 و 0.175) با نرینه 3 درست می شود

تست ۱۰۱ (نرینه درست در جوابها نیست)
 تست ۱۰۲ (افت فشار در برج پر شده منظم است و در برج خالی منظم و بازگشت از برج سینی کار نیست) ^{۱۵}

- تست ۱۰۳ (نرینه ۲)
- تست ۱۰۴ (نرینه ۲)
- تست ۱۰۵ (نرینه ۳)
- تست ۱۰۶ (نرینه ۳)

تست ۱۰۷ (هیچکدام از نرینه ها نیست)

تست ۱۰۸ (نرینه ۳)

تست ۱۰۹ (دیگرفته فلک انتخاب نوع جدا سازی نیست)

پس صحت سوال غلط است.

انفراریت ضعیف تر است
 انفراریت زیاد است
 انفراریت کم است
 انفراریت ضعیف کم است

تست ۱۱۰ (اگر جریان از فازها بگذرد یعنی کشتن سطح میان فازها زیاد است) ^{۱۵}
 پس باید از برج پر شده و سینی کار استفاده کرد. پس نرینه ۲، ۳، ۴ درست است.



تست ۱۱۱ (نرینه ۳) گفته کم است می فرمایم کاری کنیم که G_{Net} زیاد شود

نرینه ای نیست که با جریانی یسوی برآورد زیاد کند. پس باید کاری کنیم

که با سطح آبی ولدر یسوی برآورد. H_L زیاد شود. ^{۱۵}
 یا با کم شود. نرینه ۳ هم می تواند با روش نرینه ها صورت می گیرد. درست است. نرینه ۱ همواره درست است.