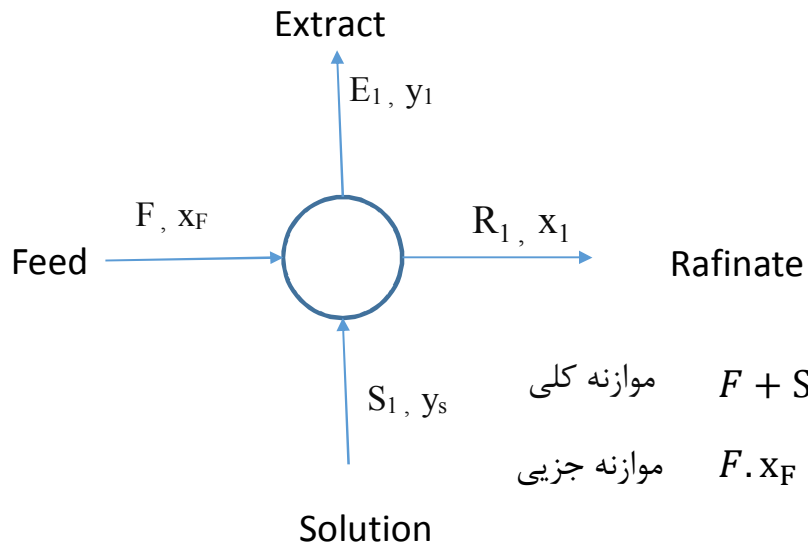


انواع مراحل عملیاتی، استخراج مایع - مایع، نسبی قابل امتزاج

الف) یک مرحله متقاطع



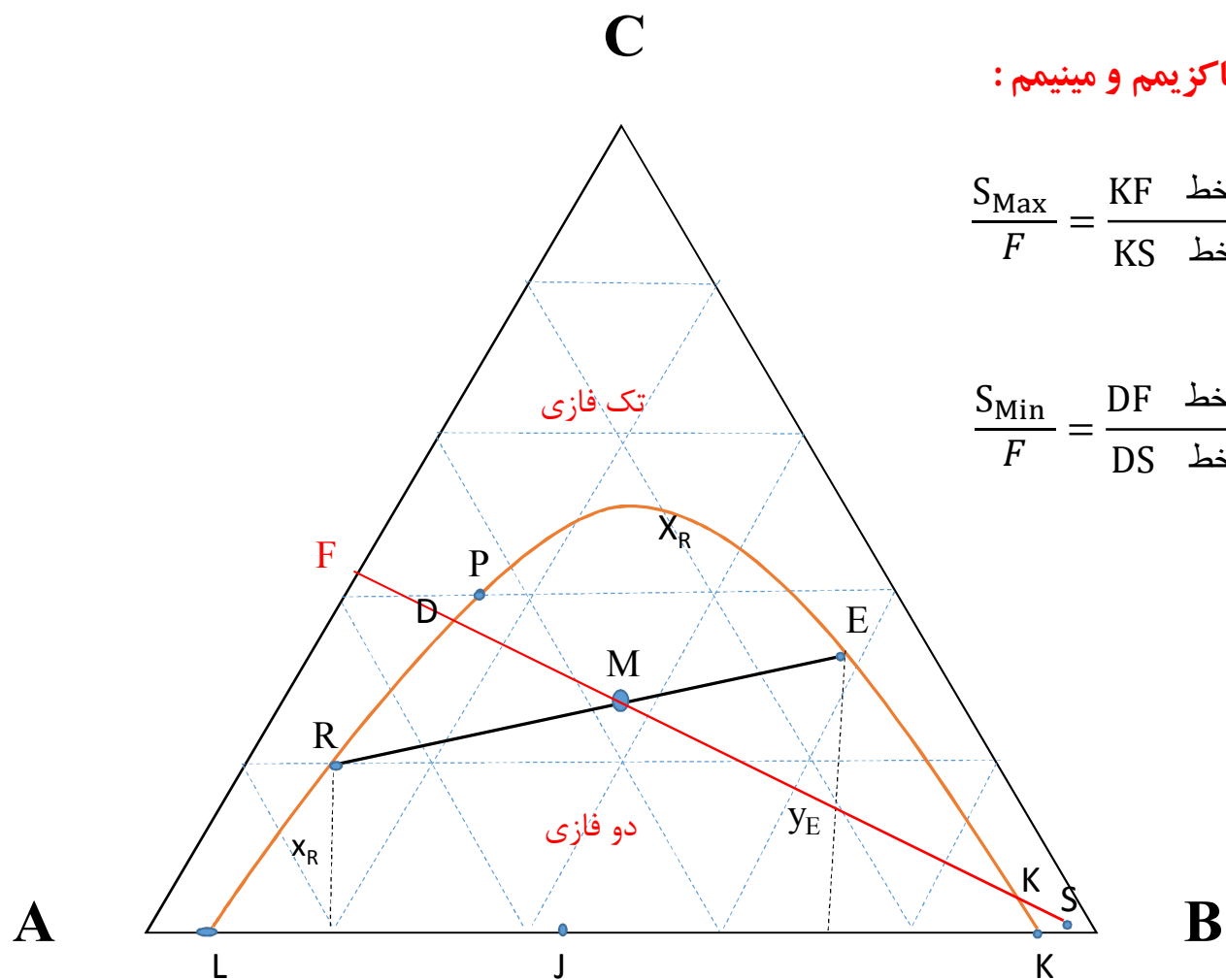
موازنه کلی $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

موازنه جزیی $F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s = M_1 \cdot x_{M1} \longrightarrow x_{M1} = \frac{F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s}{F + S_1}$

$R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1 = M_1 \cdot x_{M1} \longrightarrow x_{M1} = \frac{R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1}{R_1 + E_1}$

$$\left. \begin{array}{l} F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s = M_1 \cdot x_{M1} \\ F + S_1 = M_1 \end{array} \right\} \longrightarrow F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s = (F + S_1) \cdot x_{M1} \longrightarrow \frac{S_1}{F} = \frac{x_F - x_{M1}}{x_{M1} - y_s}$$

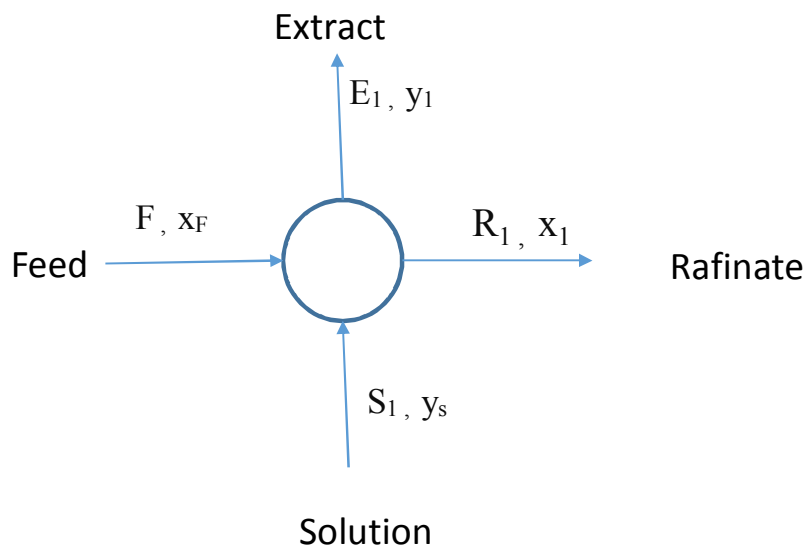
$$\left. \begin{array}{l} M_1 = R_1 + E_1 \\ R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1 = M_1 \cdot x_{M1} \end{array} \right\} \longrightarrow \left. \begin{array}{l} (M_1 - E_1) \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1 = M_1 \cdot x_{M1} \\ (y_1 - x_1) \cdot E_1 = M_1 \cdot (x_{M1} - x_1) \end{array} \right\} \longrightarrow E_1 = \frac{M_1 \cdot (x_{M1} - x_1)}{y_1 - x_1}$$



نحوه محاسبه حلال ماکزیمم و مینیمم :

$$\frac{S_{\text{Max}}}{F} = \frac{\text{پاره خط KF}}{\text{پاره خط KS}}$$

$$\frac{S_{\text{Min}}}{F} = \frac{\text{پاره خط DF}}{\text{پاره خط DS}}$$



حل مثال :

طرح شماتیک یک مرحله متقاطع

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

موازنه جزئی : $F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s = M_1 \cdot x_{M1}$ $\longrightarrow$ $x_{M1} = \frac{F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s}{F + S_1}$

$R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1 = M_1 \cdot x_{M1}$ $\longrightarrow$ $x_{M1} = \frac{R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1}{R_1 + E_1}$

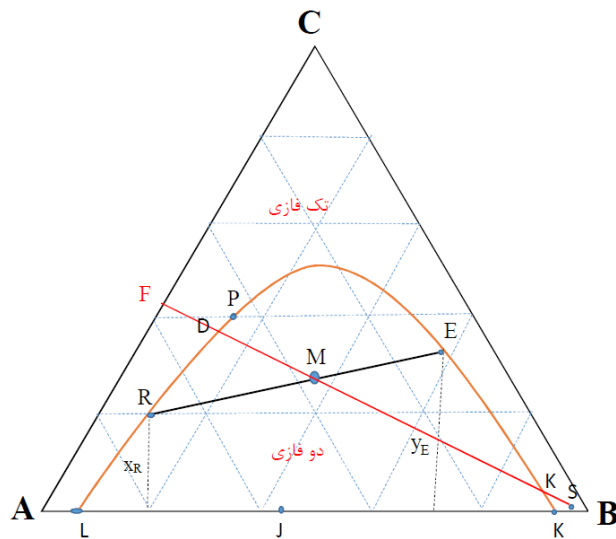
موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = 1000 + 1000 = 2000$

$x_{M1} = \frac{F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s}{F + S_1} \longrightarrow x_{M1} = \frac{1000 \times 0.4 + 1000 \times 0.0}{1000 + 1000} = 0.2$

(الف)

مثال:

مخلوطی از دو ماده A و C که ۴۰٪ وزنی آن را C تشکیل می دهد. جهت استخراج C به واحد استخراج مایع-مایع فرستاده می شود. جهت استخراج از حلال B خالص استفاده می شود. مقدار خوراک 1000kg و مقدار حلال نیز 1000kg می باشد. باتوجه به اطلاعات پیوست (صفحه قبل) مطلوبست:



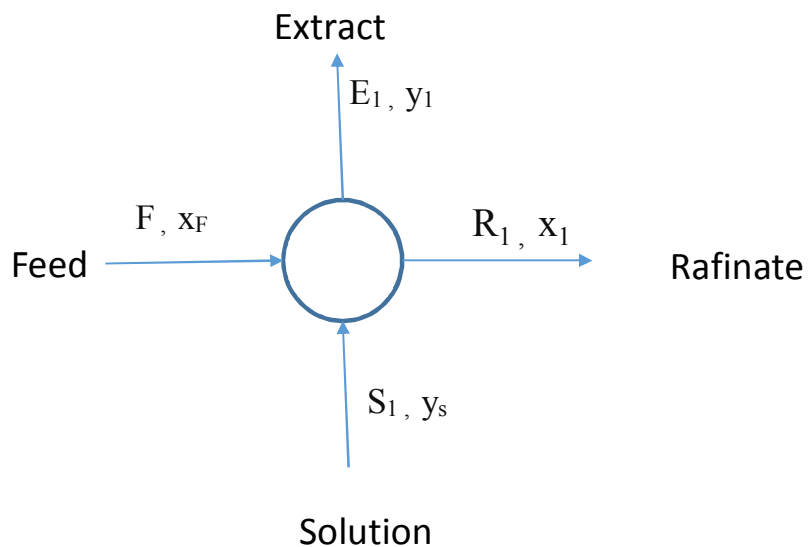
الف) مقادیر دو جریان R و E

ب) درصد وزنی جزء C در دو جریان R و E

ج) حداقل حلال مورد نیاز

د) حداکثر حلال مورد نیاز

ه) حداکثر خلوص جزء C در استخراج شده.



حل مثال :

طرح شماتیک یک مرحله متقاطع

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

موازنه جزئی : $F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s = M_1 \cdot x_{M1}$ $\longrightarrow$ $x_{M1} = \frac{F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s}{F + S_1}$

$R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1 = M_1 \cdot x_{M1}$ $\longrightarrow$ $x_{M1} = \frac{R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1}{R_1 + E_1}$

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = 1000 + 1000 = 2000$

$x_{M1} = \frac{F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s}{F + S_1} \longrightarrow x_{M1} = \frac{1000 \times 0.4 + 1000 \times 0.0}{1000 + 1000} = 0.2$

(الف)

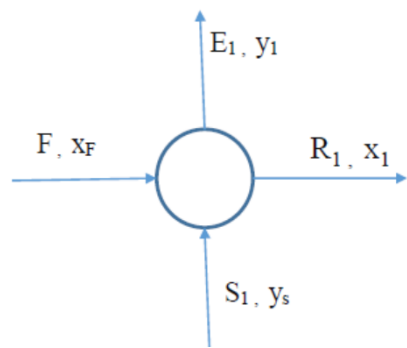
انواع مراحل عملیاتی، استخراج مایع – مایع، نسبی قابل امتزاج

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

$$x_R = 0.12$$

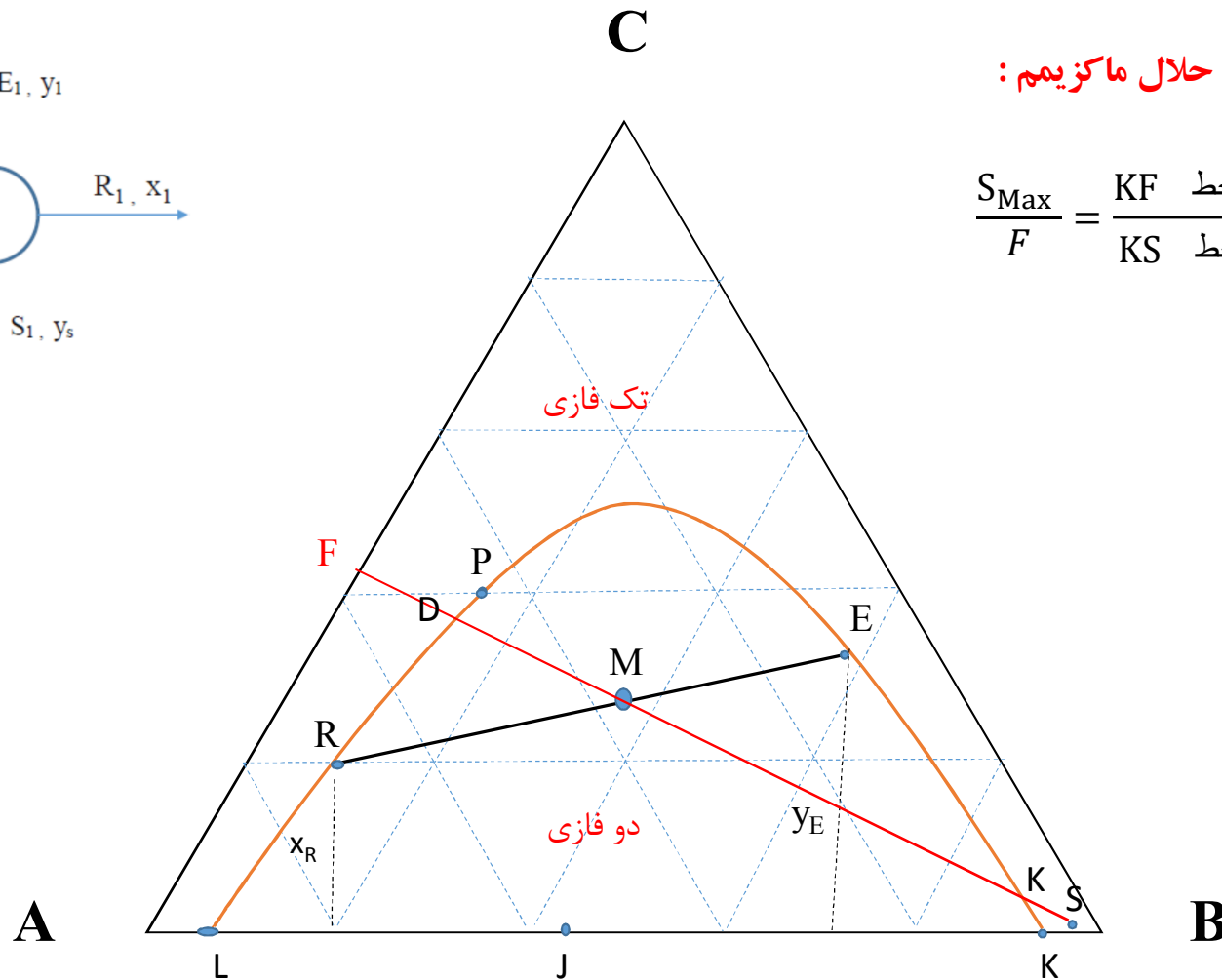
$$x_C = 0.25$$

$$x_E = 0.23$$



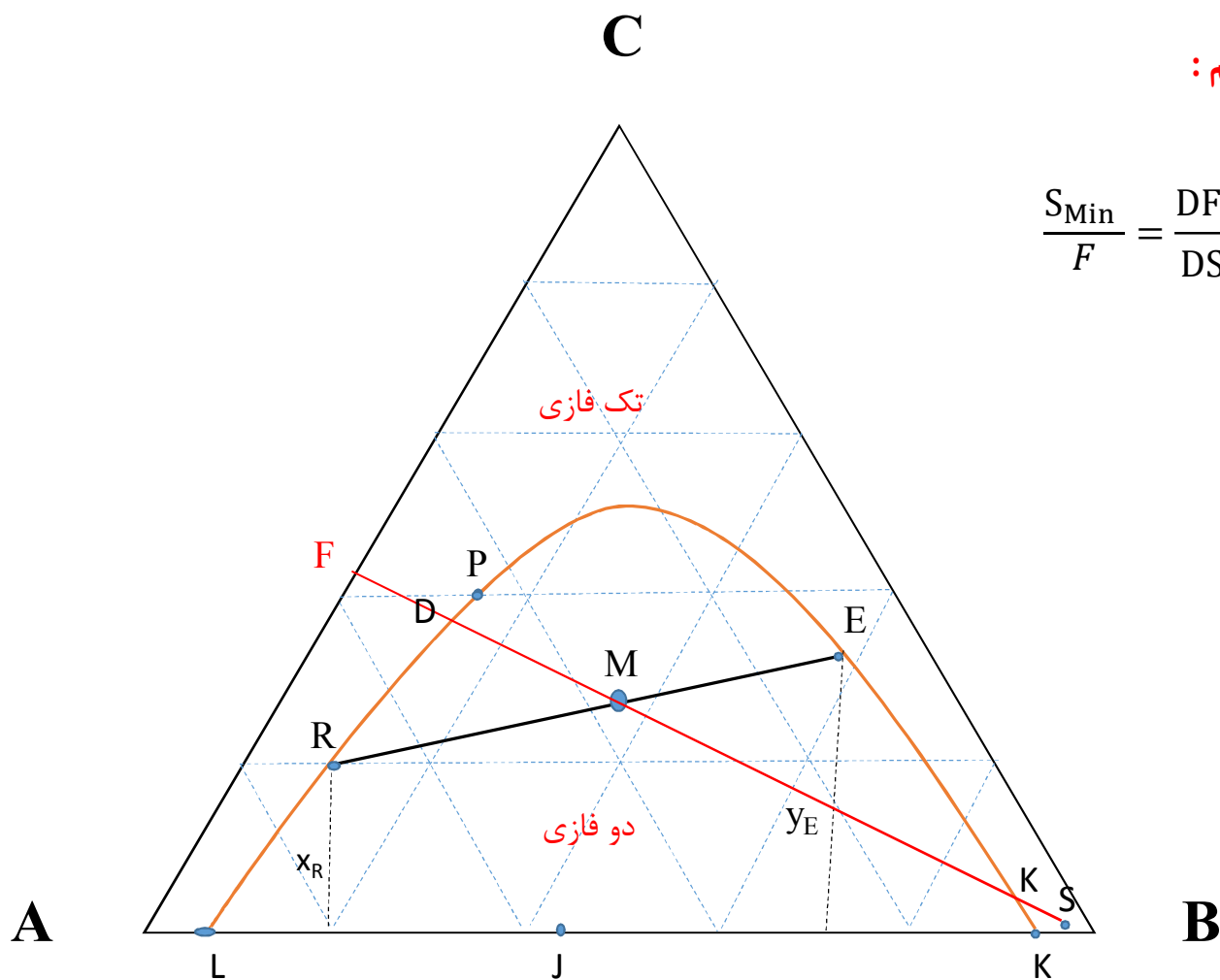
نحوه محاسبه حلال ماکزیمم :

$$\frac{S_{\text{Max}}}{F} = \frac{\text{پاره خط KF}}{\text{پاره خط KS}}$$

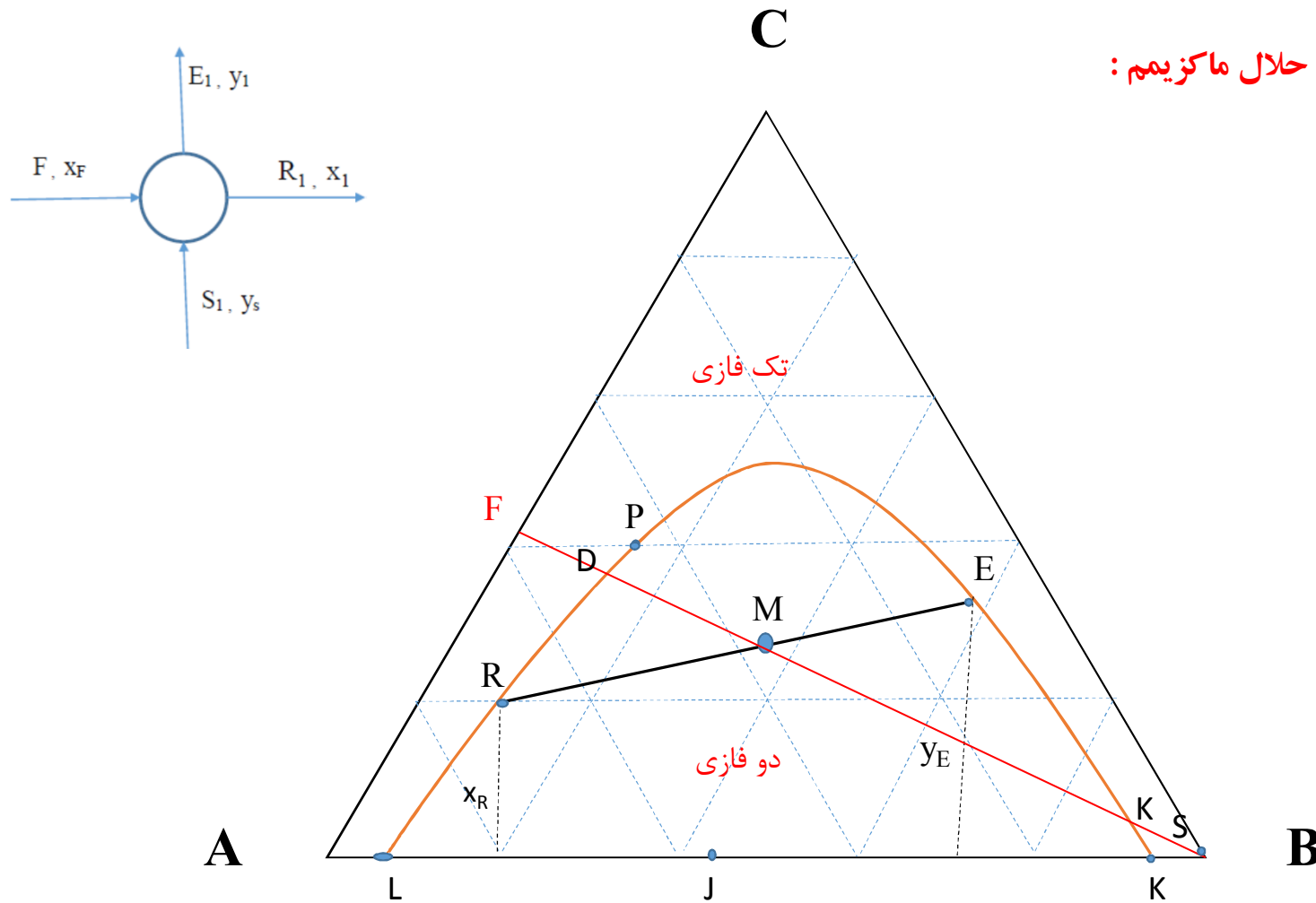


نحوه محاسبه حلال مینیمم :

$$\frac{S_{\text{Min}}}{F} = \frac{\text{DF پاره خط}}{\text{DS پاره خط}}$$



نحوه محاسبه حلال ماکزیمم :




$$F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1 \quad \text{: موازنه کلی برای مرحله 1}$$
$$R_1 + S_2 = M_2 = R_2 + E_2$$

3 : موازنه کلی برای مرحله 3 $R_2 + S_3 = M_3 = R_3 + E_3$

$$n \text{ : موازنه کلی برای مرحله } R_{n-1} + S_n = M_n = R_n + E_n$$

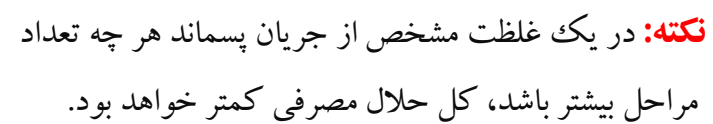
: موازنه جزئي براي مرحله n

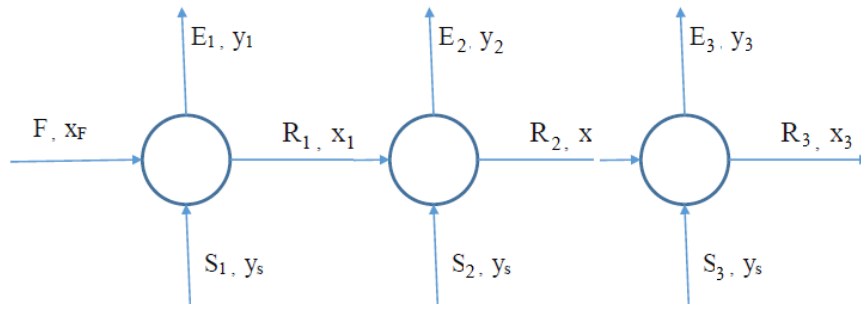
$$R_{n-1} \cdot x_{n-1} + S_n \cdot y_s = M_n \cdot x_{Mn} = R_n \cdot x_n + E_n \cdot y_n$$

*مقادیر نامساوی از حلال را می توان در مراحل مختلف استفاده کرد و حتی در دماهای متفاوتی کار کرد.

A.Haghighi

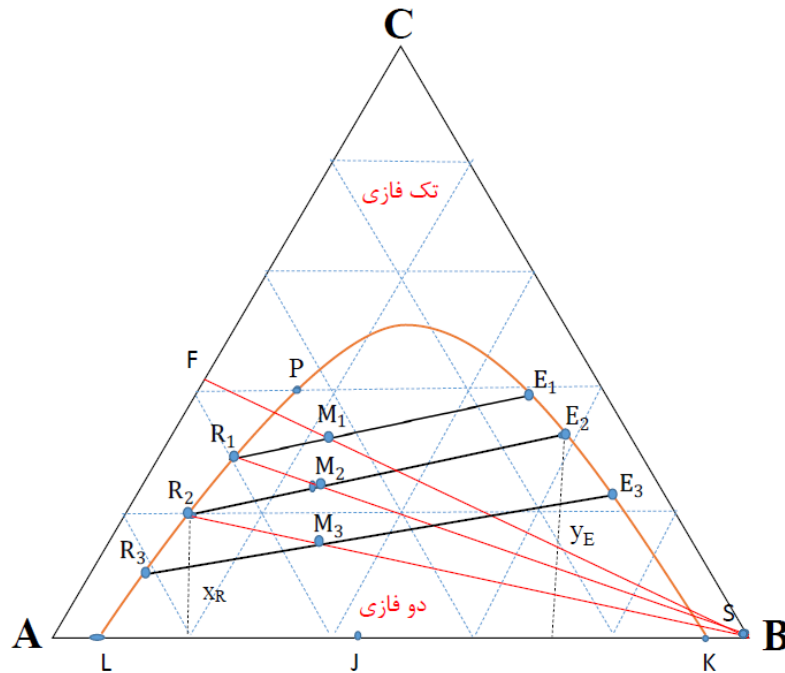






انواع مراحل عملیاتی، استخراج مایع - مایع، نسبی قابل امتزاج

(ب) چند مرحله ای متقاطع برای مختصات عاری از حلال



$$n \text{ مرحله کلی برای موازنه : } R'_{n-1} + S'_n = M'_n = R'_n + E'_n$$

n موازنه جزئی برای جزء C روی مرحله n :

$$R'_{n-1} \cdot X_{n-1} + S'_n \cdot Y_s = M'_n \cdot X_{Mn} = R'_n \cdot X_n + E'_n \cdot Y_n$$

n موازنه جزئی برای جزء B روی مرحله n :

$$R'_{n-1} \cdot N_{R_{n-1}} + S'_n \cdot N_s = M'_n \cdot N_{Mn} = R'_n \cdot N_{R_n} + E'_n \cdot N_{E_n}$$

*مقادیر نامساوی از حلال را می توان در مراحل مختلف استفاده کرد و حتی در دماهای متفاوتی کار کرد.

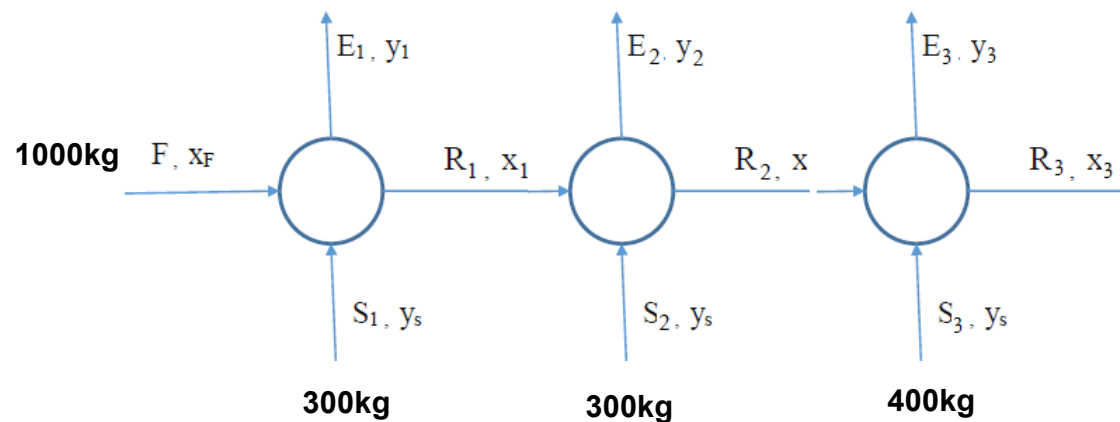
انواع مراحل عملیاتی، استخراج مایع - مایع، نسبی قابل امتزاج

موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

- از ویژگی های استفاده از مجموعه مراحل با جریان متقاطع می توان موارد زیر را ذکر کرد.
- (۱) مقادیر نامساوی را از حلال می توان در مراحل مختلف استفاده کرد.
 - (۲) در مراحل مختلف می توان از دماهای متفاوت استفاده کرد.
 - (۳) این روش تعمیمی از روش استخراج تک مرحله ای است که در آن پس مانده دوباره با حلال تازه مجاور می شود و می توان به صورت مداوم و یا غیر مداوم باشد.

نکته : در یک غلظت مشخص از جریان پسماند Rafinate هر چه تعداد مراحل بیشتر باشد حلال مصرفی کل کمتر خواهد شد .

تمرین: هرگاه حلال مصرفی خالص، مطابق شکل زیر در سه مرحله اضافه شود. کسر وزنی C در فاز E و R و خروجی از هر مرحله را حساب کنید .



Plot نقطه ای که R و E روی هم قرار می گیرند .

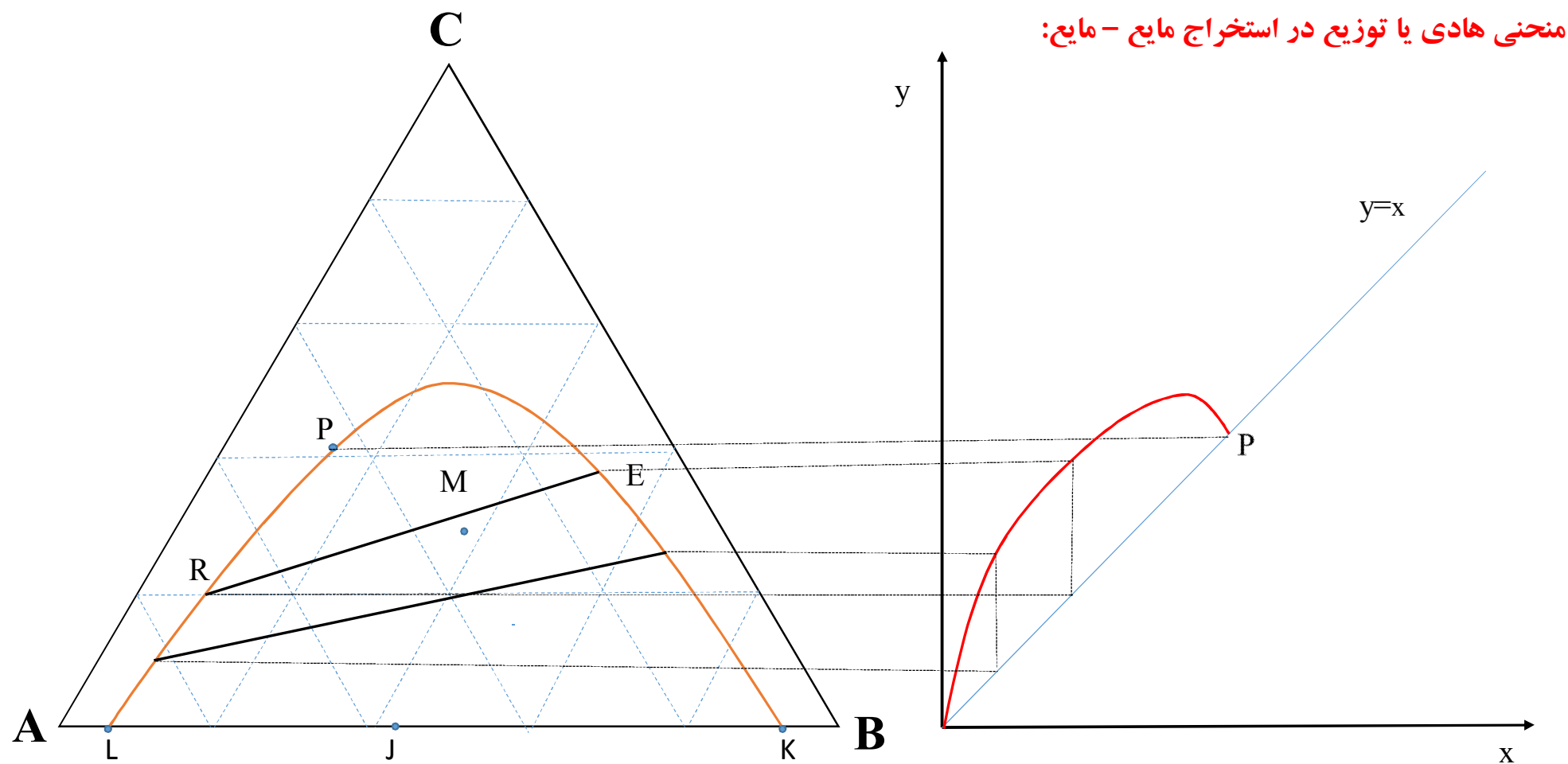
انواع سیستم های مورد بحث

1) سیستم های سه گاز مایع با حلالیت جزئی یک زوج :

اصلی ترین حالت استخراج از این نوع می باشد مثل سیستم (آب A، کلروم B، استن C) یا سیستم (بنزن A، آب B، اسید استیک C). در اینگونه سیستم ها از مختصات متساوی الاضلاع (مثلث) در حالت ایزو ترم استفاده می شود. با مراجعه به شکل (a) مشاهده می شود که مایع C به طور کامل در A و B حل می شود ولی A و B به مقدار محدودی در هم حل می شوند

که در نهایت به نقطه محلول اشباع در نقطه ℓ (که غنی از A است) و k (غنی از B) می رسد، هر چقدر A و B در هم نا محلول تر باشند نقاط ℓ و k به رئوس مثلث نزدیک تر می شوند. یک مخلوط در جزئی مثل J که بین نقاط ℓ و k قرار دارد به دو فاز مایع نا محلول با ترکیب درصد ℓ و k تقسیم می شود که مقدار نسبی آنها به موضوع نقطه J بستگی دارد.

$$\frac{\ell}{k} = \frac{line JK}{line J\ell} = \frac{x_k - x_j}{x_j - x_\ell}$$



هر نقطه مثل M که زیر منحنی قرار داشته باشد به دو فاز مایع نامحلول اشباع با ترکیب درصد R (غنی از A) و E (غنی از B) تبدیل می شود خط اتصال بین این ترکیب درصد های تعادلی خط رابط (Tie Line) نامیده می شود، که بایستی از نقطه M که کل مخلوط را نشان می دهد و عبور کند. تعداد نامحدودی خط رابط در ناحیه دو فازی وجود دارد که تنها تعدادی از آنها رسم شده است این خطوط موازی هم نیستند و ممکن است ضریب زاویه آنها در یک جهت به تدریج تغییر کند .

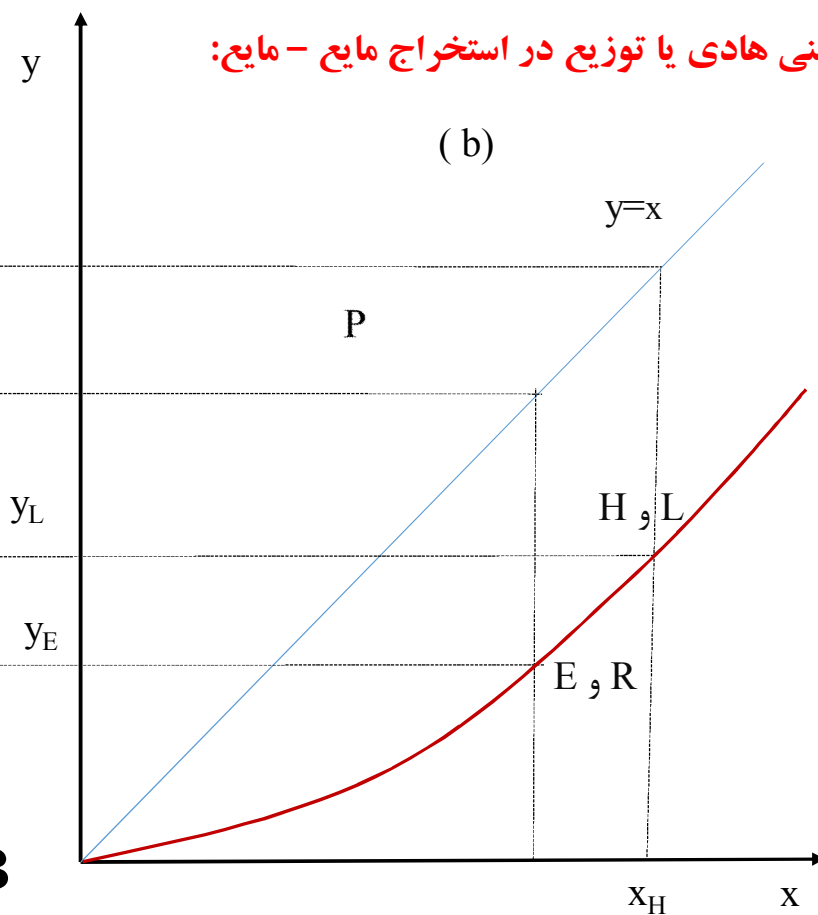
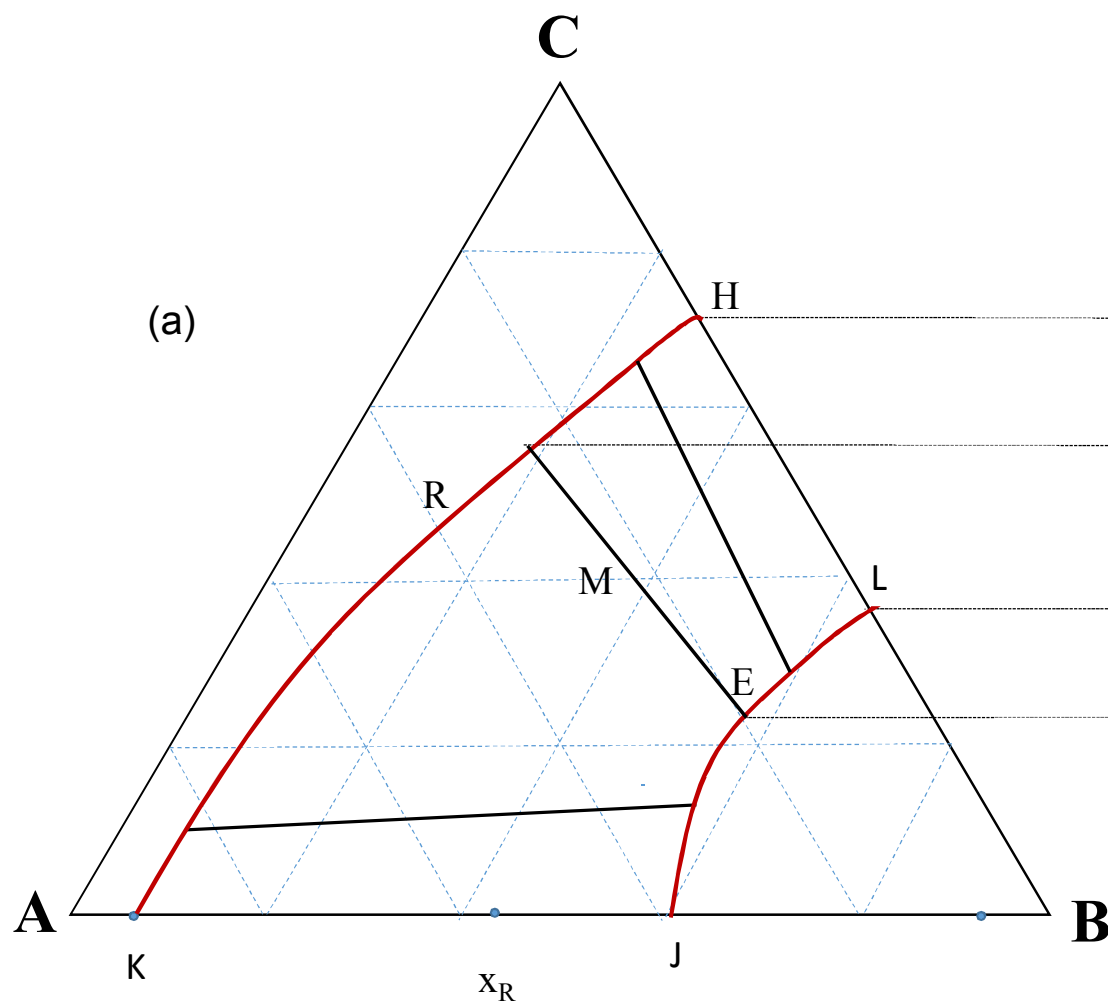
نقطه P که نقطه plot نامیده می شود آخرین خط رابط یست و نقطه ایست که منحنی حلالیت فازهای غنی از B به هم می رسند. وقتی غلظت های C در انتهای خطوط رابط به حسب هم رسم شوند منحنی توزیع (هادی) در شکل (b)، بوجود می آورند.

(۲) سیستم های سه گانه با حلالیت جزئی دو زوج

از این نوع سیستم ها می توان سیستم های (کلروبنزن، آب، متیل اتیل کتون) را نام برد که در آن A و C به طور کامل در هم محلولند در حالیکه زوج های A - B و B-C دارای حلالیتهای محدود هستند.

شکل (a) نشان دهنده یک ایزوترم است در دمای مشخص شده، نقاط K و L نشان دهنده حلالیت دو تایی A و B و نقاط H و L برای حلالیت B و C هستند. منحنی (KRH) (غنی از A) و منحنی JEL (غنی از B) هستند. منحنی های KRH و JEL منحنی حلالیت سه جزئی هستند و مخلوط های خارج از باند مشخص شده توسط این دو منحنی محلولهای یک فازی متجانسی را تشکیل می دهند مخلوطی مانند M داخل ناحیه ای نامتجانس دو فاز مایع در حال تعادل E و R را پدید می آورند که با خط رابط به هم متصل شده اند. شکل (b) منحنی توزیع (هادی) شکل (a) را نشان می دهند.

(۲) سیستم های سه گانه با حالات جزئی دو زوج
 منحنی هادی یا توزیع در استخراج مایع - مایع:



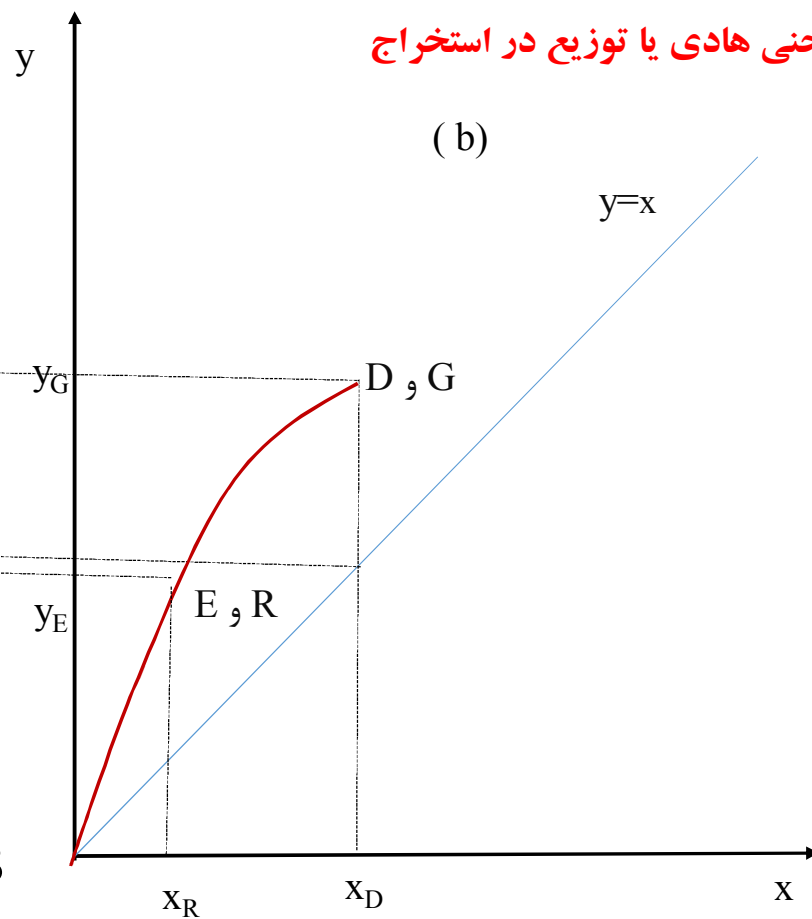
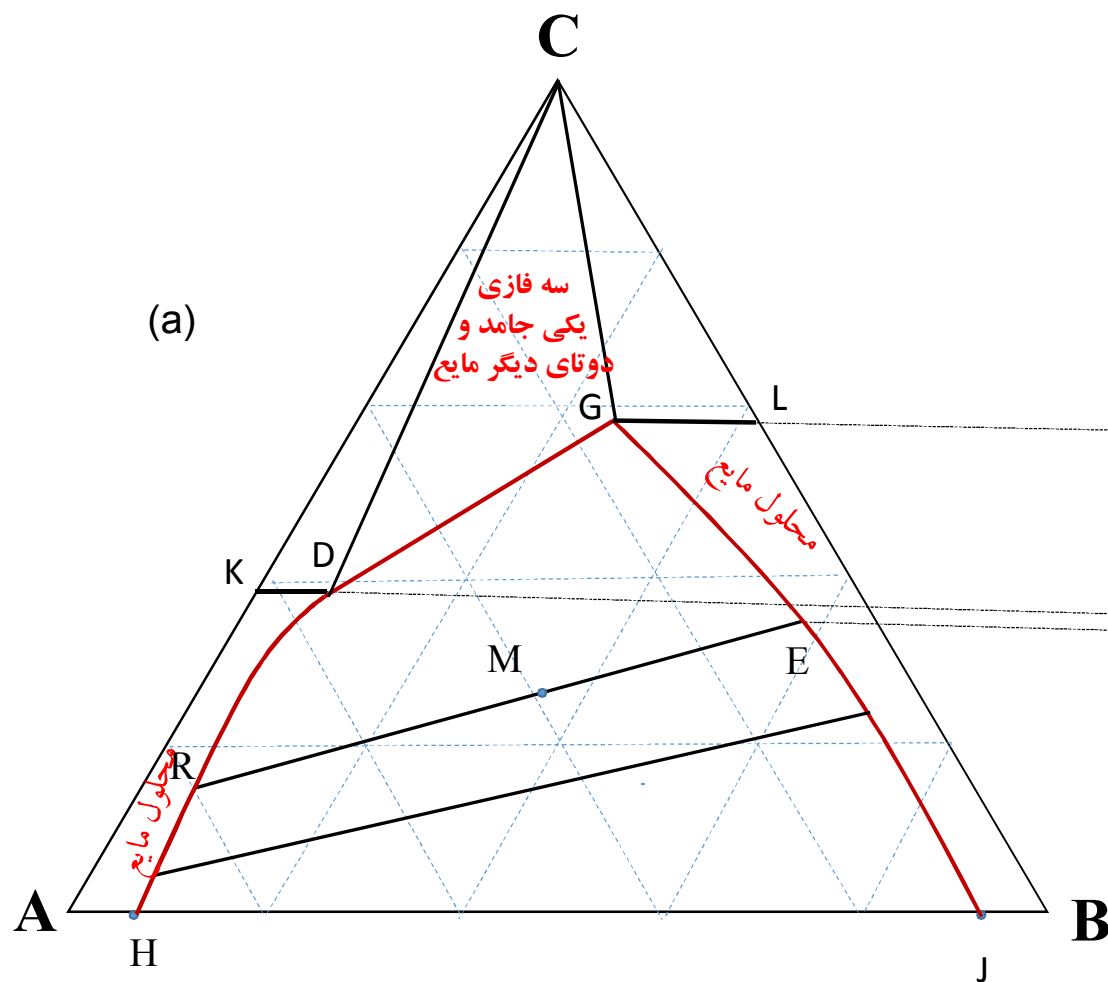
۳) سیستم های دو گاز مایع با حلالیت جزئی و یک جامد

وقتی که جامد با مایع تولید ترکیبی مانند هیدرات را نکند سیستم دارای مشخصات ایزوترم خواهد شد، شکل (a) نشان دهنده یک ایزوترم است. نمونه این سیستم ها را می توان سیستم (نفتالین، آنیلین و ایزواکتان) را نام برد .

جامد C در مایع A حل می شود تا محلول اشباع در نقطه K را ایجاد کند و همینطور در مایع B تا سرانجام به نقطه اشباع L می رسد. A و B تنها تا مقادیر نشان داده شده در H و L در هم حل می شوند. مخلوط هایی که در مناطق AKDH و BLGJ قرار دارند. منحنی های KD و منحنی GL اثر افزایش A و B را روی حلالیت C نشان می دهد. در ناحیه HDJ دوفاز مایع تشکیل می شود. اگر C را به دو مایع نامحلول H و L تا مخلوطی مانند M بدست آید، فازهای مایع در حال تعادل E و R خواهند بود ، که توسط خط رابط به هم مرتبط شده اند. تمام مخلوط های موج. د در ناحیه شامل سه فاز هستند، جامد C و محلول های اشباع در G و D . عملیات استخراج مایع معمولا در ناحیه دو فازی مایع انجام می شود.

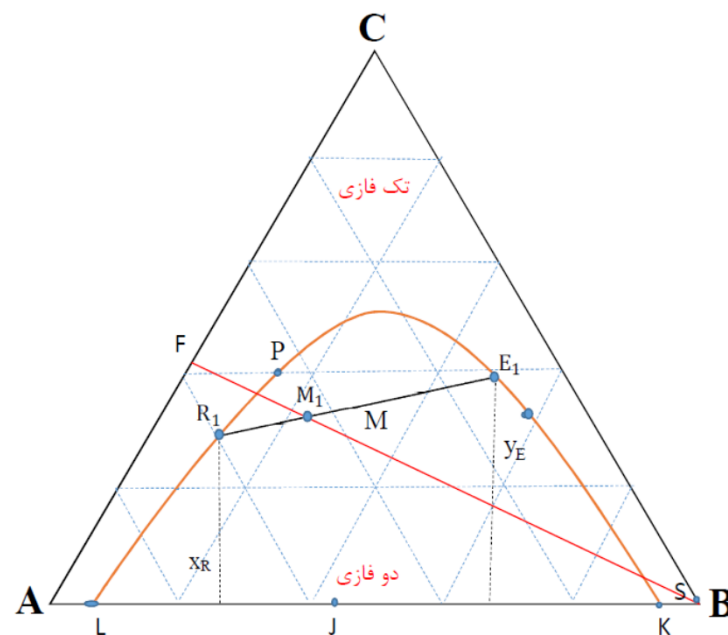
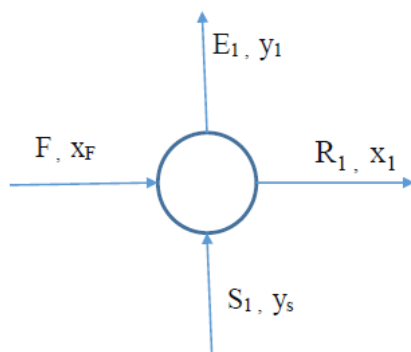
(۳) سیستم های دو گاز مایع با حلالیت جزئی و یک جامد

منحنی هادی یا توزیع در استخراج

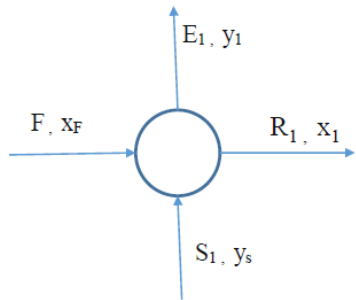


مثال:

مخلوطی متشکل از 1000kg پیریدین و 1000kg آب داریم و می خواهیم غلظت آن را با استفاده از 2000kg حلال به ۲٪ کاهش دهیم. این کار قرار است در یک فرآیند استخراج تک مرحله ای ناپیوسته با حلال کلروبنزن انجام شود. چه مقدار حلال برای این کار لازم است؟



حل :



موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$

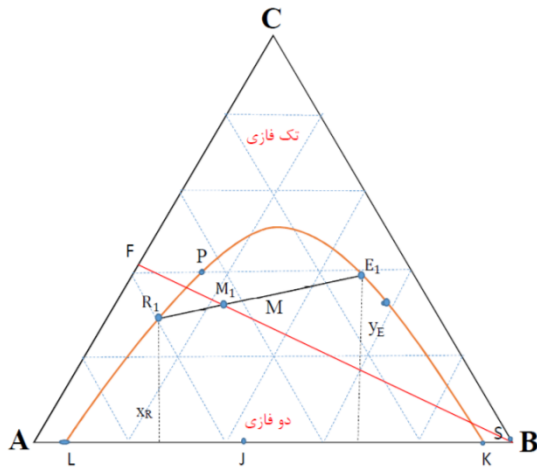
موازنه جزئی : $F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s = M_1 \cdot x_{M1} \rightarrow x_{M1} = \frac{F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s}{F + S_1}$

$R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1 = M_1 \cdot x_{M1} \rightarrow x_{M1} = \frac{R_1 \cdot x_1 + E_1 \cdot y_1}{R_1 + E_1}$

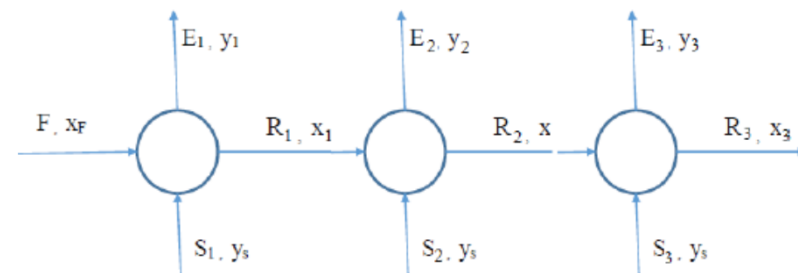
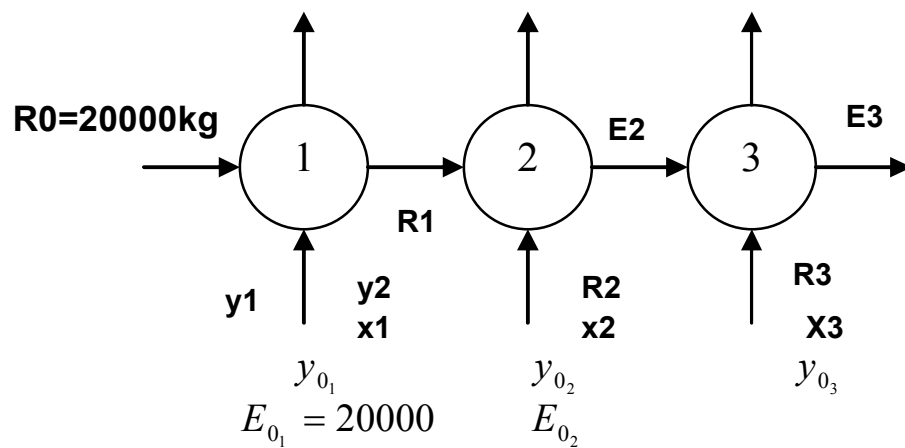
موازنه کلی : $F + S_1 = M_1 = 2000 + 2000 = 4000$

(الف)

$x_{M1} = \frac{F \cdot x_F + S_1 \cdot y_s}{F + S_1} \rightarrow x_{M1} = \frac{2000 \times 0.5 + 2000 \times 0.0}{2000 + 2000} = 0.25$



$\Rightarrow \begin{cases} E_2 \\ R_2 \end{cases} \Rightarrow E_1 = 14476.2 \text{ kg}$



$$\frac{s_1(E_{0_1})}{F} = \frac{\overline{M_1 F}}{\overline{M_1 S_1}} = \frac{20000}{20000} = 1 \quad \Rightarrow \overline{M_1 F} = \overline{M_1 S_1}$$

طبق نمودار :

$$\begin{cases} x_1 = 0.22 \\ y_1 = 0.265 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_1 = R_1 + E_1 \\ M_1 = R_1 + E_1 \cdot y_{E_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \\ R_1 = \end{cases}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= R_2 + E_{0_2} = 2R_2 \\ M_2 \cdot x_{M_2} &= R_2 \cdot x_{R_2} + E_{0_2} \cdot y_{E_2} \Rightarrow \begin{cases} E_{0_2} = \\ R_2 = \end{cases} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} R_1 + E_1 = 4000 \\ 0.22R_1 + 0.265E_1 = 10000 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = 26666/7kg \\ R_1 = 13333/3kg \end{cases}$$

$$R_1 \cdot \overline{M_2 R_1} = E_{0_2} \cdot \overline{M_2 E_{0_2}} \Rightarrow \overline{M_2 R_1} = \overline{M_2 E_{0_2}}$$

$$\begin{cases} y = 0.14 \\ x = 0.07 \end{cases} \quad \text{موازنه کلی و} \quad \begin{cases} R_2 + E_2 = R_1 + E_{0_2} = 2 \times 133333 = \\ R_2 \cdot x_{R_2} + E_2 \cdot y_{E_2} = R_1 \cdot x_1 + E_{0_2} \times y_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 13333.3 \times 0.22 + 0 = R_2 \times 0.07 + E_2 \times 0.14 \Rightarrow \begin{cases} E_2 = 15240kg \\ R_2 = 11426.6kg \end{cases}$$

$$R_2 = E_{0_3} = 11426.6kg$$

$$\{R_2 \cdot \overline{M_3 R_2} = E_{0_3} \cdot \overline{M_3 E_{0_3}} \Rightarrow \overline{M_3 E_{0_2}} = \overline{M_3 E_{0_3}}$$

$$\begin{cases} x_3 = 0.012 < 0.02 \\ y_3 = 0.047 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_3 + E_3 = R_2 + E_{0_3} = 2 \times 11426.6 = 22853.2 \\ R_3 x_3 + E_3 y_3 = R_2 x_2 + E_{0_3} y_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_3 = 7832 kg \\ E_3 = 5018.2 kg \end{cases}$$

$E_1 > E_0$ با تفاضل E های ورودی و خروجی می توان مقدار استخراج را در هر مرحله حساب کرد. مقدار باقی مانده اختلاف $R_1 < R_0$

تعداد مراحل = 3

مقدار حلال لازم = 44760kg

مختصات دیگر *

ما تا کنون دو مختصات مثلث متساوی الاضلاع و منحنی تعادلی XY را رسم کردیم. مقیاس مختصات مثلث متساوی الاضلاع لزوماً مشابه هم هستند. برای آنکه یک مقیاس مختصات نسبت به دیگری افزایش دهیم. از مختصات مثلث قائم الزاویه استفاده می کنیم.

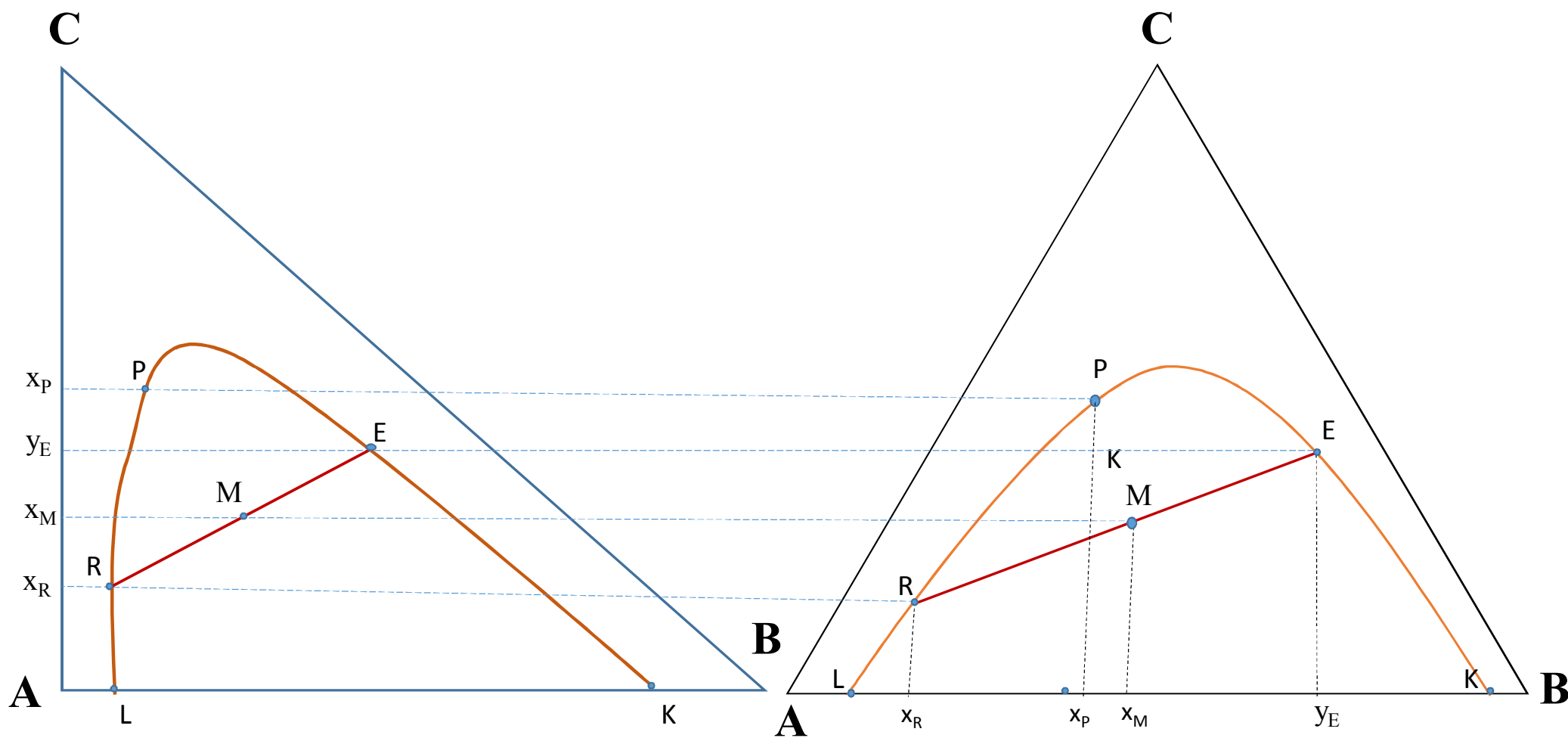
مختصات مثلث قائم الزاویه **

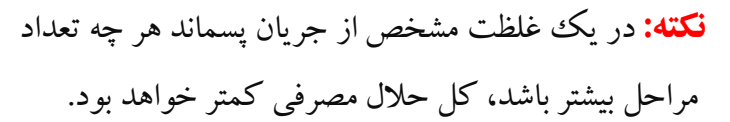
در این مختصات غلظت های C را نسبت به غلظت B رسم می کنیم. در این نوع مختصات می توان با افزایش یکی از غلظت ها نمودار را به اندازه مورد نیاز بسط داد و از قاعده اهرم بدون نگرانی از نامساوی بودن مقیاس ها استفاده نمود.

مختصات قائم ***

این سیستم مختصات شامل ترسیم N ، غلظت B نسبت به غلظت C براساس عاری از B رسم می شود .

$$N = \frac{kgB}{kgA + kgC}$$





1- مرحله متقاطع : برای حل مسائل این چینی ابتدا باید جدول داده های تعادلی را به ما به چندان بتوانیم منحنی تعادلی را رسم کنیم و سپس به استفاده از معادلات مربوط به موازنه جرم مقدار M را بدست آوریم. نقطه M مخلوطی از حلال و خوراک است که برای پیدا کردن آن می توانیم به یکی از روشهای زیر عمل کنیم .

انواع مراحل عملیاتی استخراج مایع - مایع (نسبتاً قابل استخراج)

$$F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$$

موازنه جزئی روی C :

$$F.x_F + S_1.y_S = M_1.x_{M_1} \Rightarrow x_{M_1} = \frac{F.x_F + S_1.y_S}{F + S_1}$$

یا

$$R_1.x_1 + E_1.y_1 = M_1.x_{M_1} \Rightarrow x_{M_1} = \frac{R_1.x_1 + E_1.y_1}{R_1 + E_1}$$

Semnan University , Faculty of Chemical, Gas and Petroleum Engineering, A.Haghighi

مثال:

داده های تعادلی (پیریدین بمین دو فاز نسبی قابل امتزاج به شرح زیر است) (دمای ثابت 250C و فشار ثابت اتمسفر یک). می خواهیم از یک واحد عملیاتی Mixer-Settler (یک مرحله ای متقاطع) برای کاهش میزان پیریدین از ۹۵٪ در صدوزنی، ۵٪ وزنی استفاده کنیم. در صورتی که حلال کاملاً خالص باشد.

الف) حداقل و حداکثر حلال چقدر است؟

ب) چه مقدار حلال باید برای دستیابی به جداسازی مورد نظر استفاده کنیم. (خوراک می باشد).

ج) آیا امکان انجام این عمل در چهار مرحله پیاپی با میزان نصف حلال مورد استفاده در یک مرحله متقاطع بنحوی که میزان حلال ورودی به هر مرحله مساوی باشد وجود دارد؟
 $200 \frac{kg}{min}$

$$\begin{array}{lll} x_F = 0.45 & x_{ND} = 0.05 & \left(\frac{S}{F}\right)_{\min} = \frac{\overline{Fk}}{\overline{KS}} \Rightarrow S_{\min} = \frac{17.5}{14} \times 200 = 600.1 \frac{kg}{min} \\ F = 200 & y_0 = 0 & \left(\frac{S}{F}\right)_{\max} = \frac{FD}{DS} \Rightarrow S_{\max} = \frac{17.1}{0.4} \times 200 = 8550 \frac{kg}{min} \end{array}$$

$$\text{موازنه کلی : } F + S = M = R + E$$

$$\text{موازنه جزئی : } F.x_F + S.x_S = M.x_M = R.x_R + E.x_E$$

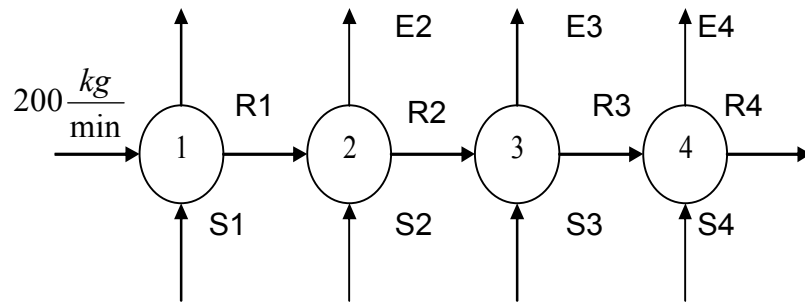
$$\Rightarrow F.x_F + S \times 0 = (F + S).x_m \Rightarrow F(x_F - x_M) = S.x_M \Rightarrow S = \frac{F(x_F - x_M)}{x_M}$$

$$x_M = 0.103 \quad S = \frac{200(0.45 - 0.103)}{0.13} = 675 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

$$S_{total} = \frac{1}{2} S = \frac{1}{2} \times 675 = 337.5 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \quad (\text{ب})$$

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \frac{1}{4} \quad (\text{ج})$$

$$S_{total} = 84.375 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$



: موازنه کلی $F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1 = 284.4$

$$x_{M_1} = \frac{200 \times 0.45}{284.4} = 0.316 \quad \Rightarrow \begin{cases} x_{R_1} = 0.31 \\ x_{F_1} = 0.33 \end{cases}$$

$$E_1 = 133.3 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \text{ \& } R_1 = 151 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

$$R_1 + S = M_2 \Rightarrow 151 + 84.4 = M_2 \Rightarrow M_2 = 235.5$$

$$x_{m3} = \frac{0.2 \times 113.5}{197.9} = 0.1147 \Rightarrow \begin{cases} x_{R3} = 0.086 \\ y_{E3} = 0.143 \end{cases}$$

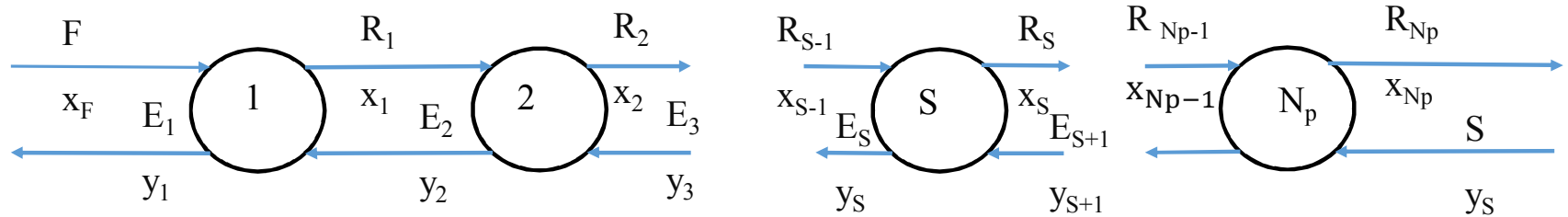
$$E_2 = \frac{M_2(x_{M_2} - x_2)}{y_2 - x_2} = \frac{235.5(0.0052)}{0.01} = 122 \frac{kg}{min}$$

$$\begin{cases} R = 113.5 \frac{kg}{min} \\ S = 84.4 \frac{kg}{min} \end{cases} \Rightarrow R_2 + S = M_2 = 197.9 \frac{kg}{min}$$

$$E_3 = \frac{M_3(x_{M_3} - x_3)}{y_{E3} - x_{R3}} = \frac{197.9(0.1147 - 0.086)}{0.143 - 0.086} = 99.6 \frac{kg}{min}$$

$$\begin{cases} R_3 = 98.2 \\ S = 84.4 \end{cases} \rightarrow M_4 = 182.6 \frac{kg}{min} \quad x_{m4} = \frac{0.086 + 98.2}{182.6} = 0.046$$

سیستم های استخراج چند مرحله ای مداوم با جریان ناهمسو



موازنه کلی : $F + S = R_{Np} + E_1 = M$

موازنه جزئی : $F \cdot x_F + S \cdot y_S = R_{Np} \cdot x_{Np} + E_1 \cdot y_1 = M \cdot x_M$

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

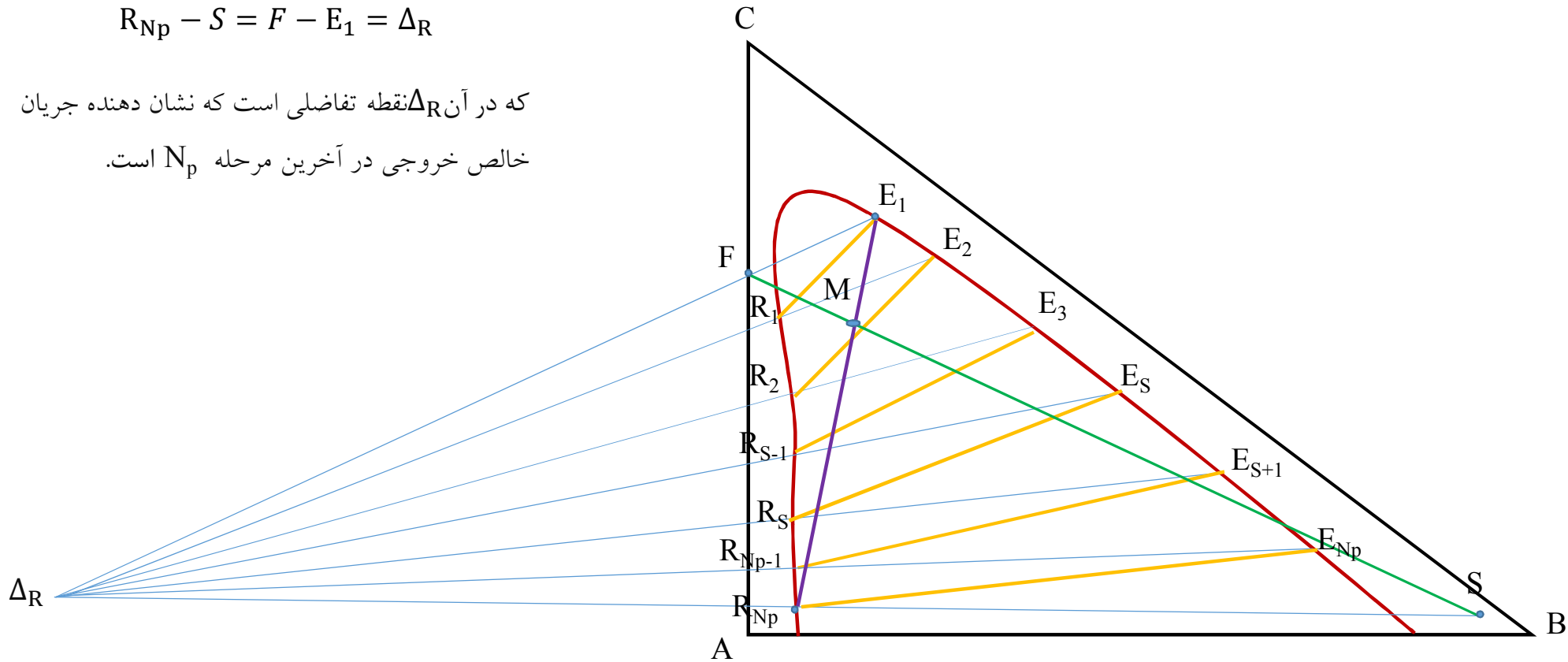
$$R_{Np} - S = F - E_1 = \Delta_R$$

که در آن Δ_R نقطه تفاضلی است که نشان دهنده جریان خالص خروجی در آخرین مرحله N_p است.

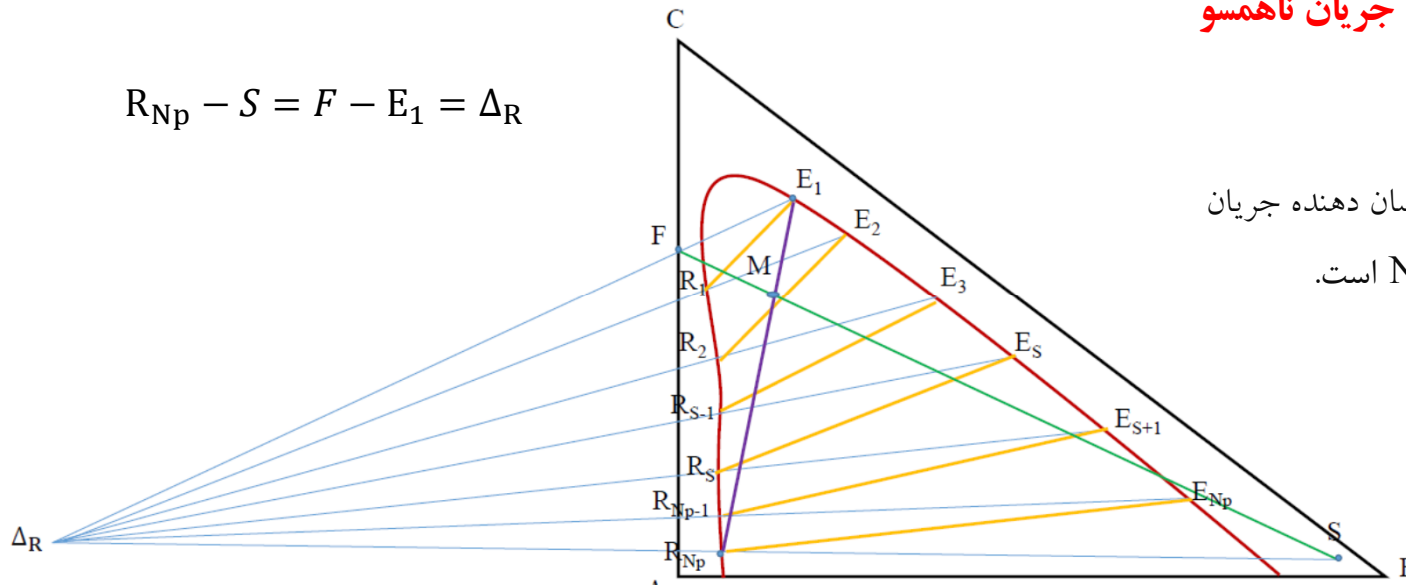
استخراج چند مرحله ای مداوم با جریان ناهمسو

$$R_{Np} - S = F - E_1 = \Delta_R$$

که در آن Δ_R نقطه تفاضلی است که نشان دهنده جریان خالص خروجی در آخرین مرحله N_p است.



استخراج چند مرحله ای مداوم با جریان ناهمسو



$$R_{Np} - S = F - E_1 = \Delta_R$$

که در آن Δ_R نقطه تفاضلی است که نشان دهنده جریان خالص خروجی در آخرین مرحله N_p است.

گاهی اوقات ممکن است Δ_R در سمت راست نمودار قرار گیرد. با نوشتن موازنه جرم از مرحله S تا N_p داریم:

$$R_{S-1} + S = R_{Np} + E_S$$

$$R_{Np} - S = R_{S-1} - E_S = \Delta_R$$

به این ترتیب تفاضل جریانها در مکانی بین دو مرحله، ثابت و برابر Δ_R است. بنابراین خط $E_S R_{S-1}$ باید از نقطه Δ_R عبور کند.