فصل ۱۰: استخراج مایع-مایع
Liquid-Liquid Extraction

اختلاط دو مایع سه حالت کلی را شامل می شود:

۱) کاملاً امتزاج پذیر، ۲) امتزاج نسبی، ۳) غیر قابل امتزاج

انتقال اجزاء از یک فاز مایع به فاز مایع دیگر

عوامل موثر در انتخاب حلال فرایند استخراج مایع-مایع

- گزینش پذیری (selectivity)

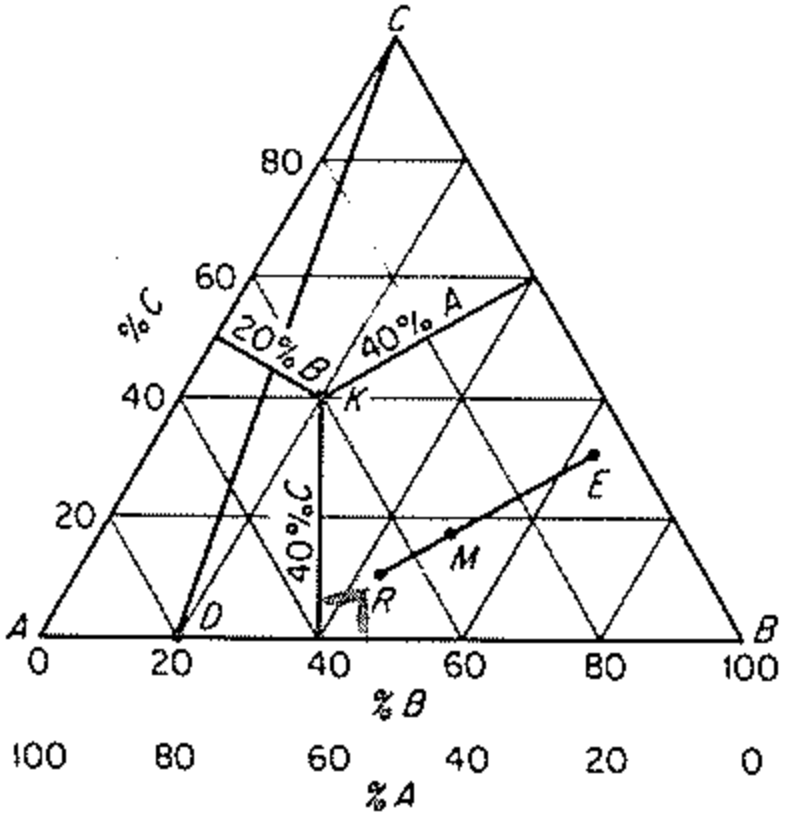
$$\beta = \frac{\frac{y_C}{x_C}}{\frac{y_A}{x_A}}$$

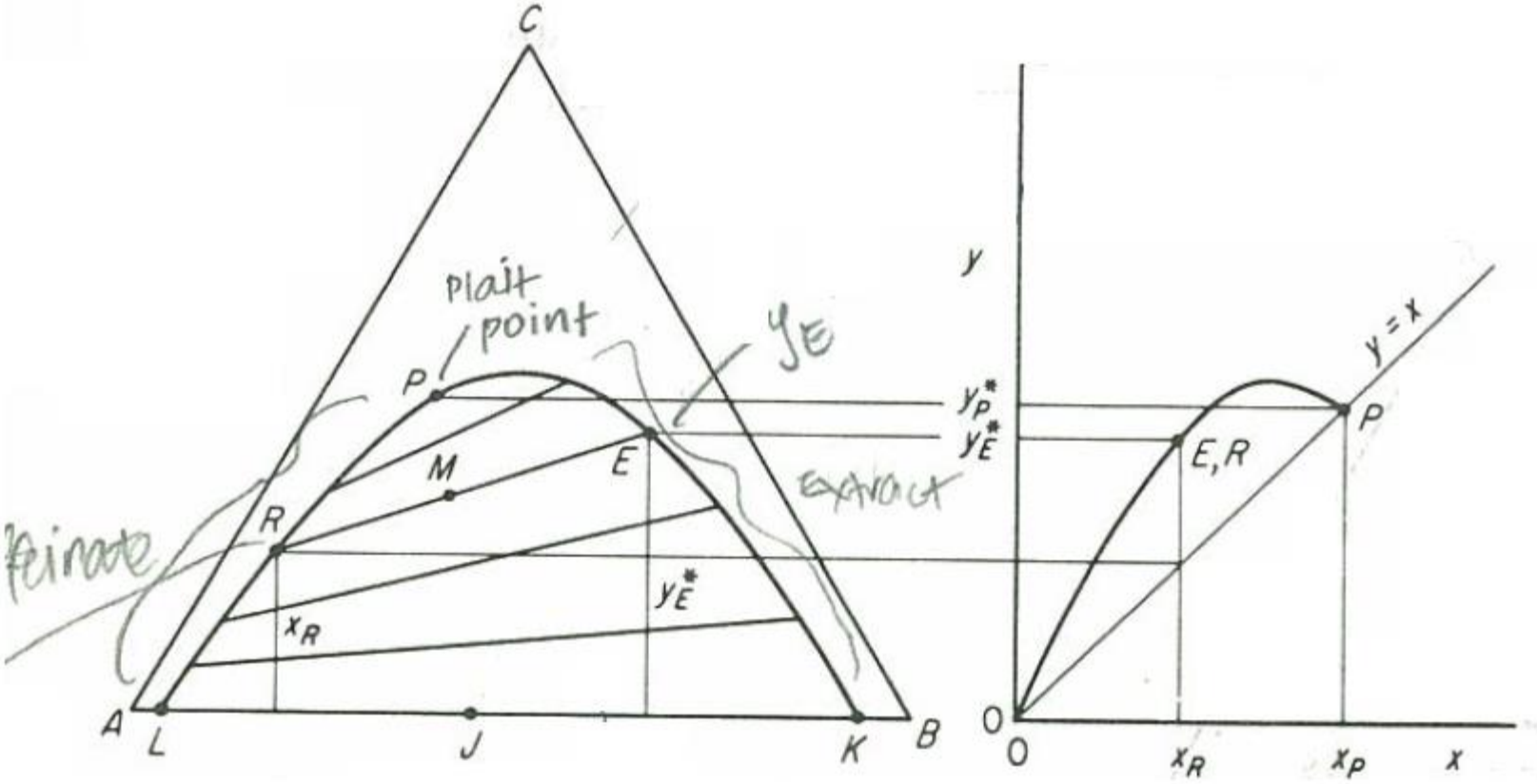
- ضریب پخش (Distribution coefficient):

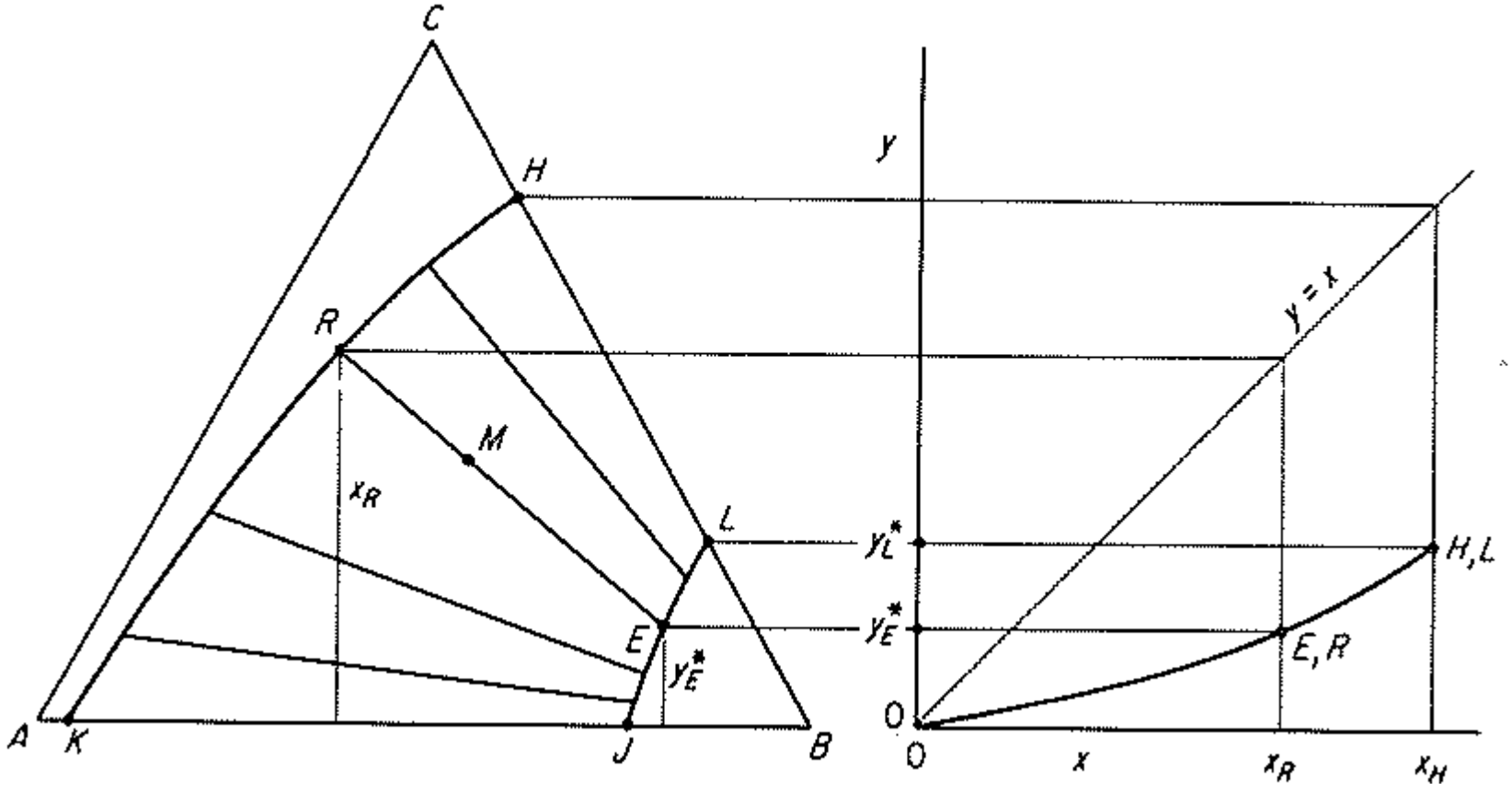
$$m = \frac{y_C}{x_C}$$

- میزان انحلال حلال در خوراک: هر چه حلالیت کمتر باشد بهتر است چون دیگر نیازی به جداسازی حلال از فاز رفینیت نیست و مصرف حلال کاهش می یابد.
- حلال باید به گونه ای باشد که به راحتی از فاز R جدا شده و بازیابی گردد. همچنین حلال مورد استفاده باید در دسترس ارزان، عدم سمیت، عدم اشتعال پذیری، اختلاف دانسیته بالا با خوراک

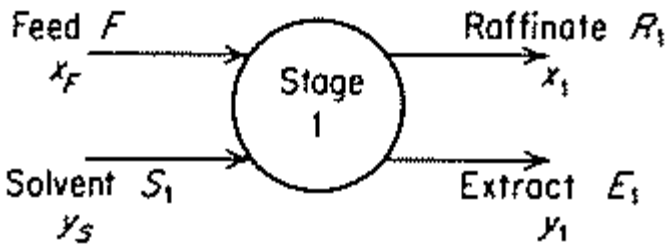
منحنی مثلثی


C
80
60
40
20
%C
20% B
40% A
K
40%C
E
M
R
D
A
B
0
20
40
60
80
100
%B
100
80
60
40
20
0
%A


C
plait point
P
y_E
y_P^*
y_E^*
M
E
R
extract
raffinate
y_E^*
x_R
A
L
J
K
B
y
y = x
E, R
P
0
0
x_R
x_P
x


C
H
R
M
x_R
L
E
y_E^*
A
K
J
B
y
y = x
y_L^*
y_E^*
H, L
E, R
0
0
x
x_R
x_H

واحد عملیاتی استخراج مایع-مایع

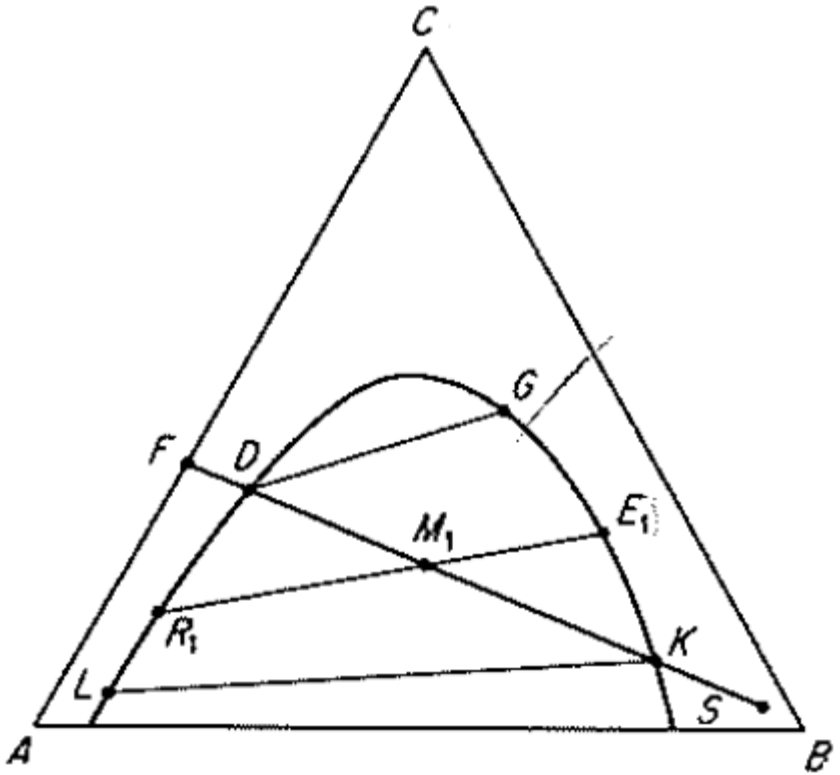


- جریان تک مرحله ای:

۱) رسم منحنی تعادل مثلثی

۲) تعیین موقعیت خوراک و موقعیت حلال

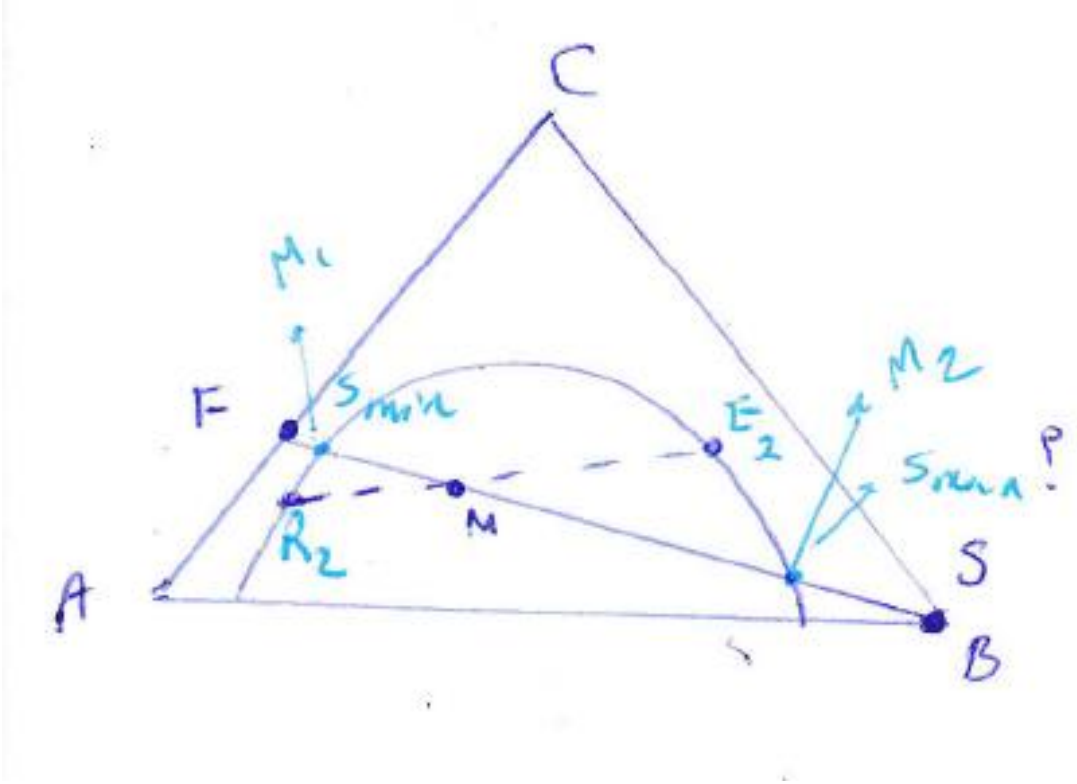
۳) تعیین موقعیت نقطه M



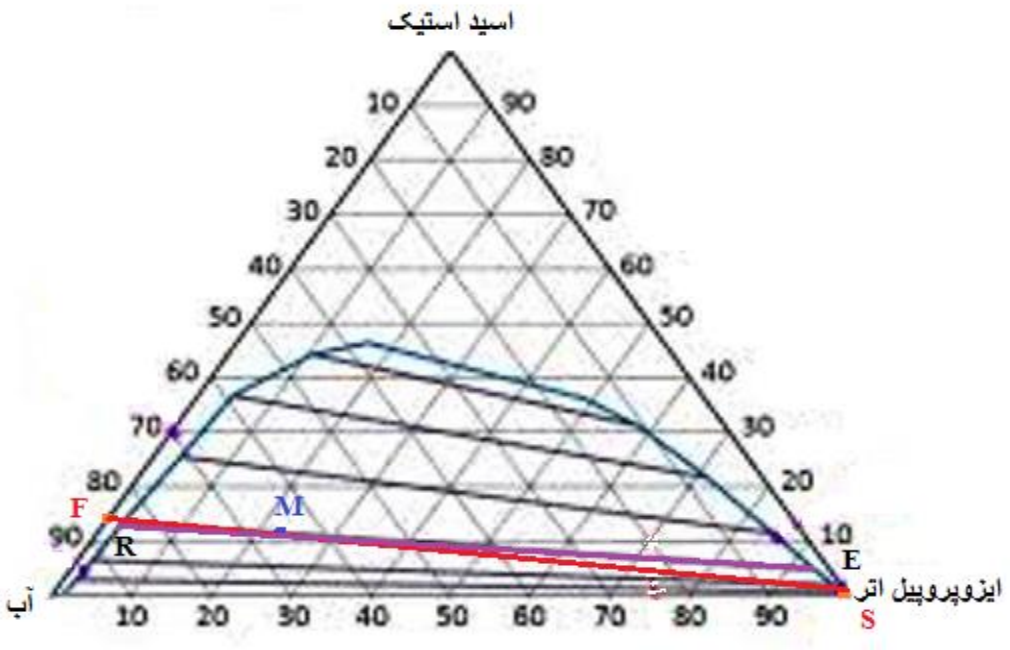
تعیین مقدار مینیمم حلال

$$S_{\min} = F \frac{\overline{F}\overline{M}_1}{\overline{S}\overline{M}_1}$$

$$S_{\max} = F \frac{\overline{F}\overline{M}_2}{\overline{S}\overline{M}_2}$$



مثال: ۱۰۰۰ کیلوگرم از مخلوطی شامل ۱۵% اسید استیک و ۸۵% اب توسط ۳۰۰ کیلوگرم حلال خالص ایزوپروپیل اتر استخراج می شوئ. اگر این عمل در یک مرحله تعادلی صورت گیرد، غلظت و میزان فازهای خروجی از مرحله تعادلی را محاسبه نمایید. همچنین مقدار حلال مینیمم و ماکزیمم را تعیین کنید.



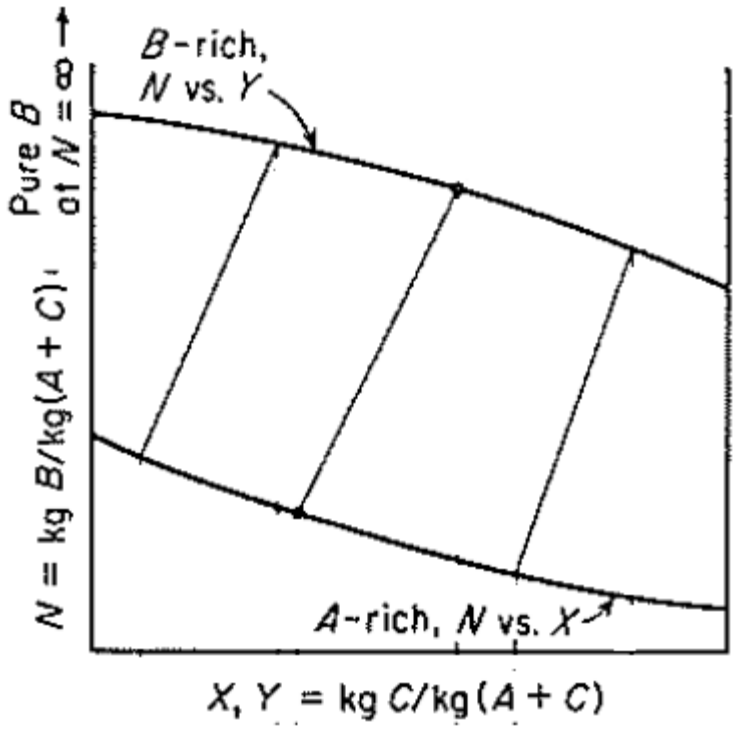
منحنی تعادلی بر پایه بدون حلال

$$N_E = \frac{m_B}{m_A + m_C}\Bigg)_E$$

$$N_R = \frac{m_B}{m_A + m_C}\Bigg)_R$$

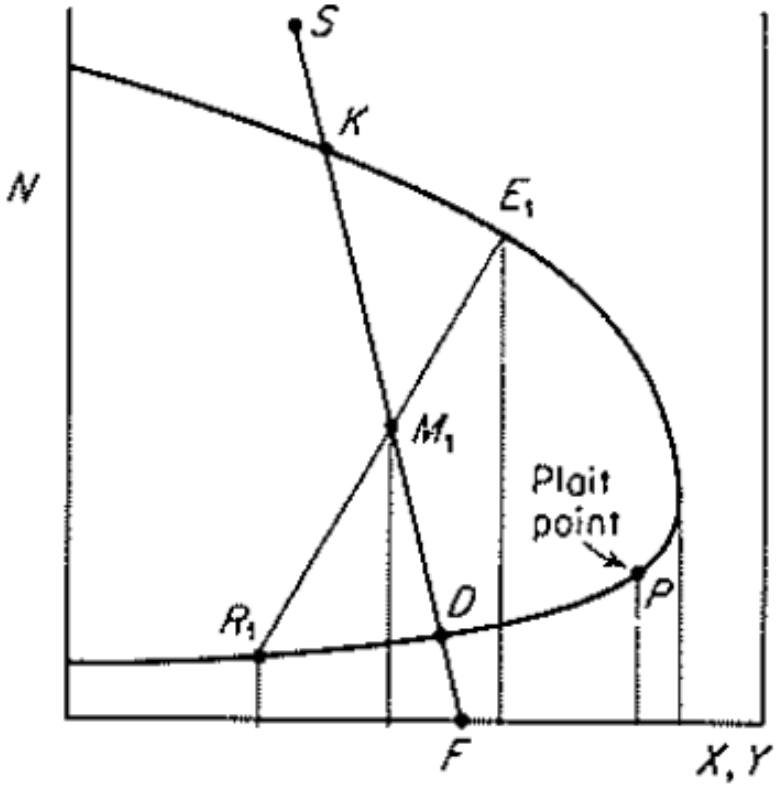
$$X = \frac{m_C}{m_A + m_C}\Bigg)_R$$

$$Y = \frac{m_C}{m_A + m_C}\Bigg)_R$$



محاسبات سیستم تک مرحله ای به کمک نمودار N بر حسب X و Y (محاسبات بر پایه بدون حلال)

$$E' = A + C$$
$$R' = A + C$$
$$E = E'(1 + N_E)$$
$$R = R'(1 + N_R)$$



$$F' + S' = M_1' = E_1' + R_1'$$

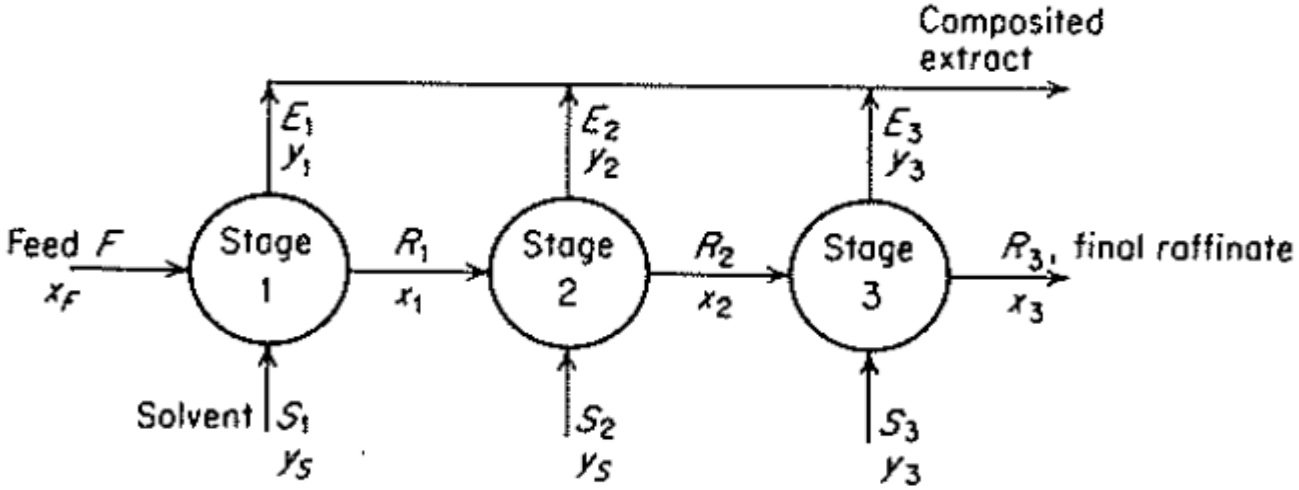
$$F'X_F + S'Y_S = M_1'X_{M1} = E_1'Y_1 + R_1'X_1$$

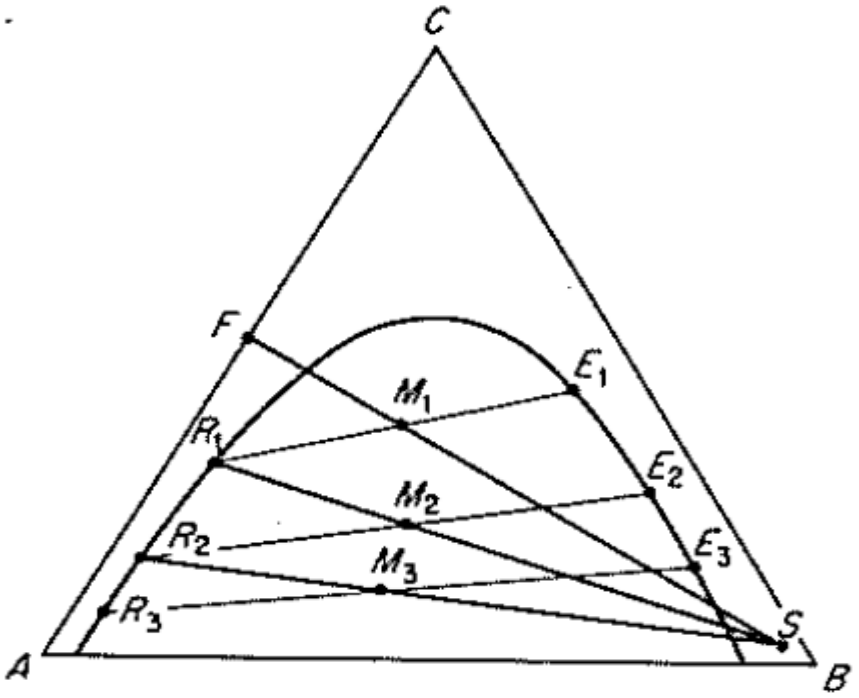
$$F'N_F + S'N_S = M_1'N_{M1} = E_1'N_{E1} + R_1'N_{R1}$$

$$X_{M1} = \frac{F'X_F + S'X_S}{F' + S'}$$

$$N_{M_1} = \frac{F'N_F + S'N_S}{F' + S'}$$

جریان متقاطع چند مرحله ای





۱) رسم منحنی تعادل مثلثی

۲) تعیین موقعیت خوراک و حلال

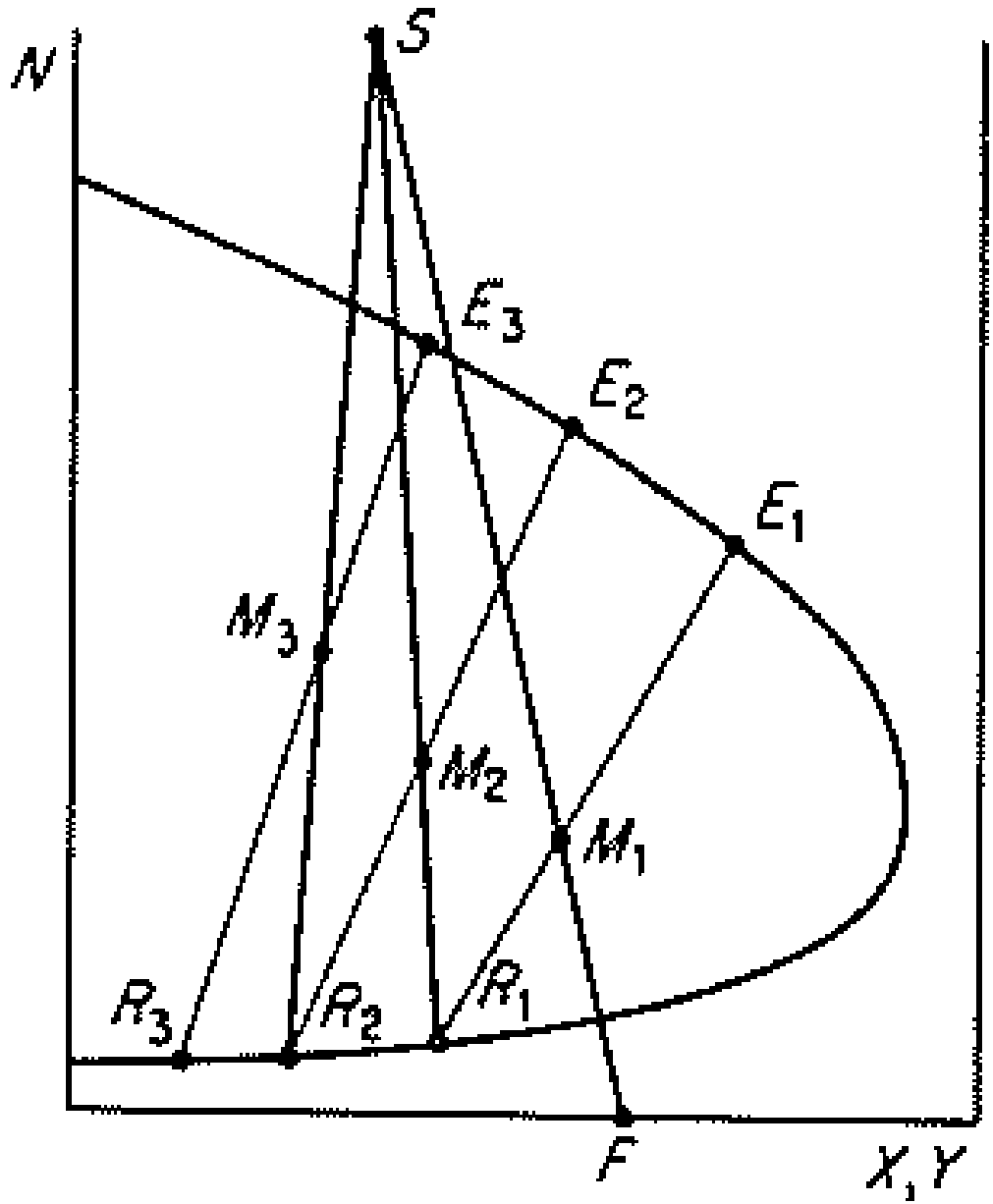
۳) تعیین موقعیت نقطه M_1

۴) رسم خط رابط عبوری از M_1

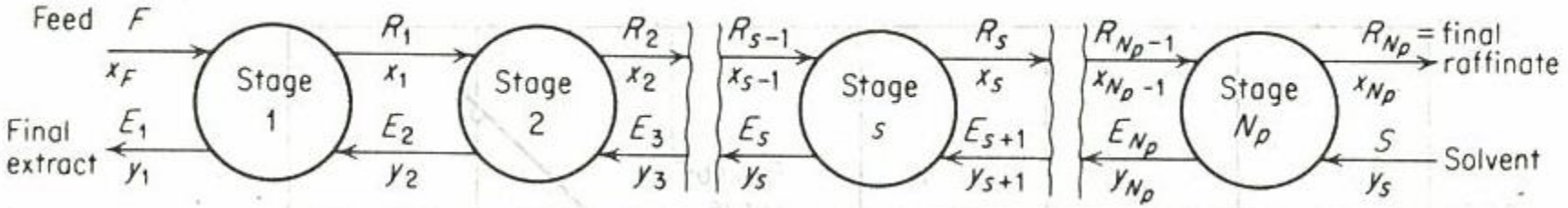
۵) محاسبه مقادیر R1 و E1 با توجه به مقادیر x و y

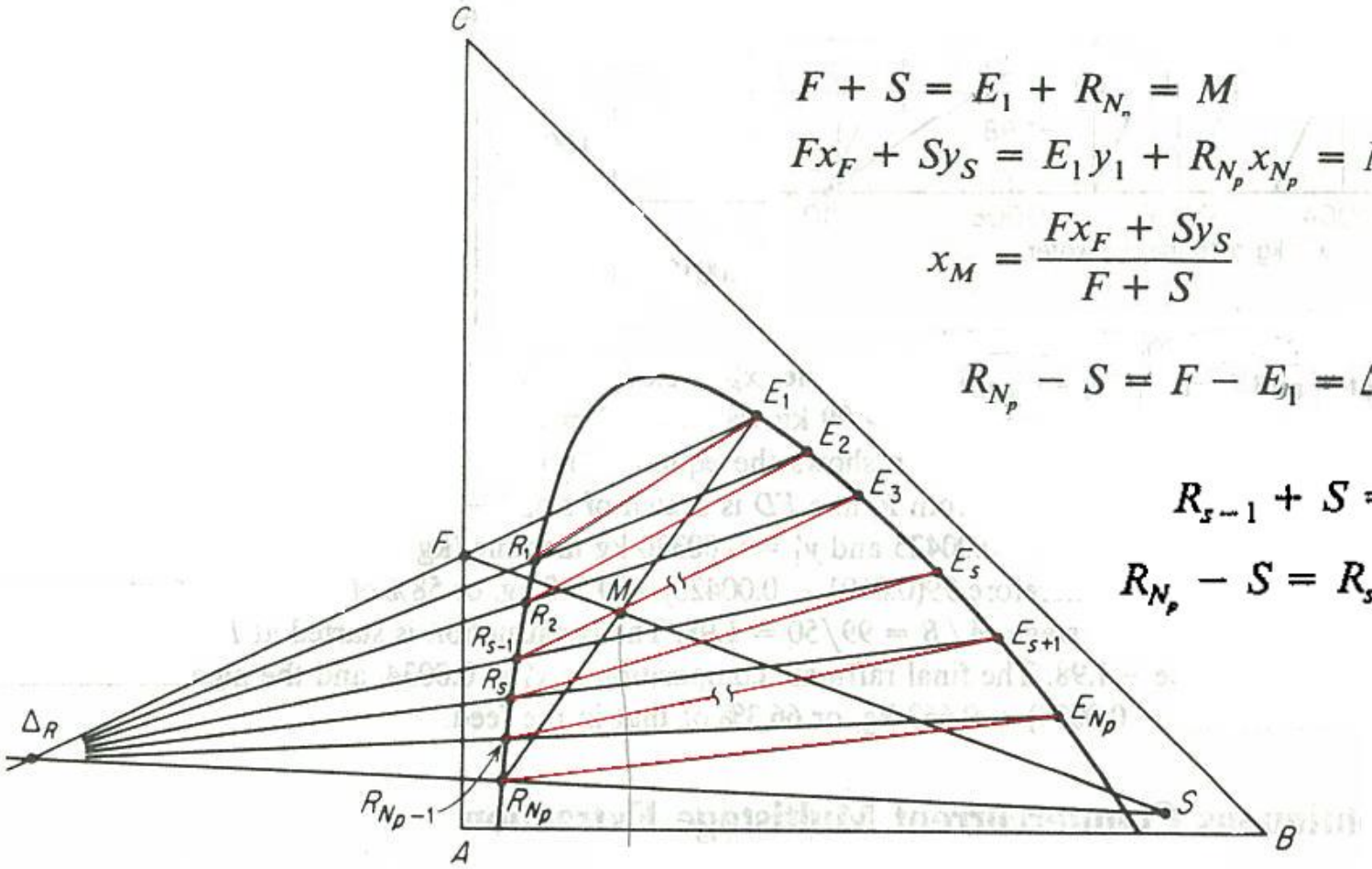
۶) از s به R1 وصل و نقطه M_2 را مشخص می کنیم.

...


N
S
E3
E2
E1
M3
M2
M1
R3
R2
R1
F
X, Y

جریان متقابل چند مرحله ای





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

$$Fx_F + Sy_S = E_1 y_1 + R_{N_p} x_{N_p} = Mx_M$$

$$x_M = \frac{Fx_F + Sy_S}{F + S}$$

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

$$R_{s-1} + S = R_{N_p} + E_s$$

$$R_{N_p} - S = R_{s-1} - E_s = \Delta_R$$

مسئله: 1000 kg از مخلوطی شامل 15% اسید استیک (C) و 85% آب (A) توسط 100 kg حلال خالص ایزوپروپیل اتر (B) استخراج می شود. اگر این عمل در یک مرحله تعادلی صورت گیرد، غلظت و میزان فازهای خروجی از مرحله تعادلی را محاسبه نمایید. ضمناً مقدار حلال مینیمم و ماکزیمم را تعیین نمایید.

اگر همین عمل در دو مرحله با نصف میزان حلال فوق در هر مرحله صورت پذیرد، غلظت و میزان فازهای خروجی را محاسبه نمایید.

درصدهای وزنی اجزاء در حالت تعادل برای دو فاز مورد نظر در جدول ذیل ارائه گردیده اند:

لایهٔ آب raffinate			لایهٔ ایزوپروپیل اتر extract	
A	C	B	C	A
98 - 11	0.69	1.2	0.18	0.5
	1.41	1.5	0.37	0.7
	2.89	1.6	0.79	0.8
	6.42	1.9	1.93	1.0
	13.30	2.3	4.82	1.9
	25.50	3.4	11.40	3.9
	36.70	4.4	21.60	6.9
	44.30	10.6	31.10	10.8
	46.40	16.5	36.20	15.1