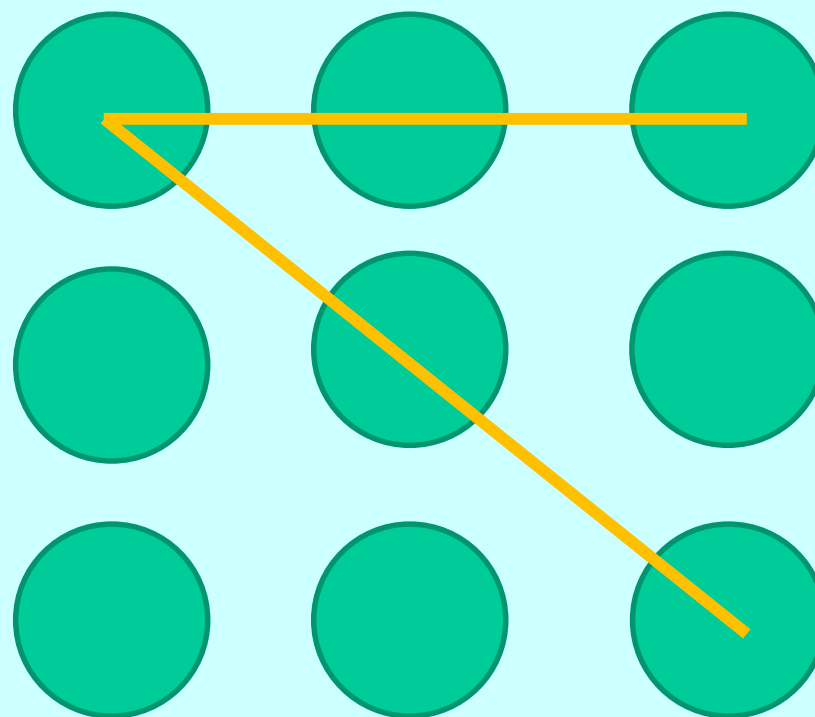


萃 取

化工原理下



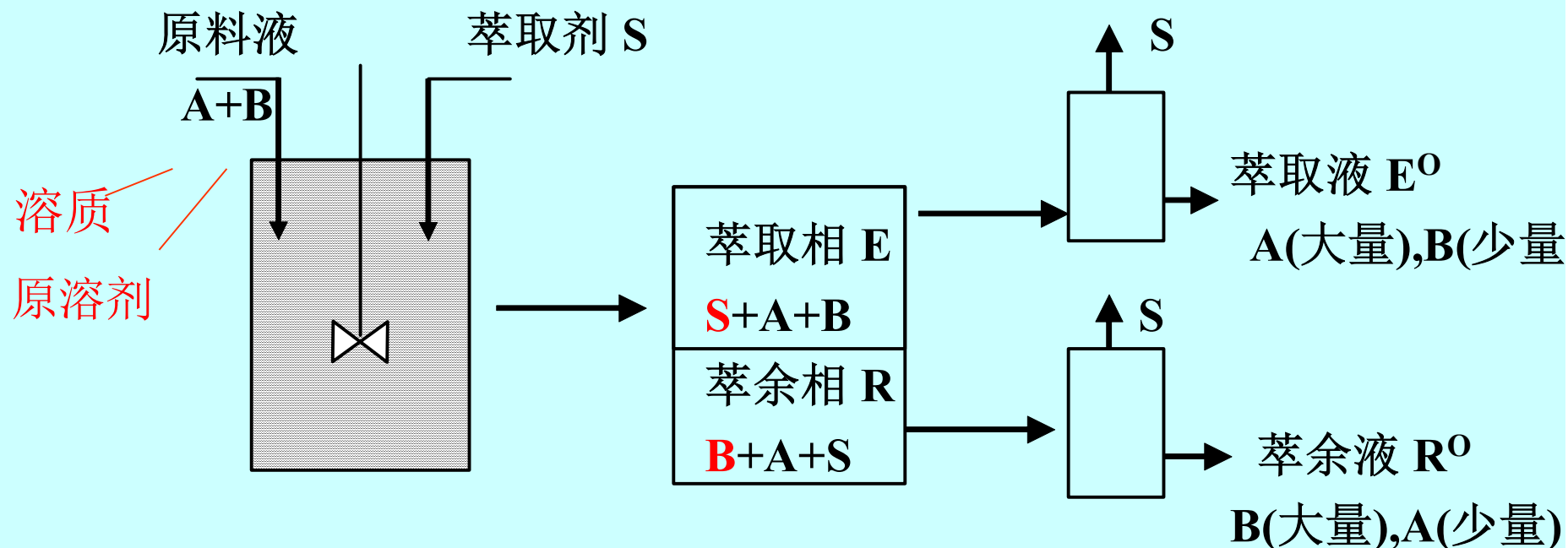
液液萃取

一、概述

1. 什么是液液萃取？

利用液体混合物中各组分在外加溶剂中溶解度的差异而分离该混合物的操作，称为萃取。外加溶剂称为萃取剂。

2. 萃取流程：



液液萃取目的和依据

目的：液体混合物分离。

依据：液体混合物各组分在某种溶剂中**溶解度的差异**。

3、须解决的问题：

- (1) 选择一合适的萃取剂；
- (2) 提供优良的萃取设备；
- (3) 完成萃取相、萃余相的脱溶剂。

4、萃取剂的选择

要求

- 1、对溶质溶解能力强
- 2、选择性高（**B**与**S**互溶度越小越好）
- 3、在混合液中的溶解度要小
- 4、萃取剂易于回收
- 5、萃取相与萃余相密度差异大

请同学们比较选择萃取剂和吸收剂的特点

5、两相的接触方式

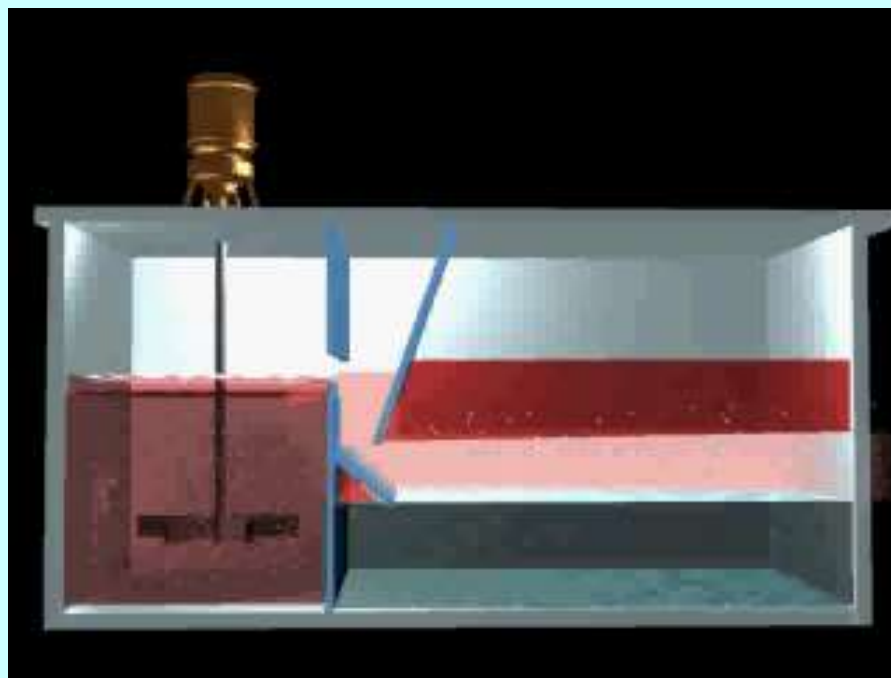
① 微分接触



喷洒萃取塔

② 级式接触

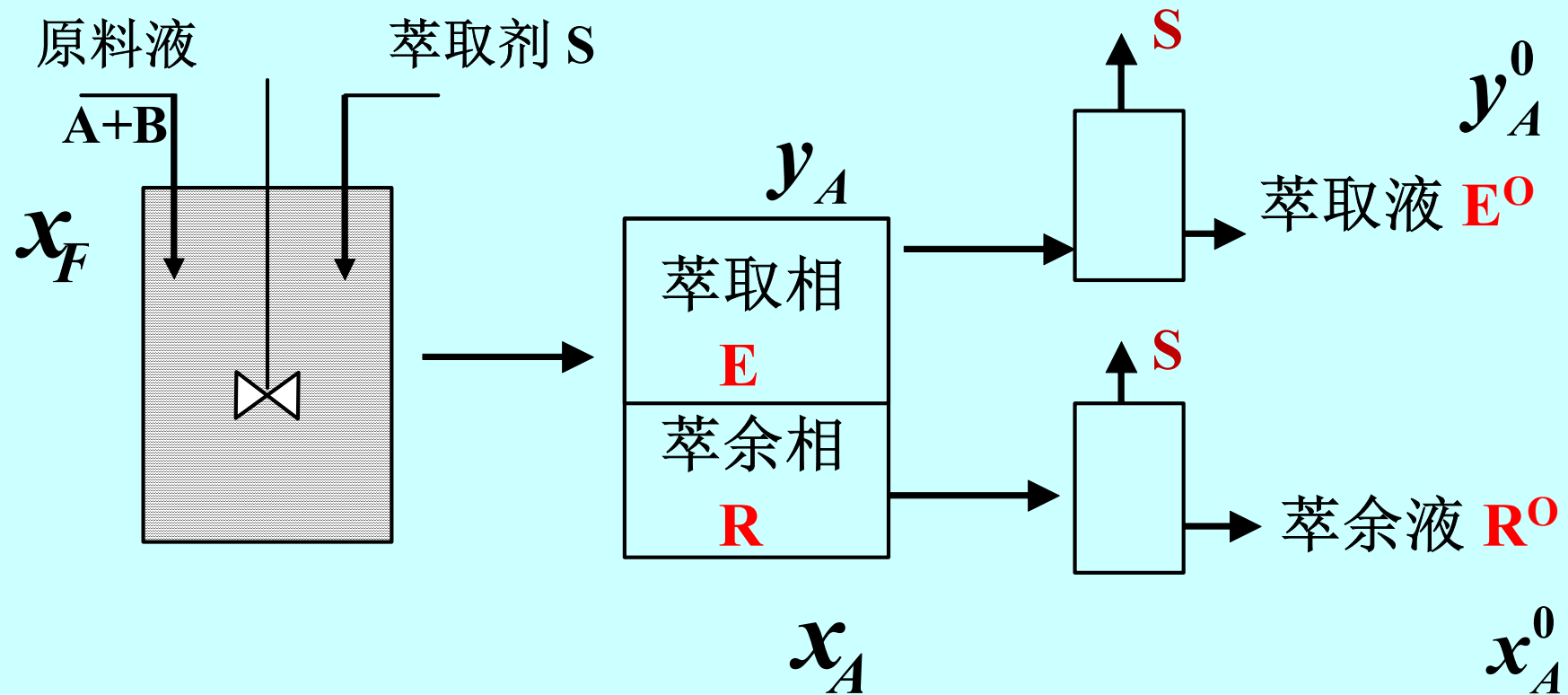
单级连续萃取



单级混合沉降槽

萃取相**E**，萃余相**R**，含有**S**

组成分别用 y_A 、 x_A 表示

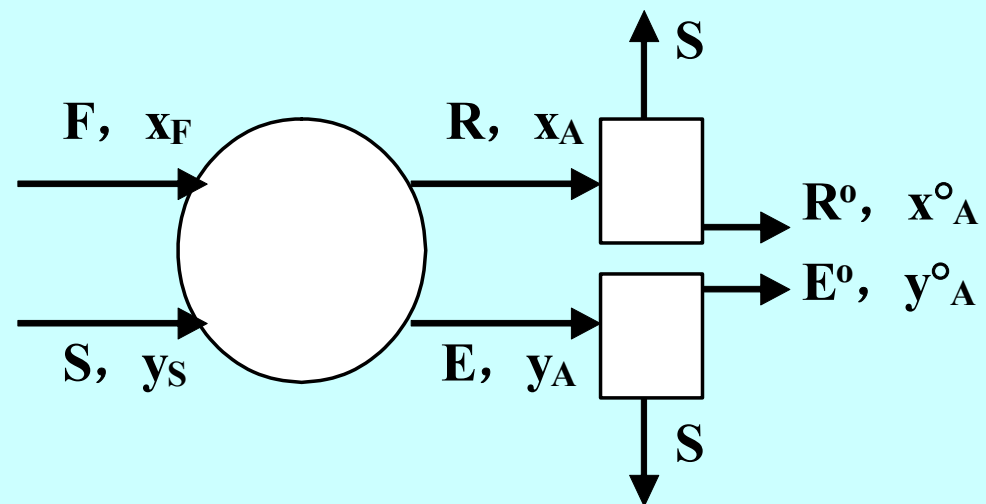


萃取液**E⁰**，萃余液**R⁰**，去除**S**

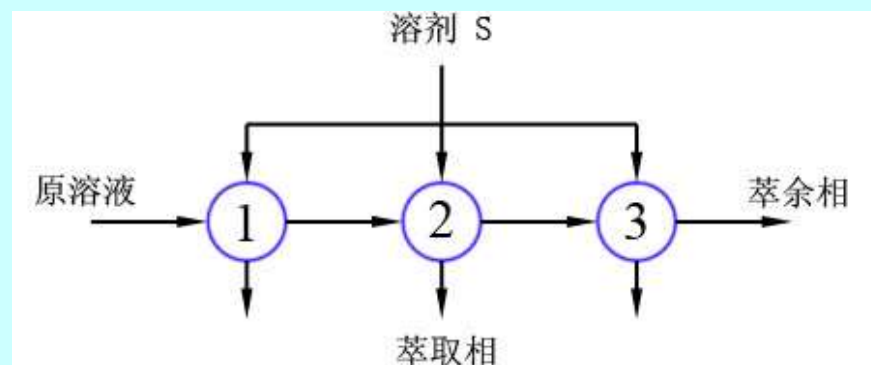
组成分别用 y_A^0 、 x_A^0 表示

6、萃取方式

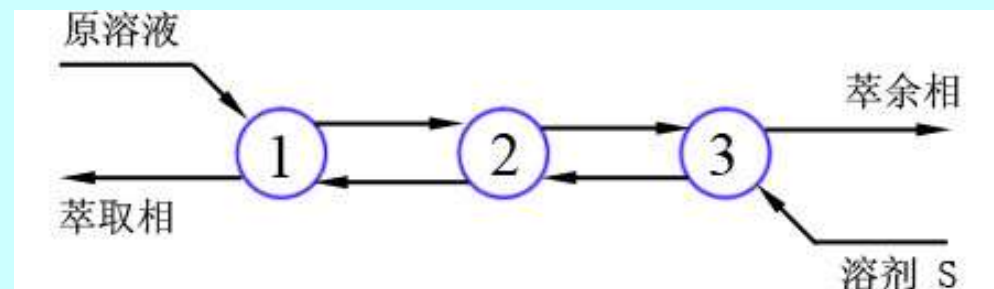
单级萃取



多级错流萃取



多级逆流萃取



二、液液相平衡关系及相图

1、 三角形相图及其应用

✓ 查取浓度

◆ 读出C点的各组分的组成

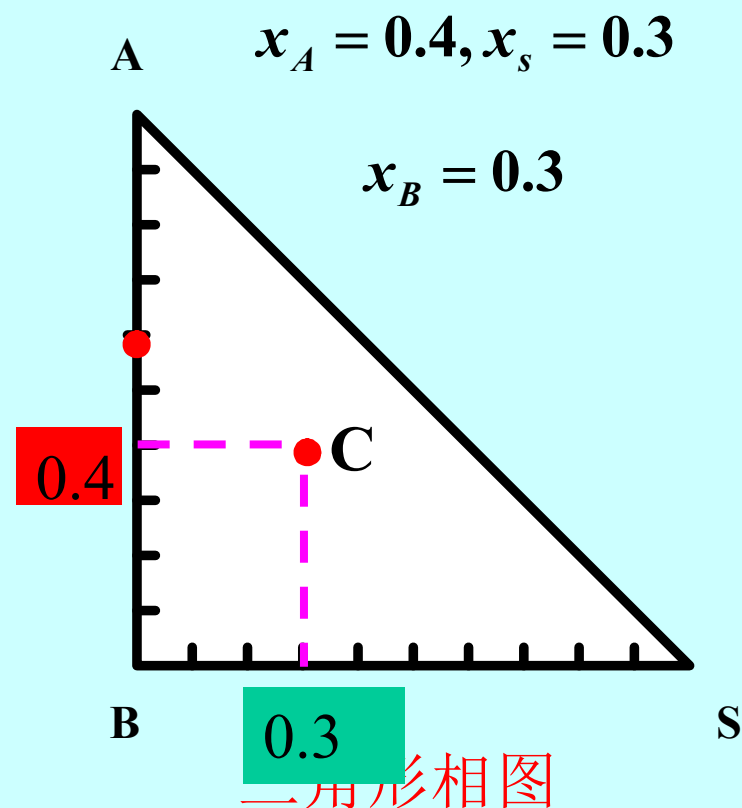
①顶点代表纯组分

②每条边代表二元溶液

③相图中的点代表三元溶液

$$x_A + x_B + x_S = 1$$

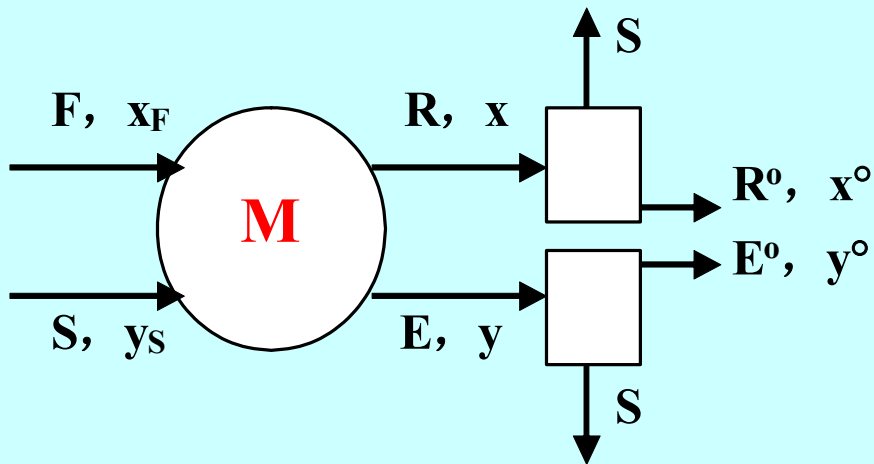
x_i 均为质量分率



1、三角形相图的应用

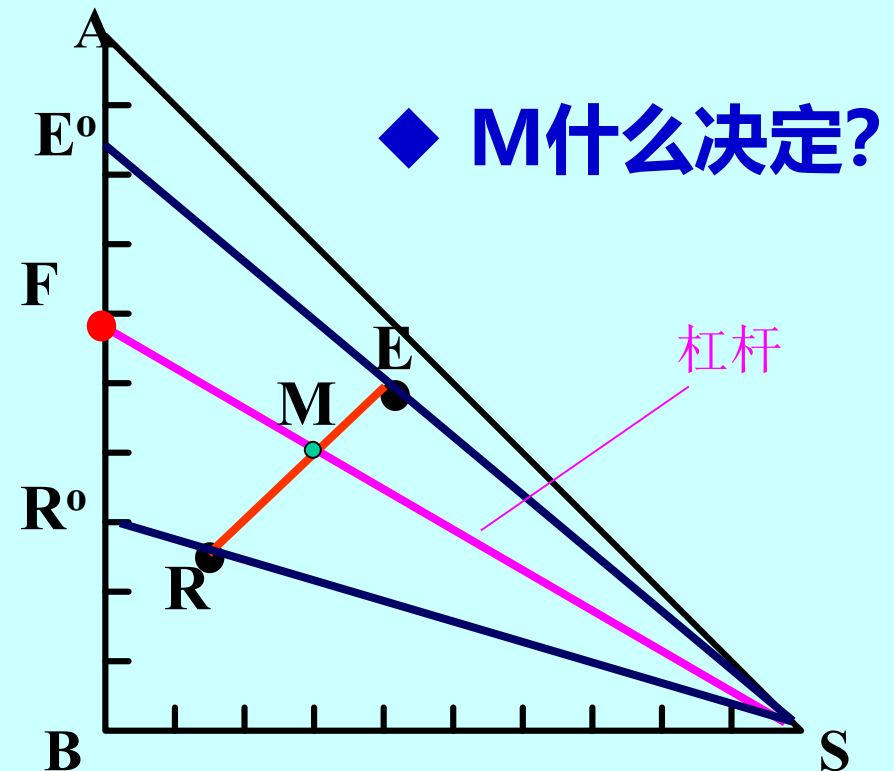
✓ 表示混合、分离过程

✓ 定量计算——杠杆原理

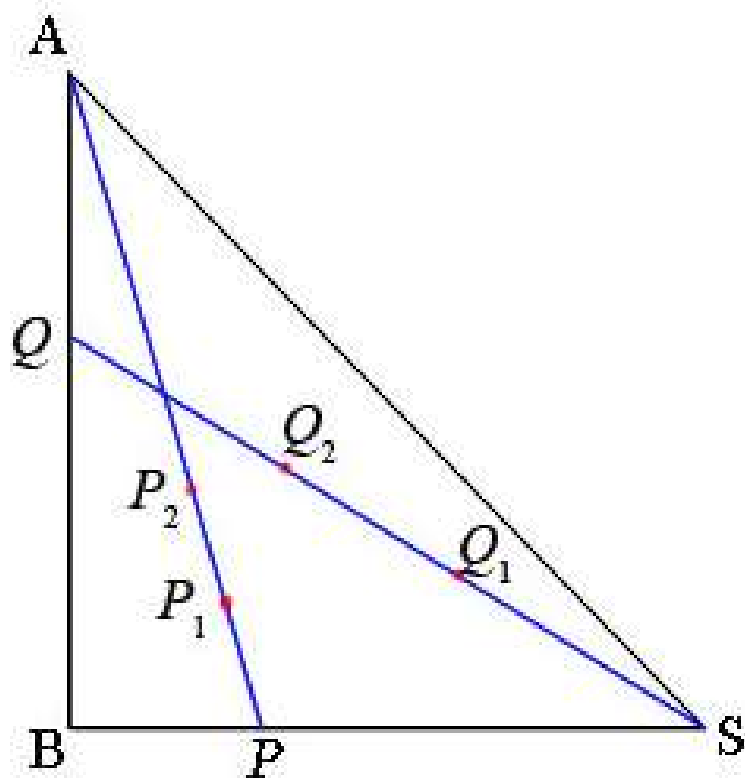


杠杆原理：

$$\frac{F}{S} = \frac{\overline{MS}}{\overline{FM}}$$
$$\frac{R}{E} = \frac{\overline{ME}}{\overline{RM}}$$



混合液的和点和差点



AP 线:

B与**S** 的相对比值与原二元溶液相同

P_1 、 P_2 均为? 的和点

A和P

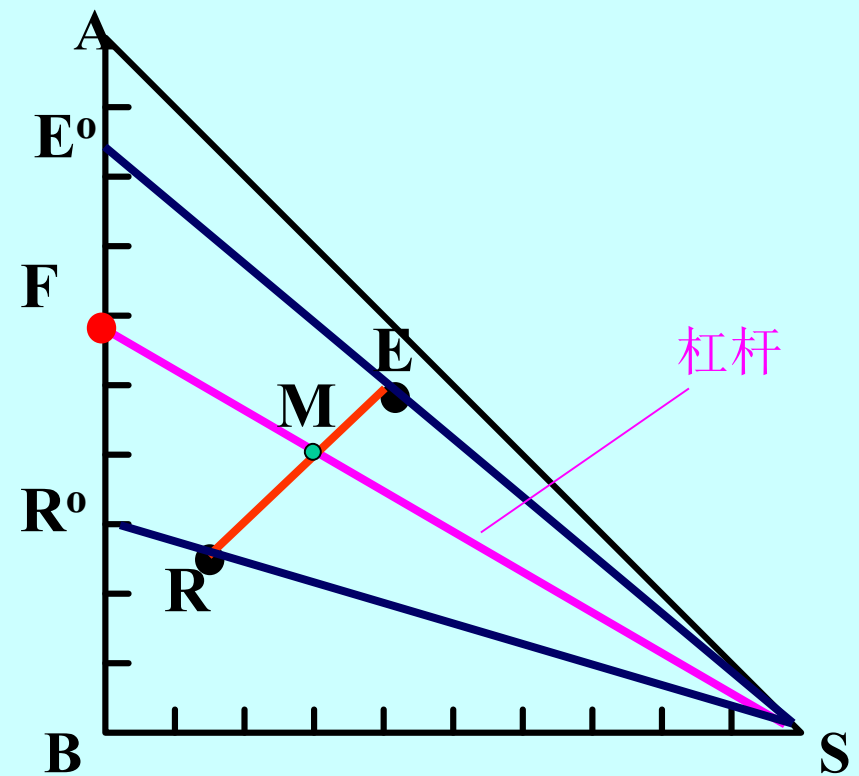
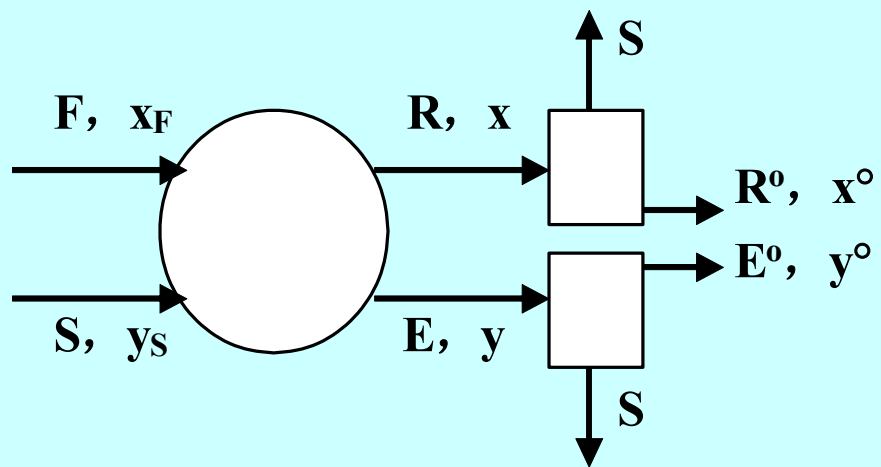
SQ 线:

A与**B** 的相对比值与原二元溶液相同

Q_2 、 Q 均为? 的差点

Q_1 与S

混合液的和点和差点



2、部分互溶物系的相平衡

自由度: $F = N - \Phi + 2 = 3 - 2 + 2 = 3$

T 、 p 一定，互成平衡的两相组成自由度为1。

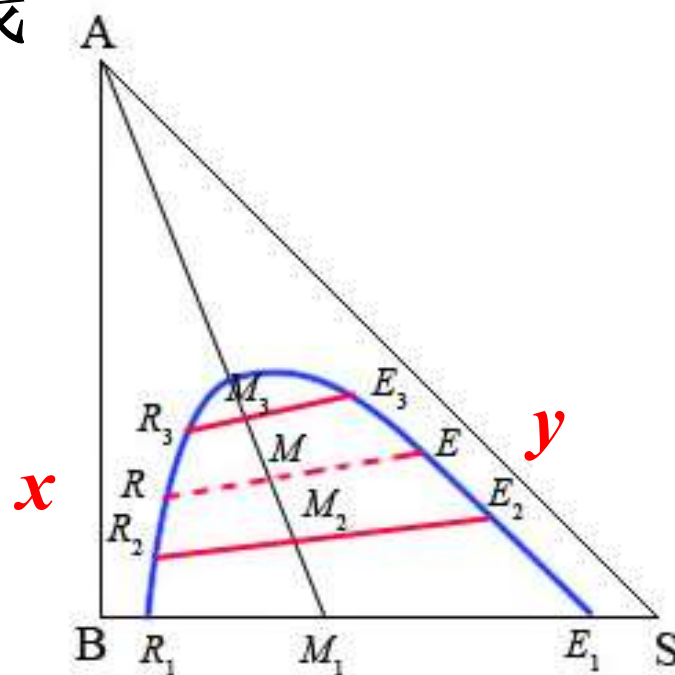
(1) 溶解度曲线和平衡联结线

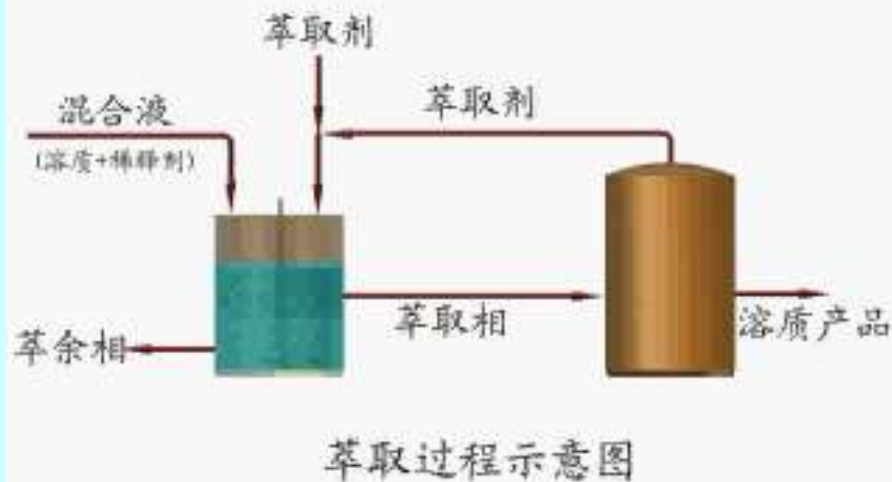
溶解度曲线: (蓝线)

$$\mathbf{y}_s = \phi(\mathbf{y}_A); \quad \mathbf{x}_s = \phi(\mathbf{x}_A)$$

平衡联结线: (红线)

$$y_A = f(x_A)$$





平衡

$$-2 = 3 - 2 + 2 = 3$$

平衡的两相组成自由度为1。

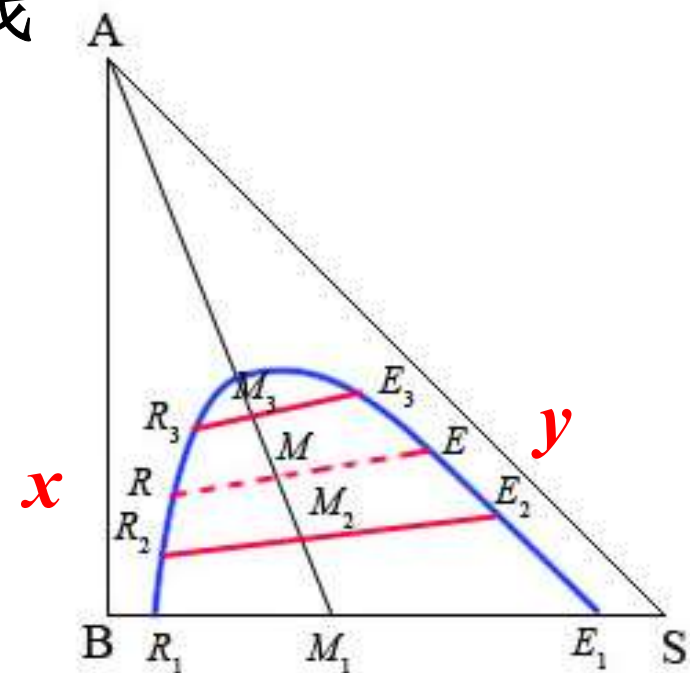
(1) 溶解度曲线和平衡联结线

溶解度曲线: (蓝线)

$$y_s = \varphi(y_A); \quad x_s = \varphi(x_A)$$

平衡联结线: (红线)

$$y_A = f(x_A)$$



(2) 萃取过程中的相平衡关系

B与S部分互溶时

溶解度曲线

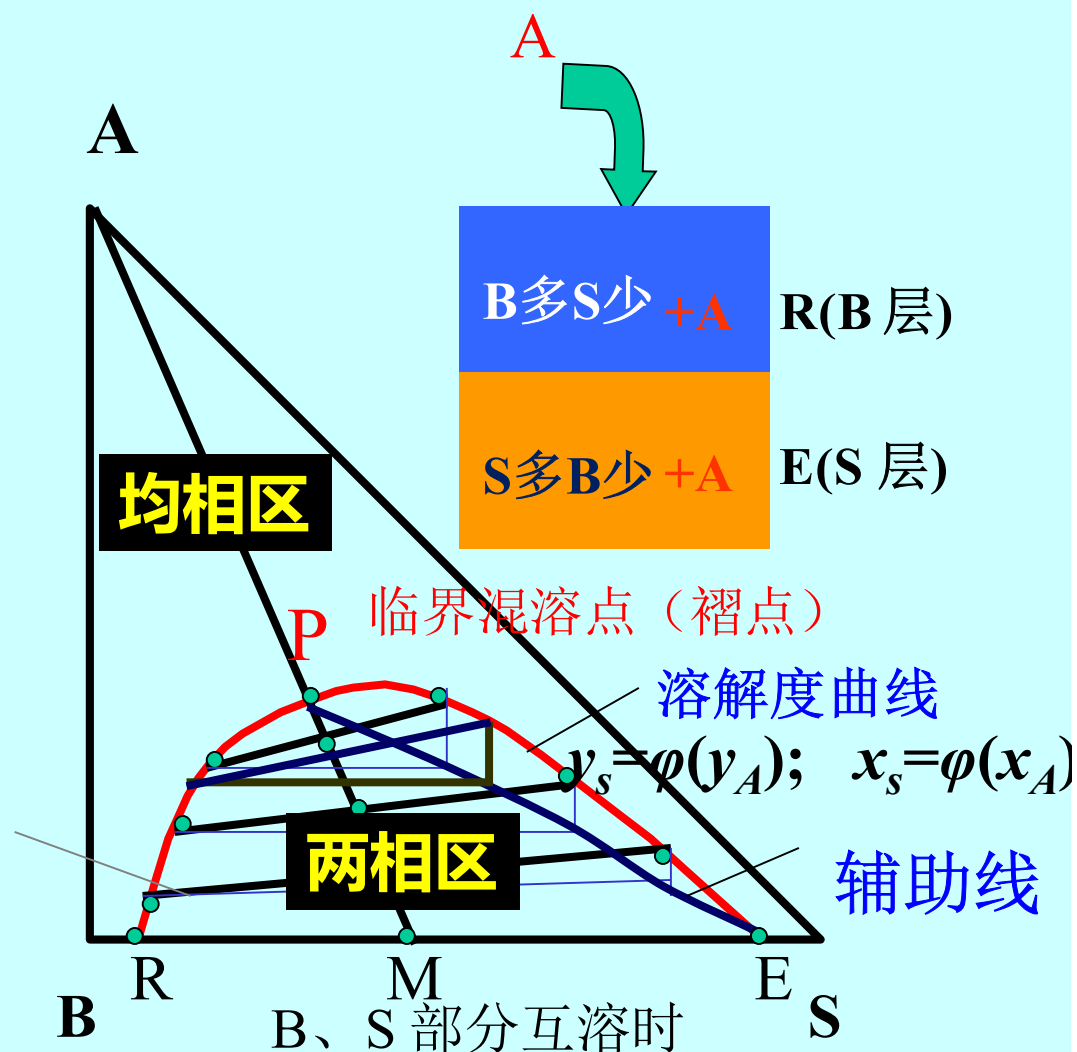
平衡联结线

辅助线（补充）

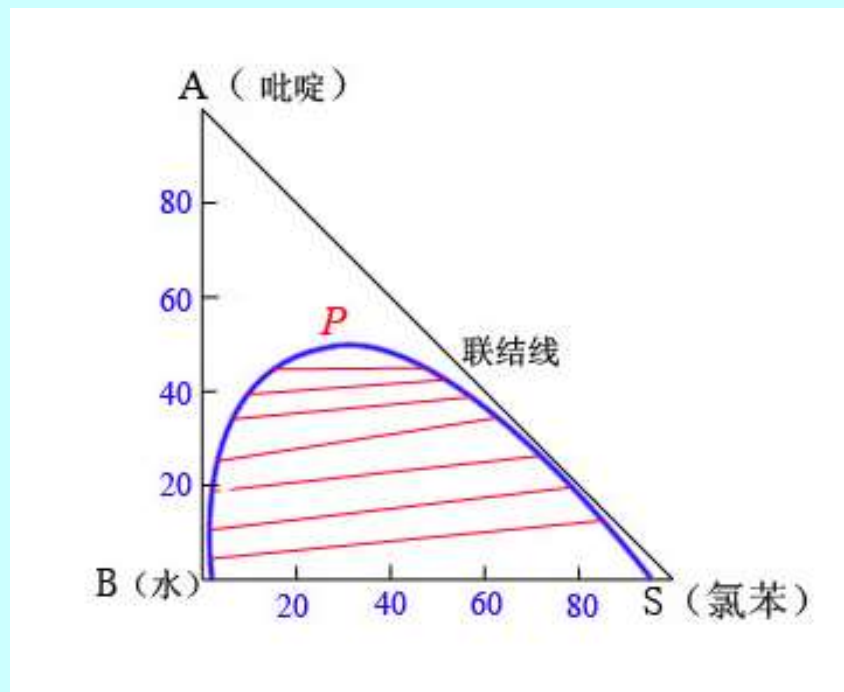
表示 x 和
 y 的关系

平衡联结线

思考：若B与S互溶度变大，
则两相区范围如何变化？
对萃取过程有利还是不利？



临界混溶点 (P)



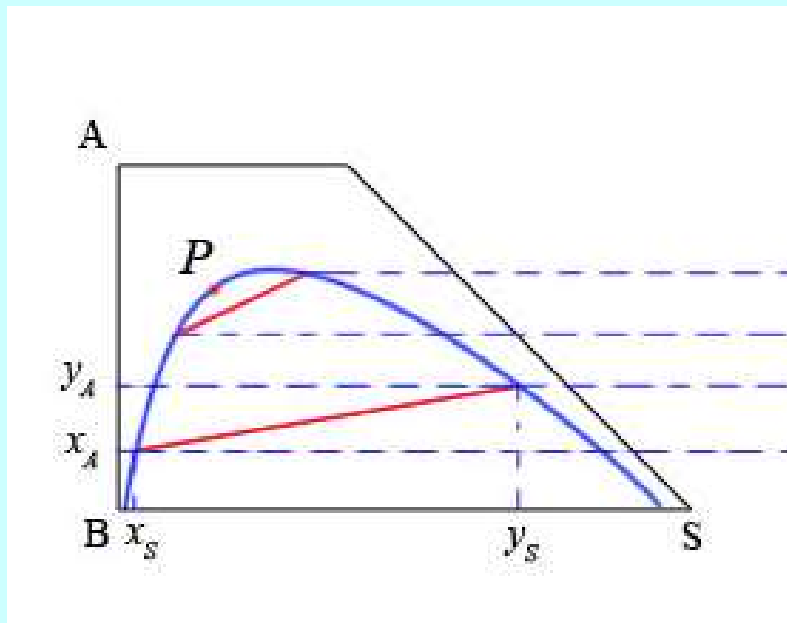
吡啶-氯苯-水系统的平衡联结线

两共轭相的组成无限趋近而变为一相，表示这一组成的点。

(3) 分配曲线与分配系数

平衡联结线 $y_A = f(x_A)$

$$k_A = \frac{y_A}{x_A} = \frac{\text{萃取相 } E \text{ 中 } A \text{ 的质量分数}}{\text{萃余相 } R \text{ 中 } A \text{ 的质量分数}} \quad k_B = \frac{y_B}{x_B}$$



◆ y_A 和 x_A 的关系?

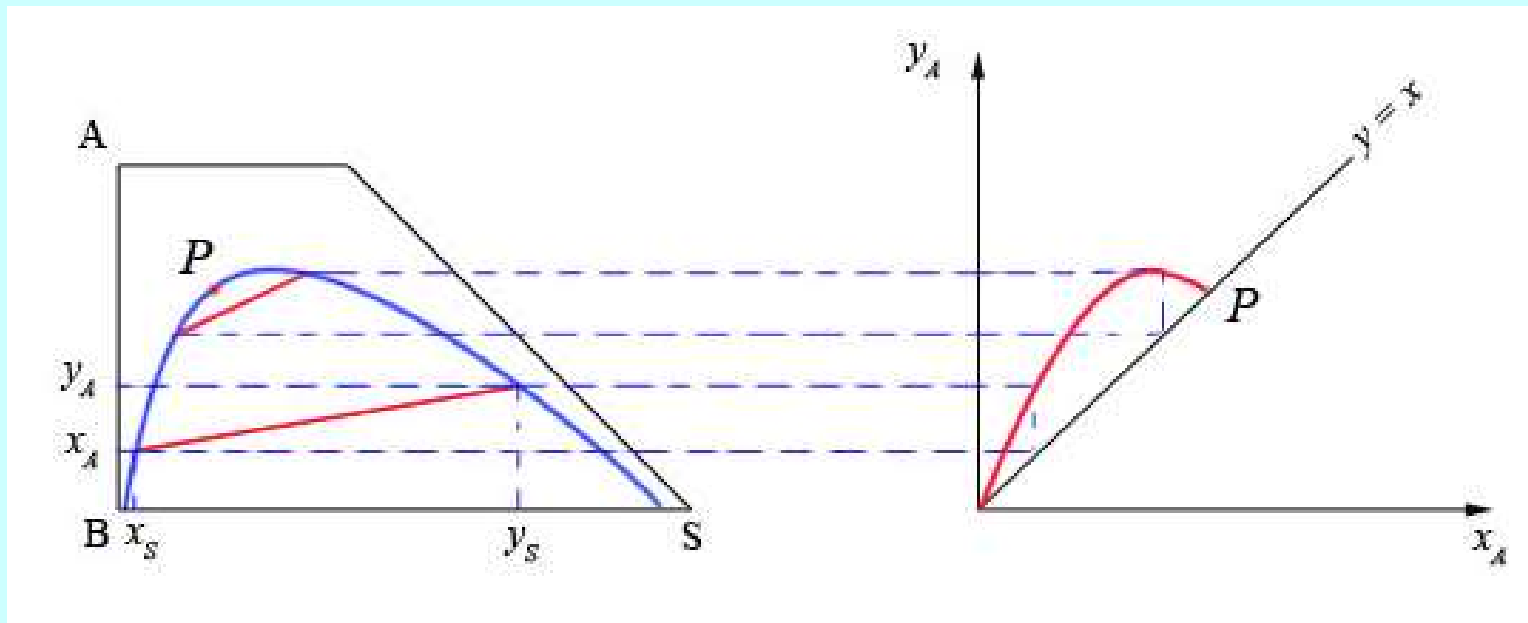
◆ P 点在哪里?

分配曲线与平衡联结线的关系

(3) 分配曲线与分配系数

平衡联结线 $y_A = f(x_A)$

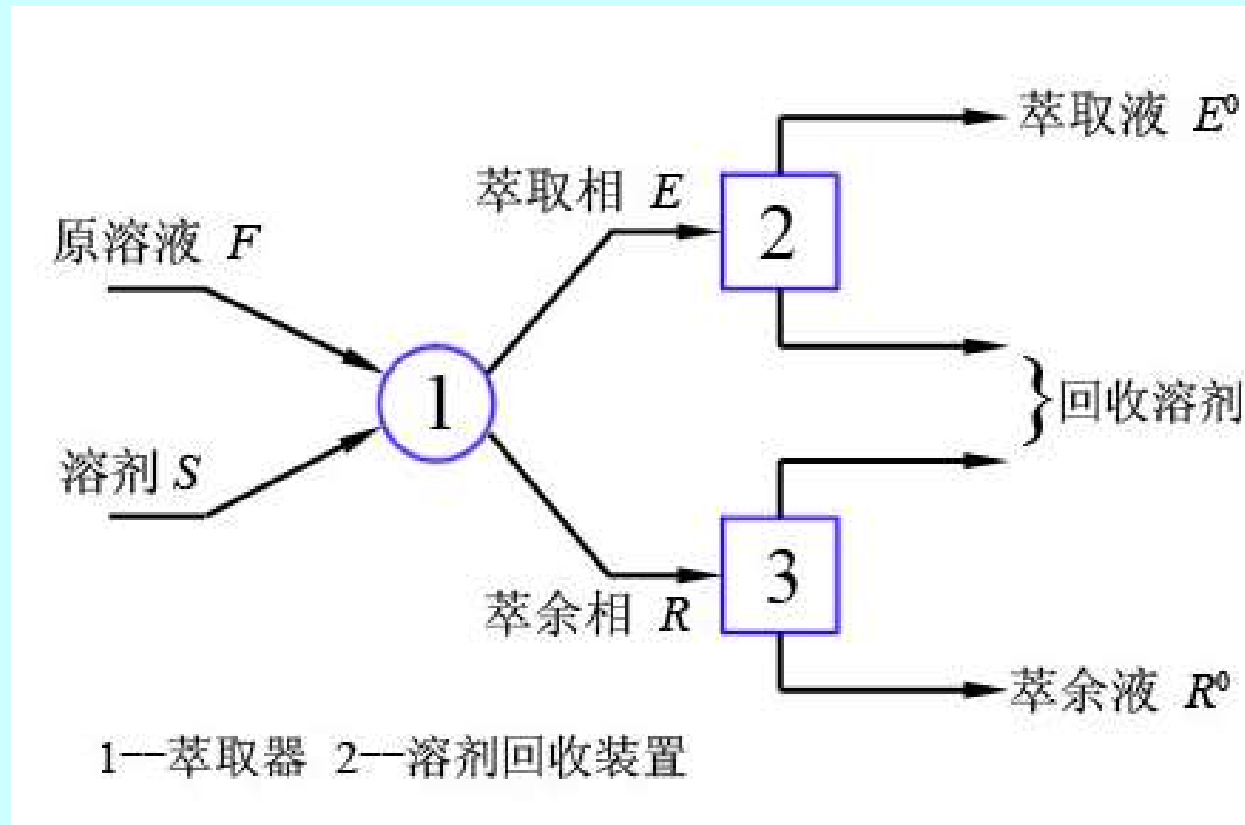
$$k_A = \frac{y_A}{x_A} = \frac{\text{萃取相 } E \text{ 中 } A \text{ 的质量分数}}{\text{萃余相 } R \text{ 中 } A \text{ 的质量分数}} \quad k_B = \frac{y_B}{x_B}$$



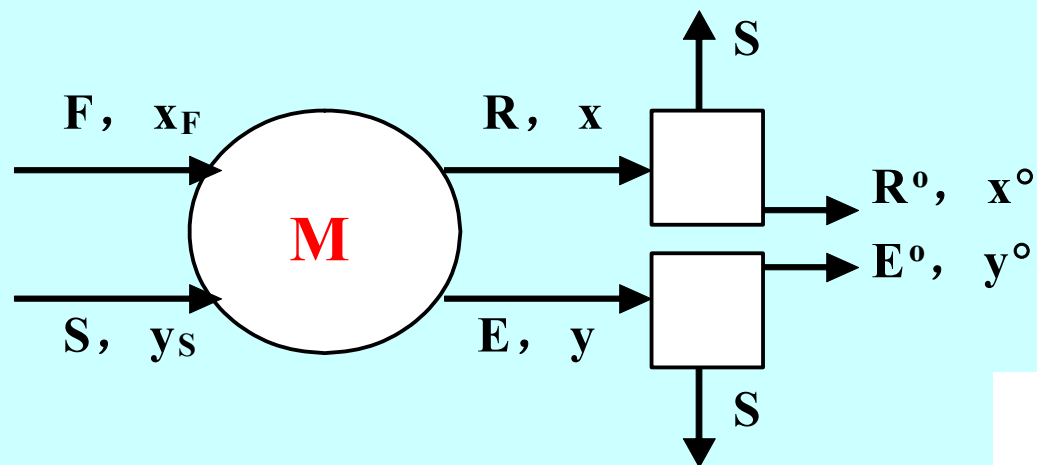
分配曲线与平衡联结线的关系

3、液液相平衡与萃取操作的关系

(1) 级式萃取过程的图示



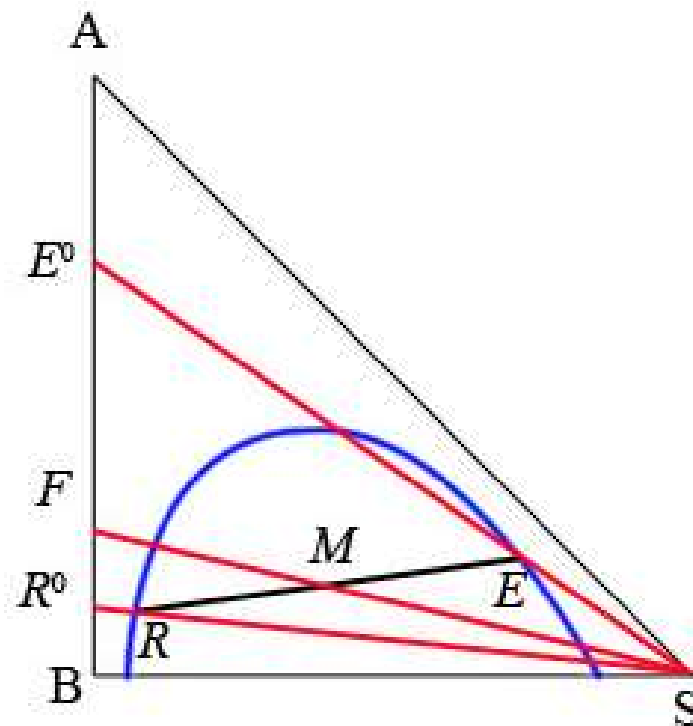
单级萃取过程



$$F = E^0 + R^0$$

$$F x_{FA} = E^0 y_A^0 + R^0 x_A^0$$

整个过程将组成为 F 点的混合物分离成为含 A 较多的萃取液 E^0 与含 A 较少的萃余液 R^0 。

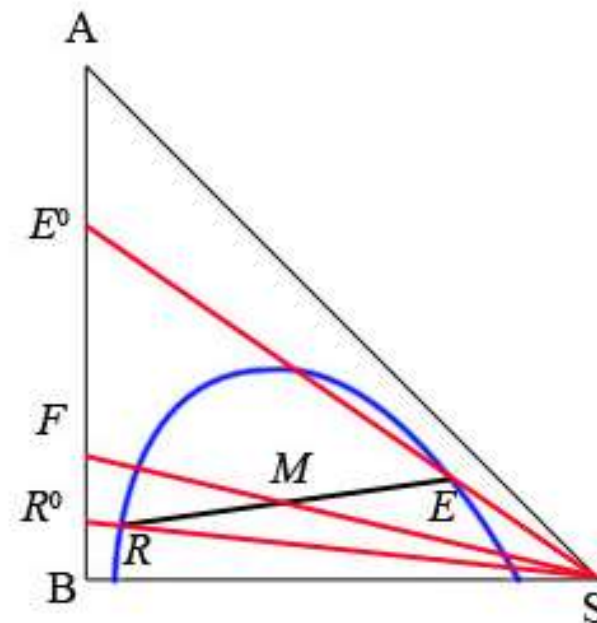


单级萃取过程

(2) 选择性系数 β

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

$$\beta = \frac{k_A}{k_B} = \frac{y_A/x_A}{y_B/x_B} = \frac{y_A/y_B}{x_A/x_B} = \frac{y_A^0/y_B^0}{x_A^0/x_B^0}$$



选择性系数 β 表示溶质 A 在两液相中浓度的差异

要求: $\beta \neq 1$,

k_A 越大越好, k_B 越小越好。

$$\beta = \frac{k_A}{k_B} = \frac{y_A/y_B}{x_A/x_B} = \frac{y_A^0/(1-y_A^0)}{x_A^0/(1-x_A^0)} \quad y_A^0 = \frac{\beta x_A^0}{1 + (\beta - 1)x_A^0}$$

例：在***B-S***部分互溶的单级萃取中，用纯溶剂萃取，已知萃取相中 $y_A / y_B = 12/5$ ，萃余液中 $x_A^0 / x_B^0 = 2/5$ ，试求：选择性系数 β

解：

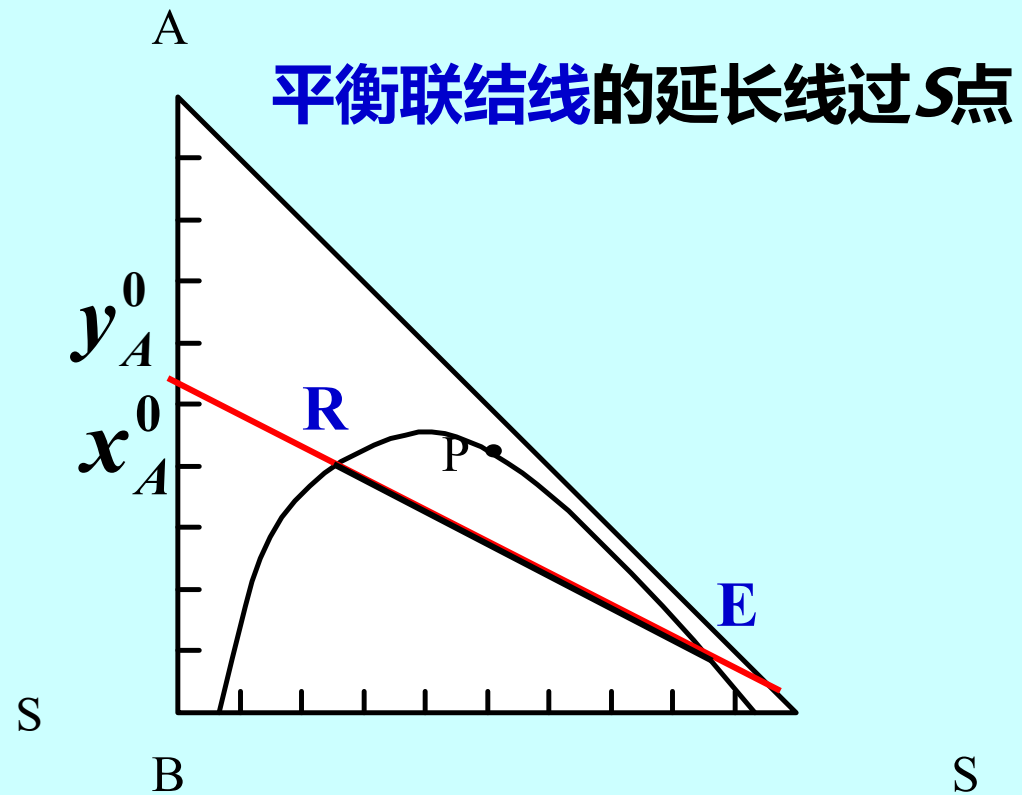
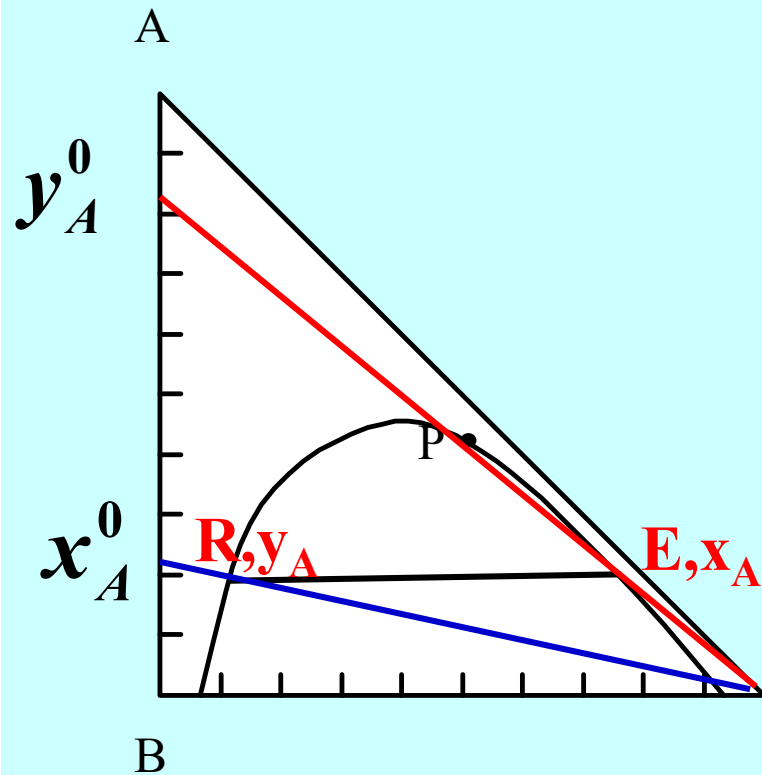
$$x_A / x_B = x_A^0 / x_B^0 = 2/5$$

$$\beta = \frac{y_A / y_B}{x_A / x_B} = \frac{12/5}{2/5} = 6.0$$

◆ 画出分配系数 $k=1$ 和选择性系数 $\beta=1$ 的图示

$K=1$

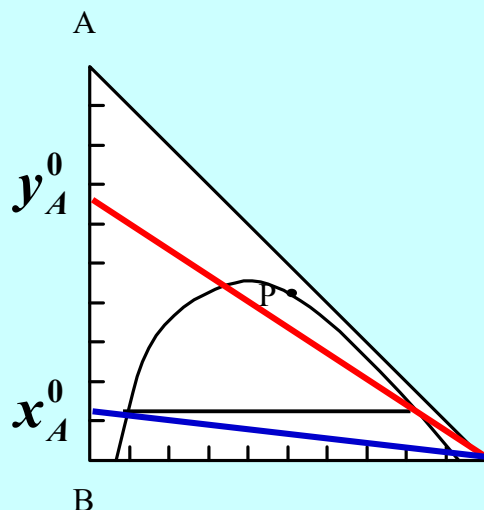
$\beta = 1$



萃取分离取决于分配系数 k 还是选择性系数 β ?

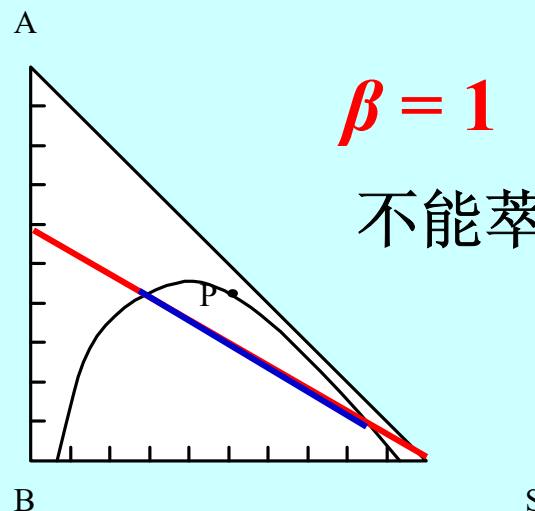


$K=1$
能萃取分离



$\beta = 1$

不能萃取分离



$\beta > 1$, 能萃取分离;

$\beta = 1$, 平衡联结线的延长线过 S 点, 不能萃取分离;

$\beta \rightarrow \infty$, B 与 S 不互溶。

(3) 互溶度的影响

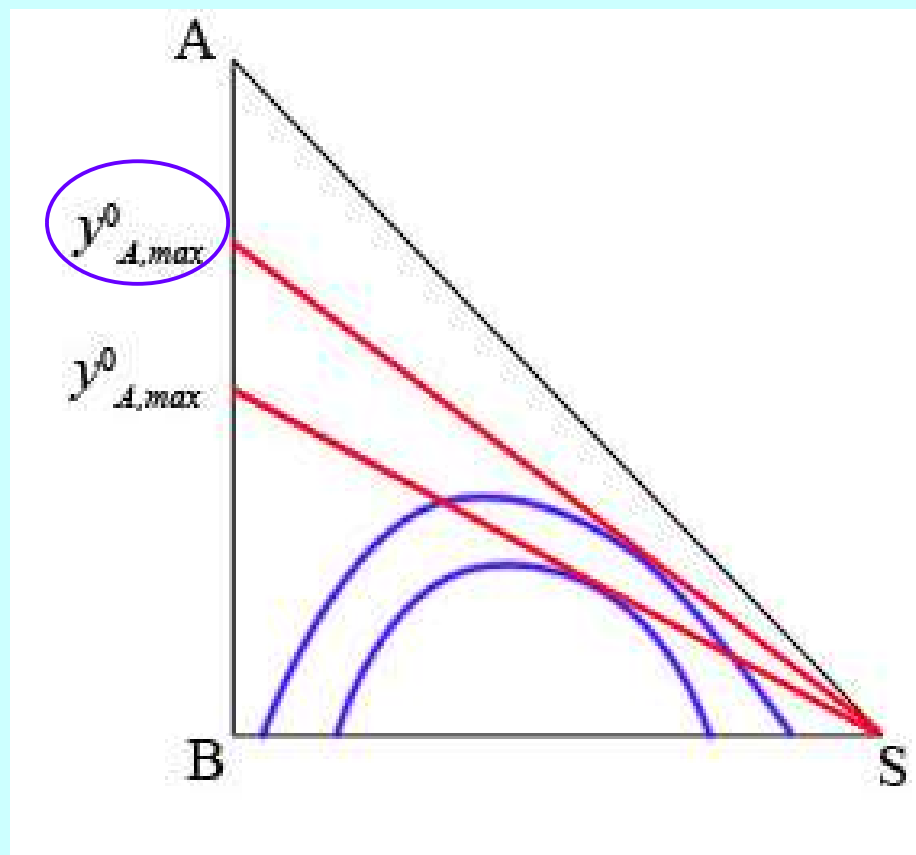
◆ 互溶度大还是小对萃取有利？

互溶度越小，萃取的操作范围越（大/小） 大

$y_{A,\max}^0$ 越（大/小） 大

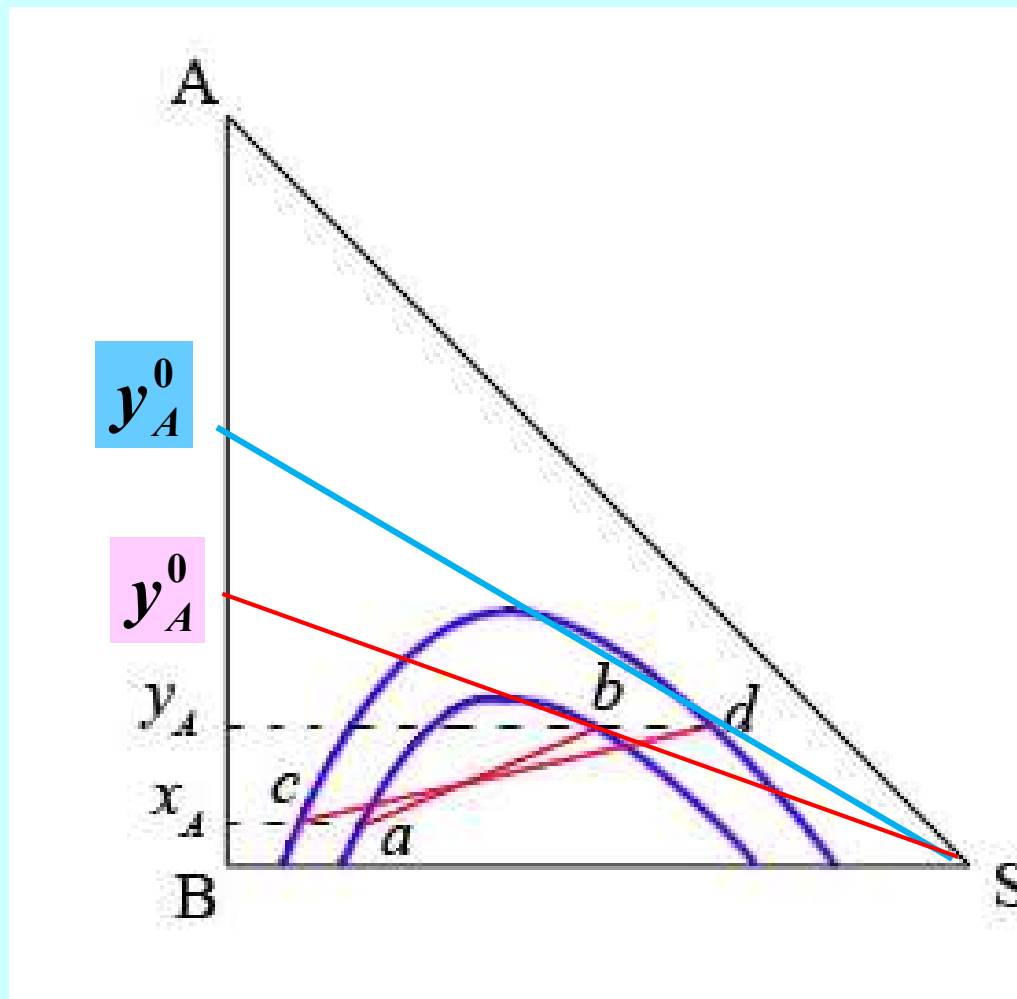
◆ 温度对萃取的影响

- ✓ 温度降低，
互溶度减小，
利于萃取。



(3) 互溶度的影响

◆ **K**相同，**β**是否也相同？



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

K相同

$$\beta = \frac{y_A^0 / y_B^0}{x_A^0 / x_B^0}$$

β不同