

محل بهینه ورود خوراک به برج

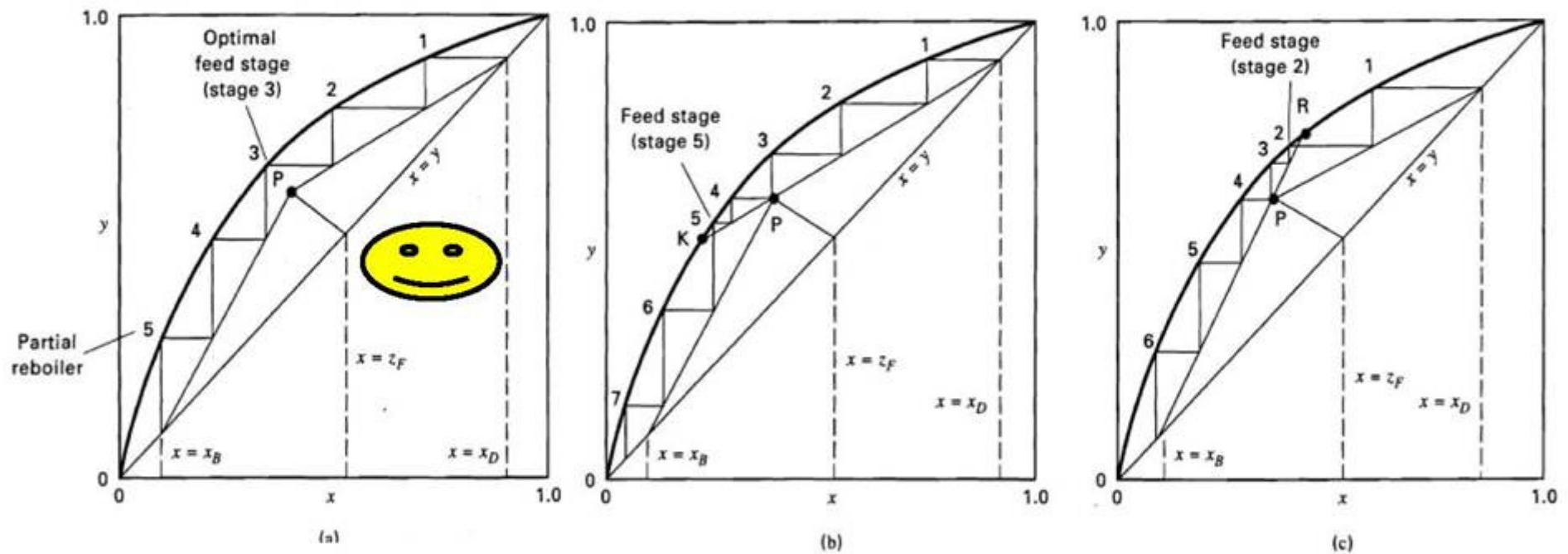
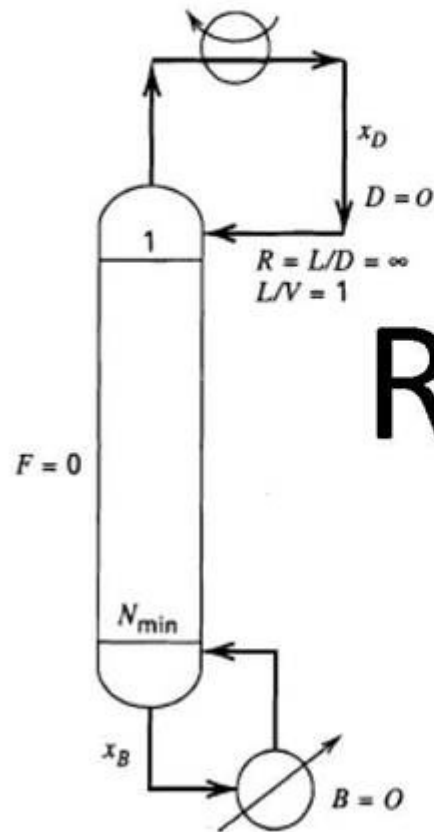


Figure 7.9 Optimal and nonoptimal locations of feed stage: (a) optimal feed-stage location; (b) feed-stage location below optimal stage; (c) feed-stage location above optimal stage.

رفلاکس کامل (نسبت جریان برگشتی بی نهایت)

$$y = \frac{R}{(R+1)} x + \frac{1}{(R+1)} x_D$$



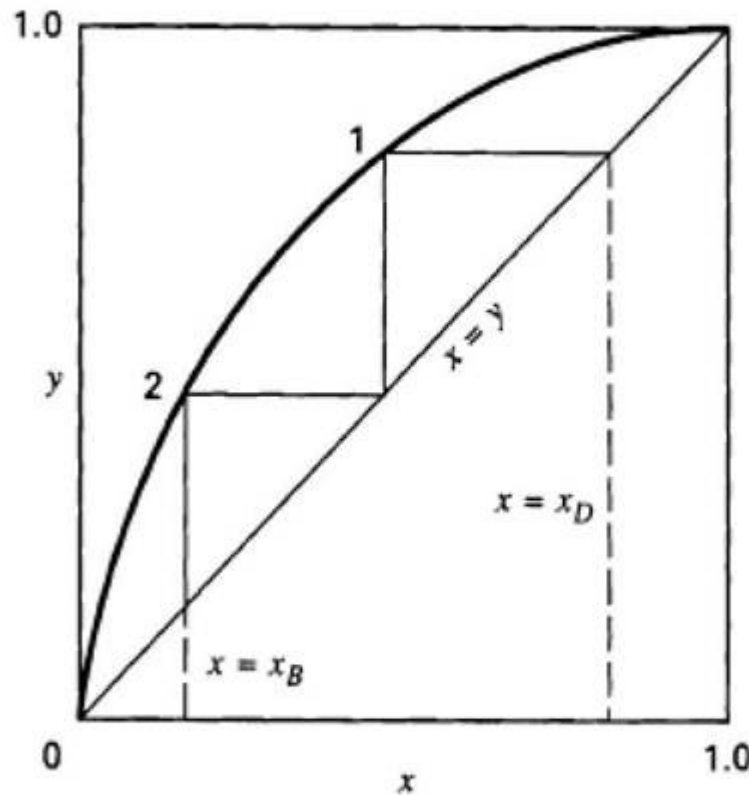
$R \rightarrow \infty$

بخش جذب $L/V < 1 \rightarrow L/V = 1$

بخش دفع $\bar{L}/\bar{V} > 1 \rightarrow \bar{L}/\bar{V} = 1$

معادله خط عملیاتی ROL و SOL: $y=x$

در این حالت خروجی از بالا و پایین برج نداریم، تمام بخار ورودی به کندانسور، پس از مایع شدن، به برج برمی گردد. در پایین برج هم تمام مایع خروجی از آخرین سینی، تبخیر شده و دوباره به برج برمی گردد. در این حالت شدت جریان فاز مایع و بخار در کل برج یکسان خواهد بود



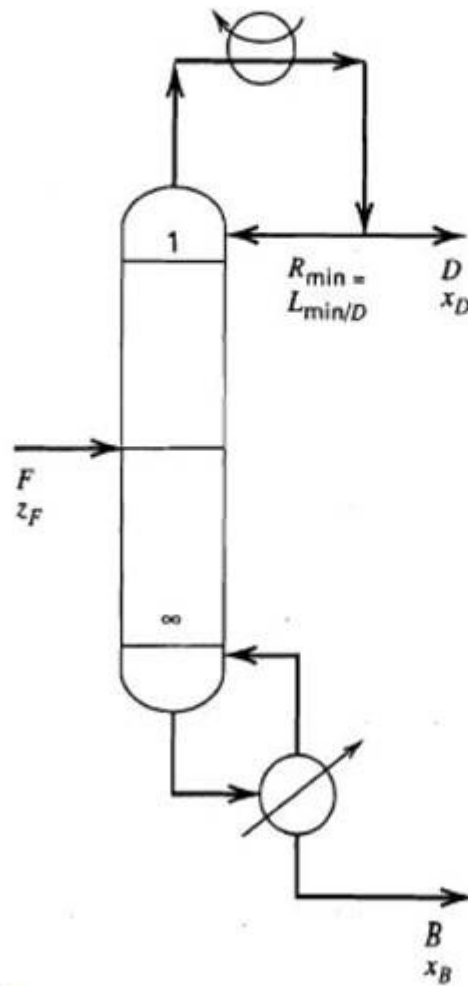
Construction for minimum stages at total reflux.

➤ با افزایش نسبت جریان برگشتی، خصوصیات عملیاتی بالا و پایین برج، به خط ۴۵ درجه نزدیک می شوند. در نتیجه با افزایش میزان رفلاکس، تعداد سینی های مورد نیاز برای برج کاهش می یابد.

➤ در حالت رفلاکس کامل، تعداد سینی های مورد نیاز مینیمم خواهد بود.

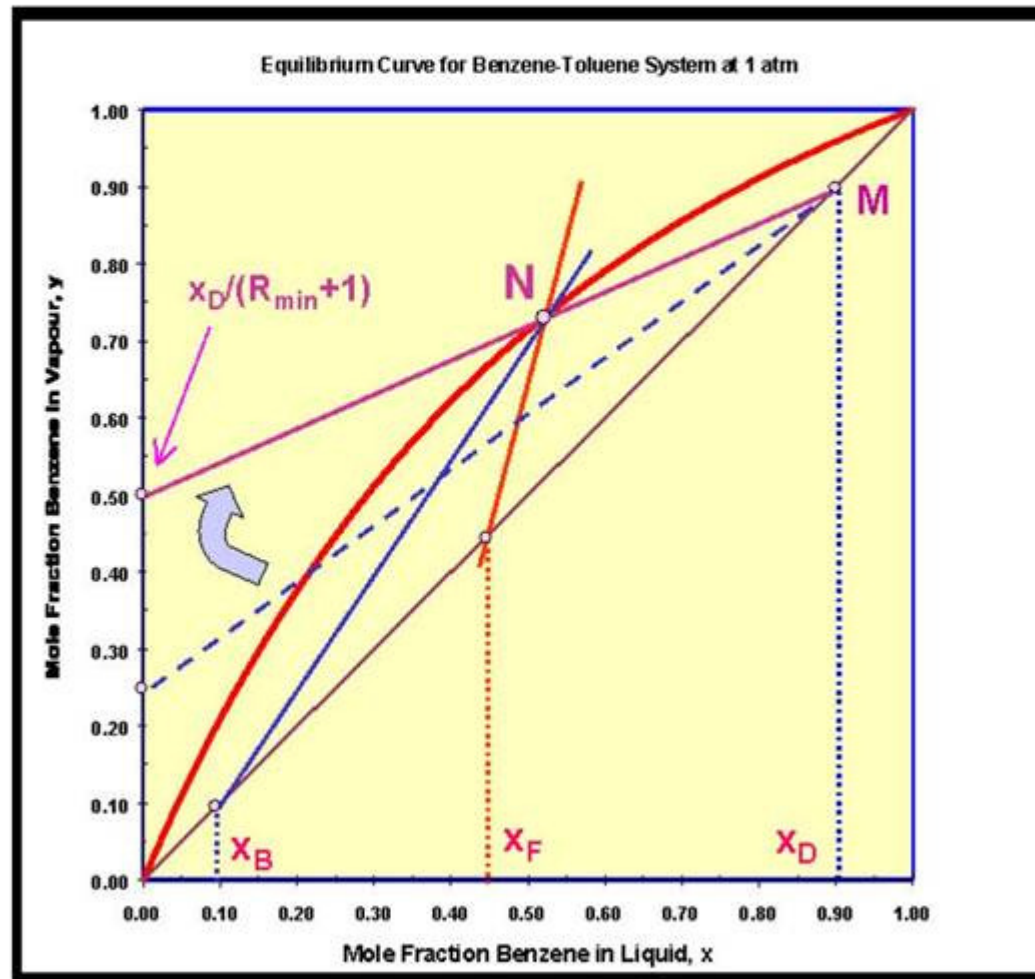
➤ برای به دست آوردن تعداد سینی ها در حالت رفلاکس کامل، با داشتن منحنی تعادلی (ضریب فراریت)، ترکیب درصدهای محصولات مقطر و محصول باقیمانده را روی خط ۴۵ درجه مشخص می کنیم. با استفاده از روش پلکانی، تعداد سینی های مینیمم برای برج تقطیر به دست می آید.

رفلاکس مینیمم (نسبت جریان برگشتی مینیمم)



هر چه خطوط عملیاتی بالا و پایین برج به منحنی تعادلی نزدیک تر شوند، تعداد مراحل تعادلی و در نتیجه تعداد سینی های بیشتری مورد نیاز خواهد بود. با کاهش نسبت جریان برگشتی، شیب خط عملیاتی ROL کمتر می شود، ولی در مقابل، شیب خط عملیاتی SOL بیشتر می شود.

نکته: نسبت جریان برگشتی با تعداد سینی های مورد نیاز برای برج تقطیر رابطه عکس دارد، برای حالتی که نسبت جریان برگشتی مینیمم باشد، تعداد سینی های مورد نیاز برای برج بی نهایت خواهد بود.



برای به دست آوردن نسبت جریان برگشتی مینیمم، ابتدا حالت ائده آل را در توضیح داده و سپس دو حالت خاص را بررسی میکنیم.

روش کار:

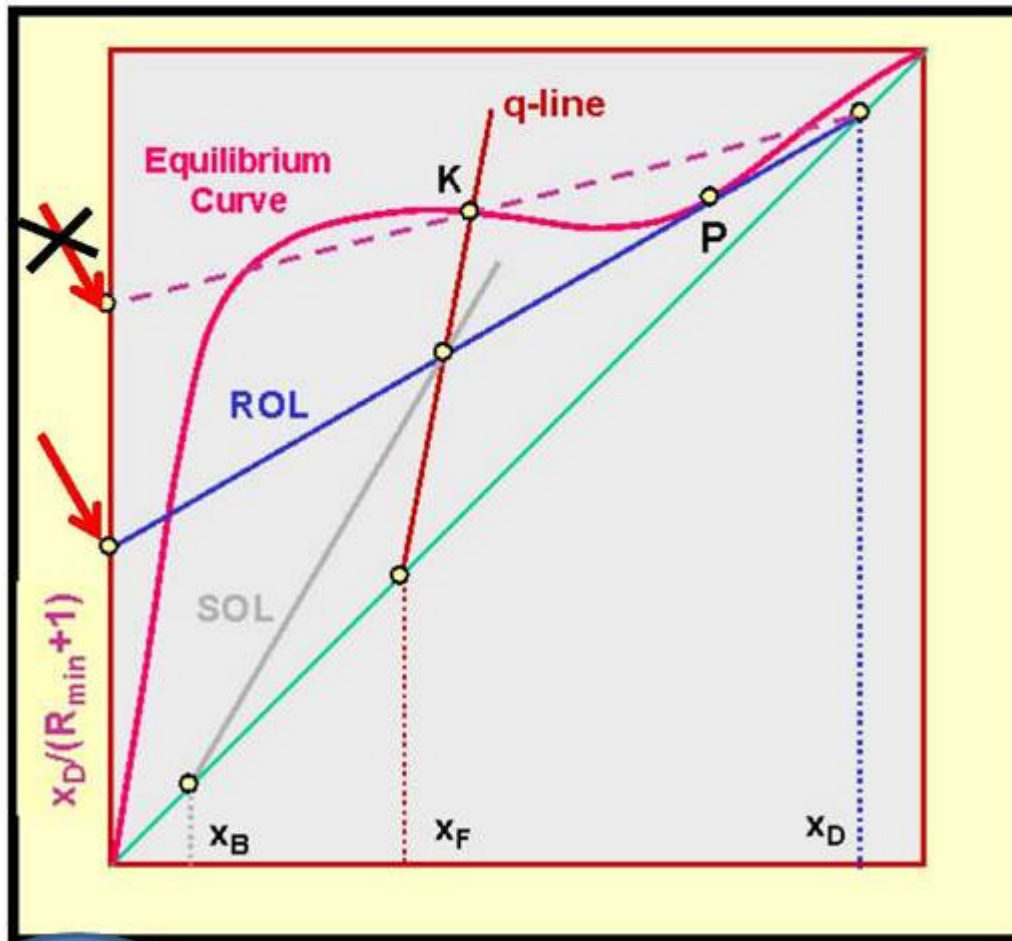
۱- ابتدا ترکیب درصد جزء فرار در محصول مقطر را روی خط ۴۵ درجه مشخص می کنیم
۲- نقطه خوراک را روی خط ۴۵ درجه مشخص می کنیم و خط خوراک را رسم می کنیم.

۳- محل تقاطع خط خوراک با منحنی تعادلی را مشخص می کنیم.

۴- از نقطه (x_D, x_D) به محل تقاطع مشخص شده در مرحله سوم، خط مستقیمی رسم نموده و آن را ادامه می دهیم تا بتوان عرض از مبدا را مشخص نمود.

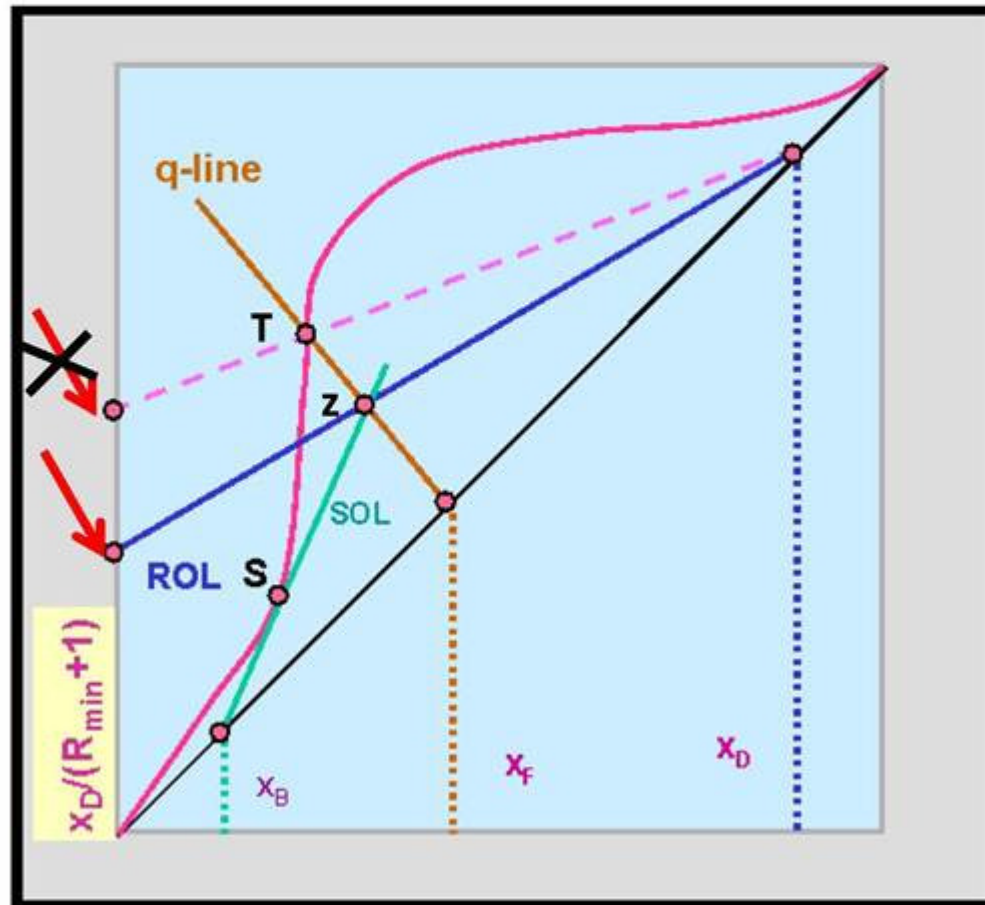
۵- با استفاده از مقدار عرض از مبدا، می توان مقدار نسبت جریان برگشتی مینیمم را به دست آورد.

رفلاکس مینیمم (نسبت جریان برگشتی مینیمم) برای محلولهای غیر آئنده آل

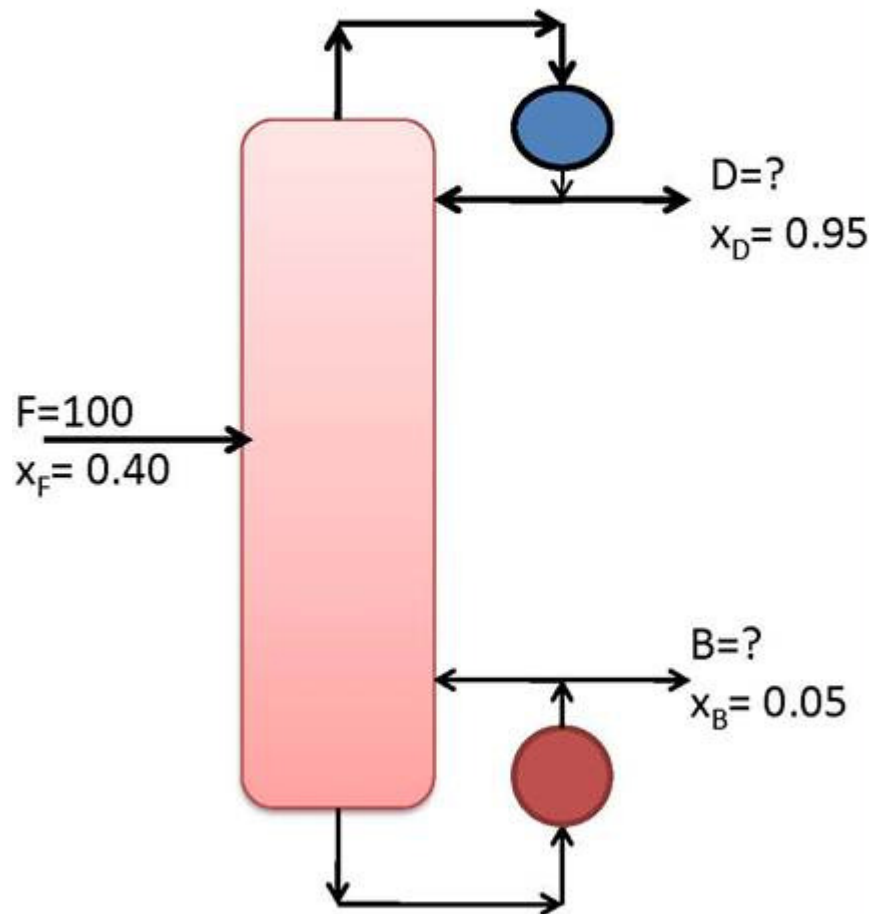


در صورتیکه نمودار تعادلی به صورت مقابل باشد، و ترکیب درصد محصول بالای برج به صورتی باشد که به هنگام رسم خط بالای برج برای به دست آوردن مینیمم رفلاکس، منحنی تعادلی را قبل از محل تقاطع خط خوراک با منحنی تعادلی قطع نماید، از نقطه ترکیب درصد محصول مقطر روی خط ۴۵ درجه، $(x_D \text{ و } x_D)$ ، مماسی بر منحنی تعادلی رسم میکنیم و با استفاده از عرض از مبدا می توان نسبت جریان برگشتی مینیمم را به دست آورد.

رفلاکس مینیمم (نسبت جریان برگشتی مینیمم) برای محلولهای غیر آئده آل



در صورتیکه نمودار تعادلی به صورت مقابل باشد، مشاهده می شود که هنگام تقاطع خط خوراک با منحنی تعادلی و عبور خط بالای برج از محل تقاطع، این خط، منحنی تعادلی را مانند حالت قبل قطع نمی کند، ولی اگر از نقطه محصول پایین برج روی خط ۴۵ درجه، به محل تقاطع خطی رسم کنیم، مشاهده می شود که منحنی تعادلی را در یک نقطه دیگر نیز قطع می کند. در این حالت از نقطه (x_B, x_B) روی خط ۴۵ درجه، مماسی بر منحنی تعادلی رسم میکنیم تا خط خوراک را قطع نماید (نقطه Z). سپس از نقطه (x_D, x_D) روی خط ۴۵ درجه، و نقطه Z، خط مستقیمی عبور می دهیم. از روی عرض از مبدا می توان مقدار رفلاکس مینیمم را به دست آورد.



مثال: خوراکی شامل بنزن و تولوئن با حالت دوفازی وارد یک برج تقطیر پیوسته می شود، خوراک ورودی به صورت ۴۰ درصد مایع و ۶۰ درصد بخار می باشد. شدت جریان خوراک ورودی به برج ۱۰۰ کیلومول بر ساعت باشد و کسر مولی بنزن در آن برابر با ۰.۴۵ می باشد. خلوص بنزن در محصول بالای برج، ۹۵ درصد مولی و در پایین برج ۵ درصد مول می باشد. با فرض اینکه کندانسور به صورت کامل باشد و ضریب فرارایت برابر با ۲ باشد، موارد زیر را محاسبه نمایید:

الف) شدت جریانهای محصول مقطر و محصول باقیمانده

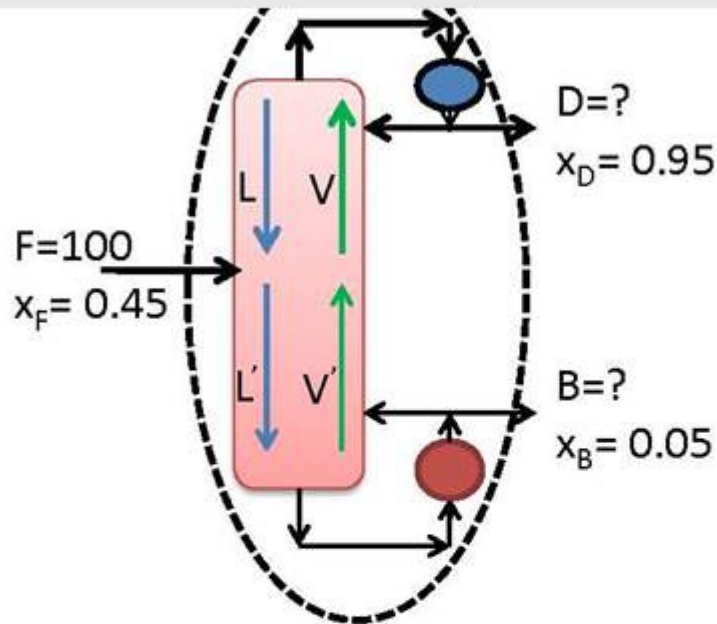
ب) کمترین تعداد سینی موردنیاز

ج) مینیمم نسبت جریان برگشتی (مینیمم رفلاکس)

د) تعداد سینی های موردنیاز برای حالتیکه نسبت جریان برگشتی

۱/۵ برابر مینیمم رفلاکس باشد.

و) محل ورود خوراک



الف) با نوشتن موازنه جرم کلی و جزئی برای کل برج خواهیم داشت:

$$F = D + B$$

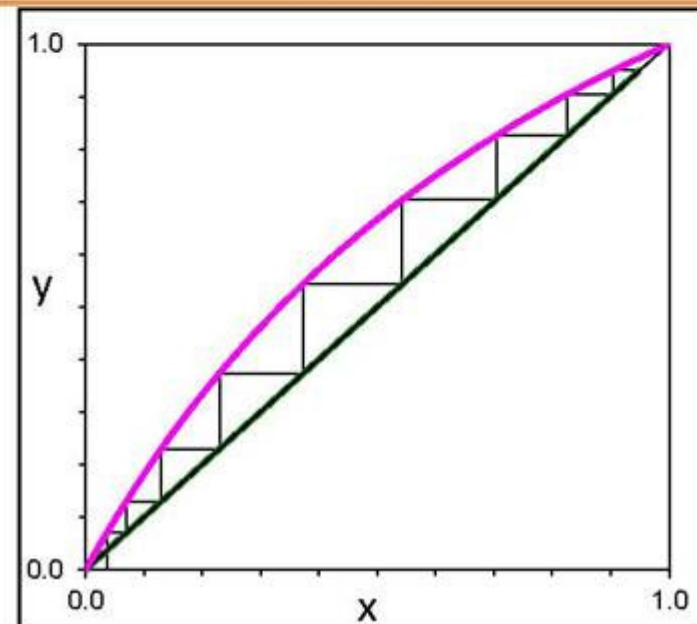
$$F x_F = D x_D + B x_B$$

$$100 = D + B$$

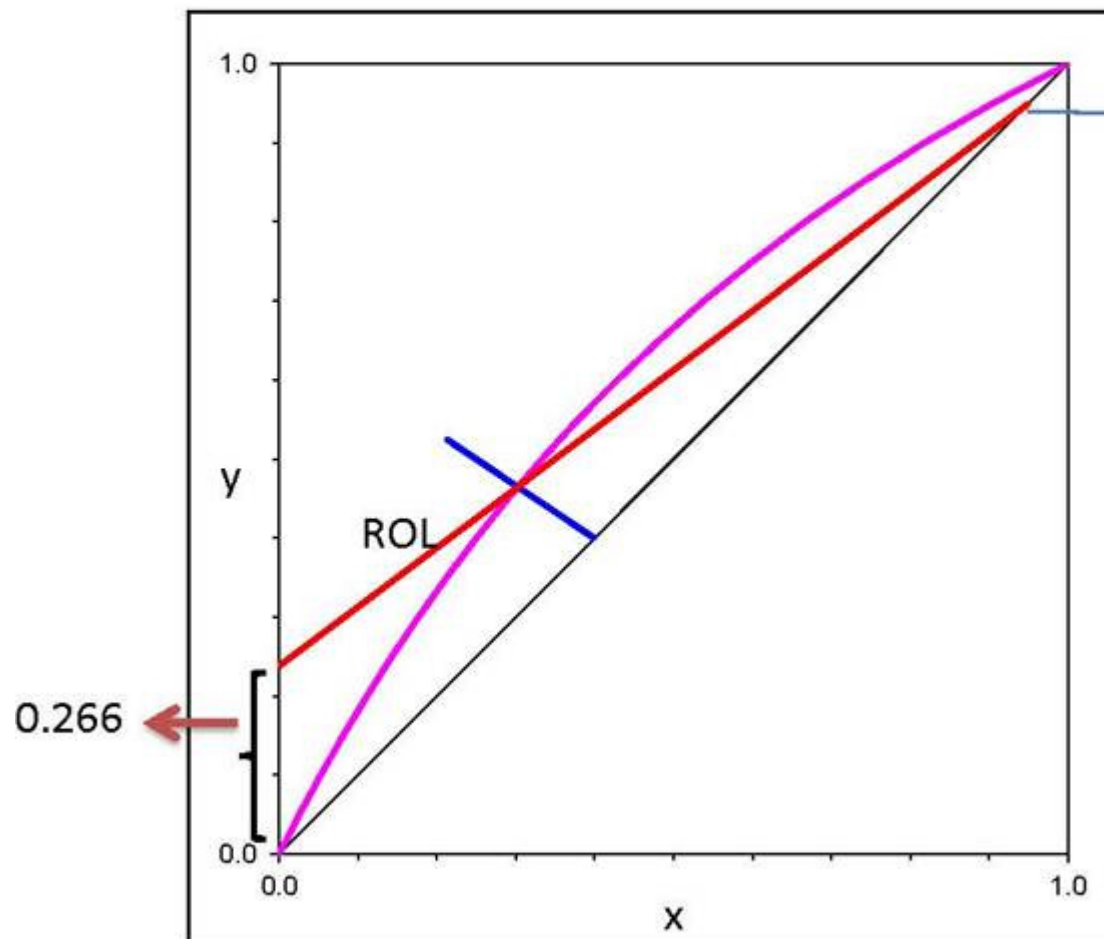
$$100 \times 0.45 = D \times 0.95 + B \times 0.05$$

$$\begin{aligned} D &= 44.44 \\ B &= 56.56 \end{aligned}$$

ب) در حالت رفلاکس کامل، تعداد سینی های مورد نیاز مینیمم خواهد شد. در این حالت کافی است که محل ترکیب درصد محصولات بالا و پایین برج را روی خط ۴۵ درجه مشخص نموده و با استفاده از روش پلکانی تعداد سینی ها را به دست آورد. تعداد سینی های مینیمم برای این مثال، ۹ سینی خواهد بود.



(ج)



چون در صورت مثال ذکر شده است که ۴۰ درصد خوراک به صورت مایع می باشد، در نتیجه $q=0.4$ می باشد

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

$$y = \frac{0.4}{0.4-1}x - \frac{0.45}{0.4-1}$$

$$y = -0.667x + 0.75$$

از روی نمودار، عرض از مبدا را میخوانیم که برابر با ۰.۲۶۶ می باشد.

$$\frac{x_D}{R_{Min}+1} = 0.266$$

$$\frac{0.95}{R_{Min}+1} = 0.266$$

$$R_{min} \approx 2.57$$

(د)

$$R = 1.5 * R_{\min} = 1.5 * 2.57 = 3.86$$

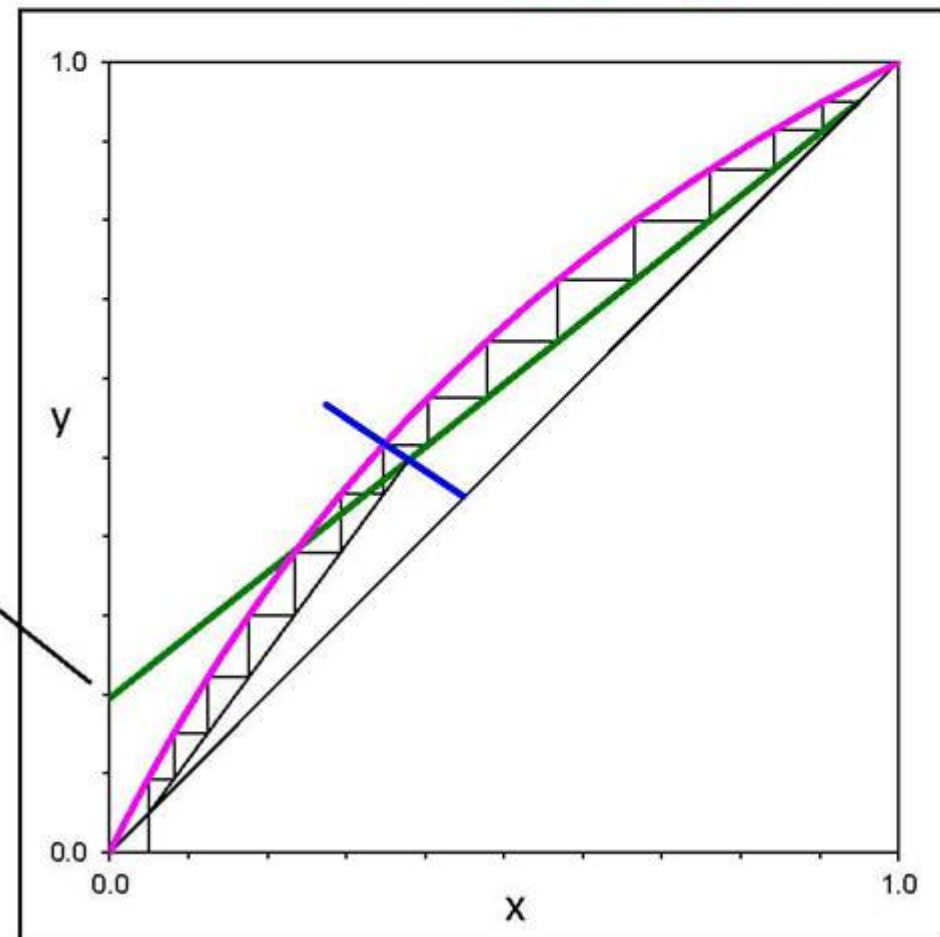
معادله خط عملیاتی بالای برج ROL

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

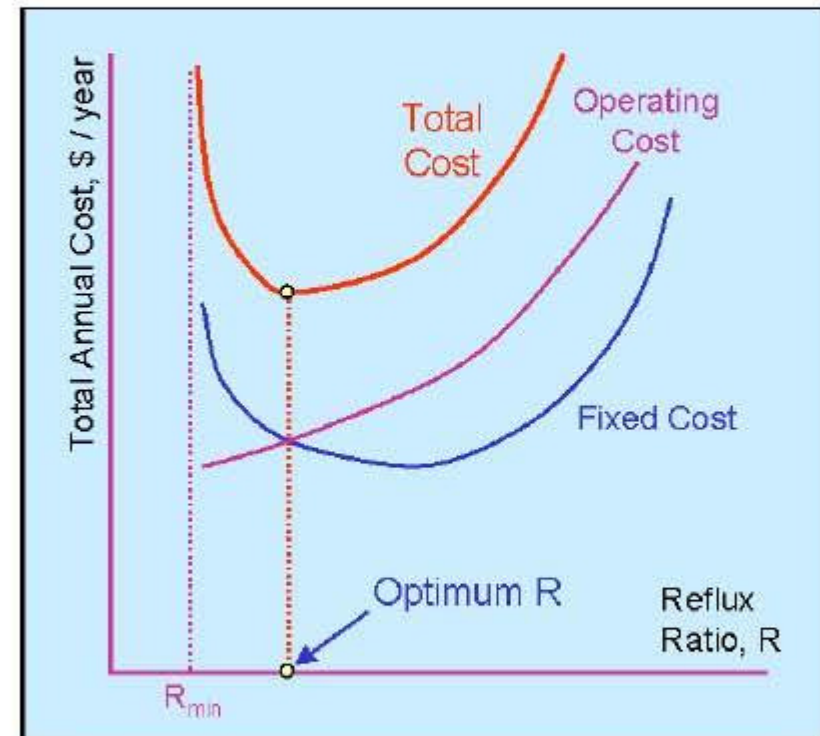
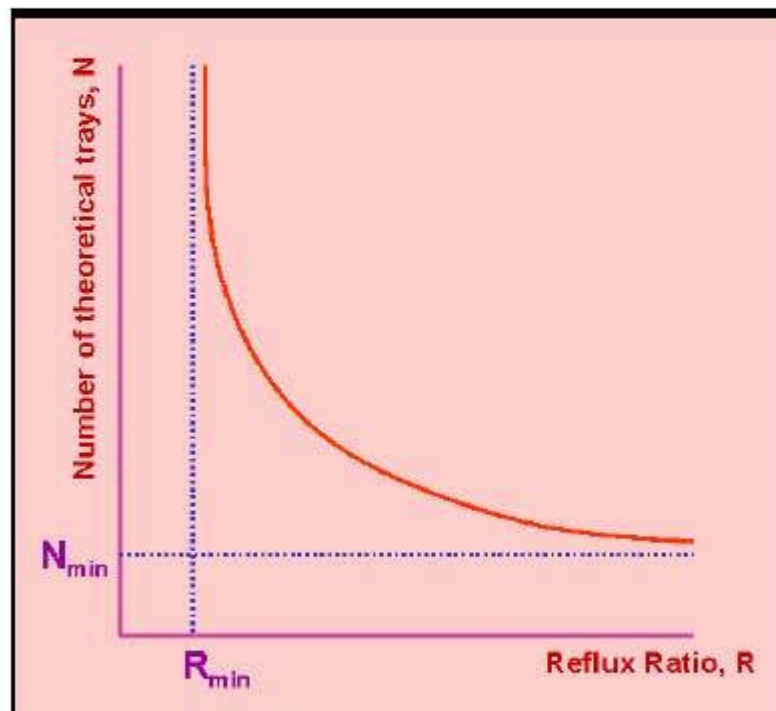
$$y = \frac{3.86}{4.86}x + \frac{0.95}{4.86}$$

$$y = 0.794x + 0.1954$$

تعداد مثلث ها = ۱۴
تعداد سینی ها = ۱۳
سینی خوراک: ۸



رفلاکس بهینه



هزینه های ثابت مربوط به خریداری تجهیزات برج تقطیر از قبیل برج، سینی ها، ریبویلر و
 هزینه های عملیاتی مربوط به هزینه های تامین حرارت برای کندانسور و ریبویلر و هزینه های پمپاژ
 معمولاً نسبت رفلاکس بهینه، ۱.۲ تا ۱.۵ برابر رفلاکس مینیمم در نظر گرفته می شود.