

## نمونه سوالات امتحانی درس عملیات واحد مهندسی شیمی

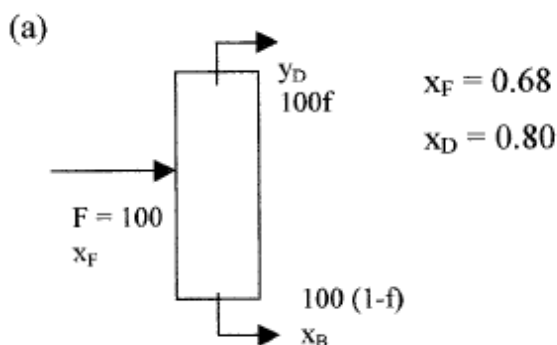
**مسئله:** در یک فرایند تقطیر دوجزئی بنزن/تولوئن، 100 mol خوراک حاوی 68 درصد مولی از بنزن و 32 درصد مولی از تولوئن وارد برج تقطیر می‌شود. اگر هدف دستیابی به محصول بالایی حاوی 80 درصد مولی از بنزن باشد، مطلوبست تعداد مولهای محصول و تعداد مولهای تبخیر شده در:

(a) تقطیر پیوسته تعادلی.

(b) تقطیر پیوسته در برجی با کندانسور جزئی که در آن 55 درصد مولی بخارهای ورودی کندانس شده و به برج برگردانده می‌شود. کندانسور جزئی به عنوان یک مرحله تعادلی در نظر گرفته می‌شود.

منحنی تعادلی سیستم دو جزئی مذکور در شکل 21.2 کتاب Mc.Cabe آمده است.

### Solution:



### feed line equation:

$$0.68 = 0.80f + (1-f)x_B$$

From Fig. 21.2, when  $y_D = 0.80$ ,  $x_B = 0.62$ , and

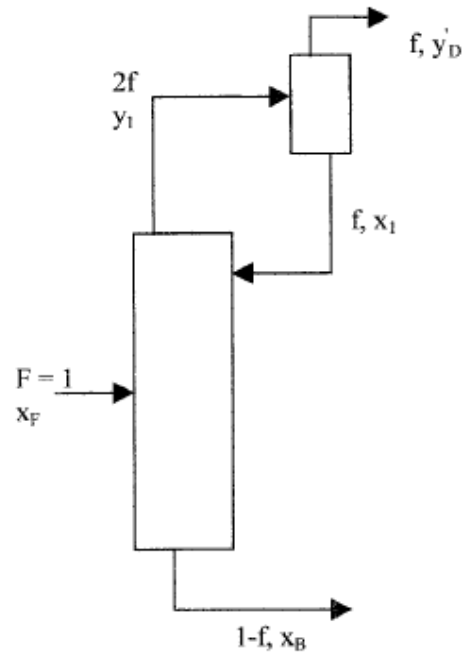
$$0.68 = 0.80f + 0.62(1-f)$$

$$f = 0.333$$

Product: 33.3 mol / 100 mol feed

Moles vaporized: 33.3 mol / 100 mol feed

(b)



$$y'_D = 0.80$$
$$x_F = 0.68$$

Basis: 1 mole feed

Since  $y'_D$  and  $x_1$  are in equilibrium, when  $y'_D = 0.80$ , from Fig. 21.2,  $x_1 = 0.62$ . By a material balance around the partial condenser:

$$2fy_1 + 0.80f + 0.62f$$
$$y_1 = 0.71$$

From Fig. 21.2, when  $y_1 = 0.71$ ,  $x_B = 0.50$

By a material balance around the entire still:

$$0.68 = 0.80f + 0.50(1-f)$$

$$f = 0.600$$

Product: 60.0 mol / 100 mol feed

Moles vaporized:

$$2 \times 60.0 = 120.0 \text{ mol / 100 mol feed}$$

**مسئله:** یک محلول 30 درصد وزنی آمونیاک در آب بصورت مایع اشباع و با شدت 1 kg/s وارد یک ستون تقطیر می‌شود، بطوریکه محصولات برج حاوی 10 و 99.5 درصد وزنی از آمونیاک می‌باشند. نسبت برگشت برج 8 درصد بیشتر از نسبت برگشت می‌نیمم می‌باشد. اگر راندمان هر سینی 60 درصد بوده و فشار ستون 1000 KPa باشد، مطلوبست محاسبه تعداد سینی‌های تئوری برج و بارهای حرارتی ریبولر و کندانسور. فرض کنید محصول پایینی برج بصورت مایع جوش است.

### Solution

Taking a material balance for the whole throughput and for the ammonia gives:

$$D + W = 1.0$$

$$0.995D + 0.1W = (1.0 \times 0.3)$$

Thus:  $D = 0.22 \text{ kg/s}$

and:  $W = 0.78 \text{ kg/s}$

### Location of the poles N and M

$N_m$  for minimum reflux is found by drawing a tie-line through F, representing the feed, to cut the line  $x = 0.995$  at  $N_m$ .

$$\begin{aligned} \text{The minimum reflux ratio, } R_m &= \frac{\text{length } N_m A}{\text{length } AL} \\ &= \frac{(1952 - 1547)}{(1547 - 295)} = 0.323 \end{aligned}$$

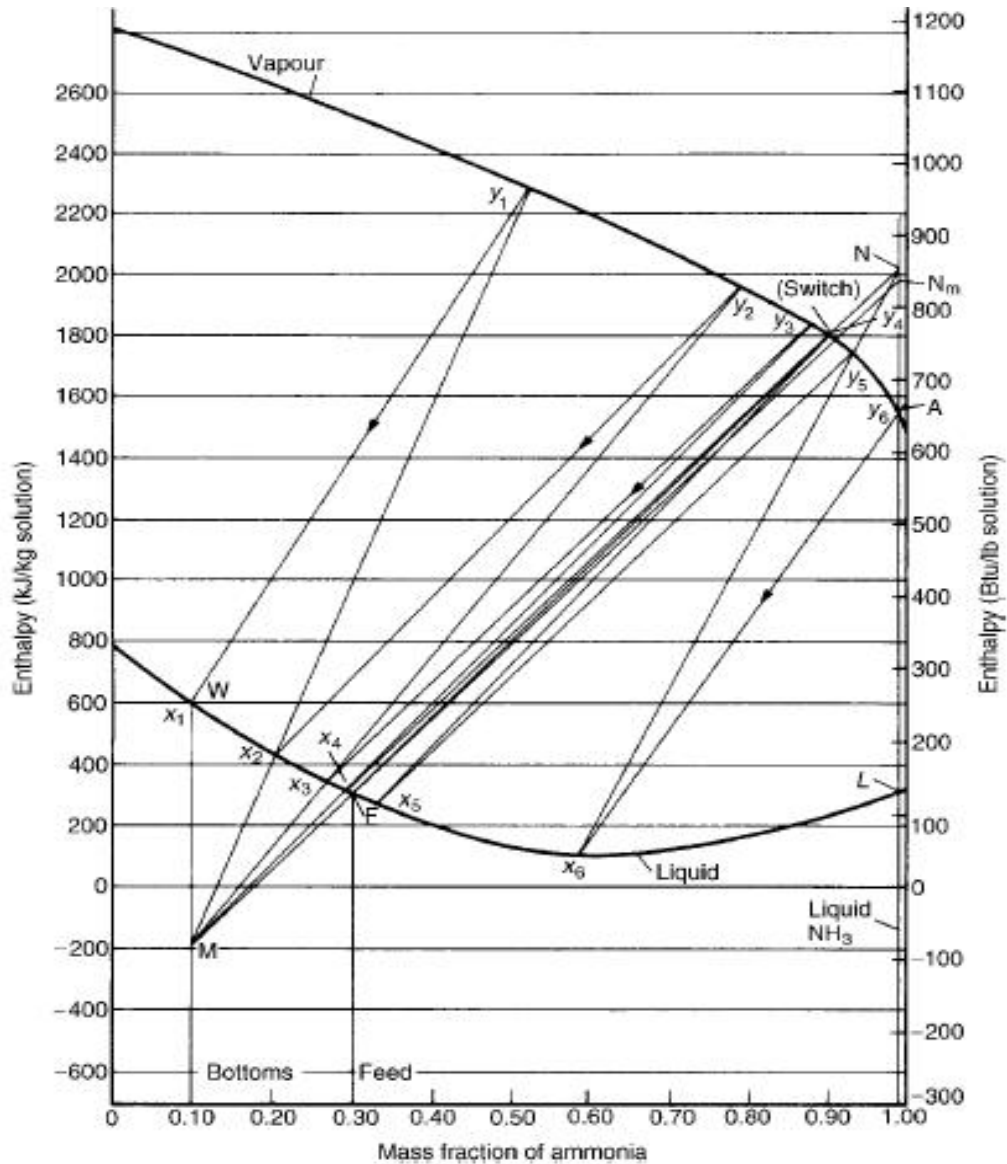
Since the actual reflux is 8 per cent above the minimum, then:

$$\begin{aligned} NA &= 1.08 N_m A \\ &= (1.08 \times 405) = 437 \end{aligned}$$

Point N therefore has an ordinate of  $(437 + 1547) = 1984$  and an abscissa of 0.995.

Point M is found by drawing NF to cut the line  $x = 0.10$ , through W, at M.

The number of theoretical plates is found, as on the diagram, to be 5+.



The number of plates to be provided =  $(5/0.6) = 8.33$ , say 9.

The feed is introduced just below the third ideal plate from the top, or just below the fifth actual plate.

The heat input at the boiler per unit mass of bottom product is:

$$\frac{Q_B}{W} = 582 - (-209) = 791$$

$$\text{Heat input to boiler} = (791 \times 0.78) = \underline{\underline{617 \text{ kW}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Condenser duty} &= \text{length NL} \times D \\ &= (1984 - 296) \times 0.22 \\ &= \underline{\underline{372 \text{ kW}}} \end{aligned}$$

**مسئله:** برای جداسازی اجزاء مخلوطی حاوی 40 درصد وزنی از استن و 60 درصد وزنی از آب در دمای 25 °C، این مخلوط در تماس با مقدار مساوی از حلال متیل ایزوبوتیل کتون (MIK) قرار می‌گیرد. (a) چه کسری از استن در فرایند یک مرحله‌ای استخراج می‌شود؟ (b) اگر حلال اولیه به دو قسمت تقسیم شده و از دو مرحله استخراج متوالی استفاده شود، چه جزئی از استن استخراج خواهد شد؟ برای دسترسی به داده‌های تعادلی سیستم مذکور از دیاگرام شکل 23.8 کتاب Mc.Cabe استفاده شود.

**Solution:**

- (a) Adding an equal amount of MIK to the feed gives a mixture with 0.5 MIK, 0.2 acetone, and 0.3 H<sub>2</sub>O. A tie line through this point on Fig. 23.8 shows the extract to be 0.725 MIK, 0.232 acetone, and 0.043 H<sub>2</sub>O. The raffinate composition is 0.023 MIK, 0.132 acetone, and 0.845 H<sub>2</sub>O.

Per unit mass of feed, an acetone balance gives

$$0.4 = 0.232E + 0.132 R$$

$$E + R = 1 + 1 = 2.0$$

$$0.4 = 0.232E + 0.132 (2-E)$$

$$E = \frac{0.4 - 0.264}{0.232 - 0.132} = 1.36$$

$$\text{Fraction acetone extracted} = \frac{1.36(0.232)}{0.4} = 0.789$$

- (b) If only half the MIK is added in the first step, the mixture is 0.333 MIK, 0.267 acetone, and 0.4 H<sub>2</sub>O. The phase compositions are

	<u>Extract</u>	<u>Raffinate</u>
MIK	0.615	0.035
Acetone	0.325	0.210
Water	0.060	0.755

By a material balance,  $E + R = 1.5$

$$0.4 = 0.325 E + 0.21 (1.5 - E)$$

$$E = \frac{0.4 - 0.315}{0.325 - 0.21} = 0.739, R = 0.761$$

$$\text{Acetone extracted} = 0.739 (0.325) = 0.24$$

Adding 0.5 parts MIK to 0.761 parts raffinate gives a mixture with the following composition

$$\text{MIK} = \frac{0.5 + 0.761(0.35)}{1.261} = 0.418$$

$$\text{Acetone} = \frac{0.21(0.761)}{1.261} = 0.127$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{0.755(0.761)}{1.261} = 0.455$$

This separates to give an extract with 0.20 acetone and a raffinate with 0.075 acetone. A acetone balance give

$$0.16 = 0.20E + 0.075 (1.261 - E)$$

$$E = 0.523$$

$$\text{Acetone extracted: } 0.523 \cdot 0.20 = 0.105$$

$$\text{Total extracted: } 0.24 + 0.105 = 0.345$$

$$\text{Fraction acetone extracted: } 0.345 / 0.4 = 0.863$$

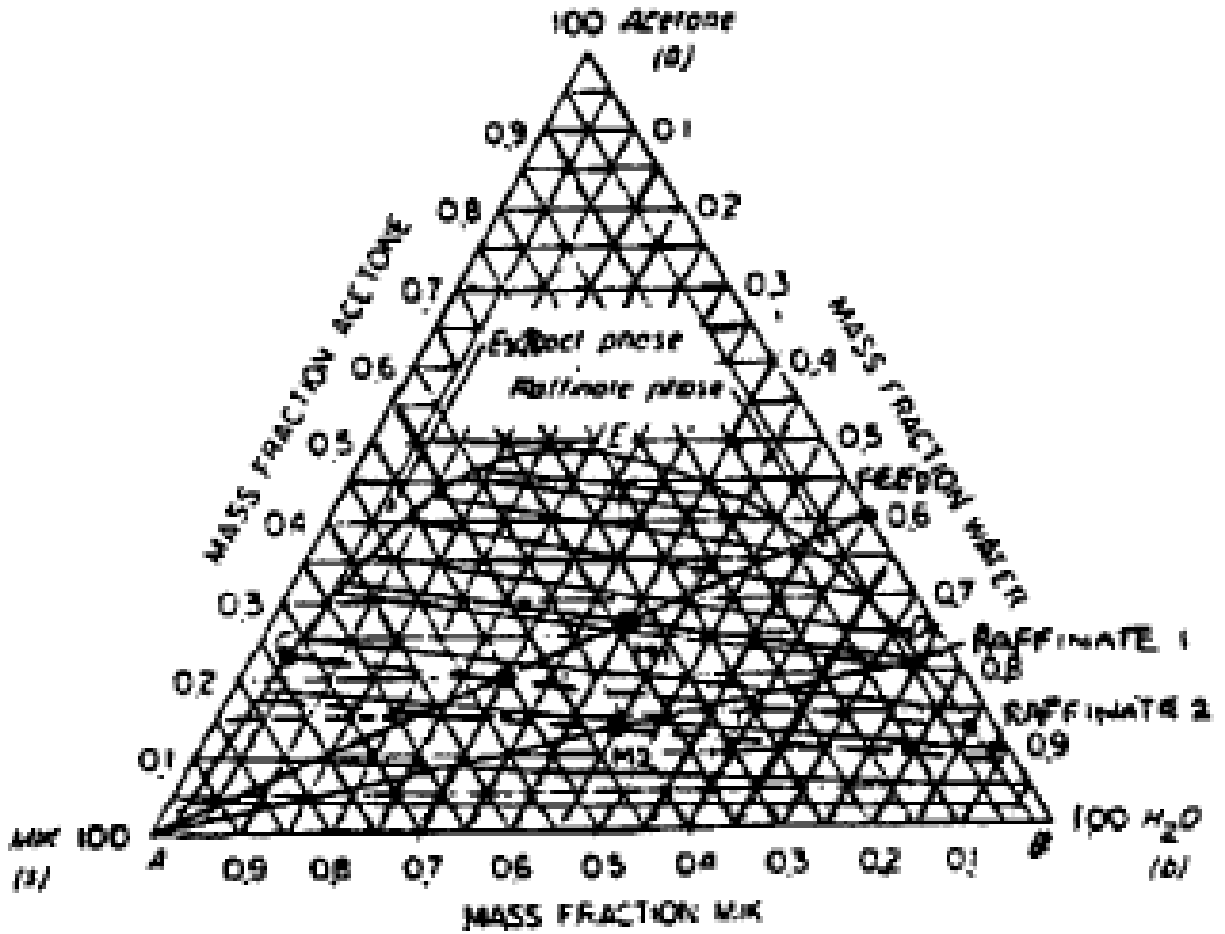


Fig. 23.8

موفق باشید---رفیعی