۳-۸ مسائل حل شده

۱) هزینه تمام شده برای تولید هر پوند از HCN تولیدی از مواد زیر را با یکدیگر مقایسه کنید:

a) KCN 90% ، به بهای هر پوند ۵۰ سنت.

b) مخلوطی از% 65 KCN و % 25 NaCN به بهای هر پوند شصت سنت.

مبناء:lb HCN ۱ تولیدی

واکنشها:
$$\begin{cases} KCN + HCl \rightarrow KCl + HCN \\ NaCN + HCl \rightarrow NaCl + HCN \end{cases}$$

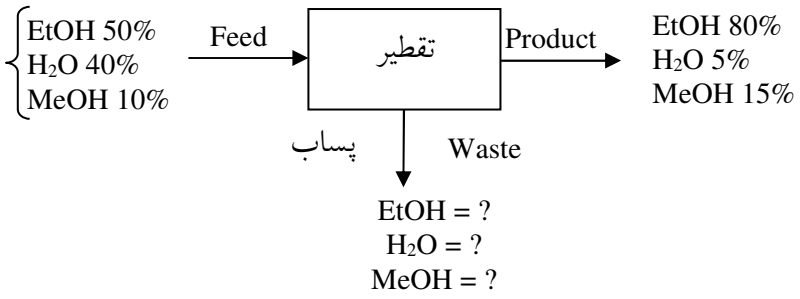
a) $$\frac{65\,(\text{lb KCN})}{27\,(\text{lb HCN})} \times \frac{100\,(\text{lb total})}{90\,(\text{lb KCN})} \times \frac{0.5\,(\$)}{(\text{lb total})} = 1.34\,(\frac{\$}{\text{lb HCN}})$$

b) $$\frac{100\,(\text{lb total})}{25\,(\text{lb NaCN}) + 65\,(\text{lb KCN})} \times \frac{25\,(\text{lb NaCN}) + 65\,(\text{lb KCN})}{25\,(\text{lb NaCN}) \times \frac{27\,(\text{lb HCN})}{49\,(\text{lb NaCN})} + 65\,(\text{lb KCN}) \times \frac{27\,(\text{lb HCN})}{65\,(\text{lb KCN})}} \ldots.$$

$$\times \frac{0.6\,(\$)}{(\text{lb total})} = 1.47\,(\frac{\$}{\text{lb HCN}})$$

تفاوت قیمتها $= 1.47 - 1.34 = 0.13\,(\frac{\$}{\text{lb HCN}})$

۲) فرآیندی طبق شکل زیر انجام می‌شود ترکیب درصد وزنی w را بدست آورید. کلیه درصدها وزنی بوده و نسبت جرمی $\frac{p}{f}$ برابر ۰/٦ می‌باشد و سیستم بطور پیوسته پایا کار می‌کند.



شکل ۳-۲۰

مبناء : ۱۰۰kg خوراک

$$\frac{P}{F} = 0.6 \rightarrow p = F \times 0.6 = 100 \times 0.6 = 60\,(kg)$$

موازنهٔ کلی جرم $\Rightarrow F = W + P \Rightarrow 100 = W + 60 \Rightarrow W = 40\,(kg)$

برای اتانول موازنه جرمی می‌نویسیم.

$$۱۰۰ \times ۰/۵ = ٦۰ \times ۰/۸ + ٤۰ \times x_{EtOH} \Rightarrow x_{EtOH} = ۰/۰۵$$

برای آب موازنه جرمی را می‌نویسیم.

$$x_{H_2O} + ٦۰ \times ۰/۰۵ \Rightarrow x_{H_2O} = ۰/۹۲۵$$

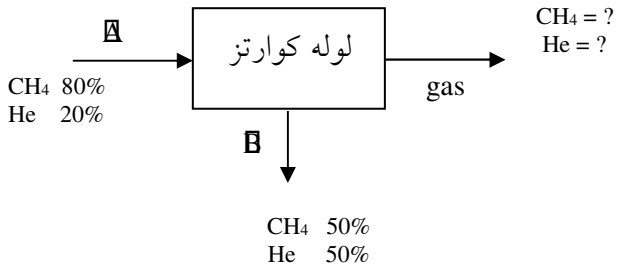
$$۱۰۰ \times ۰/٤ = ٤۰ \times$$

برای متانول موازنه جرمی را می‌نویسیم.

$$۱۰۰ \times ۰/۱ = ٤۰ \times x_{MeOH} + ٦۰ \times ۰/۱۵ \Rightarrow x_{MeOH} = ۰/۰۲۵$$

$$W = \begin{cases} EtOH & 5\% \\ H_2O & 92.5\% \\ MeOH & 2.5\% \end{cases}$$

۳- گازی شامل ۸۰٪CH4 و ۲۰٪He را از یک لوله کوارتز جهت بازیابی هلیم عبور می‌دهیم. ۲۰٪ وزنی گاز اولیه بازیابی شده (B=۰/۲A) و غلظت آن به ۵۰٪ مولی هلیم می‌رسد، اگر در هر دقیقه ۱۰۰ مول از گاز اولیه وارد فرآیند شود مطلوبست درصد گازهای خروجی (Waste gas).



شکل ۳-۲۱

فرض: وزن گاز هلیم در B را y و وزن گاز CH_4 در B را x در نظر میگیریم.

مبنا : ۱۰۰mol gas ورودی

سازنده‌ها	mole	M_w	W_t
CH_4	۸۰	۱۶	۱۶×۸۰=۱۲۸۰ g
He	۲۰	٤	٤×۲۰=۸۰ g

وزن گاز ورودی در A ← A=۱۳۶۰ g

وزن گازهای خروجی از مسیر B : B=۰/۲×۱۳۶۰=۲۷۲ g

1) $x + y = 272g$

2) $\frac{nCH_4}{n_t} = 0.5 \rightarrow \frac{\frac{x}{16}}{\frac{x}{16}+\frac{y}{4}} = 0.5$

$(1),(2) \Rightarrow x = 217.6g$ و $y = 54.4g$

در B : $\frac{54.4}{4} = 13.6\,mol$ و $\frac{217.6\,g}{16} = 13.6\,mol$

در waste : $80\,mol - 13.6\,mol = 66.4\,mol\,CH_4$ (ورودی متان)

درwaste : $20\,mol - 13.6\,mol = 6.4\,mol\,He$ (He ورودی)

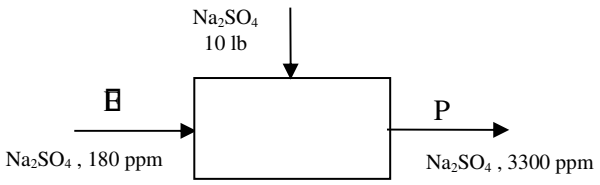
کل He و متان در waste : ٦٦/٤+٦/٤=٧٢/٨ mol

جهت بدست آوردن درصد متان و هلیم درwaste ⇐

$$CH_4\% = \frac{66.4}{72.8}\times 100 = 91\%$$

$$He\% = \frac{6.4}{72.8}\times 100 = 9\%$$

٤) روشی جهت یافتن دبی آب رودخانه مورد استفاده قرار می‌گیرد که در اینجا به عنوان مثال بیان می‌گردد. فرض کنید تجزیه آب رودخانه نشان می‌دهد که حاوی ۱۸۰ppm سولفات سدیم است، اگر ۱۰lb سولفات سدیم بطور یکنواخت در مدت یکساعت به جریان آب اضافه گردد, تجزیه آب پایین رودخانه که بطور کامل انجام شده نشان می‌دهد که نمونه حاوی ۳۳۰۰ppm سولفات سدیم است چند **گالن (در مدت یکساعت) آب در این رودخانه جریان دارد؟**



شکل ۳-۲۲

مبناء $= 100 \frac{lb\ F}{hr}$

Na_2SO_4 خالص در جریان اولیه آب $= \frac{180\,(lb)}{10^6\,(lb)} \times 100\,(lb) = 0.018\ (lb)$

H_2O خالص در جریان اولیه آب $= 100 - 0.018 = 99.982\,(lb)$

Na_2SO_4 موجود در ۱۰۰ lb از P $= \frac{3300}{10^6} \times 100 = 0.33\ lb$

H_2O خروجی به ازای ۱۰۰lb از P $= 100 - 0.33 = 99.67\ lb$

$$\frac{0.33\,(lb\,salt)}{99.67\,(lb\,w)} \times 99.982\,(lb\,w) = 0.331\,(lb\,salt) \ \Rightarrow\ 0.331\ (lb\,salt)\ in\ 100\ lb\ of\ F$$

مقدار نمک افزوده شده به ۱۰۰ lb از F $= 0.331 - 0.018 = 0.313\,(lb\,Na_2SO_4)$

$$\frac{100\,(lb\,F)}{0.313\,(lb\,salt)} \times 10\left(\frac{lb\,salt}{hr}\right) = 3194.88\ \frac{lb\,F}{hr}$$

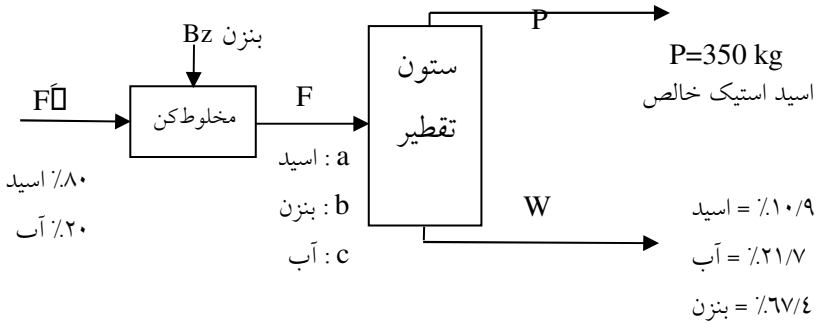
$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow v = \frac{m}{\rho} = \frac{3194.88\ lb}{62.4\ \frac{lb}{ft^3}} = 51.2\,ft^3 \ \Rightarrow\ 51.2\ \frac{ft^3}{hr}$$

$$51.2\ \frac{ft^3}{h} \times \frac{7.48\ gal}{ft^3} = 383\ \frac{gal}{hr}$$

۵) در یک سیستم مداوم تقطیر برای جداسازی اسید استیک، آب و بنزن از یکدیگر آزمایش زیر انجام می‌گیرد. به علت اینکه دستگاه اندازه‌گیری بنزن خراب است. میزان ترکیب بنزن مشخص نمی‌باشد. با توجه به داده‌های مندرج در شکل مطلوبست:

الف) مقدار بنزن در خوراک ورودی؟

ب) برای بدست آوردن ۱kg اسید استیک خالص چقدر بنزن مصرف می‌شود؟



شکل ۳-۲۳

الف) مبناء = ۳۵۰ کیلوگرم محصول بالایی

$$\text{برای مخلوط‌کن} \Rightarrow \begin{cases} F' \times 0.8 = F \times a \ (acid\ balance) \\ F' \times 0.2 = F \times C \ (water\ balance) \end{cases} \Rightarrow \frac{a}{c} = 4$$

$$\begin{cases} F \times a = w \times 0.109 + 350 \\ F \times c = w \times 0.217 \end{cases} \Rightarrow \frac{a}{c} = \frac{w \times 0.109 + 350}{w \times 0.217} = 4 \Rightarrow w = 461.1\,kg$$

$$F = P + W$$

$$F = 350 + 461.1 = 811.1\,kg$$

$$F \times b = W \times 0.674$$

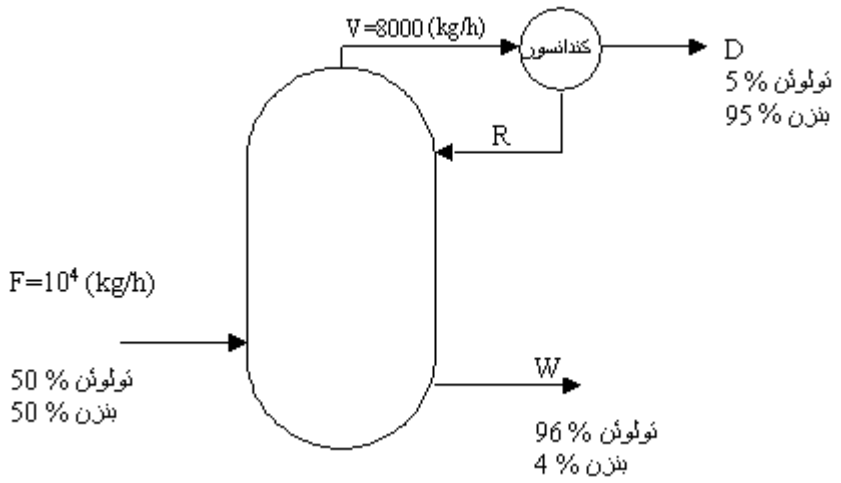
$$811.1 \times b = 461.1 \times 0.674 \Rightarrow b = 0.383$$

$$Bz = F \times b \Rightarrow 811.1 \times 0.383 = 310.78\,kg$$

ب)

$$\frac{310.78\,(kg\,Bz)}{350\,(kg\,acid)} \times 1\,(kg\,acid) = 0.89\ (kg\,Bz)$$

٦) در یک ستون تقطیر، بنزن و تولوئن با درصدهای وزنی هر کدام ۵۰٪ وارد ستون می‌گردد. به علت سبکی بنزن نسبت به تولوئن محصول بالائی حاوی بنزن ۹۵٪ و تولوئن ۵٪ می‌باشد. در سیستم بالائی کندانسوری جهت سردسازی و بهینه ساختن درصد خروجی وجود دارد (البته با شیر برگشتی بنام Recycle valve) پایین ستون نیز تولوئن ۹٦٪ و بنزن ٤٪ می‌باشد. نسبت $\frac{R}{D}$ را بدست آورید.



شکل ۳-۲٤

موازنه بنزن در کل سیستم $10^4 \times 0.5 = D \times 0.95 + w \times 0.04$

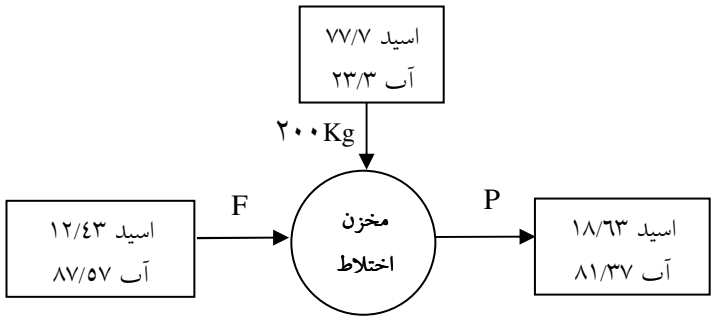
موازنه تولوئن در کل سیستم $10^4 \times 0.5 = D \times 0.05 + w \times 0.96$

$$\Rightarrow \begin{cases} D = 5054.9 \text{ kg} \\ W = 4946.1 \end{cases}$$

موازنه در سیستم کندانسور $\begin{cases} 8000 = R + D \\ 8000 = R + 5054.9 \end{cases} \Rightarrow R = 2945.1 \text{ kg}$

$$\frac{R}{D} = \frac{2945.1}{5054.9} = 0.5826$$

۷) در یک تعمیرگاه، اسید سولفوریک رقیق را باید به باطریهای شارژ شده خشک به منظور فعال کردن آنها اضافه کنند از شما خواسته شده است تا مقداری اسید تازه تهیه کنید. مخزنی محتوی محلول اسید باطری کهنه در دست است که دارای ۱۲/٤۳٪ اسید سولفوریک می‌باشد (بقیه آب خالص هست) اگر ۲۰۰kg محلول ۷۷/۷٪ اسید سولفوریک به مخزن اضافه گردد و محلول نهائی حاوی ۱۸/٦۳٪ اسید سولفوریک باشد چند کیلوگرم اسید باطری تهیه گردیده است.



شکل ۳-۲۵

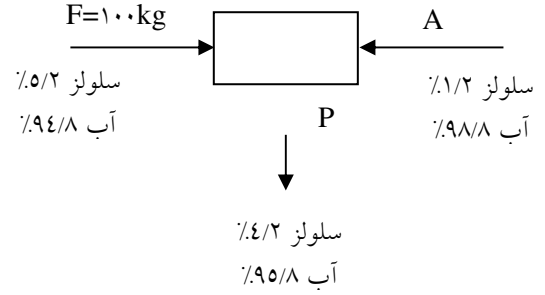
بیلان کل جرم $F + 200 = p$

بیلان اسیدسولفوریک $\Rightarrow$ F ×۰/۱۲۴۳+۲۰۰×۰/۷۷۷=p ×۰/۱۸۶۳

بیلان آب $\Rightarrow$ F ×۸۷۵۷+۲۰۰×۰/۲۳۳= p ×۰/۸۱۳۷

$\Rightarrow F = 195\,kg \quad , \quad p = 2086\,kg$

۸) یک محلول سلولز دارای ۵/۲٪ وزنی سلولز در آب است چند کیلوگرم محلول ۱/۲٪ سلولز لازم است تا ۱۰۰ کیلوگرم از محلول ۵/۲٪ را تا ٤/۲٪ رقیق کند.



شکل ۳-۲٦

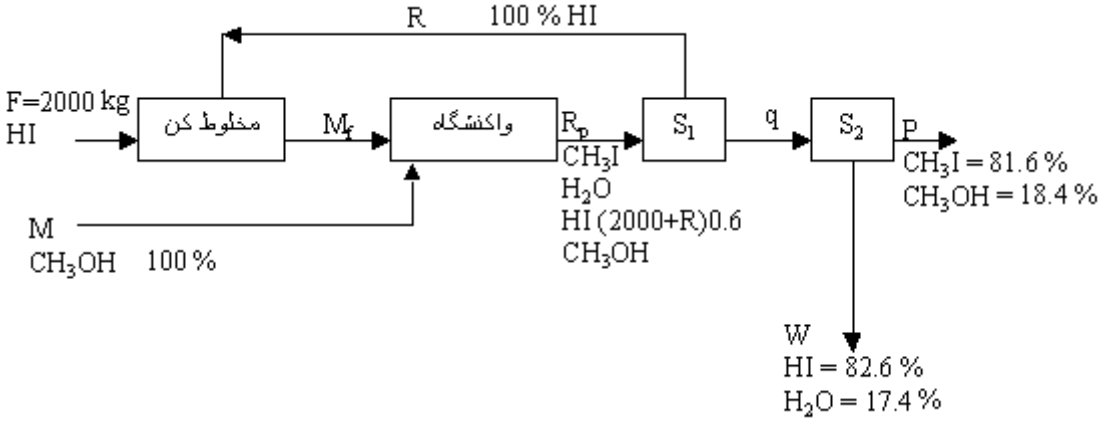
موازنه کل جرم در سیستم $\Rightarrow$ A+۱۰۰=p

$$\begin{cases} 100\times0.052 + A\times0.012 = p\times0.042 & \text{موازنهٔ سلولز} \\ 100\times0.948 + 0.988 = p\times0.958 & \text{موازنهٔ آب} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p = 133.3kg \\ A = 33.3kg \end{cases}$$

۹) در یک روش تولید یدید متیل، ۲۰۰۰kg در روز اسید یدیدریک را بر متانول اضافی اثر می‌دهند.

$$HI + CH_3OH \Leftrightarrow CH_3I + H_2O$$

اگر محصول محتوی ۸۱/٦ درصد وزنی یدیدمتیل به همراه متانول ترکیب نشده و پساب نیز متشکل از ۸۲/٦ درصد اسید یدیدریک بوده و بقیه آب فرض شوند و درجه تکمیل واکنش در راکتور نیز ٤٠٪ باشد با توجه به شکل زیر هر یک از جریانات و ترکیب آنها را تعیین کنید.



شکل ۳-۲۷

سیستم کل، شیمیایی بوده پس موازنهٔ جرم اتمها را می‌نویسیم.

(۱) موازنه کل : $M+F=P+W \Rightarrow M+2000=P+W$

(۲) موازنه ید : $\frac{2000}{128} = \frac{p \times 0.816}{142} + \frac{w \times 0.826}{128}$

(۳) موازنه کربن : $\frac{M \times \frac{100}{100}}{32} = \frac{p \times 0.816}{142} + \frac{p \times 0.184}{32}$

$$(1),(2),(3) \Rightarrow \begin{cases} w = 968 \\ p = 1631 \\ M = 599 \end{cases}$$

در S_1 و S_2 فرآیند فیزیکی است پس می‌توان موازنه جرم کل را نوشت:.

$$q = p+w = ۱٦۳۱+۹٦۸ = ۲۵۹۹$$

$$(2000+R) \times 0.6 = R \times \frac{100}{100} + w \times 0.826 \Rightarrow R = 1001$$

$$R_p = q + R = 2599 + 1001 = 3600$$