فصل دوم موازنه ماده

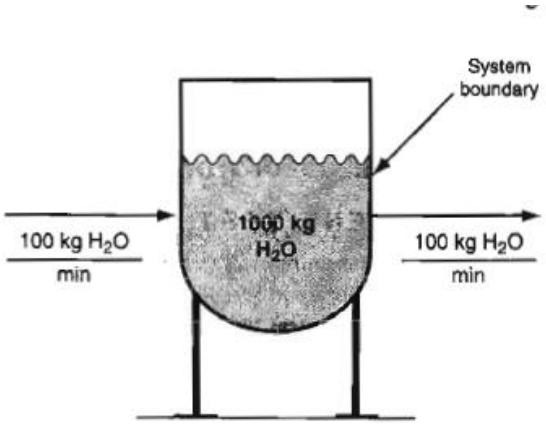
- موازنه ماده سیستم تک مرحله ای بدون واکنش شیمیایی
- موازنه ماده سیستم تک مرحله ای با واکنش شیمیایی
- موازنه ماده سیستم چند مرحله ای
- موازنه ماده سیستم همراه با جریان برگشتی، کنارگذار و زدایش

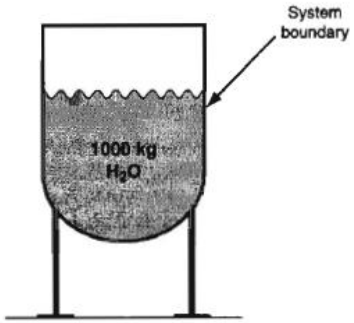
تعاریف

- سیستم: محدوده مورد مطالعه که توسط مرزهای سیستم از محیط جدا می شود.

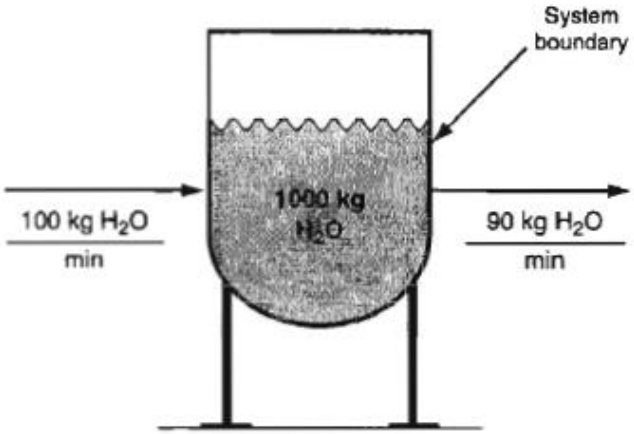
- محیط: محیط خارج از مرزهای سیستم

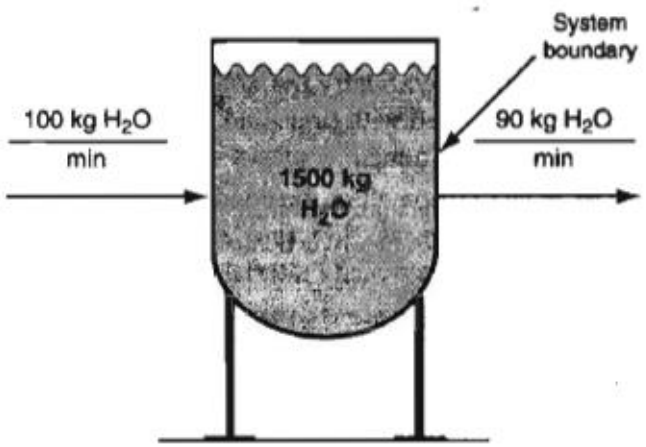
انواع سیستم





- سیستم باز
- سیستم بسته
- سیستم ایزوله
- سیستم پایا (steady)
- سیستم ناپایدار(unsteady)





انواع فرایندها

- فرایند پیوسته
- فرایند ناپیوسته
- فرایند نیمه پیوسته

معادله کلی موازنه ماده

تجمع ماده = مصرف-تولید+ خروجی –ورودی

مقدار ماده در زمان t_1- مقدار ماده در زمان t_2=مقدار تجمع ماده

مثال: همزنی طی عملیات پیوسته NaOH و آب را برای تولید محلول آبی سود مخلوط می کند. اگر شدت جریان NaOH برابر ۱۰۰ کیلوگرم بر ساعت باشد ترکیب نسبی و شدت جریان محصول را تعیین کنید. در شرایطی که نسبت شدت جریان آب به محصول ۰/۹ باشد.

- گام های حل مسئله:

۱) خواندن صورت مسئله و درک مفهوم آن

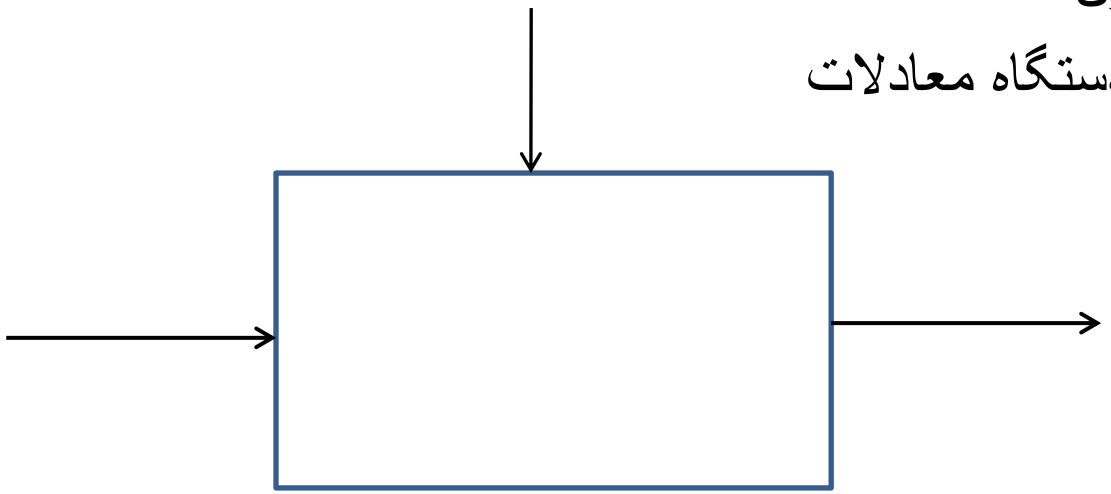
۲) ترسیم شماتیک فرایند و مشخص کردن مرزهای سیستم

۳) نمادها، اعداد و واحدهای تمام جریان ها با توجه به اطلاعات صورت مسئله

۴) انتخاب مبنا

۵) تعیین تعداد پارامترهای مجهول

۶) تعیین معادلات مستقل و حل دستگاه معادلات



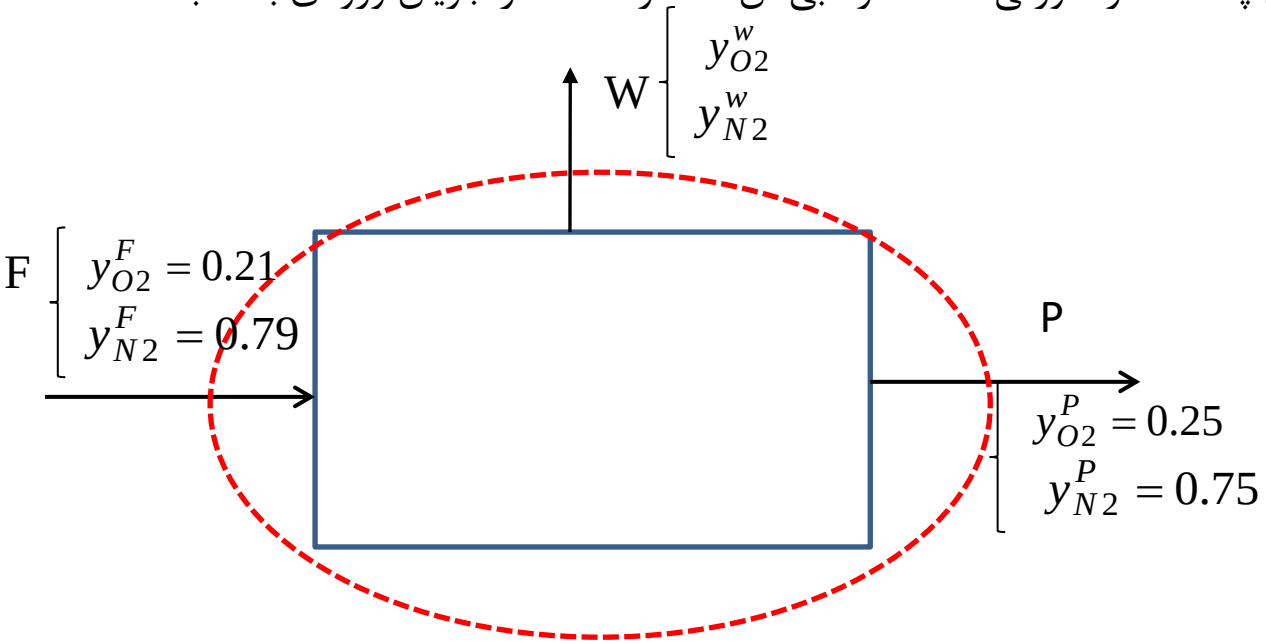
- معادلات:

۱) به تعداد اجزا موجود در سیستم می توان معادلات موازنه مستقل نوشت.

۲) می توان از اطلاعات موجود در صورت سوال استفاده کرد

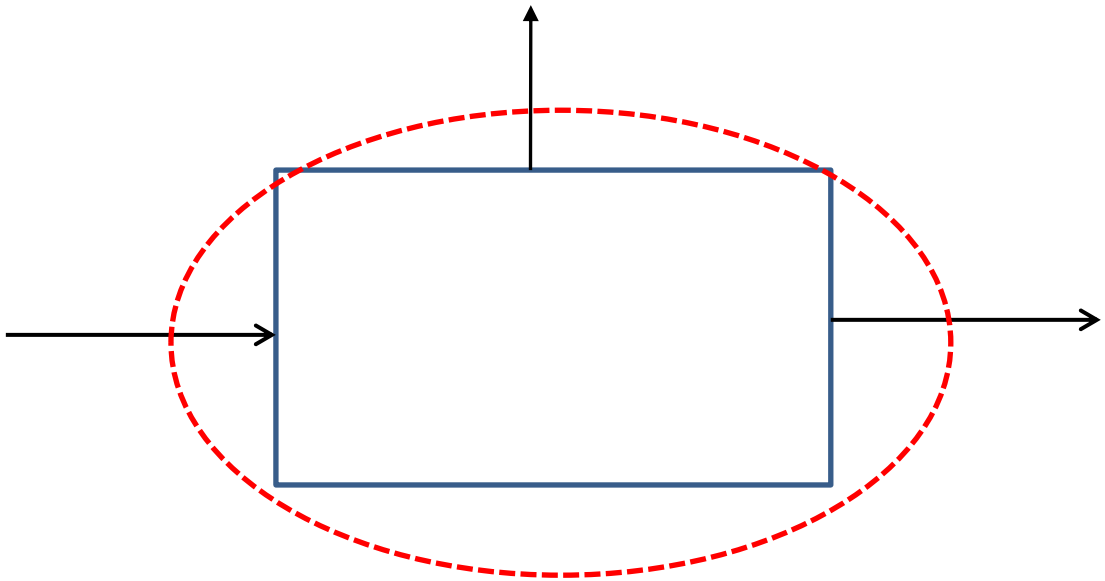
۳) از این اصل که مجموع کسر مولی یا جرمی اجزا در هر جریان برابر ۱ می باشد می توان استفاده کرد.

مثال: هوا حاوی ۲۱ درصد اکسیژن و ۷۹ درصد نیتروژن وارد غشا شده و عملیات جداسازی روی آن انجام می شود. جریان خروجی شامل محصول و پسماند می باشد. غلظت اکسیژن و نیتروژن در جریان محصول به ترتیب ۲۵ و ۷۵ درصد می باشد. ترکیب نسبی جریان پسماند در صورتی که مقدار دبی آن ۸۰ درصد مقدار جریان ورودی باشد به دست آورید



مثال: در مخزنی ۱۰۰۰۰ kg محلول اشباع کربنات سدیم در ۳۰ درجه سانتی گراد وجود دارد. می خواهیم به کمک این محلول ۳۰۰۰ kg بلور ده آبه کربنات سدیم تهیه کنیم محلول را تا چه دمایی سرد کنیم؟ در ضمن داده های حداکثر انحلال پذیری کربنات سدیم در آب به صورت تابعی از دما به شرح زیر است.

دما (^oC)	$g_{Na2CO3}/100\ g_{H2O}$
۰	۷
۱۰	۱۲/۵
۲۰	۲۱/۵
۳۰	۳۸/۸

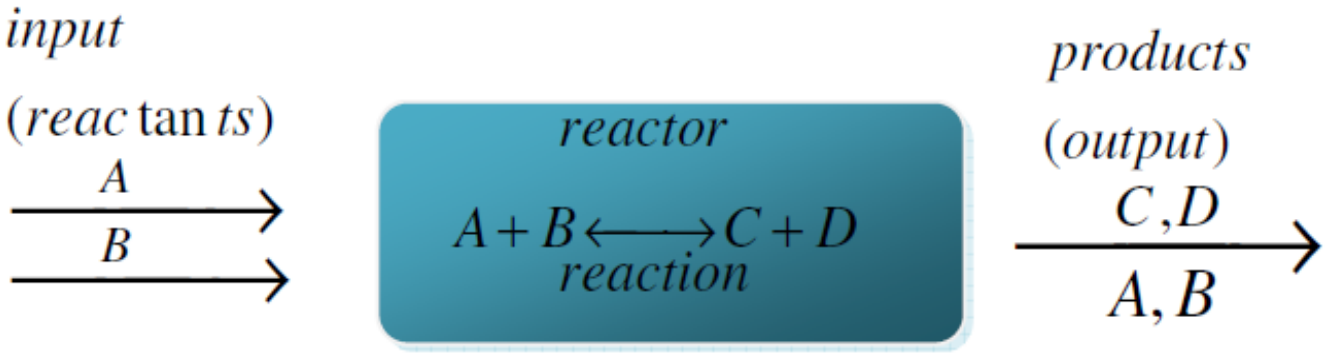


مفاهیم مربوط به واکنش شیمیایی

- استوکیومتری: مفهومی است که محصولات واکنش های شیمیایی را به صورت کمی به مقدار ترکیب شونده مربوط می کند.

انجام محاسبات گوناگون در حل برخی مسائل با توجه به ضرایب استوکیومتری را محاسبات استوکیومتری می نامند.

نکته : چنانچه صحبت خاصی به میان نیاید همواره فرض بر این است که مواد اولیه (واکنش دهنده ها) به نسبت استوکیومتری با هم ترکیب شده اند و واکنش هم صددرصد انجام شده و در خروجی ها فقط محصول وجود دارد. اما این یک حالت ایده آل است و عملاً در صنعت اینگونه نیست و یکی از مواد به عنوان محدودکننده و ما بقی اضافه می باشند.



محاسبات استوکیومتری:

مثال : آنالیز یک نوع سنگ آهک به قرار زیر است :

$CaCO_3$	$MgCO_3$	$else(insolubb)$
92.89%	5.4%	1.7%

الف : چند پوند اکسید کلسیم می توان از 5 تن سنگ آهک بدست آورد ؟

ب : چند پوند CO_2 می توان به ازای هر پوند سنگ آهک بدست آورد ؟

ج : چند پوند سنگ آهک برای تولید یک تن آهک لازم است ؟

تذکر: در سیستم مهندسی هر تن معادل 2000 پوند است.

واکنش های تولید آهک

$$\begin{cases} CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \\ MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2 \end{cases}$$

حل: الف) برای هر ۱۰۰ پوند سنگ آهک ۹۲/۸ پوند کربنات کلسیم وجود دارد.

ب) مقدار دی اکسید کربن تولیدی برابر مجموع تولید شده در واکنش ۱ و ۲ است.

ج)

- درجه پیشرفت واکنش: نشان دهنده تعداد مول جزء هست که وارد واکنش شده

$$\xi = \frac{n_i - n_{i,0}}{\nu_i}$$

- درجه پیشرفت واکنش برای تمام اجزاء در یک واکنش با هم برابر است.

مثال: واکنش زیر را در نظر بگیرید $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ چنانچه آنالیز خوراک و محصولات به قرار زیر است درجه پیشرفت واکنش را به دست آورید.

اجزاء	خوراک	محصول
N_2	100 g	؟
H_2	50 g	؟
NH_3	5 g	90 g

عامل محدود کننده : واکنش دهنده ای که زودتر از سایر واکنش دهنده ها مصرف شده و باعث اتمام واکنش می شود.

عامل اضافه : واکنش دهنده ای که بیشتر از نسبت استوکیومتری وارد شده و مقداری از آن بدون شرکت در واکنش باقی می ماند.

دلیل استفاده از عامل اضافه انجام بهتر واکنش و بالا بردن راندمان ان است.

نحوه تعیین ترکیب شونده محدود کننده و اضافی:

- برای تمامی اجزا خوراک مقدار درجه پیشرفت واکنش ماکزیمم محاسبه می شود. هر کدام مقدار کمتری داشته باشد ترکیب شونده محدود کننده خواهد بود.

$$\xi^{\max} = \frac{0 - n_{i,0}}{\nu_i}$$

- درصد ترکیب شونده اضافی:

$$\%\ Excess = \frac{Inlet\ excess\ reac\tan t - reacted}{Excess\ reac\tan t\ \ for\ recation} * 100$$

$$\%\ Excess\ Air(O_2) = \frac{Inlet\ Air(O_2) - St.Air(O_2)}{St.Air(O_2)} * 100$$

مثال : به شکل زیر توجه کنید :

محصولات واکنش

↑

$3\,gmole\ CH_4 \longrightarrow$
$8\,gmole\ O_2 \longrightarrow$

$\longrightarrow 0.5\,gmole\ CH_4$

- ضریب تبدیل (درجه تکمیل) واکنش: درصد یا کسری از ترکیب شونده محدودکننده که به محصول تبدیل می شود.

$$X_i = \frac{n_{i,0} - n_i}{n_{i,0}} = \frac{\xi}{\xi^{\max}}$$

- گزینش پذیری: عبارتست از نسبت مول های محصول مطلوب به محصول نامطلوب

- بازده: در مورد یک ترکیب شونده و یک محصول عبارت است از جرم یا تعداد مول محصول نهایی تقسیم بر جرم یا تعداد مول ترکیب شونده اولیه (اگر بیش از یک محصول و ترکیب شونده وجود داشته باشد ترکیب شونده و محصولی که بازده بر اساس ان محاسبه می گردد بایستی کاملاً مشخص باشد.

مثال: واکنش های زیر را در نظر بگیرید. اگر ۳ گرم مول هیدروژن و ۰/۵ گرم مول اتیلن تولید شود. گزینش پذیری کربن به اتیلن را به دست آورید.

$$C_2H_6 \rightarrow 2C + 3H_2$$
$$C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 + H_2$$

حل:

موازنه ماده همراه با واکنش شیمیایی

- تجمع ماده = مصرف-تولید+ خروجی –ورودی
- مصرف-تولید+ورودی=خروجی

- معادله موازنه هر جزء و کل زمانی که یک واکنش شیمیایی داشته باشیم:

$$n_i\big|_{out} = n_i\big|_{in} + \xi\nu_i$$

$$\sum n_i\big|_{out} = \sum n_i\big|_{in} + \sum \xi\nu_i$$

- معادله موازنه هر جزء و کل زمانی که چند واکنش شیمیایی داشته باشیم:

$$n_i\big|_{out} = n_i\big|_{in} + \sum \xi_k\nu_{ik}$$

$$\sum n_i\big|_{out} = \sum n_i\big|_{in} + \sum\sum \xi_k\nu_{ik}$$

مثال: واکنش های زیر را در نظر بگیرید. فهرست ترکیباتی که پس از انجام واکنش به دست آمده است به قرار زیر است. برمبنای توزیع محصولات با این فرض که هیچ یک از محصولات در خوراک وجود ندارد موارد زیر را محاسبه کنید.

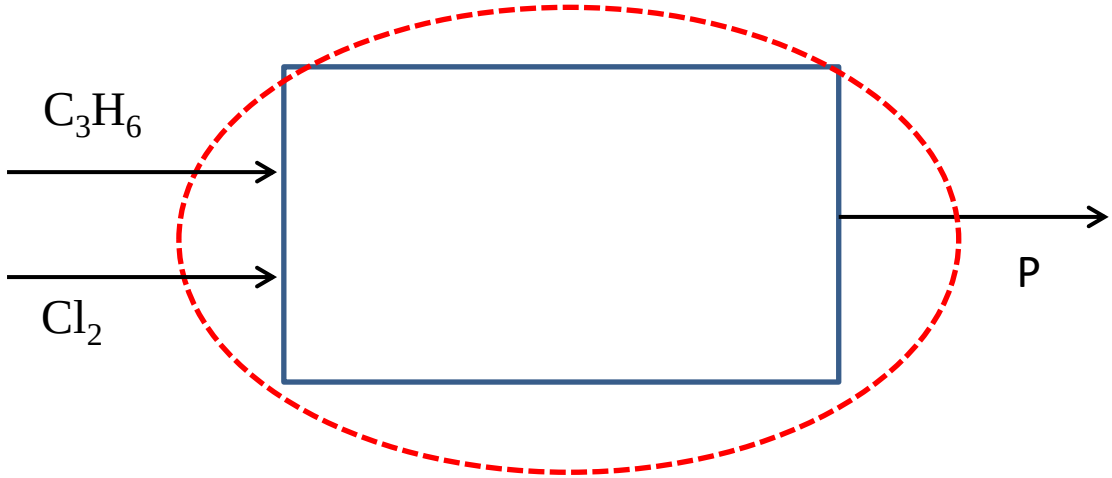
الف) چند مول کلر و پروپان در خوراک ورودی به راکتور وجود دارد؟

ب) ترکیب شونده محدودکننده کدام است؟

ج) چه کسری از C_3H_6 به C_3H_5Cl تبدیل می شود؟

د) درجه پیشرفت واکنش اول و دوم چقدر است؟

$$C_3H_6 + Cl_2 \rightarrow C_3H_5Cl + HCl$$
$$C_3H_6 + Cl_2 \rightarrow C_3H_6Cl_2$$



$$n^P_{C_3H_6} = 651\ gmol$$
$$n^P_{Cl_2} = 141\ gmol$$
$$n^P_{C_3H_5Cl} = 4.6\ gmol$$
$$n^P_{C_3H_6Cl_2} = 24.5\ gmol$$
$$n^P_{HCl} = 4.6\ gmol$$

الف)

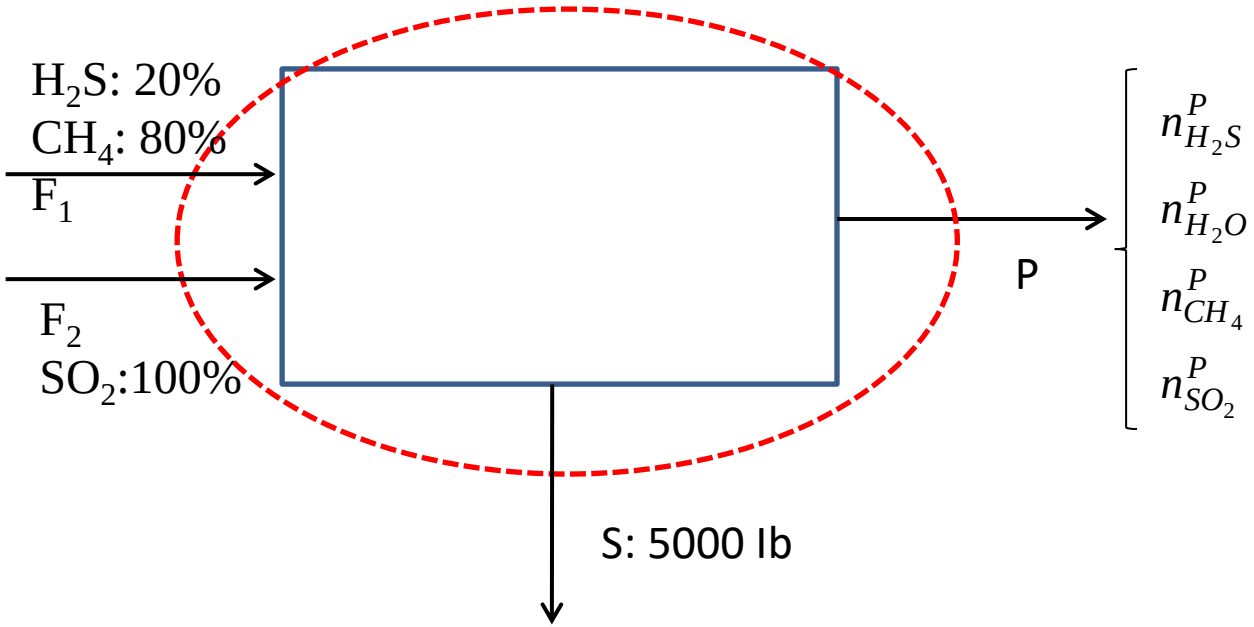
ب) با توجه به داده های به دست آمده کلر ترکیب شونده محدود کننده می باشد.

ج)

د)

مثال: یکی از فرایندهای پیشنهادی برای جداکردن H_2S از گاز طبیعی واکنش آن با دی اکسید گوگرد می باشد. برای بررسی این فرایند جریان گازی با ترکیب نسبی ۲۰ درصد سولفید هیدروژن و ۸۰ درصد متان را با جریانی از دی اکسید گوگرد خالص وارد راکتور می کنند. در خروجی ۵۰۰۰ پوند گوگرد جامد تشکیل می شود. همچنین نسبت مول های دی اکسید گوگرد به سولفید هیدروژن و نسبت آب به سولفید هیدروژن در گاز خروجی به ترتیب ۳ و ۱۰ است با توجه به اطلاعات ارائه شده میزان تبدیل ترکیب شونده محدود کننده و مقدار مول کلیه اجزاء در محصول را به دست آورید.

$$2H_2S(g)+SO_2(g)\rightarrow 2H_2O(g)+3S(s)$$



1) $n^{P}_{H_2O} = 0 + 52.1 \times 2 = 104.2\ Ibmol$

2) $n^{P}_{H_2S} = n^{F_1}_{H_2S} + 52.1 \times (-2)$

3) $n^{P}_{CH_4} = n^{F_1}_{CH_4}$

4) $n^{P}_{SO_2} = F_2 + 52.1 \times (-1)$

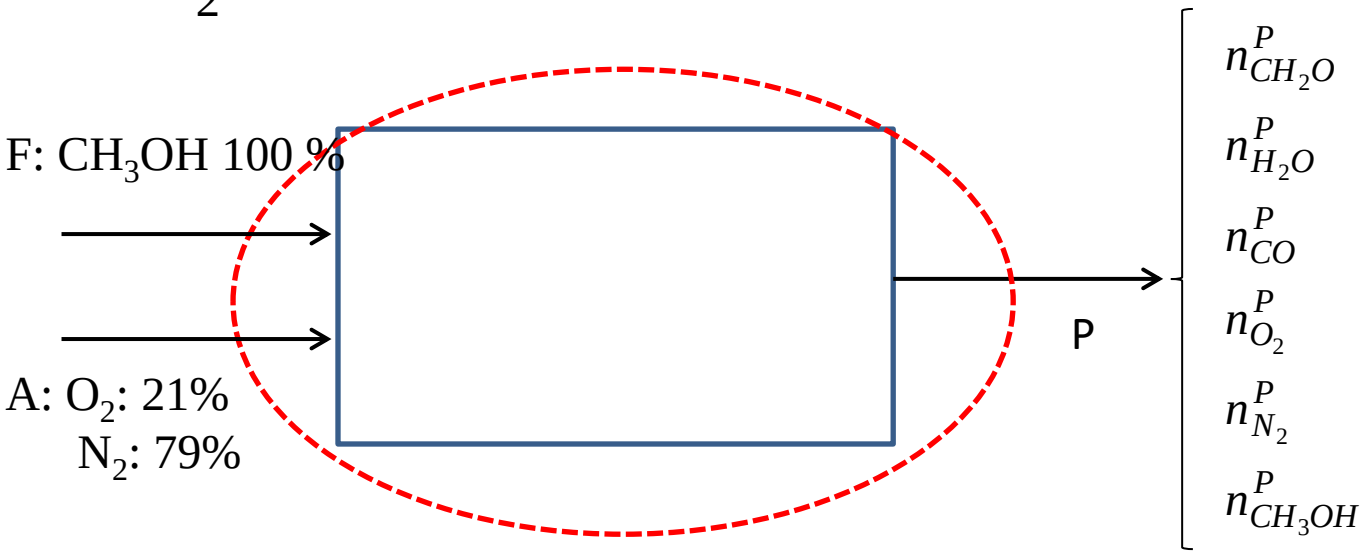
5) $\dfrac{n^{P}_{SO_2}}{n^{P}_{H_2S}} = 3$

6) $\dfrac{n^{P}_{H_2O}}{n^{P}_{H_2S}} = 10$

مثال: واکنش های مطلوب و نامطلوب زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید برای تبدیل کامل متانول به فرمآلدئید، متانول با ۲ برابر هوای لازم وارد راکتور شود. همچنین فرض کنید میزان تبدیل متانول ۹۰ % و بازده فرمالدئید خالص تولیدی در محصول نهایی ۰/۷۵ باشد و ترکیب نسبی گاز خروجی از راکتور را تعیین کنید.

$$CH_3OH + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CH_2O + H_2O$$

$$CH_2O + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + H_2O$$



$$n_{O_2}^{A} = 2 \times n_{O_2}\Big|_{St.} = 2 \times \frac{1}{2} = 1\ gmol$$

$$n_{O_2}^{A} = 0.21A \Rightarrow A = \frac{1}{0.21}\ gmol$$

$$n_{N_2}^{A} = 0.79 \times \frac{1}{0.21} = 3.76\ gmol$$

$$n_{CH_3OH}^{P} = 1 + \xi_1(-1) + \xi_2(0) = 1 - 0.9 = 0.1\ gmol$$

$$\frac{n_{CH_2O}^{P}}{n_{CH_3OH}^{F}} = 0.75 \Rightarrow n_{CH_2O}^{P} = 0.75 \times 1 = 0.75\ gmol$$

$$n_{CH_2O}^{P} = 0 + \xi_1(1) + \xi_2(-1) = 0 + 0.9 - \xi_2 \Rightarrow \xi_2 = 0.15$$

$$n_{H_2O}^{P} = 0 + 0.9(1) + 0.15 \times 1 = 1.05\ gmol$$

$$n_{CO}^{P} = 0 + 0.9(0) + 0.15 \times 1 = 0.15\ gmol$$

$$n_{O_2}^{P} = 1 + 0.9\left(-\frac{1}{2}\right) + 0.15\left(-\frac{1}{2}\right) = 0.475\ gmol$$

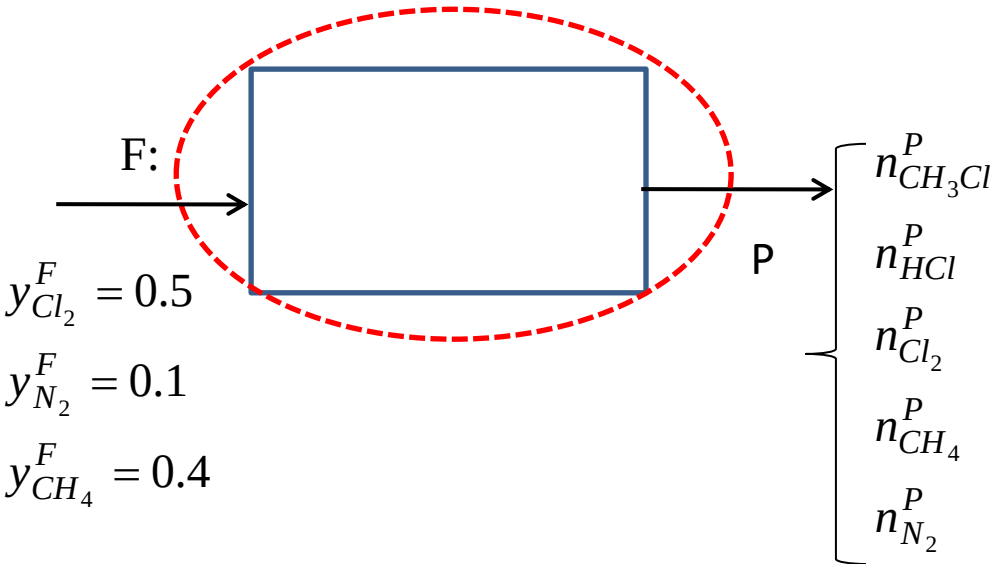
$$n_{N_2}^{P} = 3.76 + 0 = 3.76\ gmol$$

مثال: کلراسیون متان طبق واکنش زیر انجام می شود. مطلوبست تعیین ترکیب نسبی محصول اگر میزان تبدیل ترکیب شونده محدود کننده ۶۷ % و درصد مولی ترکیبات موجود در خوراک به قرار زیر است.

N_2	10%
Cl_2	50%
CH_4	40%

حل:

$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$



$$n_{CH_4}\Big|_{out} = n_{CH_4}\Big|_{in} + \xi\nu_{CH_4} = 40 + 26.8\times(-1) = 13.2\ gmol$$

$$n_{Cl_2}\Big|_{out} = n_{Cl\,2}\Big|_{in} + \xi\nu_{Cl_2} = 50 + 26.8\times(-1) = 23.2\ gmol$$

$$n_{N_2}\Big|_{out} = n_{N\,2}\Big|_{in} + \xi\nu_{N_2} = 10 + 26.8\times(0) = 10\ gmol$$

$$n_{CH_3Cl}\Big|_{out} = n_{CH_3Cl}\Big|_{in} + \xi\nu_{CH_3Cl} = 0 + 26.8\times(1) = 26.8\ gmol$$

$$n_{HCl}\Big|_{out} = n_{HCl}\Big|_{in} + \xi\nu_{HCl} = 0 + 26.8\times(1) = 26.8\ gmol$$

موازنه عنصری:

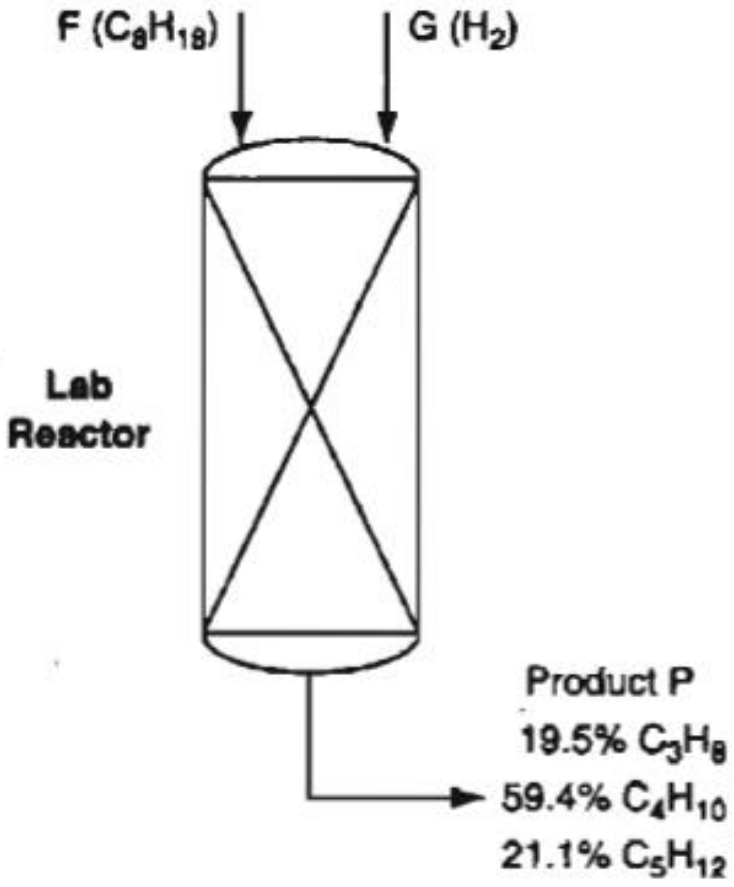
- با توجه به این که عناصرطی واکنش شیمیایی تولید یا مصرف نمی شوند، بنابراین معادله موازنه برای حالت پایا به فرم زیر خواهد بود:

خروجی=ورودی

به تعداد عناصر می توان معادله موازنه نوشت. همواره قابل استفاده می باشد، اما معمولا زمانی از روش عنصری استفاده می کنیم که اطلاعات مربوط به واکنش شیمیایی را نداشته باشیم

مثال: آنالیز محصول واکنش هیدروکراکینگ اکتان خالص به کمک هیدروژن خالص به قرار زیر است. مطلوبست تعیین نسبت مولی هیدروژن و اکتان.

حل:



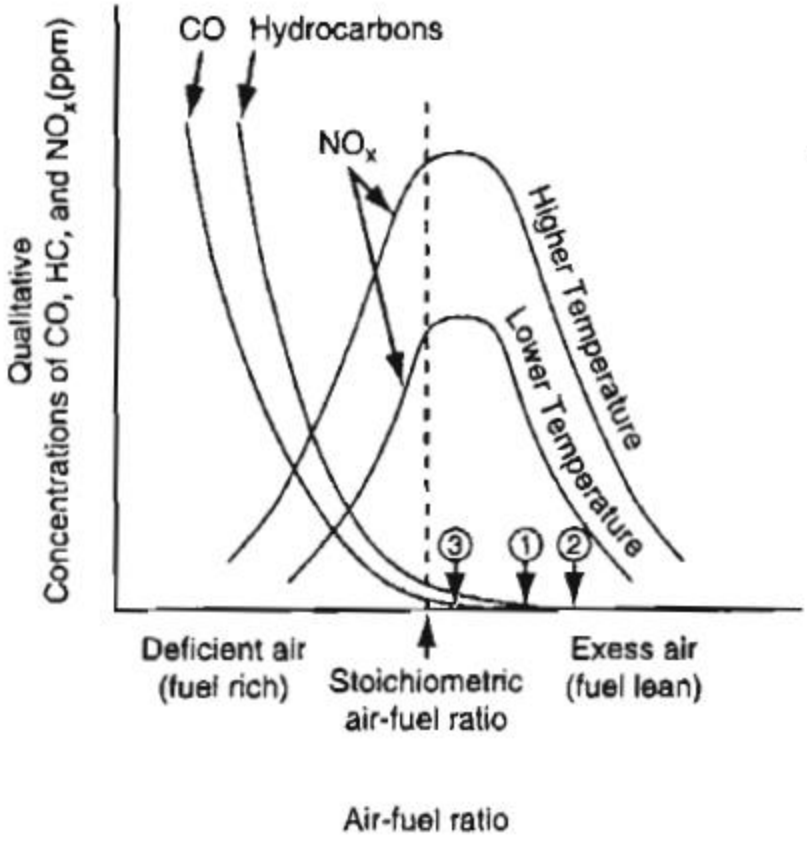
فرایند احتراق

- واکنش بین مواد و اکسیژن که منجر به تولید انرژی می شود، احتراق می باشد.
- محصولات واکنش احتراق کامل:

CO_2، SO_2 و H_2O می باشد.

- محصولات احتراق ناقص:

CO



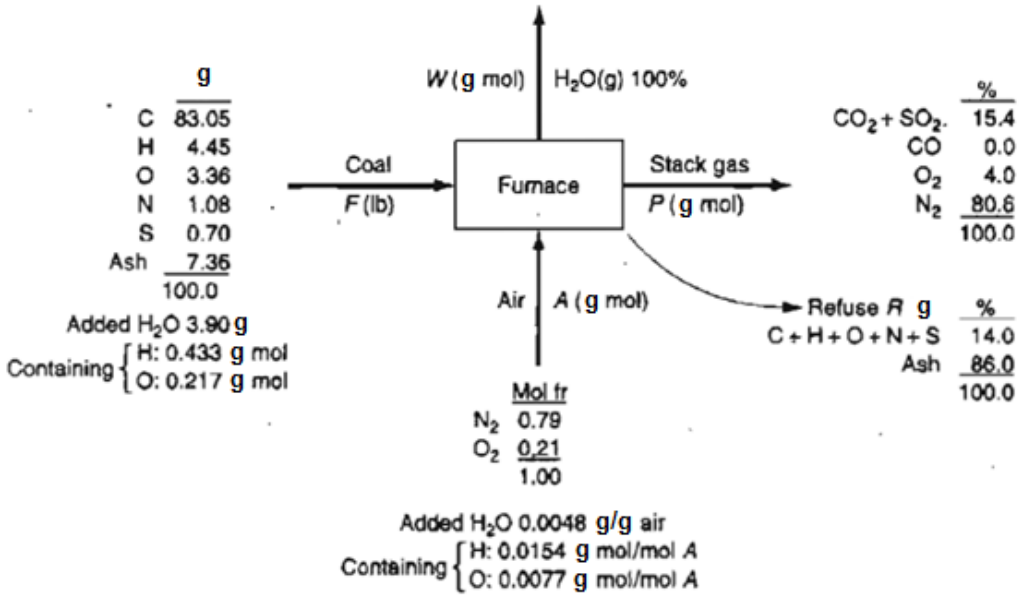
مثال: در یک ایستگاه خدمات محلی زغال سنگی با ترکیب نسبی زیر که بر مبنای خشک است سوزانده می شود.

ترکیب	C	H	O	N	S	خاکستر
درصد	۸۳,۰۵	۴,۴۵	۳,۳۶	۱,۰۸	۰/۷	۷,۳۶

تجزیه ارسات (بر مبنای خشک) متوسط گاز دودکش در یک آزمایش در طول ۲۴ ساعت به صورت زیر است:

ترکیب	CO_2+SO_2	CO	O_2	N_2
درصد	۱۵,۴	۰/۰	۴,۰	۸۰/۰

مقدار رطوبت زغال سنگ ۳/۹ درصد میزان زغال سنگ خشک و رطوبت متوسط هوا ۰/۰۰۴۸ گرم آب به ازای هر گرم هوای خشک می باشد. خروجی کوره، گازهای حاصل از احتراق و پسماندجامد می باشد. ۱۴ % پسماند زغال سنگ واکنش نداده و مابقی خاکستر است. با توجه به اطلاعات مسئله مطلوبست تعیین الف) میزان محصول گازی، پسماند جامد و هوای ورودی به محفظه احتراق برای ۱۰۰ گرم زغال سنگ خشک ب) درصد هوای اضافی



$$Ash: \quad 7.36 = 0.86R \Rightarrow R = 8.56g$$

$$m_{C+H+O+N+S} = 0.14R = 1.2g$$

برای تعیین مقادیر هر یک از عناصر در پسماند از این اصل استفاده می شود که نسبت تعداد عناصر برا ی مقادیر مختلف زغال سنگ ثابت می باشد. بنابراین نسبت مولی عناصر در (۷/۳۶-۱۰۰) گرم و ۱/۲ گرم برابر می باشد.

تعیین کسر اجزاء مولی هوای مرطوب:

مبنا: ۱۰۰ گرم هوای خشک

$$m_{H_2O} = 100 * 0.0048 = 0.48g$$

$$n_{H_2O} = \frac{0.48}{18} = 0.0267 gmol$$

$$n_{O_2} = 0.21 * \frac{100}{29} = 0.72 gmol$$

$$n_{N_2} = 0.79 * \frac{100}{29} = 2.72 gmol$$

$$y_{H_2O} = \frac{0.0267}{0.0267 + 0.72 + 2.72} = 0.0077$$

$$y_{O_2} = \frac{0.72}{3.47} = 0.207$$

$$n_{N_2} = \frac{2.72}{3.47} = 0.784$$

$$C+S:(6.92+0.022)+0*A=0*W+0.154P+(0.0896+0.0003)$$

$$P=44.5gmol$$

$$N:0.077+2*0.784*A=0*W+2*0.8*44.5+0.001$$

$$A=45.35gmol$$

$$C+O_2\rightarrow CO_2 \quad \Rightarrow n_{O_2}\Big|_{req.}=6.92gmol$$

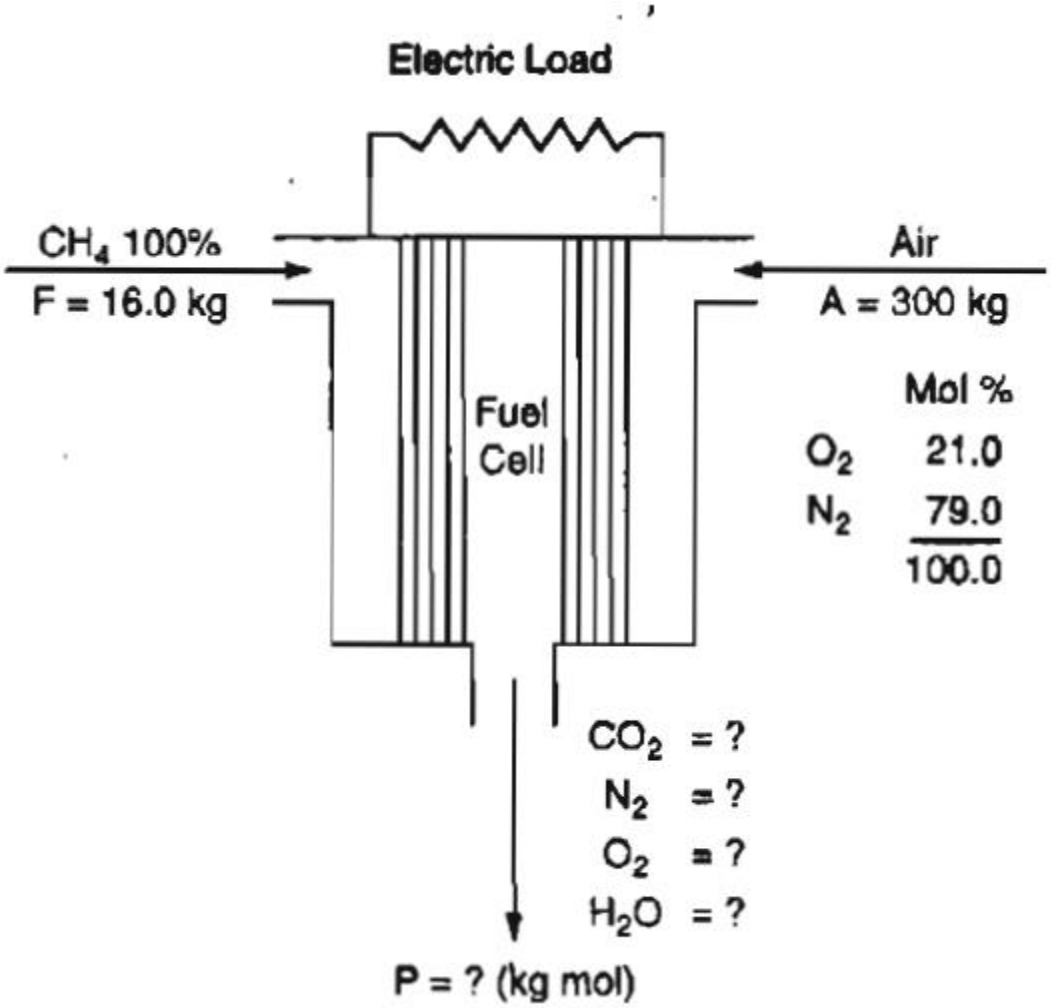
$$S+O_2\rightarrow SO_2 \quad \Rightarrow n_{O_2}\Big|_{req.}=0.022gmol$$

$$H_2+\frac{1}{2}O_2\rightarrow H_2O \quad \Rightarrow n_{O_2}\Big|_{req.}=\frac{\frac{4.41}{2}}{2}=1.1gmol$$

$$n_{O_2}\Big|_{req}=6.92+0.022+1.1-\frac{0.21}{2}=7.94gmol$$

$$\%\ excess\ air=\frac{45.35*0.207-7.94}{7.94}*100=18.5\%$$

مثال: پیل سوختی مطابق شکل زیر عمل می کند. با توجه به اطلاعات ارائه شده در شماتیک فرایند ترکیب نسبی محصولات احتراق را به دست آورید.



حل:

مجهولات: ۶

معادلات موازنه: ۵

معادله مجموع مول ها

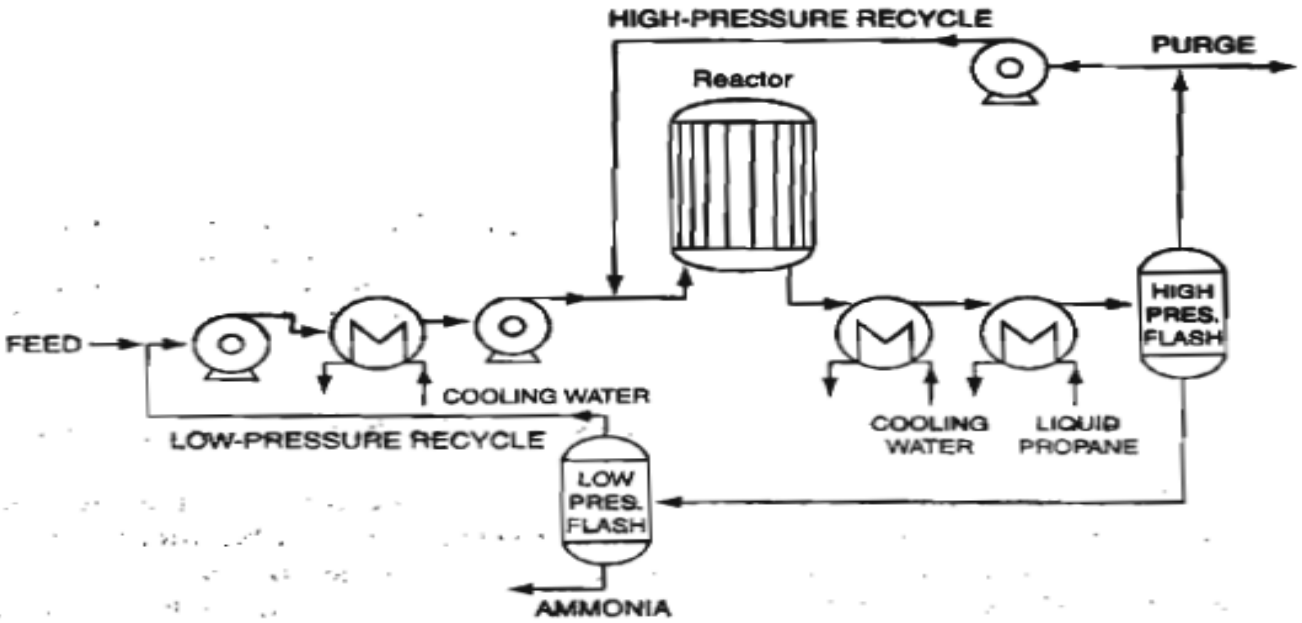
$$n_{CO_2}\Big|_{out} = n_{CO_2}\Big|_{in} + \xi\nu_{CO_2} = 0 + 1\times(1) = 1\ gmol$$

$$n_{N_2}\Big|_{out} = n_{N\,2}\Big|_{in} + \xi\nu_{N_2} = 0.79*10.35 + 1\times(0) = 8.18\ gmol$$

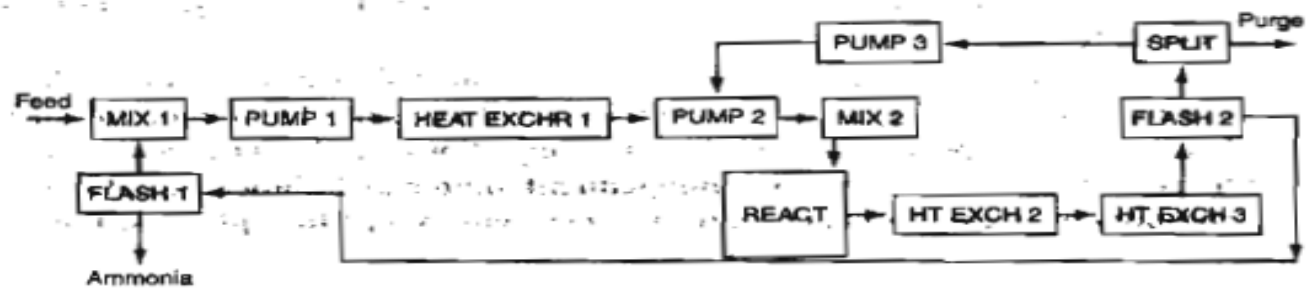
$$n_{O_2}\Big|_{out} = n_{O\,2}\Big|_{in} + \xi\nu_{O_2} = 0.21*10.35 + 1\times(-2) = 0.17\ gmol$$

$$n_{H_2O}\Big|_{out} = n_{H_2O}\Big|_{in} + \xi\nu_{H_2O} = 0 + 1\times(2) = 2\ gmol$$

موازنه سیستم های چند مرحله ای

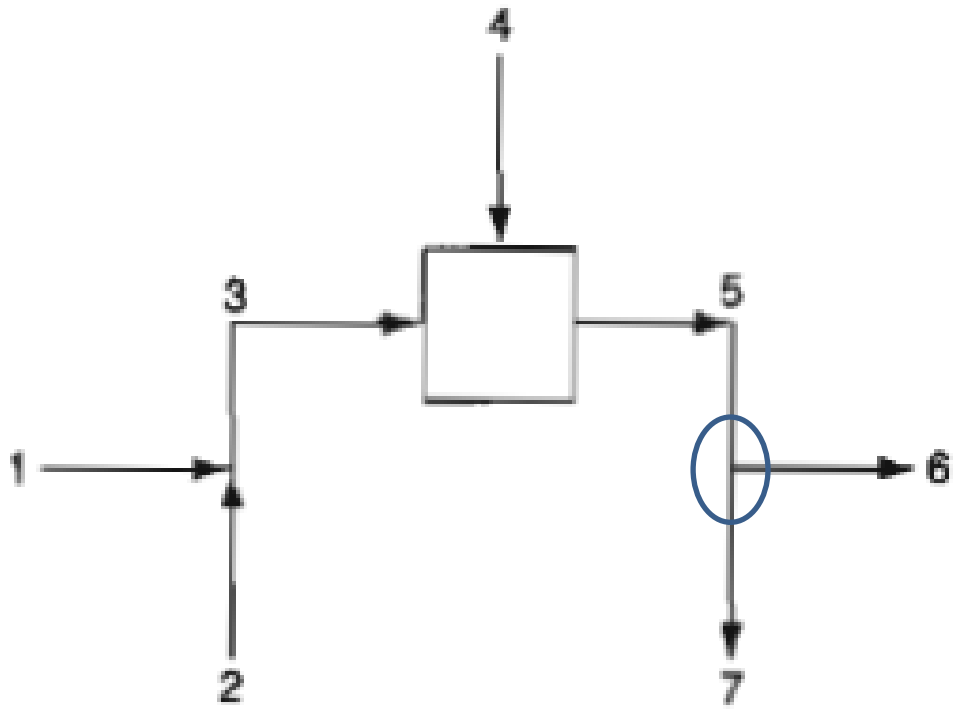


a.

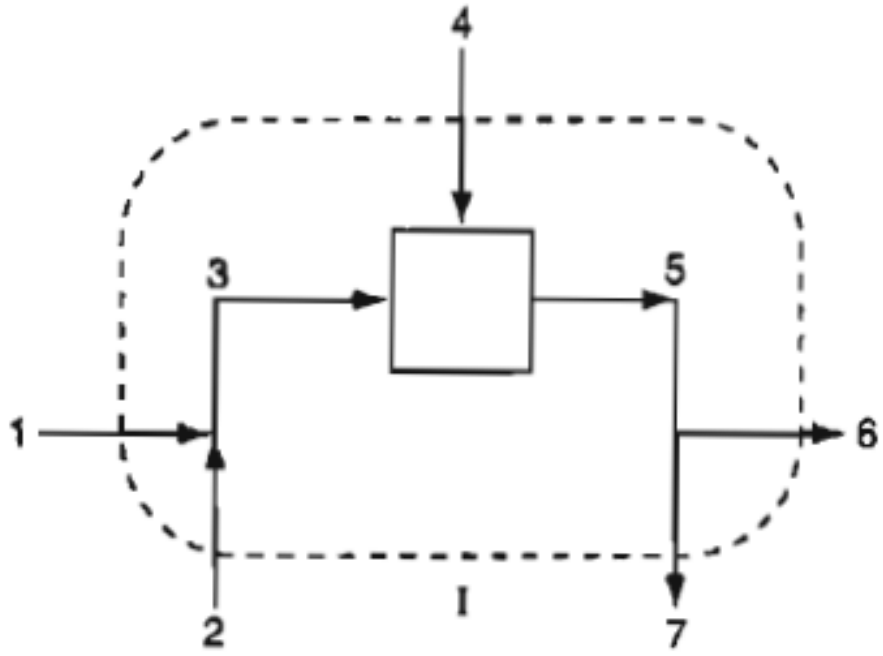


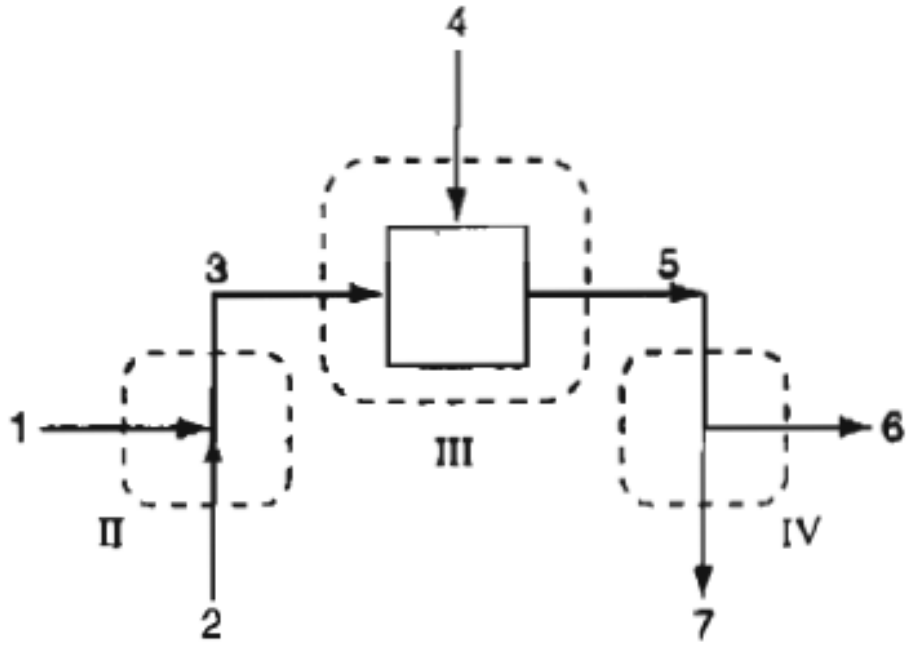
b.

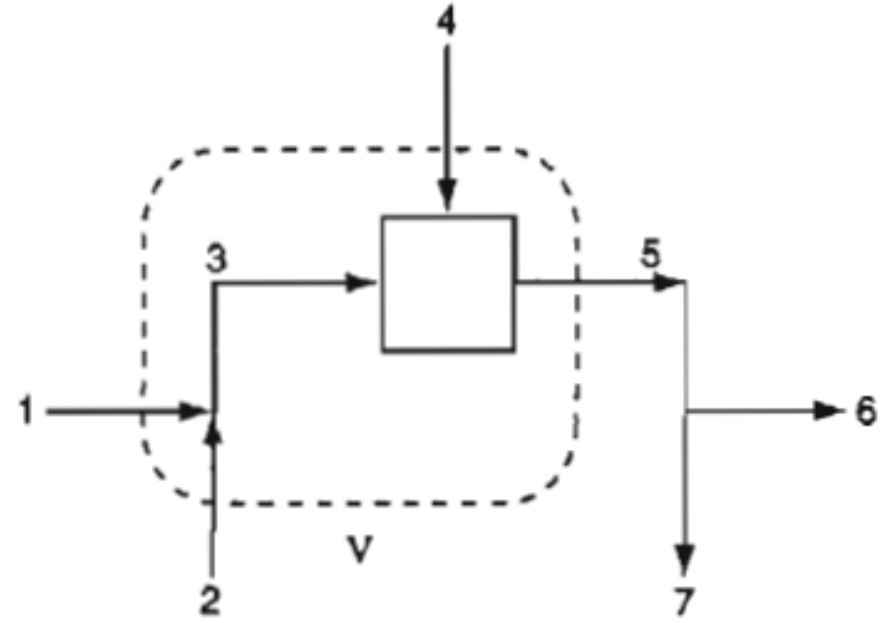
موازنه سیستم های چند مرحله ای

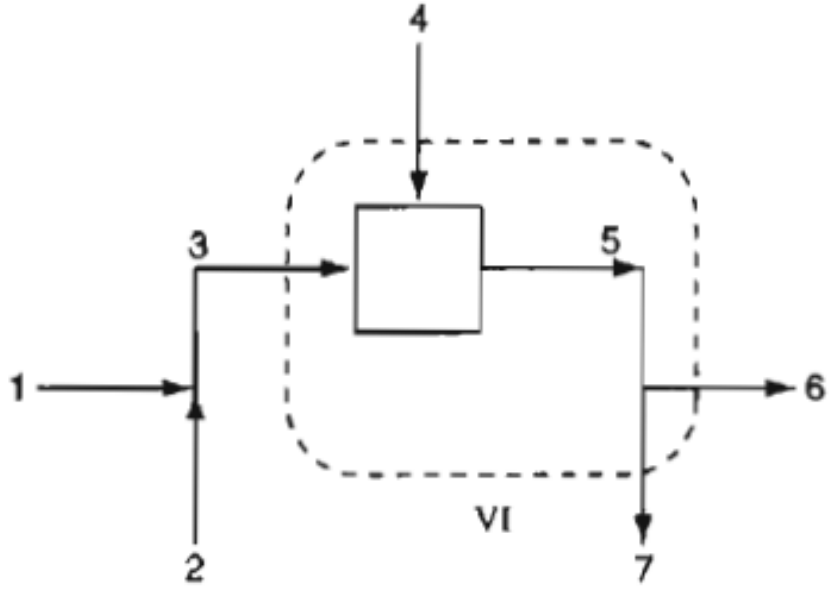


- Mixer
- Splitter
- Separator

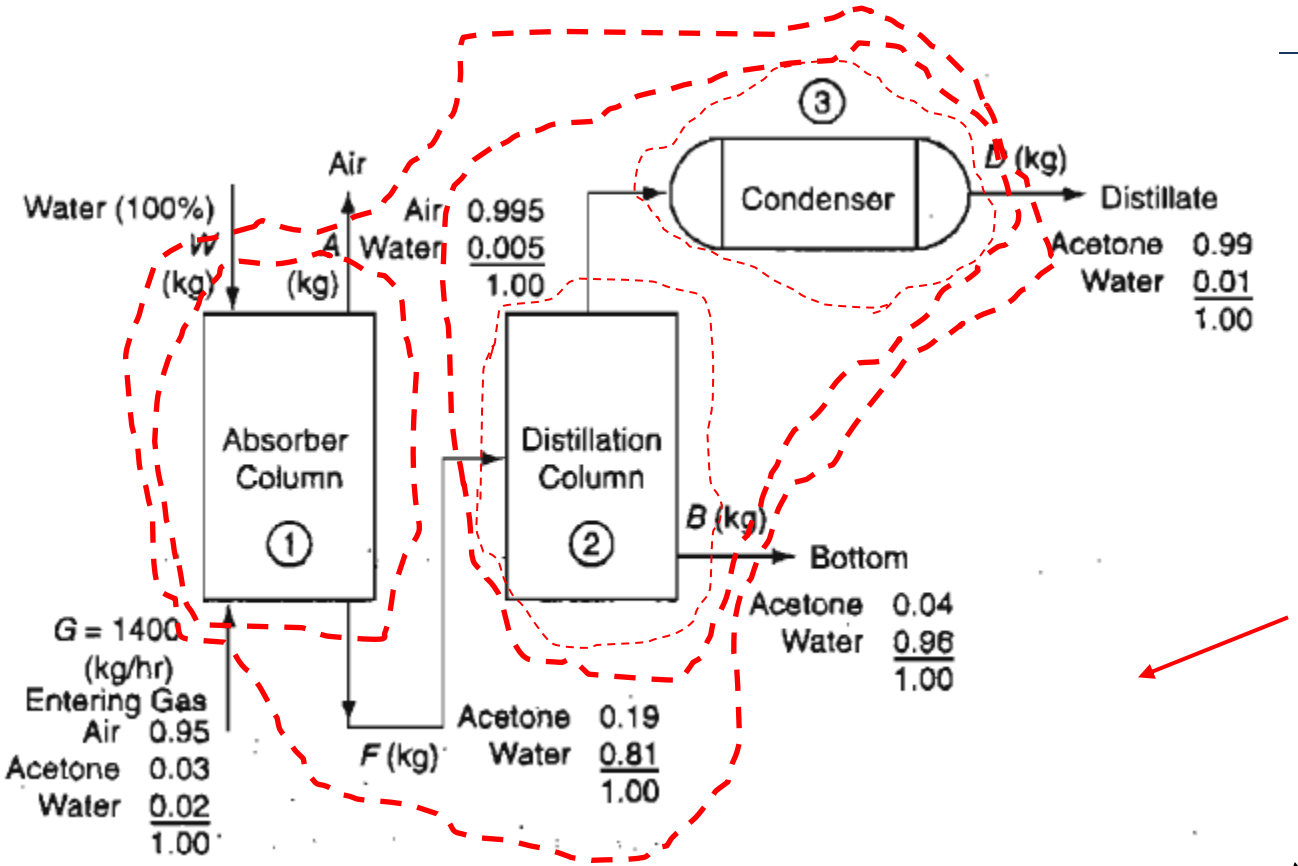

4
3
5
1
6
2
I
7


4
3
5
1
6
II
III
IV
2
7


4
3
5
1
6
V
2
7


4
3
5
1
6
VI
2
7

مثال: فرایند خالص سازی استن به صورت شماتیک ارائه شده را در نظر بگیرید. مطلوبست تعیین دبی جریان های مجهول.



- تعداد سیستم ها: ۳
- مبنا: ۱ ساعت

پیشنهادات:

۱. موازنه از سیستمی شروع شود که جریانی با اطلاعات کامل مرزهای آن را قطع کرده باشد

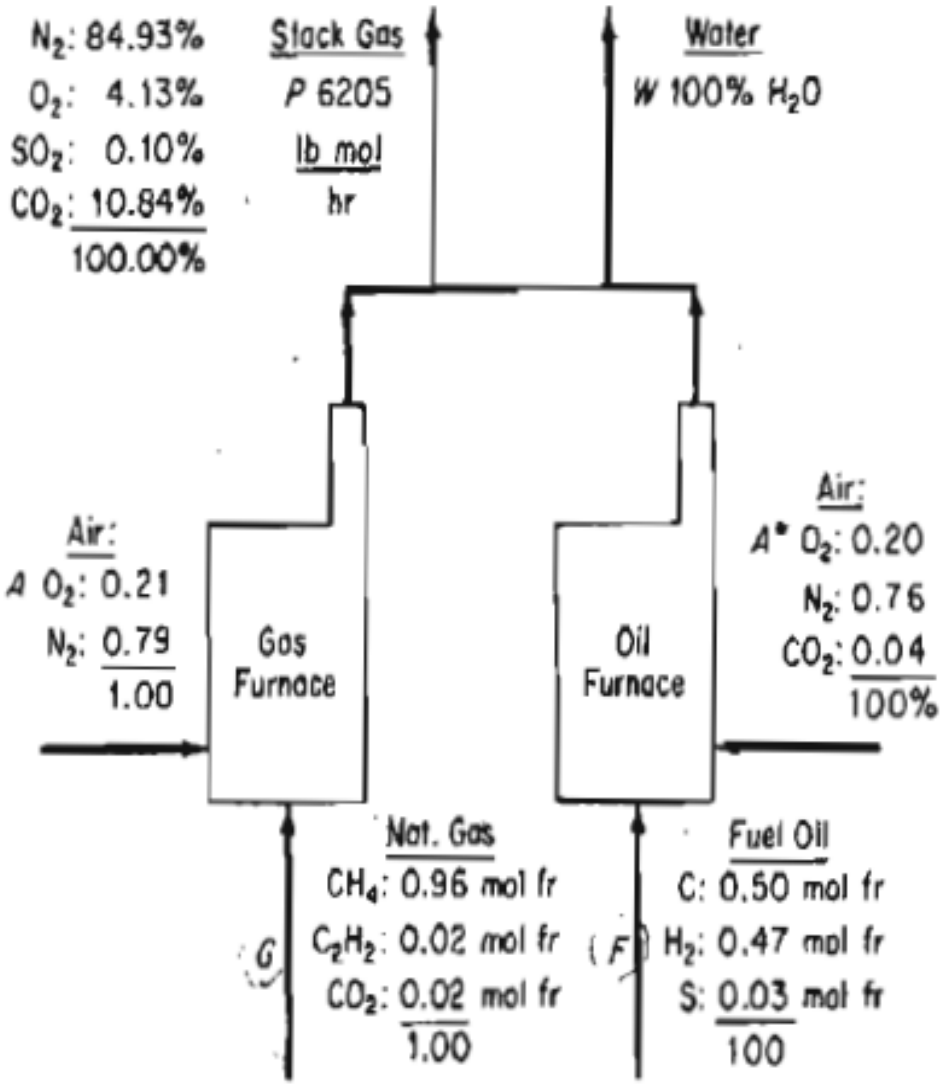
۲. کمترین تعداد مجهولات را داشته باشد.

- موازنه حول سیستم ۱:

- :

$$\left.\begin{array}{ll} Total: & 221.05 = B + D \\ Acetone: & 221.05 * 0.19 = B * 0.04 + D * 0.99 \end{array}\right\} \Rightarrow B = 186.1, D = 34.9\, kg/h$$

مثال: شماتیک فرایند زیر را در نظر بگیرید. مطلوبست تعیین دبی سوخت ها:



- مجهولات:

A، A^* ، G و F

	In				*Out*
2H:	G(1.94)	+	$F(0.47)$	=	$W(1)$
2N:	$A(0.79)$	+	$A^*(0.76)$	=	6205(0.8493)
2O:	$A(0.21)$	+	$A^*(0.20 + 0.04)$		6205(0.0413 + 0.001 + 0.1084)
			$+ G(0.02)$	=	$+W(\frac{1}{2})$
S:	$F(0.03)$			=	6205(0.0010)
C:	$G(0.96)$	+	$(2)(0.02) + 0.02$		
		+	$F(0.50) + 0.04A^*$	=	6205(0.1084)

$F = 207$ lb mol/hr

$G = 499$ lb mol/hr

A two-stage separations unit is shown in Figure SAT11P1. Given that the input stream F1 is 1000 lb/hr, calculate the value of F2 and the composition of F2.

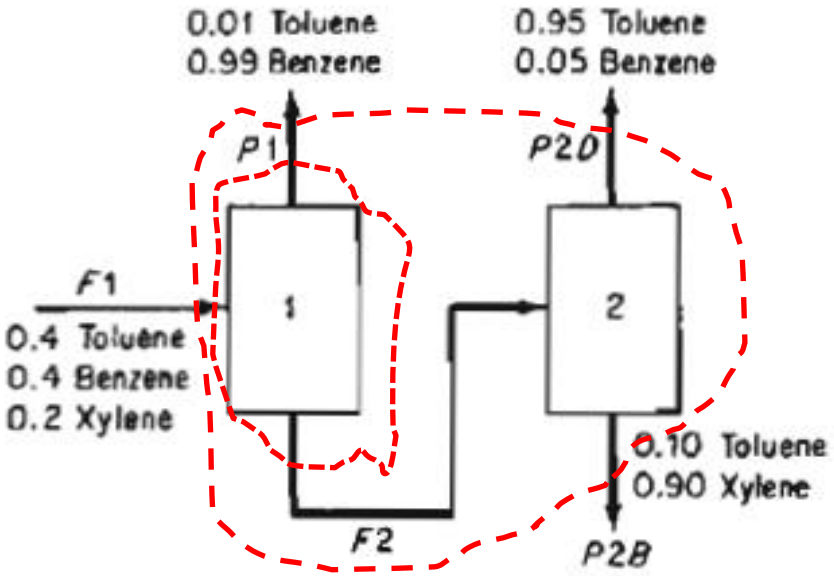
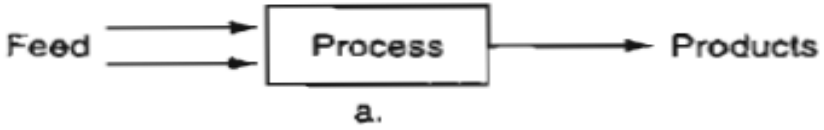


Figure SAT11P1

$$\left.\begin{aligned} 1000 &= P_1 + P_{2D} + P_{2B} \\ 1000*0.4 &= 0.99*P_1 + 0.05*P_{2D} \\ 1000*0.2 &= 0.9*P_{2B} \end{aligned}\right\} \Rightarrow P_{2B} = 222.22Ib,\ P_1 = 384Ib,\ P_{2D} = 393.62$$

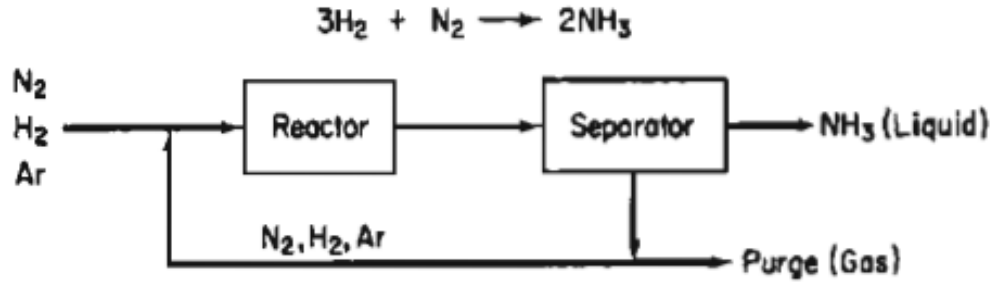
$$\left.\begin{aligned} 1000 &= 384 + F_2 \\ 1000*0.4 &= 0.99*384 + w_B^{F_2} * F_2 \\ 1000*0.2 &= w_X^{F_2} * F_2 \\ w_T^{F_2} &= 1 - w_X^{F_2} - w_B^{F_2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow F_2 = 616Ib, w_T^{F_2} = 0.032\ ,\ w_B^{F_2} = 0.325,\ w_X^{F_2} = 0.643$$

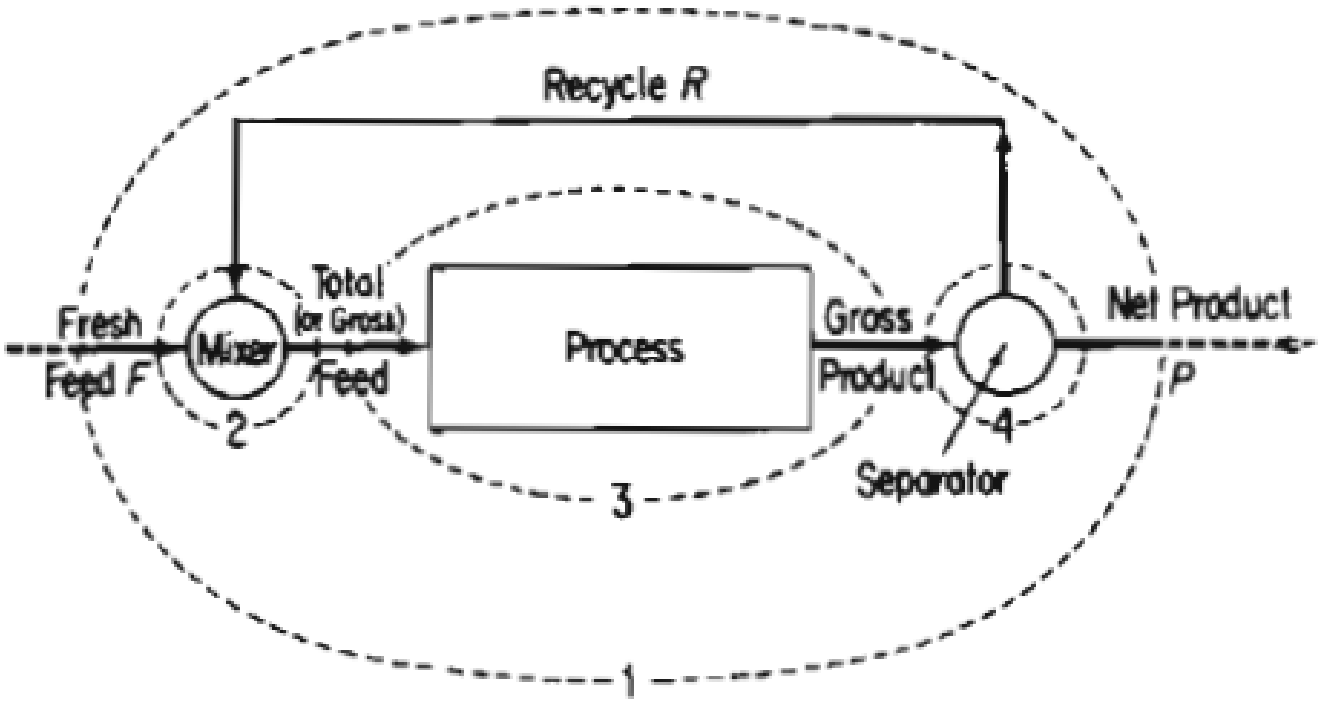
موازنه سیستم های چند مرحله ای با جریان برگشتی، کنارگذار یا زدایش



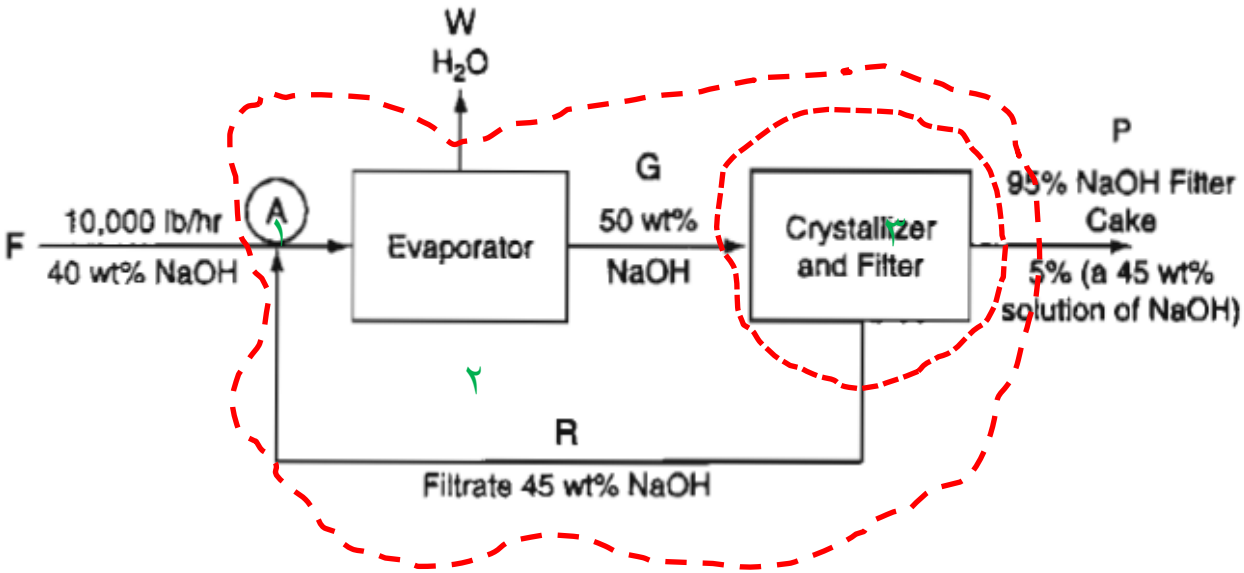
a.

b.

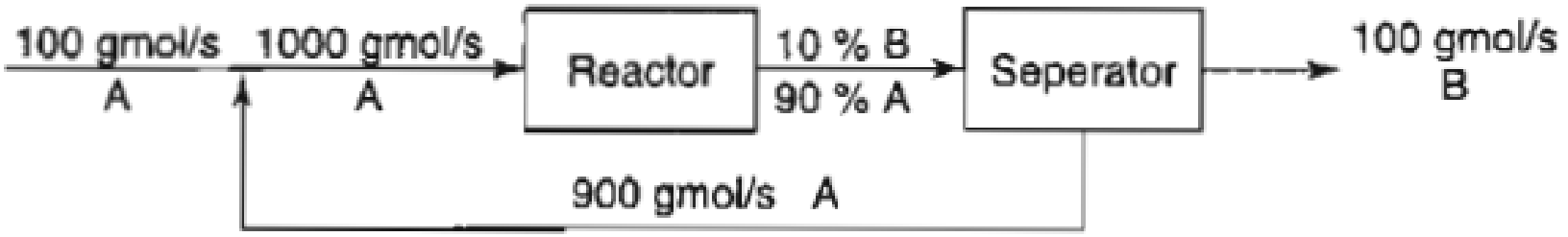



Recycle R
Fresh
Feed F
Mixer
Total
(or Gross)
Feed
Process
Gross
Product
Separator
Net Product
P
1
2
3
4

مثال: شماتیک فرایند تولید سود به قرار زیر است. مطلوبست تعیین دبی جریان برگشتی و مقدار آب حذف شده از محلول سود.



- سیستم حاوی جریان برگشتی همراه با واکنش شیمیایی



1. Overall fraction conversion:

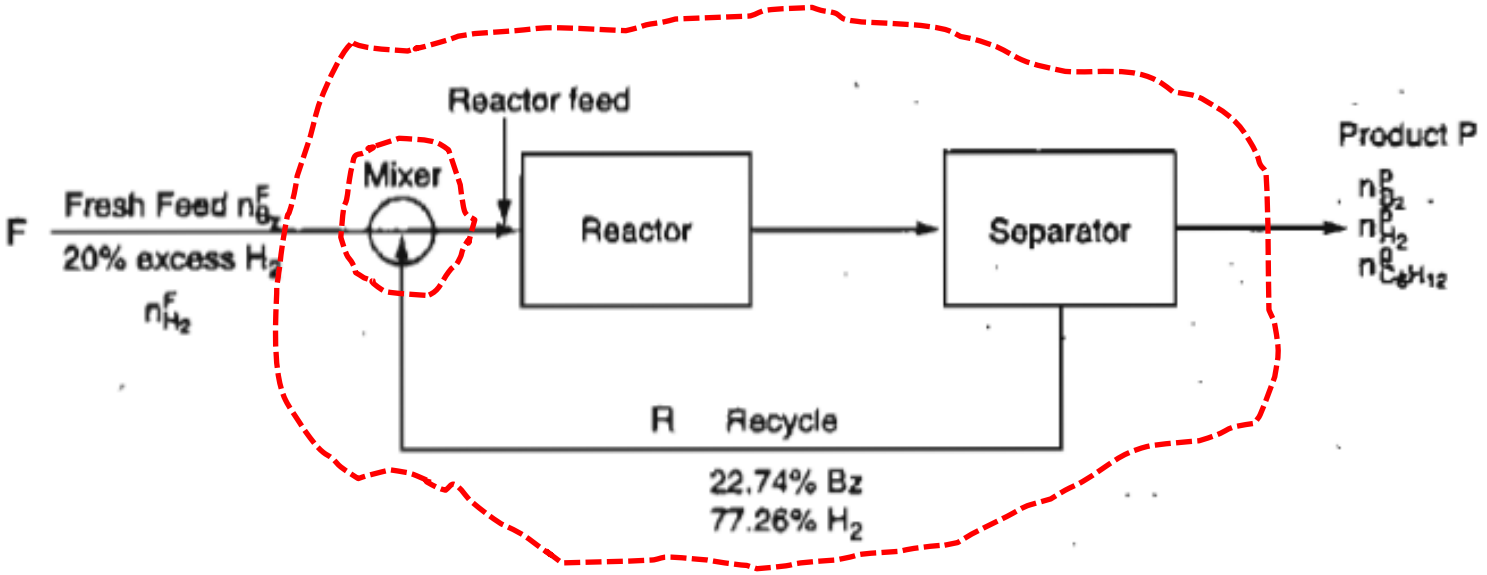
$$\frac{\text{mass (moles) of reactant in the fresh feed} - \text{mass (moles) of reactant in the output of the overall process}}{\text{mass (moles) of reactant in the fresh feed}}$$

2. Single - pass ("once - through") fraction conversion:

$$\frac{\text{mass (moles) of reactant fed into the reactor} - \text{mass (moles) of reactant exiting the reactor}}{\text{mass (moles) of reactant fed into the reactor}}$$

مثال: واکنش تولید سیکلوهگزان از بنزن به قرار زیر است. با توجه به شماتیک فرایند مطلوبست تعیین نسبت جریان برگشتی به خوراک در صورتی که ضریب تبدیل کلی ۹۵ % و در یک گذر ۲۰% باشد

$$C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$$



حل:

مبنا: ۱۰۰ گرم مول بنزن تازه در خوراک

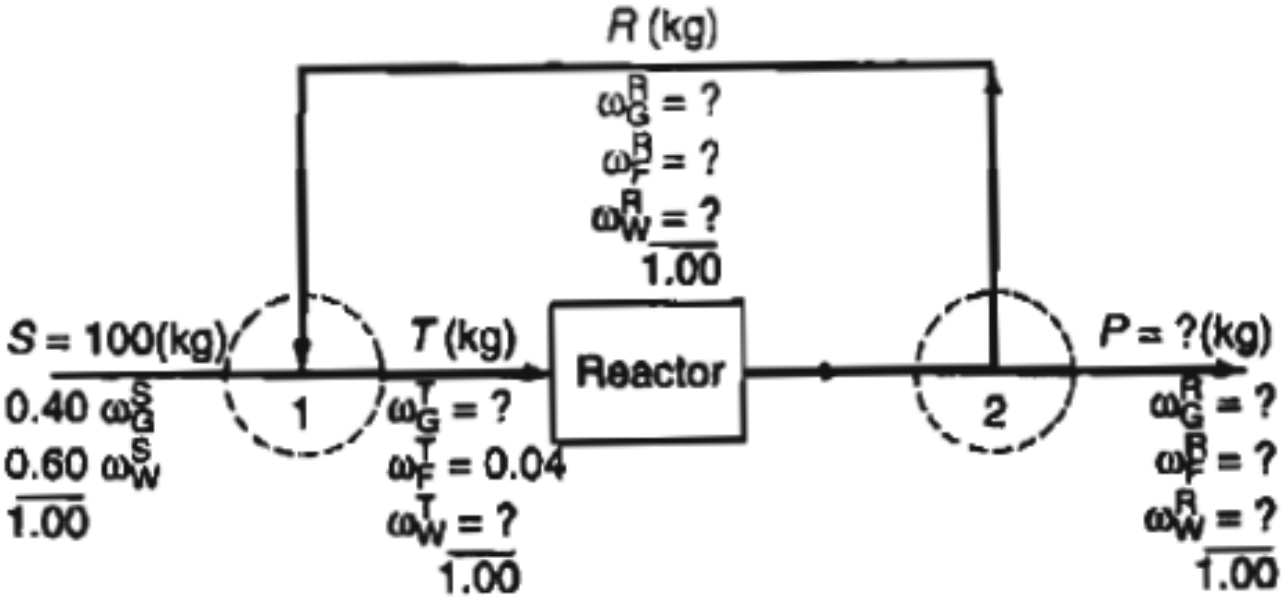
$$\xi = \frac{(-X_i)n_{i,0}}{\nu_i} \Rightarrow \xi = \frac{-0.95*100}{-1} = 95$$

موازنه حول كل:

$$100 + R * 0.2274 = n_{Bz}^{RF}$$

مثال: واکنش تبدیل گلوکز به فروکتوز به قرار زیر است. مطلوبست تعیین میزان تبدیل گلوکز در یک بار گذر از راکتور اگر نست جرمی جریان محصول به جریان برگشتی ۸/۳۳ باشد.

$$\underset{\text{Glucose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \rightarrow \underset{\text{Fructose}}{C_{12}H_{22}O_{11}}$$



Overall balances

Total: $P = S = 100$ kg (How simple!)

Consequently, $R = \dfrac{100}{8.33} = 12.0$ kg

Overall no water is generated or consumed, hence

Water: $100(0.60) = P\omega_W^R = 100\omega_W^R$

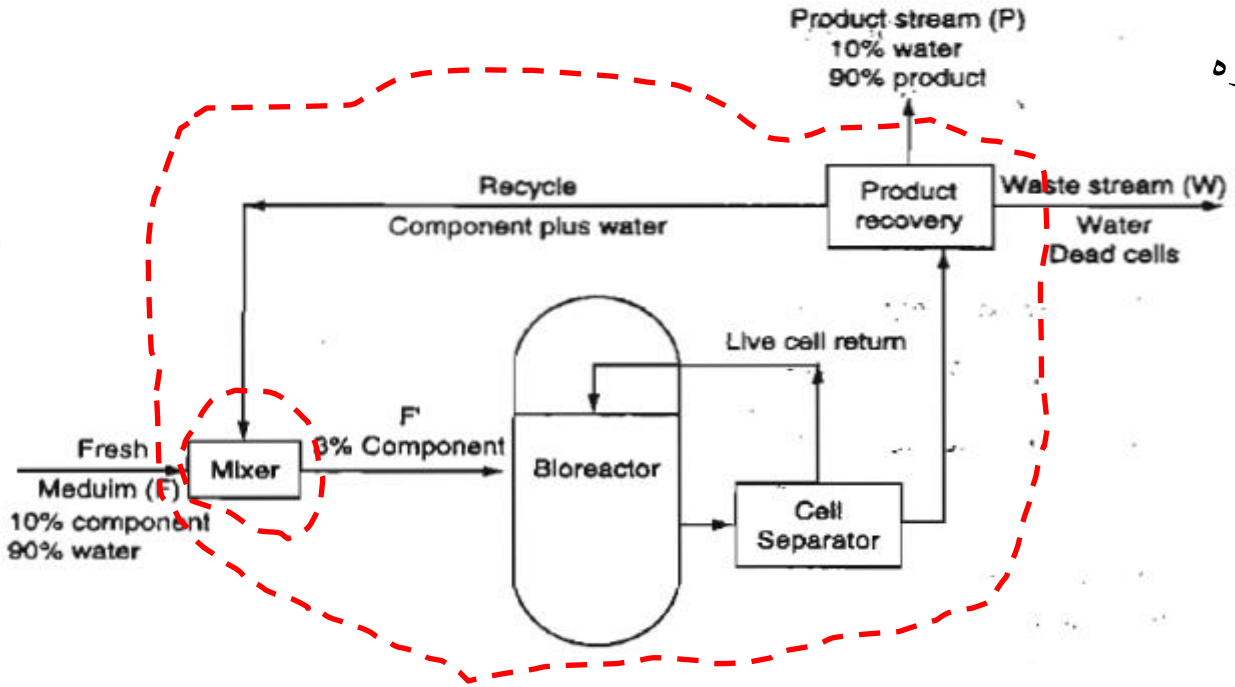
$\omega_W^R = 0.60$

مثال: فرایند بیولوژیکی زیر را در نظر بگیرید. میزان تبدیل کلی ۱۰۰% و میزان تبدیل component در هر گذر ۴۰% است. مطلوبست تعیین دبی و آنالیز اجزاء در جریان برگشتی با توجه به اطلاعات جریان های معلوم. (نکته: جرم مولکولی component و product با هم برابر می باشند.)

$$component \rightarrow product$$

حل:

مبنا: ۱۰۰ کیلوگرم خوراک تازه

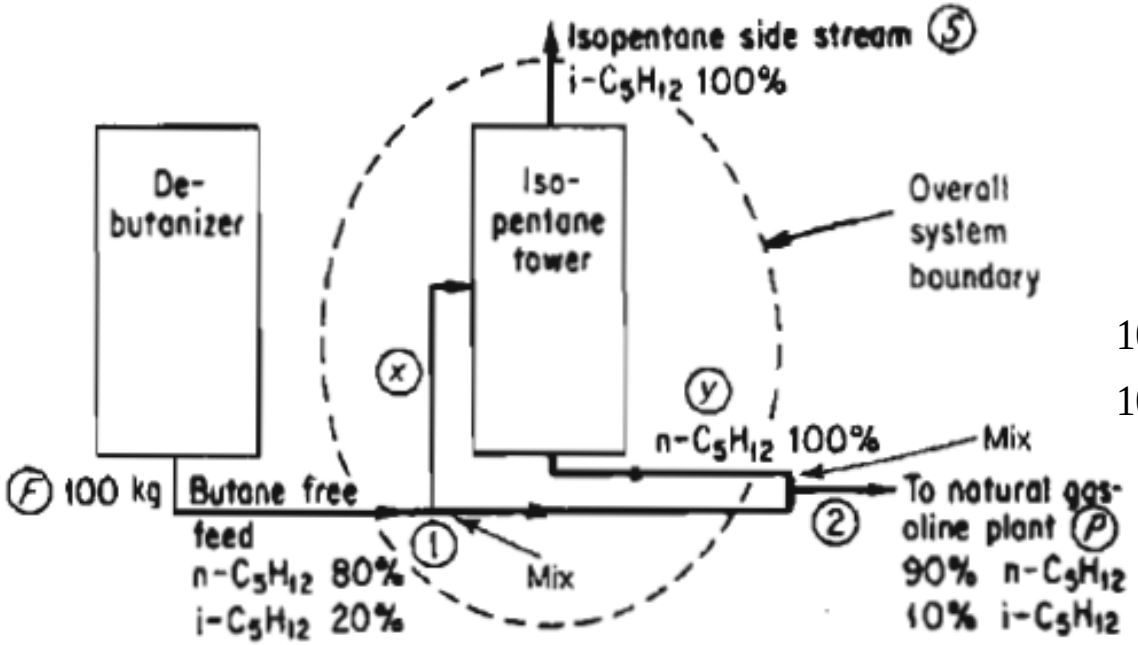


موازنه حول کل

$$\left.\begin{aligned} 100 &= P + W \\ 0.1*100 &= 0.9*P \end{aligned}\right\} \Rightarrow P = 11.1\,kg, W = 88.9\,kg$$

موازنه حول مخلوط کننده

مثال: فرایند زیر را در نظر بگیرید. مطلوبست تعیین مقدار x.



حل:

مبنا: ۱۰۰ کیلوگرم خوراک

موازنه حول کل

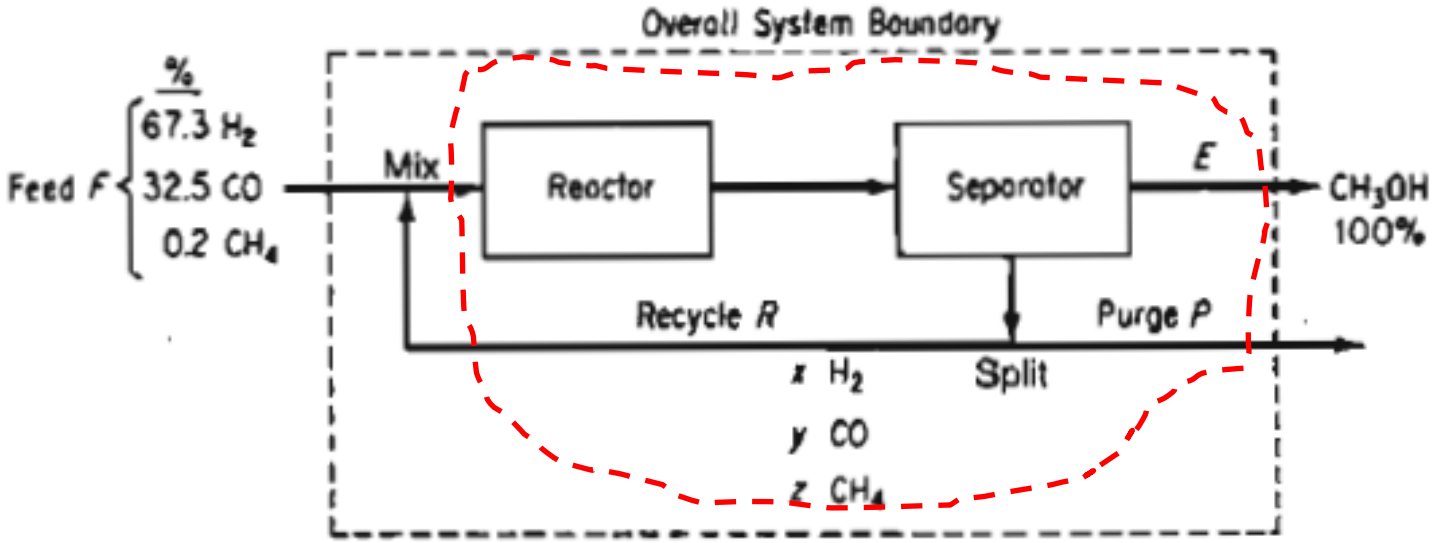
$$\left.\begin{aligned} 100 &= S + P \\ 100*0.8 &= 0.9*P \end{aligned}\right\} \Rightarrow P = 88.9,\ S = 11.1\,kg$$

موازنه حول برج ایزوپنتان

$$\left.\begin{aligned} x &= 11.1 + y \\ x*0.8 &= y \end{aligned}\right\} \Rightarrow x = 55.5$$

مثال: فرایند تولید متانول از گاز سنتز به قرار زیر است. غلظت متان در جریان زدایش ۳/۲ درصد و میزان تبدیل یک بار گذر مونواکسید کربن ۱۸ % می باشد. مطلوبست تعیین پارامترهای

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$$



***12.2** Find the kg of recycle/kg feed if the amount of waste (W) is 60 kg of A.