به نام پروردگار یکتا

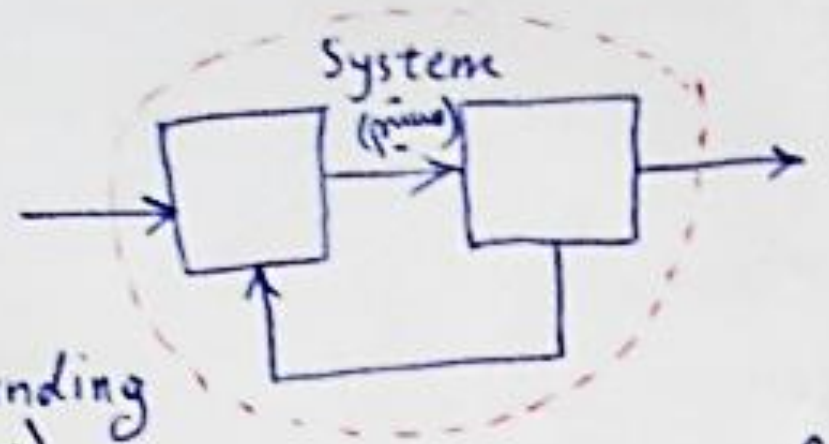
موازنه مواد و انرژی

(جلسه چهارم)

مدرس: عباسی

دانشکده فنی شهید رجایی شیراز

موازنه مواد در سیستم‌های بدون واکنش شیمیایی در حالت پایدار



* سیستم: هر چیزی که مورد مطالعه قرار می‌گیرد.
* محیط: هر چیزی غیر از سیستم را محیط می‌گوئیم.
* انواع سیستم
  - بسته (closed): جرم یا ماده به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود.
  - باز (open): جرم از مرزهای سیستم عبور می‌کند و دارای ورودی و خروجی است.

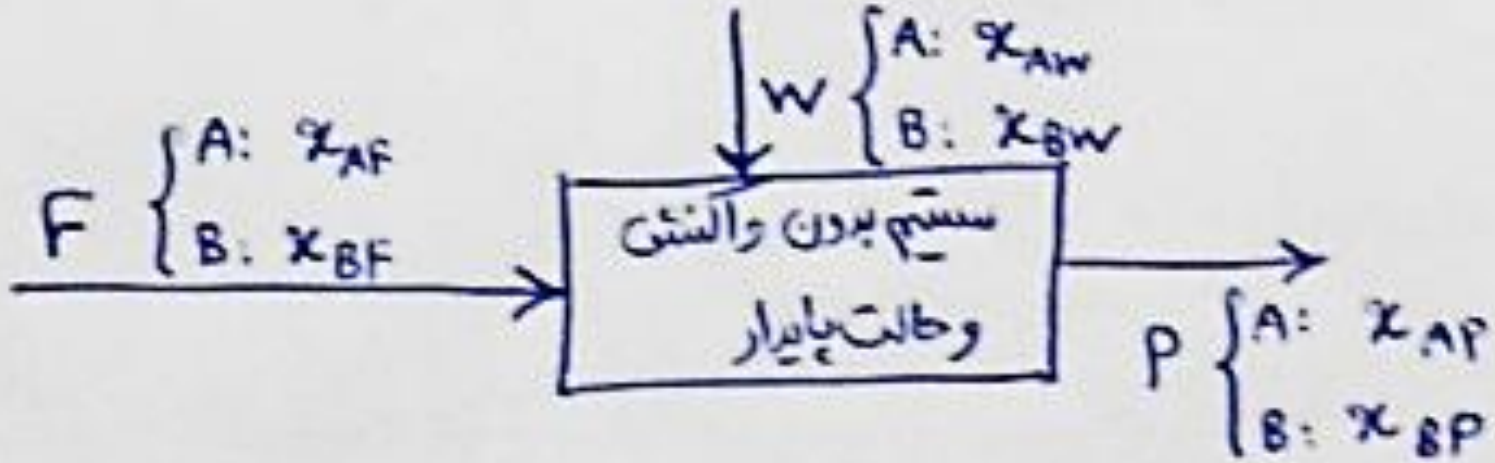
* سیستم حالت پایدار (steady state system): سیستمی که شرایط آن با زمان تغییر نمی‌کند.
* سیستم حالت ناپایدار (unsteady state system): سیستمی که شرایط آن با زمان دچار تغییر می‌شود.

* فرمول کلی موازنه ی مواد برای سیستم ها به صورت زیر است :

accumulation = input - output + generation - consumption

تجمع یا تغییرات با زمان	ورودی	خروجی	تولید مواد	مصرف مواد
مخصوص سیستم های ناپایدار	مخصوص سیستم های باز		مخصوص سیستم های دارای واکنش	

* موازنه مواد را می توان به صورت کلی نوشت و یا برروی هر ماده (در سیستم های بدون واکنش) یا برروی اتم ها (در سیستم های همراه با واکنش) نوشت.



موازنه‌ی کل مواد: $\Longrightarrow \quad F + W = P$ ①

موازنه‌ی مواد خالص:

برای ماده‌ی A $\Rightarrow \quad F x_{AF} + W x_{AW} = P x_{AP}$ ②

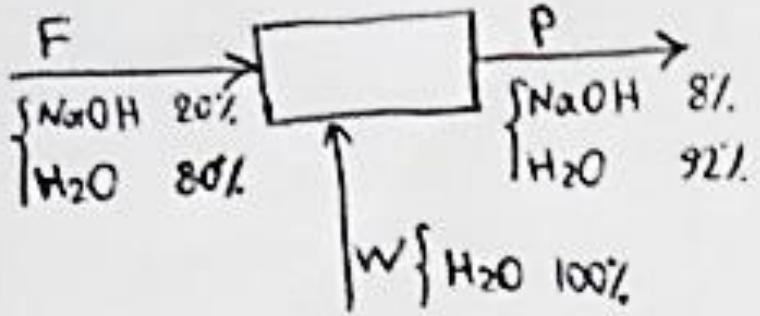
برای ماده‌ی B $\Rightarrow \quad F x_{BF} + W x_{BW} = P x_{BP}$ ③

باتوجه به اینکه در هر جریان، $x_A + x_B = 1$ برقرار است، با جمع کردن روابط ۲ و ۳، به رابطه ۱ می‌رسیم پس در معادله مستقل و یک معادله وابسته است یعنی یکی از روابط در اثر ترکیب کردن دو رابطه دیگر به دست می‌آید و در حل مسئله، کمکی نخواهد کرد.

* دقت کنید که برای حل هر مسئله لازم است تعداد مجهولات با تعداد معادلات مستقل برابر باشد.

* در هر مسئله، برای هر جریان می‌توان رابطه $\sum x_i = 1$ یا $\sum y_i = 1$ را نوشت و این معادلات، مستقل هستند.

مثال: یک محلول آب سدیم هیدروکسید ($NaOH$) دارای ۲۰٪ وزنی $NaOH$ است. توسط فرآیند رقیق‌سازی قصد داریم با یک جریان آب خالص محلولی با ۸٪ وزنی از $NaOH$ به دست بیاوریم. مطلوبست:



الف) به ازای هر گرم از خوراک (Feed)، چقدر آب نیاز است؟

ب) به ازای هر گرم از خوراک، چقدر محصول (Product) تولید می‌شود؟

ج) اگر $۲۲۸۰\ lb$ از محلول ۸٪ $NaOH$ تولید شود، چقدر آب مصرف شده است؟

✓ در این مسئله غلظت ترکیب درصد $NaOH$ در F و P و نیز خلوص W داده شده است.

✓ چون جریان‌ها مایع هستند، از درصد جرمی استفاده شده است.

✓ $NaOH$ را با A و H_2O را با B نام‌گذاری می‌کنیم.

$$F:\ \left.\begin{matrix} x_{AF}=0.2 \\ x_{AF}+x_{BF}=1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow x_{BF}=1-0.2=0.8$$

$$P:\ \left.\begin{matrix} x_{AP}=0.08 \\ x_{AP}+x_{BP}=1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow x_{BP}=1-0.08=0.92$$

W: آب خالص $\Rightarrow x_{AW}=0$, $x_{BW}=1-0=1$

موازنه کل: $F+W=P$

موازنه A: $Fx_{AF}+\underbrace{Wx_{AW}}_{0}=Px_{AP}$

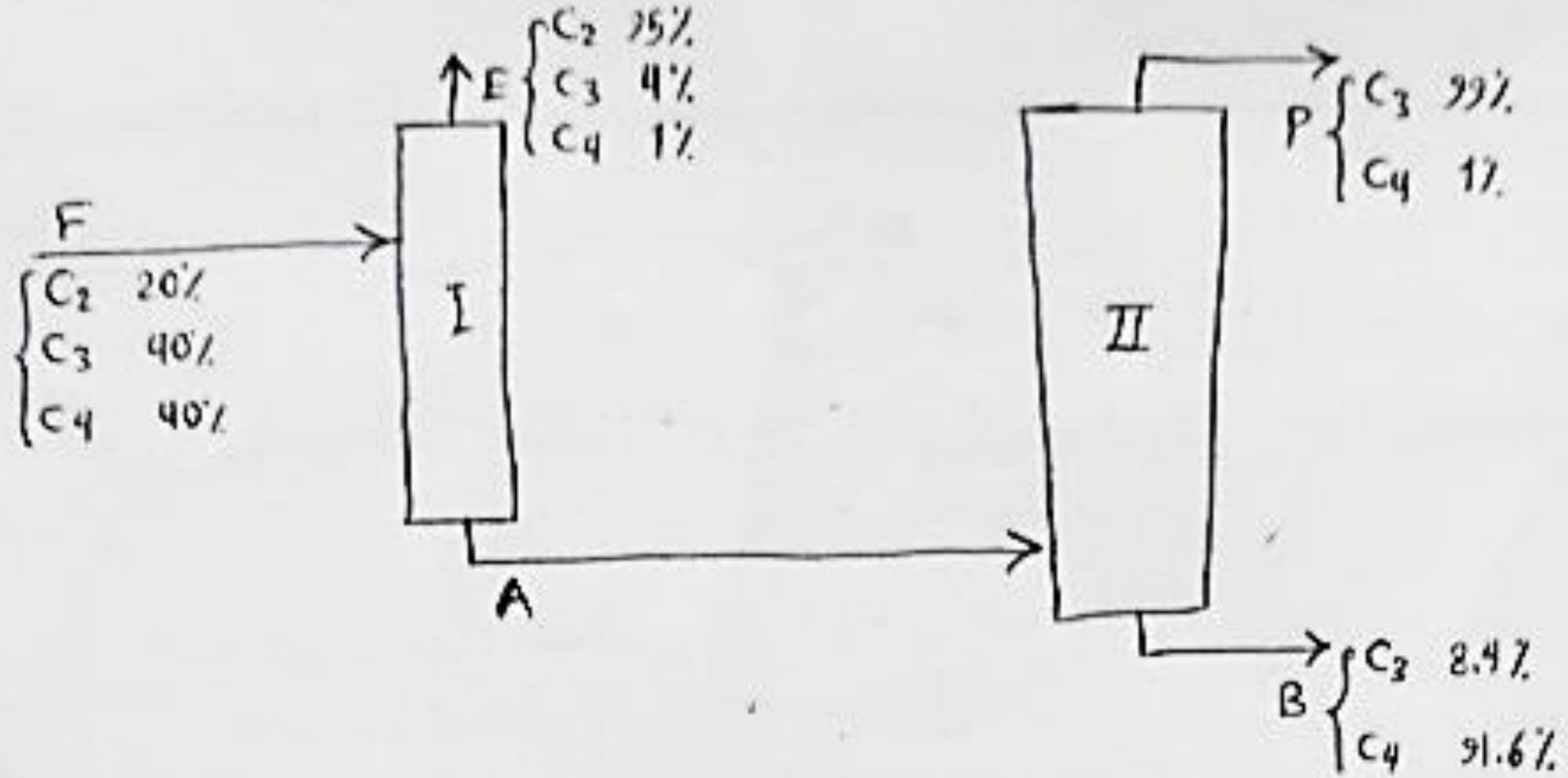
$\Rightarrow \begin{cases} F+W=P \\ 0.2F=0.08P \end{cases} \Rightarrow$ دو معادله دو تا مجهول

Basis: 100 g Feed $\Rightarrow F=100\,g \Rightarrow \begin{cases} 100+W=P \\ 20=0.08P \end{cases} \Rightarrow P=250\,g$ (ب) $\Rightarrow W=150\,g$ (الف)

2) $P=2380\ lb_m$

$$?\ lb_m\ water = 2380\ lb_m\ P \times \frac{150\ g\ W}{250\ g\ P} = 1386\ lbm\ water$$

مثال: در دو برج تقطیر پشت سرهم (متوالی)، یک جریان هیدروکربنی مایع دارای ۰٫۶۰ مولی اتان، ۰٫۴۰ مولی پروپان و ۰٫۴۰ مولی بوتان مطابق شکل زیر از هم تفکیک میشوند. برحسب ۱۰۰ mole خوراک F، مقدار جریان P و ترکیب درصد جریان A را بیابید؟



پاسخ:

✓ دقت کنید که چون در B و P ، اتان نداریم پس در A هم اتان نداریم $\Leftarrow y_{C_2A}=0$

برای برج I : موازنه کل $\Rightarrow F=A+E \Rightarrow 100=A+E$

موازنه اتان $\Rightarrow Fy_{C_2F}=Ay_{C_2A}+Ey_{C_2E} \Rightarrow 100(0.2)=E(0.95)$ $\Rightarrow E=21.05$ mole, $A=78.95$ mole

موازنه پروپان $\Rightarrow Fy_{C_3F}=Ay_{C_3A}+Ey_{C_3E} \Rightarrow 100(0.4)=78.95(y_{C_3A})+21.05(0.04)$

$\Rightarrow y_{C_3A}=0.496$

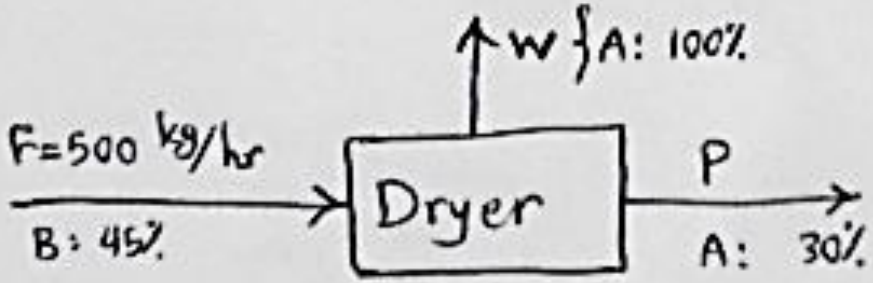
در جریان A $\Rightarrow y_{C_2A}+y_{C_3A}+y_{C_4A}=1 \Rightarrow 0+0.496+y_{C_4A}=1 \Rightarrow y_{C_4A}=0.504$

برای برج II : موازنه کل $\Rightarrow A=B+P \Rightarrow 78.95=B+P$

موازنه پروپان $\Rightarrow Ay_{C_3A}=By_{C_3B}+Py_{C_3P} \Rightarrow 78.95(0.496)=B(0.084)+P(0.99)$ $\Rightarrow P=35.9$ mole

تکلیف: در یک خرآسید خشک کردن، خوراکی با شدت جریان 500 kg/hr حاوی 45٪ جرمی ماده B (که قرار است خشک شود) وارد خشک کن (Dryer) می‌شود و پس از خارج شدن مقداری رطوبت، از خشک کن خارج می‌شود که در این جریان 30٪ رطوبت موجود است. شدت جریان بخار آب خروجی از خشک کن را محاسبه کنید؟

F = خوراک
P = محصول
W = بخار آب



مهلت ارسال پاسخ: تا یک هفته پس از ارسال فایل تدریس

ارسال پاسخ به ایمیل:

a.abasi.eng2014@gmail.com

در عنوان ایمیل حتما "تکلیف چهارم درس موازنه جرم و انرژی" نوشته شود.

نام فایل، نام دانشجو و شماره کلاس باشد.