

1

ATENÇÃO:

NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

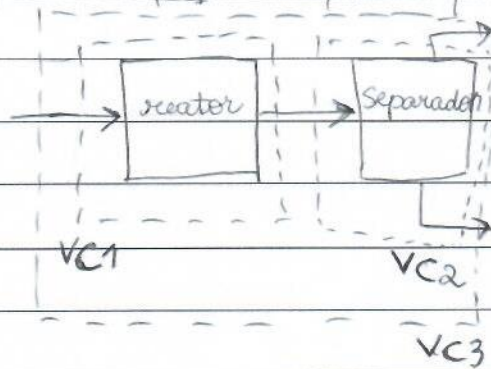
NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089 153

Questão 1- "Balanço de massa e energia com e sem reação química"

~~Para realizar o balanço de massa e energia~~

O balanço de massa e energia é uma etapa importante na modelagem dos processos químicos. ~~Para isso é necessário~~

Para realizar o balanço de massa e energia, é necessário definir o volume de controle, que consiste nos ~~estabelecimentos~~ limites do processo, ~~Por exemplo~~, isto é, nas fronteiras do processo. Exemplo:



- VC1 = volume de controle 1
- VC2 = volume de controle 2
- VC3 = volume de controle 3

No exemplo acima, o volume de controle 1 compreende apenas o reator, enquanto o volume de controle 2 compreende o separador, e o volume de controle 3 compreende o reator e o separador. Dessa maneira, as correntes de entrada e saída de cada volume de controle ~~de~~ são diferentes.

Após a definição do volume de controle e das correntes de entrada e saída deste volume, o balanço de massa e energia pode ser realizado.

O balanço de massa pode ser individual ~~feito~~, considerando uma ~~uma~~ espécie química apenas, ou global, considerando todas as espécies químicas presentes.

A fórmula do balanço de massa é dada por:

$$\{e\} - \{s\} + \{g\} - \{c\} = \{a\}, \text{ em que:}$$

$\{e\}$ = taxa de entrada

$\{a\}$ = taxa de acúmulo

$\{s\}$ = taxa de saída

$\{g\}$ = taxa de geração

$\{c\}$ = taxa de consumo

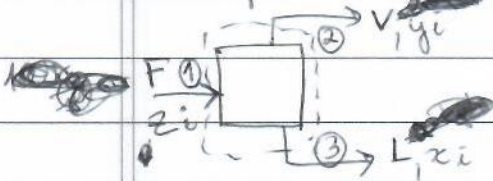
As unidades consistem na quantidade de material (massa, mol, volume) por tempo

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95 31 90 89 153

É importante definir ~~o regime do processo~~ o regime do processo é estacionário, ou seja, as variáveis permanecem fixas em qualquer ponto ao longo do tempo, ou dinâmico, ou seja, as variáveis mudam ao longo do tempo. Caso o sistema seja estacionário, o termo $\frac{d}{dt}$ é igual a zero. Caso não tenha reação química, os termos $\{G\}$ e $\{C\}$ também são iguais a zero.

Exemplo de balanço de massa global sem reação química:



$$\{G\} - \{S\} + \{G\} - \{C\} = \{A\}$$

(sem reação química) (regime estacionário)

$\{G\} = \{S\}$ F, V, L são as vazões mássicas

Balanço global: $F = V + L$

Considerando dois componentes; $i = A, B$ e

z_i = fração mássica de i na corrente ①

y_i = fração mássica de i na corrente ②

x_i = fração mássica de i na corrente ③

Balanço p/ componente A: $F_A \cdot z_A = V \cdot y_A + L \cdot x_A$

Balanço p/ componente B: $F_B \cdot z_B = V \cdot y_B + L \cdot x_B$

3

ATENÇÃO:

NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

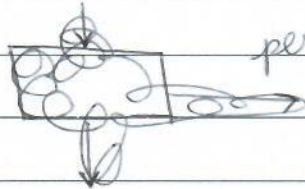
NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95 31 90 89 153

Podem existir correntes de purgas e resíduos ^{e make-up} no processo.

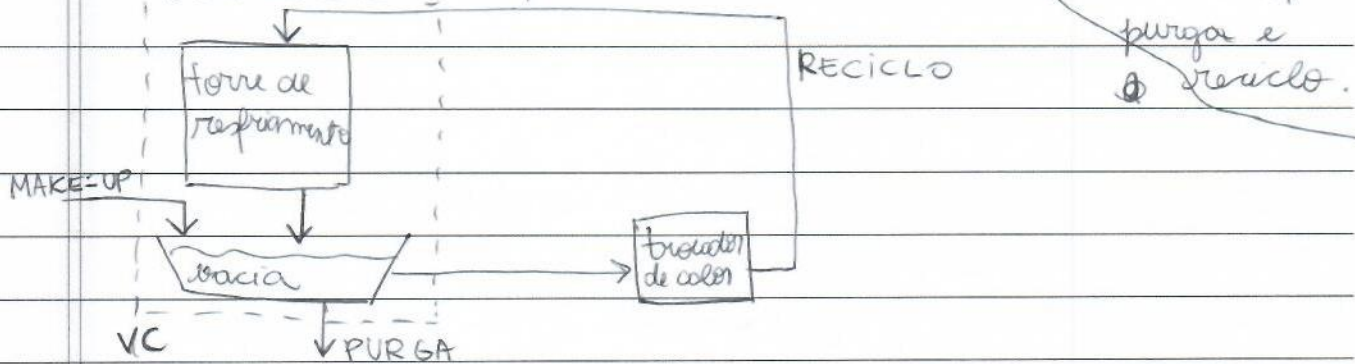
Corrente de purga = corrente para remover parte da quantidade de matéria do processo

Corrente de resíduo = corrente para inserir de volta uma quantidade de matéria no processo

Exemplos. Corrente de make-up = corrente para repor as perdas que ocorrem no processo



Exemplo: Sistema de resfriamento com as correntes de make-up,



Seja Q = vazão volumétrica, por exemplo.

$$Q_{MAKE-UP} = Q_{RECICLO} + Q_{PURGA}$$

balanço de massa global para o volume de controle VC, sendo um sistema fechado (sem trocas com o ambiente) e sem geração.

balanço de massa por componente i , com Z_i igual a fração volumétrica de i ou concentração da componente i na corrente de MAKE-UP,

~~Z_i~~ Z_{Pi} na corrente de purga e Z_{Ri} na corrente de resíduo:

$$Q_{MAKE-UP} \cdot Z_{Mi} = Q_{RECICLO} \cdot Z_{Ri} + Q_{PURGA} \cdot Z_{Pi}$$

ATENÇÃO:

NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

4

ASSINATURA OU RUBRICA _____

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089 153

Os balanços de massa ~~estáticos~~ ~~estacionários~~ e dinâmicos e equações por:

$$\frac{dm}{dt} = \dot{m}_E - \dot{m}_S + \dot{m}_G - \dot{m}_C \quad ; \quad \frac{dm}{dt} = \text{taxa de acúmulo}$$

\dot{m}_E taxa de entrada (massa / tempo)

\dot{m}_S taxa de saída (massa / tempo)

\dot{m}_G taxa de geração (massa / tempo)

\dot{m}_C taxa de consumo (massa / tempo)

Balanço de energia dinâmico ~~estático~~ no sistema fechado ~~sem geração~~ sem geração:

$$\frac{dE}{dt} = \dot{E}_E - \dot{E}_S$$

$$= [(\dot{E}_{cE} + \dot{E}_{pE} + \dot{U}_E) + \dot{W}_E] - [(\dot{E}_{cS} + \dot{E}_{pS} + \dot{U}_S) + \dot{W}_S]$$

\dot{E}_c = taxa de energia cinética

\dot{E}_p = taxa de energia potencial gravitacional

\dot{U} = taxa de energia interna

\dot{W} = trabalho

Considerando ~~que~~ que não há variação de energia cinética, gravitacional e trabalho, o balanço é dado por:

$$\frac{dE}{dt} = \dot{U}_E - \dot{U}_S$$

Considerando que \dot{H} seja a ^{taxa de} variação de entalpia, o balanço de energia é dado por:

$$\frac{dE}{dt} = \dot{H}_E - \dot{H}_S$$

~~de~~ A variação de entalpia pode ser determinada a partir da variação da temperatura.

~~onde~~ $\frac{dE}{dt}$ = acúmulo de energia

\dot{H}_E = taxa de variação de entalpia de entrada

\dot{H}_S = taxa de variação de entalpia de saída

As unidades consistem em quantidade de energia (Joule, etc.) por tempo

ATENÇÃO:

NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089 153

~~Questão de sistemas de equações~~

No projeto de processos, uma etapa importante é a análise dos graus de liberdade, dado pela equação:

$$G = V - N - E,$$

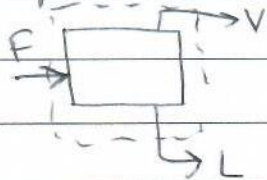
em que G é o número de graus de liberdade, N é o número total de equações, V é o total de variáveis, e E é o número de variáveis especificadas.

Se $G = 0$, o sistema é consistente e determinado, podendo resolver problemas de dimensionamento e simulação (há 1 solução única)

Se $G < 0$, o sistema é inconsistente e indeterminado, pois há um excesso de informações (não há solução)

Se $G > 0$, o sistema é consistente e indeterminado, podendo resolver problemas de otimização, pois há mais de uma solução possível.

Exemplo no balanço de massa num processo com correntes



$$F = V + L$$

F, V, L

$$F = 100 \text{ e } V = 80, L = ?$$

F, V, L são
vazões mássicas

n^{total} de equações = 1

n^{total} de variáveis = 3

n^{de} variáveis especificadas = 2 $\rightarrow G = 3 - 2 - 2 = 0$

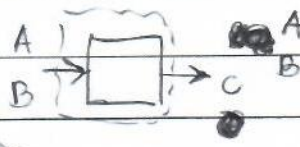
Há uma solução!

Balanço de massa e energia em sistemas com reação química:



~~Respostas~~

Balanço de massa com reação $A + B \rightarrow C$



Balanço pt comp. A: $m_{E, A} - m_{S, A} + m_{P, A} = 0$

Balanço pt comp. B: $m_{E, B} - m_{S, B} + m_{P, B} = 0$

6

ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA _____

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95 31 90 89 153

Balanco de massa com reação por componente:

$$\dot{m}_{E,i} - \dot{m}_{S,i} + \dot{m}_{G,i} - \dot{m}_{C,i} = \frac{dm}{dt}$$

Balanco de energia com reação química:

7

ATENÇÃO:
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO

95319089 153

Questão 2 - "Síntese de sistemas de reação"

Na síntese de sistemas de reação, há algumas suposições que facilitam os cálculos. Algumas suposições são:

~~Por exemplo,~~

- Não há trocas entre o reator e o ambiente
- ~~Os pontos de reação~~ A reação ocorre de maneira homogênea em todos os pontos do reator

Ao selecionar a rota química, alguns quesitos como a segurança, a geração de produtos corrosivos ou tóxicos, a eficiência, a ~~margem de lucro~~ ~~o custo~~ ~~o custo~~ lucratividade (a economia, margem bruta) devem ser levados em consideração. As rotas com menos geração de poluentes, mais lucrativas, com menor custo, com maior integração energética deve ser escolhida. Porém,

~~Quando o fluxograma embrião~~ pode ocorrer um conflito entre os quesitos, como por exemplo, a rota mais lucrativa pode ser a rota mais poluente. Assim, é importante saber quais são as prioridades ~~para~~ para tomar a decisão de qual rota escolher.

Métodos de otimização também facilitam a escolha, pois

~~Os métodos~~ fornecem a rota ~~que~~ que é ~~representada~~ mais vantajosa.

Ao selecionar a rota química, o fluxograma embrião pode ser desenhado. Este fluxograma compreende ~~as etapas~~ ~~de mistura de componentes~~ o misturador, o reator e o separador. ~~Os reatores podem ser combinados, e pontos~~ ~~de entrada~~ Os produtos de um reator podem ser separados e

8

ATENÇÃO:

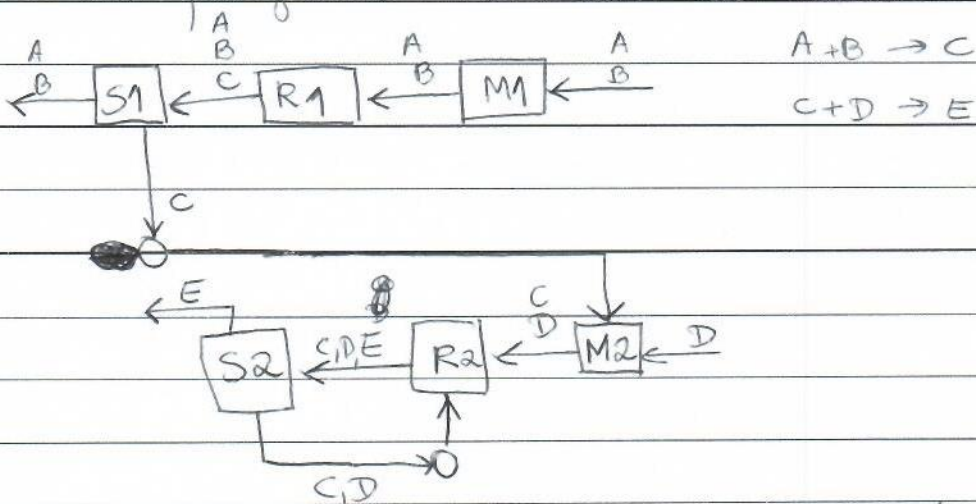
NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089-153

encaminhados para reator seguinte.

Exemplo de um fluxograma embrão com dois reatores:



~~Os~~ parâmetros que influenciam as reações são a temperatura, a concentração dos reagentes, a presença de catalisadores (diminuem a energia de ativação e aceleram a velocidade da reação), a estequiometria da reação, a pressão, etc.

O aumento ou redução de temperatura, por exemplo, pode deslocar o equilíbrio e favorecer a formação de determinadas espécies.

A análise econômica em sistemas de reação pode ser realizada pelo cálculo da margem bruta, por exemplo. A margem bruta é dada ~~por~~ pela diferença entre a receita e o lucro. Se a margem bruta for positiva, a rota é favorável. Exemplo:



	A	B	C	D	E
R1	-1	-1	1	0	0
R2	0	0	-1	-1	1
	-1	-1	0	-1	1
insumos	1	1	2	1	4

$$MB = 1 \cdot (-1) + 1 \cdot (-1) + 1 \cdot (-1) + 4 = 1$$

$MB > 0$, rota é favorável

9

ATENÇÃO:

NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR DA PROVA NÃO USE O VERSO NUMERE
TODAS AS FOLHAS

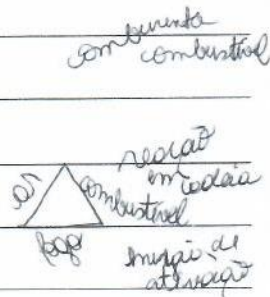
ASSINATURA OU RUBRICA

NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO 95319089153

As ferramentas de simulação computacional disponíveis ~~em~~ são muitas, como matlab, scilab, GAMS, EXCEL VBA. ~~Essas ferramentas, e outros programas similares~~
Com essas ferramentas, é possível ~~criar~~ programar os modelos de simulação de ~~qualquer sistema~~ ~~alguns~~ ~~alguns~~ sistemas de rução, assim como ~~algumas etapas do projeto~~ outras etapas do projeto, como dimensionamento e otimização.

As vantagens das ferramentas computacionais são ~~a~~ a capacidade de ~~resolver~~ ^{solucionar} inúmeras equações num ^{intervalo} ~~tempo~~ ^{de tempo} curto.

Questão 3 - "Proteção Contra Incêndio"



Os líquidos e vapores são classificados como inflamáveis e explosivos de acordo com suas propriedades, ~~em relação a~~ como o ponto de ebulição ~~propriedades de~~ a capacidade de reagir com o ar, composição química.

(Alguns dispositivos em líquidos para prevenção de incêndios são detectores de fumaça, sprinklers (que jorram água), sistema de alarmes.)

Para que o incêndio ocorra, é necessário a presença ~~de~~ de ar, combustível e calor. Logo, para prevenir e combater incêndios, é necessário eliminar um desses itens.

