

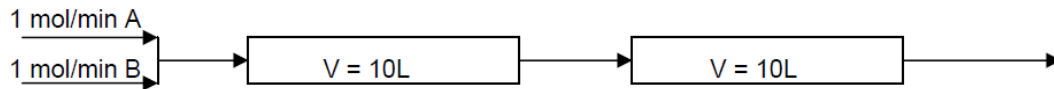
Arranjo de reatores

1- A reação elementar em fase líquida $A + B \rightarrow R$ ocorre a 25°C em uma combinação de dois reatores tubulares em série, como mostra a figura abaixo. As concentrações de A e B na entrada do primeiro reator são iguais a $1,5 \text{ mol/L}$ e a constante de velocidade desta reação a 25°C é $2,1 \text{ L/mol.h}$. Deseja-se saber:

A) a conversão de A no primeiro reator? E no segundo reator?

B) Se os dois reatores forem agrupados em paralelo, com 50% da mistura A-B alimentada em cada reator, qual será a conversão obtida?

C) Se os dois reatores forem agrupados em paralelo, com uma alimentação dividida em 30% para uma corrente e 70% na outra corrente, qual será a conversão obtida?



R: a) $X_{A1} = 0,44$ e $X_{A2} = 0,612$ b) $X_A = 0,612$ c) $X_{A2} = 0,5875$

2- A reação em fase líquida $A \rightarrow B + C$, com $(-r_A) = kC_A$ é realizada em dois reatores isotérmicos em série, sendo o primeiro um CSTR e o segundo um PFR, ambos com volume de 100L . O reator CSTR é alimentado com uma solução que contém 2000 mol/m^3 a 150 mol/s . Para uma conversão na saída do reator de mistura de 25%, determine a constante de velocidade da reação e a conversão na saída do reator tubular.

R: a) $k = 0,25\text{s}^{-1}$ b) $X_A = 0,46$

3- A cinética da decomposição em fase aquosa de A é investigada em dois reatores de mistura, em série, com o segundo tendo o dobro do volume do primeiro. Com a alimentação na concentração de 1 mol de A/litro e tempo de permanência médio de 96 s no primeiro reator, a concentração é de $0,5 \text{ mol de A/litro}$ no primeiro reator, $0,25$ moles de A/l no segundo. Determinar a equação cinética da decomposição.

R: $-r_A = 0,0208 C_A^2 \text{ (mol/L.seg)}$

4- Para o arranjo de reatores mostrado abaixo, calcule:

A – a vazão volumétrica nos pontos 2 e 8

B – a concentração de A nos pontos 7 e 13.

Dados:

- Vazão de alimentação total (ponto 1) = $18 \text{ m}^3/\text{s}$

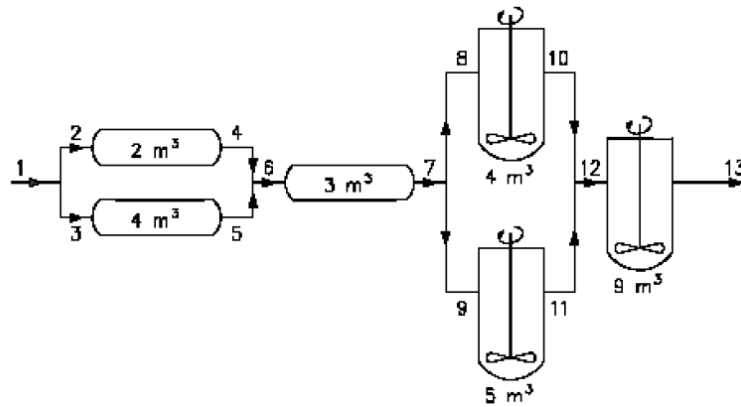
- Concentração de A inicial (ponto 1) = 10 Kmol/m^3

- A reação que ocorre é $A \rightarrow R$ com a seguinte equação cinética: $-r_A = 2C_A \text{ (Kmol/m}^3 \text{ s)}$

- Não ocorre variação de densidade durante todo o processo

- As vazões devem ser distribuídas de tal modo que a conversão final (X_A) no ponto 13 seja a máxima possível.

R: a) $v_2 = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ e $v_8 = 8 \text{ m}^3/\text{s}$ b) $C_{A7} = 3,7$ e $C_{A13} = 0,9 \text{ mol/L}$



5- Uma reação irreversível de primeira ordem em fase líquida $A \rightarrow R$ ocorre em um reator tubular e possui uma conversão final de 76%. Se um reator de mistura de volume 5 vezes maior que o volume do reator tubular for colocado em paralelo, quantas vezes a vazão final da planta deveria ser aumentada para que se obtivesse em ambos os reatores em paralelo a conversão de 76%?

R: 3,25 vezes

6- Uma indústria farmacêutica fabrica um produto R usando um reator de mistura de volume $V_1 = 2L$ e pretende expandir-se adquirindo outro de volume $V_2 = 6L$. O novo sistema será formado colocando os reatores em paralelo, alimentando a uma vazão volumétrica total de $4L/h$, com um reagente A puro, a uma concentração inicial de 2 mol/L . Sabe-se que o reagente se transforma segundo uma reação irreversível de primeira ordem no único produto R. Na temperatura de trabalho, a constante cinética da reação é $k_1 = 0,5h^{-1}$.

A - Calcule a produção máxima de R (mol/h) possível de se obter no sistema, dividindo-se a alimentação total de forma adequada entre os dois reatores de mistura em paralelo.

B - Calcule a produção máxima de R (mol/h) que seria obtida se estes reatores fossem usados em série (menor depois o maior).

R: a) $F_R = 4 \text{ mols/h}$ b) $F_R = 4,4 \text{ mols/h}$

7- Um reator tubular isotérmico e a pressão constante é projetado para operar com 63,2% de conversão de A em R ($A \rightarrow R$) em uma reação irreversível de primeira ordem em fase gasosa. A corrente de alimentação contém A puro na vazão de $5 \text{ m}^3/h$. A constante de velocidade é 5 h^{-1} . Entretanto, quando o reator é colocado efetivamente em operação, verifica-se que a conversão efetiva obtida é 92,7% da conversão projetada. Obviamente algum problema existe. Após análises, a conclusão a qual chegaram os projetistas e engenheiros da planta foi de que esta discrepância era devido a um distúrbio no fluxo da mistura reacional que permitia que se formasse uma zona de intensa mistura no interior do reator.

a) Considerando que esta zona atua como um CSTR em série e entre dois reatores tubulares de mesmo tamanho, qual a fração do volume total do reator que é ocupado por esta zona de intensa agitação?

b) Calcule as conversões X_1 , X_2 e X_3

R: a) 57,2% b) $X_{A1} = 0,193$; $X_{A2} = 0,487$; $X_{A3} = 0,5859$

8- A reação gasosa $A \rightarrow R$ ocorre em um reator tubular a 400°C e $16,2 \text{ atm}$ de pressão. A alimentação possui 76,25% em peso de A e o restante em inertes. A alimentação global é de 420 mols/hora e sabe-se que a reação é de primeira ordem irreversível com uma constante de velocidade de $0,999 \text{ min}^{-1}$. Determine:

- a) O volume do reator tubular para uma conversão de 80%.
 b) O volume de um reator mistura acoplado à saída deste reator tubular para uma conversão final de 95%.

DADO: Peso molecular A = 44 g/mol e Peso molecular I = 28g/mol

R: a) V = 38,4 L b) V = 71,5 L

9 – A reação elementar $A + B \rightarrow C + D$ realiza-se em fase líquida em um reator tubular isotérmico ($V = 100L$) operando a temperatura ambiente a partir de duas correntes distintas de alimentação uma contendo 65 Kg A/h e a outra contendo 104 Kg B/h. Neste reator ocorre uma conversão de 60% do reagente crítico. Um reator tanque com agitação contínua de 200 L é colocado na saída do reator tubular, operando em série a mesma temperatura. Qual a conversão final deste sistema de reatores ?

Reagente	Massa específica (kg/m ³)	Peso molecular (g/mol)
A	600	50
B	800	80

R: $X_A = 0,768$

10– Uma fábrica deseja adquirir dois reatores de mistura para operar em série uma reação de segunda ordem em fase líquida ($A \rightarrow R$) cuja constante de velocidade vale 0,075 L/mol min. Para uma conversão desejada para o segundo reator de 85% você deve analisar duas formas distintas de calcular o volume destes reatores:

- A – dois reatores em série de igual volume
- B – dois reatores em série com o menor volume total na soma dos volumes individuais de cada um dos reatores.

Considere as seguintes condições de alimentação para operar a reação:

- Vazão = 25 L/min
- $C_{A0} = 0,04$ mol/litro

O custo de aquisição destes reatores é de US\$200/m³, mas um desconto de 12% será concedido se ambos os reatores possuem o mesmo tamanho e geometria.

Qual destas duas opções (A ou B) conduz ao menor custo de aquisição do conjunto de reatores?

R: Caso A $X = 0,69$ e US\$ 21061,4 ; Caso B = US\$ 23.660,00

11- Dois reatores de mistura em série foram utilizados para o estudo da cinética de uma reação de decomposição de A utilizando-se de uma vazão de 4 L/min. A alimentação é introduzida no primeiro reator com a concentração de 1,5 mol/L. O volume de cada reator e a concentração de saída são apresentados na tabela abaixo

Reator	V (L)	$C_{A,saída}$ (mol/L)
1	10	1,02
2	40	0,61

Calcular o volume de um único reator tubular acoplado na saída do segundo reator de mistura para que a concentração de saída deste reator seja de 0,15 mol/L?

R: V = 461 L

12- A reação $A \rightarrow B + C$ ocorreu adiabaticamente e os seguintes dados foram registrados:

X	0	0,2	0,4	0,45	0,5	0,6	0,8	0,9
-r_A (mol/ L min)	1	1,67	5	5	5	5	1,25	0,91

A vazão molar de entrada foi de 300 mols/min.

- Qual o volume do PFR necessário para atingir uma conversão de 40%?
- Qual o volume do CSTR necessário para atingir uma conversão de 40%?
- Qual o volume do PFR, acoplado ao PFR da letra (a) ou ao CSTR da letra (b), necessário para que a conversão atinja 80%?
- Qual o volume do CSTR, acoplado ao PFR da letra (a) ou ao CSTR da letra (b), necessário para que a conversão atinja 80%?
- Qual o volume de um PFR, acoplado ao CSTR da letra (d), para que a conversão final seja de 90%?
- Qual o volume de um CSTR, acoplado ao CSTR da letra (d), para que a conversão final seja de 90%?
- Qual arranjo levaria à maior conversão por unidade de volume? Qual o volume de cada reator e a faixa de conversão na qual cada um deve operar?
- Em qual região a conversão por unidade de volume é igual para os dois tipos de reatores?

R: a) $V = 71,9 \text{ L}$ b) $V = 24 \text{ L}$ c) $V = 42 \text{ L}$ d) $V = 96 \text{ L}$ e) $V = 28,5 \text{ L}$
 f) $V = 32,97 \text{ L}$ g) $0 \leq X \leq 0,4$ CSTR de 24 L; $0,4 \leq X \leq 0,6$ CSTR ou PFR de 120 L; $0,6 \leq X \leq 0,9$ PFR de 58,5 L h) $0,4 \leq X \leq 0,6$