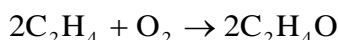


Introdução à Engenharia Química e Bioquímica
ENUNCIADO DOS PROBLEMAS

IV. Balanços Materiais com Reacção Química

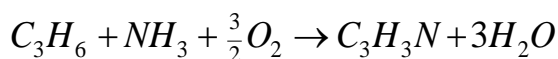
1. A oxidação de etileno para produzir óxido de etileno dá-se segundo a reacção



A alimentação ao reactor contém 100 kg de etileno (M=28) e 100 kg de oxigénio (M=32).

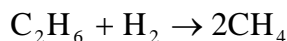
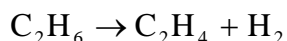
- a) Qual o reagente limitante?
- b) Qual a percentagem de reagente em excesso?
- c) Se a reacção for completa quanto restará do reagente em excesso e qual será a quantidade de produto formada?
- d) Se a reacção for de 30% qual a quantidade de reagentes e de produtos no final da reacção?
- e) Qual é a conversão da reacção quando no final restam 60 kg de oxigénio?

2. Produz-se acrilonitrilo numa reacção entre propileno, amónia e oxigénio:



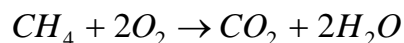
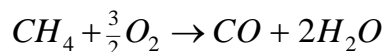
A alimentação ao reactor (100 mol) contém 10% molar de propileno, 12% molar de amónia, e 78% molar de oxigénio. Pretende-se uma conversão de 30% no reagente limitante. Determine qual o reagente limitante, a percentagem em excesso dos restantes reagentes, e as quantidades de reagentes e produtos no final da reacção.

3. Num reactor contínuo em estado estacionário, produz-se etileno por desidrogenação de etano. Simultaneamente dá-se uma reacção indesejada com a formação de metano.



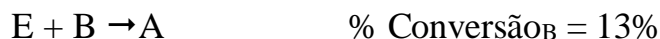
A alimentação ao reactor contém 85% molar de etano e 15% de inertes. A corrente de produto contém 30.3% molar de etano, 10.7% de inertes, 28.6% de etileno, 26.8% de hidrogénio e 3.6% de metano. Calcule a conversão do etano e o rendimento em etileno.

4. Queima-se metano com ar atmosférico num reactor de combustão contínuo, resultando à saída do reactor uma mistura gasosa de monóxido de carbono, dióxido de carbono e água. As reacções que se desenrolam são:



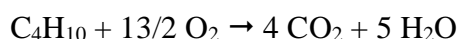
A alimentação ao reactor contém 7.8% molar CH_4 , 19.4% molar O_2 e 72.8% molar de N_2 . A conversão de metano é de 90% e a mistura gasosa que sai do reactor contém 8 moles de CO_2 por mole de CO . Calcule a composição molar da corrente de saída.

5. As seguintes reacções ocorrem num dado reactor:



Suponha que são alimentados 30 mole de A e 50 mole de B ao reactor. Quantas moles saem do reactor e qual a composição molar do efluente reaccional?

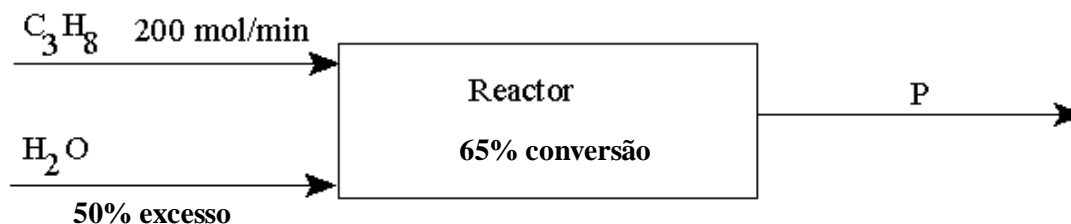
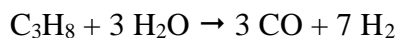
6. Butano é queimado com um excesso de ar (21% de O_2 e 79% de N_2) segundo a reacção:



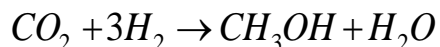
Sabendo que a composição molar do gás de saída do reactor é, numa base seca, de 10.63% de CO_2 , 5.12% mol de O_2 e 84.25% mol de N_2 , calcule:

- A % de conversão do butano
- A percentagem de excesso de ar
- A composição molar do gás de combustão (incluindo a água)

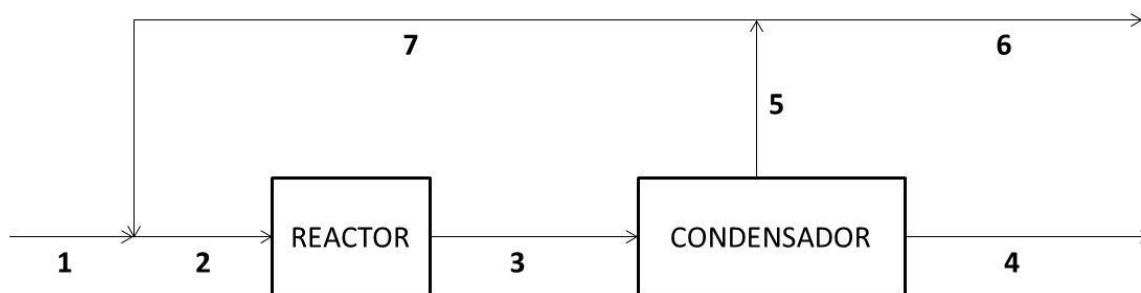
7. Dimensiona-se um reactor para converter 200 mol/min de propano em CO e H₂ com uma % de conversão de 65%, usando uma % de excesso de 50% de vapor de água. Determine as fracções molares do produto de saída do reactor.



8. Produz-se metanol na reacção do dióxido de carbono com hidrogénio:



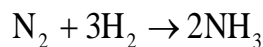
A alimentação fresca ao processo contém hidrogénio, dióxido de carbono e 0.40% molar de inertes (I). O efluente do reactor passa para um condensador onde se remove completamente todo o metanol e água formados na reacção. Os reagentes não convertidos na reacção e o inerte são reciclados de volta ao reactor (correntes 5 → 7 → 2) após purga.



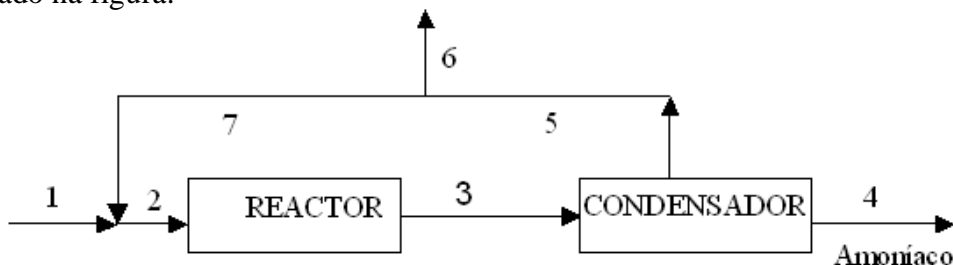
A alimentação ao reactor contém 28% mole CO₂, 70% mole H₂ e 2% mole de inertes. A conversão por passe do hidrogénio é de 60%.

- Efectue o balanço material ao processo para uma base de cálculo à sua escolha;
- Calcule a razão de purga e a razão de reciclo;
- Calcule a conversão global do hidrogénio;
- Para uma produção de metanol de 155 kmol.h⁻¹ calcule o consumo de matéria prima requerido.

9. Na produção de amoníaco segundo a reacção em fase gasosa,



a alimentação ao processo contém, sistematicamente, uma pequena porção de matéria não reactiva, árgon ou metano, genericamente designada por inertes (I). O processo está representado na figura.

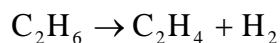
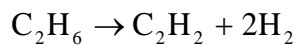


Sabendo que a conversão por passe do azoto é de 25% e que todo o amoníaco produzido no reactor é retirado do sistema via corrente 4, calcule:

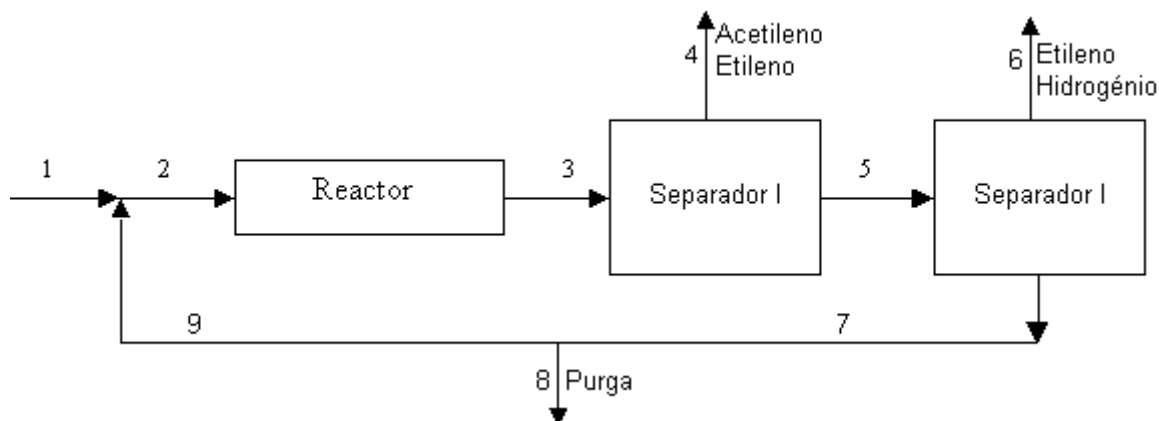
- A conversão global
- A razão de purga
- A razão de reciclo

Dados: (composições molares) Alimentação ao processo: 24,75% N₂; 74,25% H₂ e 1% I; Inertes na corrente de recirculado: 12,5%

10. A figura em anexo representa uma versão simplificada do processo de produção do acetileno a partir do etano. A corrente de etano fresca, contendo 3% molar de metano como impureza, é misturada com uma corrente de reciclo, antes de ser alimentada ao reactor. Neste, o etano é convertido em acetileno com uma conversão por passe de 40%. Simultaneamente dá-se a desidrogenação parcial do etano com a consequente produção de etileno, com uma conversão de 15%.



Para impedir a carbonização do metano exige-se que o seu teor à entrada do reactor seja igual ou inferior a 8% molar.

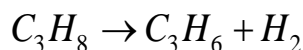


A corrente efluente do reactor é sujeita a dois processos de separação. Na primeira separação, o acetileno é completamente removido e arrasta consigo 9% do etileno efluente do reactor. Na segunda separação o restante etileno e o hidrogénio são completamente separados do metano e do etano. Estes dois compostos são reciclados para o início do processo, após purga.

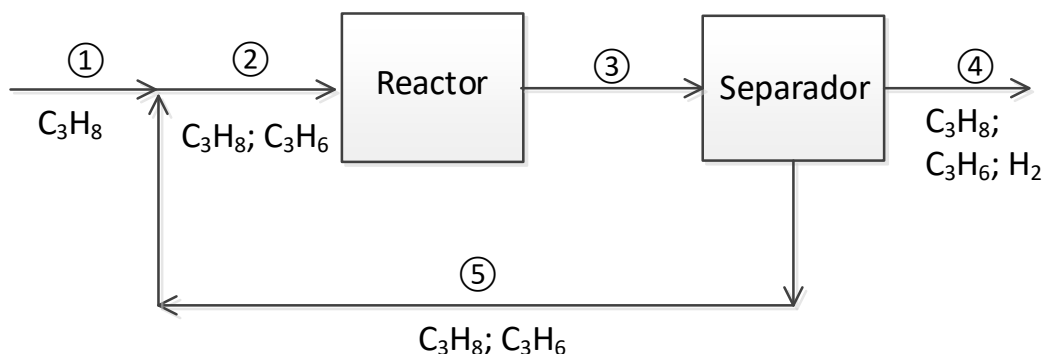
Para uma base de cálculo à sua escolha,

- Efectue o balanço material ao processo;
- Calcule a composição da corrente de purga;
- Calcule a fracção de purga e justifique a sua existência;
- Calcule o rendimento em etileno.

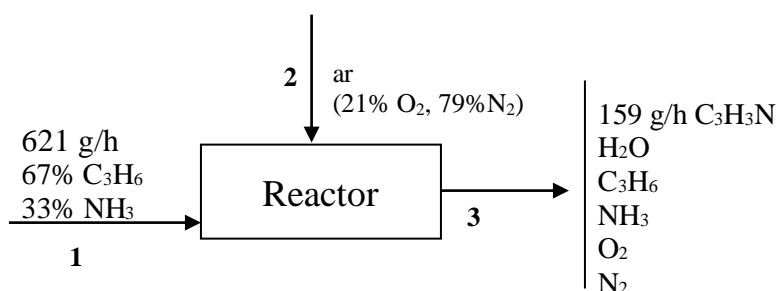
11. O propano é desidrogenado a propileno num reactor catalítico sendo a reacção



O propano tem uma conversão global de 95%. Os produtos da reacção são separados em duas correntes: a primeira, que contém H_2 , C_3H_6 , e 0.555% do propano que sai do reactor, é retirada como corrente final do processo; a segunda corrente, que contém o resto do propano e 5% do propileno produzido no reactor, é reciclado para o reactor. Calcule a composição molar da corrente ④, a razão de reciclo e a conversão por passe do propano.



12. Num reactor contínuo produz-se acrilonitrilo por reacção de propileno, amónia e oxigénio proveniente do ar de acordo com a seguinte reacção:



Considere que entram 3 moles de oxigénio em 2 por mole de propileno em 1.

- (a) faça o balanço de materiais ao processo e apresente o respectivo quadro.
(b) admitindo que a reacção que se dá no reactor é:

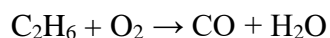
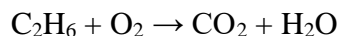


Indique o reagente limitante e calcule o grau de conversão.

13. Os gases resultantes da queima de etano apresentam a seguinte composição mássica (p/p) em base seca: 1.87% C_2H_6 (etano), 3.39% O_2 (oxigénio), 15.34% CO_2 (dióxido de carbono), 0.70% CO (monóxido de carbono) e 78.70% de N_2 (azoto). Foi utilizado ar com 0.1 kg água/kg ar seco na queima do etano. Calcule:

a) A composição molar do ar de queima; a quantidade de água na corrente de saída e a quantidade de etano queimada admitindo que desconhece as reacções químicas de combustão.

b) admita que ocorrem as seguintes reacções químicas



Acerte as reacções e calcule a conversão do etano em cada uma das reacções, tendo em conta os resultados obtidos na alínea anterior.