



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA - EEL

LISTA DE BALANÇO DE MASSA E ENERGIA (BME)

Prof. Geronimo Virginio Tagliaferro

Formulada pela Profa. Elisângela Moraes

Balanço Material: Com e Sem Reação Química

1. Uma unidade industrial de verniz tem que entregar 1000 lbm de uma solução de nitrocelulose a 8%. Eles têm em estoque a solução a 5,5%. Quanto de nitrocelulose seca deve ser dissolvida na solução para atender ao pedido?

Resposta: 26,5 lbm de nitrocelulose seca

2. Uma unidade industrial de verniz tem que entregar 1000 lbm de uma solução de nitrocelulose aquosa a 8% em massa. A unidade possui uma grande quantidade de solução aquosa com fração mássica de 5,5%, que será concentrada por evaporação para produção da solução concentrada. Assumir que a evaporação se processa sem arraste de soluto. Pede-se:

- a) A massa de solução a 5,5% necessária para produzir 1000 lbm nitrocelulose aquosa a 8% em massa por evaporação.
b) A massa de água evaporada, em toneladas.

Resposta: a) 1454,55 lbm; b) 0,206 ton

3. 1000 kg/h de uma mistura de benzeno e tolueno que contém 50% em massa são separados em uma coluna de destilação em duas frações. A vazão mássica de benzeno na corrente de saída do topo é 450 kg/h e para o tolueno na corrente de saída do fundo é 475 kg/h. A operação se desenvolve em regime permanente e se processa com arraste de benzeno e tolueno em ambas correntes de saída. Escreva os balanços de massa para o benzeno e o tolueno. Calcular as vazões não conhecidas nas correntes de saída.

Resposta: Saída do Topo: 475 Kg/h; Saída do Fundo: 525 Kg/h

4. Uma experiência de velocidade de crescimento de micro-organismos requer o estabelecimento de um ambiente de ar úmido enriquecido em oxigênio. Três correntes são alimentadas à câmara de evaporação para produzir uma corrente de saída com a composição desejada.

A) água líquida, alimentada a vazão de 20 cm³/min;

B) ar (21% O₂, 79% N₂ molar);

C) oxigênio puro, com vazão molar igual a um quinto da vazão molar da corrente B.

O gás de saída é analisado em um analisador de umidade e observa-se que ele contém 1,5% molar de água. Calcule as variáveis desconhecidas.

Resposta: Na saída teremos: 1,11 mols H₂O/ min; 24,80 mols O₂/ min; 48,1 mols N₂/ min

5. Uma mistura de composição mássica constituída por benzeno (58,2%), tolueno (20,4%) e xileno (21,4%) é carga de um processo de destilação. A recuperação de benzeno no destilado deve ser de 98% e a de xileno no resíduo deve ser de 95%. A fração mássica de benzeno no destilado deve ser de 90%. Calcule a composição mássica do destilado e do resíduo.

Resposta: No destilado: B = 90%; T = 1,7% e X = 8,3%; No resíduo: B = 3,2%; X = 55,5% e T = 41,3%

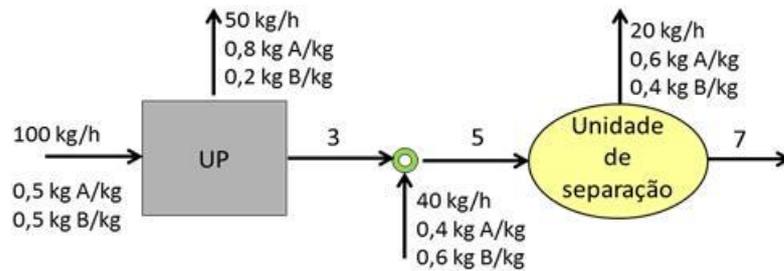
6. Duas misturas metanol-água de composições diferentes estão contidas em recipientes separados. A primeira mistura contém 45% de metanol e a segunda 75% metanol em massa. Se 250 kg da primeira mistura são combinados com 350 kg da segunda mistura, qual a massa e a composição do produto. Considerar que não há interação entre o metanol e a água.

Resposta: 375 Kg de metanol e 225 Kg de água

7. Borbulha-se ar através de um tambor de hexano líquido com vazão de 0,2 kmol/min. A corrente de gás que deixa o tambor contém 10% molar de vapor de hexano. O ar pode ser considerado insolúvel no hexano líquido. Estime o tempo necessário para vaporizar 10 m³ de hexano.

Resposta: 3450 min

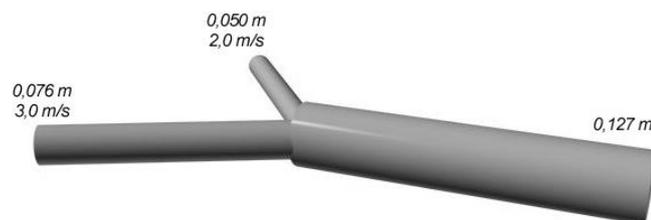
8. Na figura abaixo é dado um fluxograma rotulado de um processo contínuo no estado estacionário, contendo duas unidades. Cada corrente contém dois componentes: A e B, em diferentes proporções. Três correntes: 3, 5 e 7 são rotuladas, cujas vazões e/ou composições não são conhecidas. Calcule as vazões e composições das três correntes: 3, 5 e 7.



Resposta: 3: 50 Kg/h; 5: 90 Kg/h e 7: 70 Kg/h

9. Duas tubulações distintas com diâmetros internos de 0,050 m (d₁) e 0,076 m (d₂) transportam água a 25°C a 2 e 3 m/s, respectivamente (Figura A). Sabendo que essas tubulações convergem para um “tê” misturador conectado a uma tubulação de saída de 0,127 m de diâmetro (d₃), calcule a velocidade média final de escoamento.

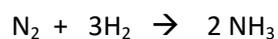
Dado: densidade da água a 25°C = 997,0 kg/m³.



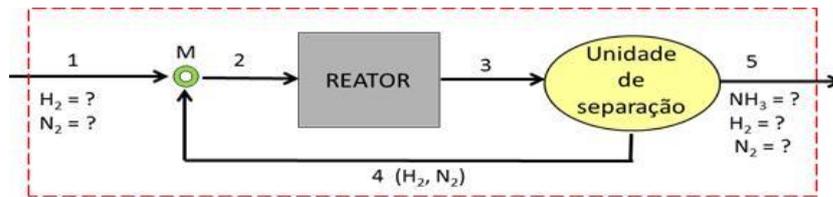
Confluência de duas tubulações em um tê misturador

Resposta: 1,38 m/s

10. No processo Haber-Bosch de produção de amônia (NH₃), hidrogênio (H₂) proveniente de gás natural e nitrogênio (N₂) proveniente do ar reagem em condições elevadas de pressão e temperatura (200 atm e 450 °C) de acordo com a seguinte equação:

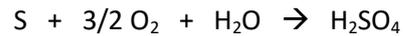


Os reagentes são alimentados no processo na razão molar de 2 mols H₂/1 mol N₂ e a conversão global em relação ao hidrogênio (X_G) é de 95%. Considerando que a unidade de separação recicla 98% do reagente limitante não convertido no reator, calcule a conversão no reator e a taxa de reciclo numa planta que produz 10 toneladas de NH₃ por dia.

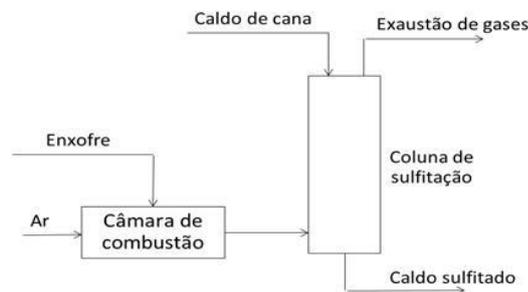


Resposta: X_r : 27,5% e TR : 49

11. Uma das etapas do processo de produção de açúcar é a clarificação do caldo com a queima de enxofre (S), produzindo SO_3 que, em contato com a água presente no caldo, gera H_2SO_4 e abaixa o pH, precipitando e flotando impurezas presentes no caldo de cana. Trata-se de um processo contínuo com reação no estado estacionário, cuja reação global é dada por:



Considere o fluxograma de sulfitação que segue:

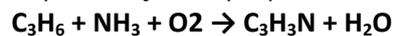


Supondo que uma unidade de sulfitação processe $200 \text{ m}^3/\text{h}$ de caldo de cana reduzindo o pH do caldo de 6,0 para 3,0; calcule as vazões de alimentação requeridas de enxofre, em kg/h, e de ar, em m^3/h a 30°C e 1 atm, considerando que o mesmo esteja em excesso de 40%.

Dado: $\text{pH} = -\log[H^+]$

Resposta: $\dot{m}_{Se} = 3,2 \text{ kg/h}$; $\dot{V}_{ar} = 24,85 \text{ m}^3/\text{h}$.

12. Acrilonitrila (C_3H_3N) é produzida pela reação de propileno, amônia e oxigênio:



A alimentação molar contém 10% de propileno, 12% de amônia e 78% de ar.

- Qual é o reagente limitante?
- Quais os reagentes em excesso? Qual a porcentagem em excesso?
- Calcule a quantidade de C_3H_3N produzidos para uma conversão de 30% do reagente limitante.

Resposta: a) C_3H_6 ; c) 3,8 Kg de C_3H_3N