

*Reactor adiabático de fabricación de nitrato amónico, base 1 kmol de NH<sub>3</sub> y 1 Kmol HNO<sub>3</sub> 100% para obtener 1 kmol NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>*  
 Copyright J.I. Zubizarreta

*La presión de vapor en atmósferas de soluciones de nitrato amónico en función de la concentración x en tanto por uno y de la temperatura K*

Function **Pvapor** (x; T)

If [ x < 0,95 ] Then

$$P_{\text{vapor}} := 10^{\left[ 21,1 - 30,9 \cdot x - 13 \cdot x^2 - \left( \frac{2970,1 - 1571,4 \cdot x - 1027,2 \cdot x^2}{T} \right) - (5,1 - 10,4 \cdot x - 3,7 \cdot x^2) \cdot \log (T) \right]}$$

Else

$$P_{\text{vapor}} := \frac{\exp \left[ -4317 + 9011 \cdot x - 4690 \cdot x^2 + \frac{1,65609 \times 10^6 - 3,44675 \times 10^6 \cdot x + 1,78792 \times 10^6 \cdot x^2}{T} \right]}{1000}$$

1,033

EndIf

End **Pvapor**

*Todas las entalpías de los reactantes y productos = 0 a 273,15 K*

$$T = 273,15 + 180$$

$$P = \text{Pvapor} [x; T]$$

*La entalpía de las soluciones de nitrato amónico están ajustadas con esta expresión en función de la concentración x y la temperatura T*

$$H_{\text{sol}} = \left[ 23,23015 + 12,5285 \cdot x + (0,958386 - 0,565086 \cdot x) \cdot (T - 273,15) + 0,0000357 \cdot (T - 273,15)^2 \right] \cdot 4,18$$

$$x_{\text{NO}_3\text{H}} = 53,3 \%$$

$$Q_{\text{NO}_3\text{H}} = 1 \cdot 63 \cdot \frac{100}{x_{\text{NO}_3\text{H}}} \cdot 0,64 \cdot 50 \cdot 4,18 \quad \text{Se precalienta el ácido diluido a 50 °C}$$

$$Q_{\text{dil}} = -33280 + \left[ -8,6093 \times 10^{-7} \cdot x_{\text{NO}_3\text{H}}^4 + 0,00013436 \cdot x_{\text{NO}_3\text{H}}^3 - 0,0025622 \cdot x_{\text{NO}_3\text{H}}^2 + 0,042081 \cdot x_{\text{NO}_3\text{H}} + 0,23474 \right] \cdot 1000$$

*Calor de dilución del ácido*

*Calor de neutralización*

$$Q_{\text{reac}} = 145600 \text{ kJ/kmol}$$

$$Q_{\text{NH}_3} = h \left[ \text{'Ammonia'} ; T = 393 ; P = P \right] - h \left[ \text{'Ammonia'} ; T = 273,15 ; P = 1 \right] \text{ Se precalienta el amoníaco a } 120 \text{ }^\circ\text{C}$$

*Balance de entalpías entrada/salida del reactor*

$$Q_{\text{reac}} + Q_{\text{NO}_3\text{H}} + Q_{\text{NH}_3} + Q_{\text{dil}} = H_{\text{sol}} \cdot \left[ 80 + 63 \cdot \frac{100}{x_{\text{NO}_3\text{H}}} - 63 - y \right] + \frac{y}{18} \cdot \left[ h \left( \text{'Steam'} ; T = T ; P = P \right) \cdot \left| 1,01325 \cdot \frac{\text{bar}}{\text{atm}} \right| \right] - h \left( \text{'Water'} ; T = 273,15 ; P = 1 \text{ [atm]} \cdot \left| 1,01325 \cdot \frac{\text{bar}}{\text{atm}} \right| \right)$$

*El agua total que entra es la que se aporta con el ácido es  $63 \cdot 100 / x_{\text{NO}_3\text{H}} - 63$  kg, de aquí se evapora y kg resultando una concentración de licor:*

$$x = \frac{80}{80 + 63 \cdot \frac{100}{x_{\text{NO}_3\text{H}}} - 63 - y}$$

*Consumo de vapor de calefacción de reactantes*

$$Q_{\text{NO}_3\text{H}} = \frac{z1}{\text{MolarMass} \left[ \text{'Water'} \right]} \cdot \left[ h \left( \text{'Steam'} ; T = T ; P = P \right) - h \left( \text{'Steam'} ; x = 0 ; P = P \right) \right]$$

$$Q_{\text{NH}_3} = \frac{z2}{\text{MolarMass} \left[ \text{'Water'} \right]} \cdot \left[ h \left( \text{'Steam'} ; T = T ; P = P \right) - h \left( \text{'Steam'} ; x = 0 ; P = P \right) \right]$$

*Ahora el licor de reacción del 73% se expansiona a 400 mm Hg y se calienta con vapor condensando a P del reactor en un evaporador de película*

$$P2 = 400 \text{ [mmHg]} \cdot \left| 0,00131579 \cdot \frac{\text{atm}}{\text{mmHg}} \right|$$

$$P2 = P_{\text{vapor}} \left[ x2 ; T2 \right]$$

$$H_{\text{sol}2} = \left[ 23,23015 + 12,5285 \cdot x2 + (0,958386 - 0,565086 \cdot x2) \cdot (T2 - 273,15) + 0,0000357 \cdot (T2 - 273,15)^2 \right] \cdot 4,18$$

$$H_{\text{sol}} \cdot \frac{80}{x} + \left[ \frac{y - z1 - z2}{\text{MolarMass} \left( \text{'Water'} \right)} \right] \cdot \left[ h \left( \text{'Steam'} ; T = T ; P = P \right) - h \left( \text{'Steam'} ; x = 0 ; P = P \cdot \left| 1,01325 \cdot \frac{\text{bar}}{\text{atm}} \right| \right) \right] = H_{\text{sol}2} \cdot \frac{80}{x2} + \left[ \frac{\frac{80}{x} - \frac{80}{x2}}{18} \right] \cdot \left[ h \left( \text{'Steam'} ; T = T ; P = P2 \cdot \left| 1,01325 \cdot \frac{\text{bar}}{\text{atm}} \right| \right) - h \left( \text{'Water'} ; T = 273,15 ; P = 1 \text{ [atm]} \cdot \left| 1,01325 \cdot \frac{\text{bar}}{\text{atm}} \right| \right) \right]$$

SOLUTION

Unit Settings: [kJ]/[K]/[bar]/[kmol]/[degrees]

$$H_{\text{sol}} = 550,9 \text{ [kJ/kg]}$$

$$H_{\text{sol}2} = 368,2 \text{ [kJ/kg]}$$

P = 4,54 [atm]

Q<sub>dil</sub> = -24685 [kJ/kmol]

Q<sub>NO3H</sub> = 15810 [kJ/kmol]

T = 453,1 [K]

x = 0,7301

x<sub>NO3H</sub> = 53,3

z1 = 7,22

P2 = 0,5263 [atm]

Q<sub>NH3</sub> = 4329 [kJ/kmol]

Q<sub>reac</sub> = 145600 [kJ/kmol]

T2 = 390,3 [K]

x2 = 0,8925

y = 25,62

z2 = 1,977

11 potential unit problems were detected.