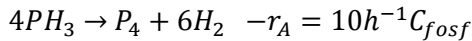


A 650 °C la fosfina se descompone según la siguiente reacción química:



¿Cuál es el tamaño del reactor necesario para alcanzar una conversión del 75%? Para una operación a 650°C y 11.4 atm? El flujo de alimentación es de 10 mol/h con 2/3 de fosfina y 1/3 de inertes

Solución:

La reacción es en fase gaseosa por lo que $\varepsilon \neq 0$



T=650°C

$x_A = 0,75$

$F_{A0} = 10 \text{ mol/h}$

$Y_{A0} = 0,6667$

V=?

Nos piden determinar el tamaño por lo que empleamos la ecuación de diseño del reactor:

$$V = F_{A0} \int_{x_{A0}}^{x_A} \frac{dx_A}{-r_A}$$

Conocemos la ecuación de velocidad en términos de concentración, pero hay que tomar en cuenta de que es un sistema gaseoso con variación de la densidad, por lo que debemos expresar las ecuaciones en términos de la expansión.

$$V = F_{A0} \int_{x_{A0}}^{x_A} \frac{dx_A}{kC_A}$$

Donde k es un valor conocido pero C_A debe incluir los efectos de la variación de la densidad.

$$C_A = \frac{C_{A0}(1 - x_A)}{(1 + \varepsilon \cdot x_A)}$$

Antes de incluirla debemos calcular el factor de expansión.

$$\varepsilon = \delta \cdot Y_{A0} = \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{4} - 1 \right) (0,667) = 0,5$$

Ahora combinemos todos los datos:

Ing. Rubén Marcano

Ingeniería de las Reacciones | UNEFA

$$V = F_{A0} \int_{x_{A0}}^{x_A} \frac{dx_A}{k \frac{C_{A0}(1 - x_A)}{(1 + \varepsilon \cdot x_A)}}$$

$$V = \frac{F_{A0}}{k \cdot C_{A0}} \int_{x_{A0}}^{x_A} \frac{(1 + \varepsilon \cdot x_A)}{(1 - x_A)} dx_A$$

Los datos en esta ecuación son conocidos por lo que procedemos a buscar el resultado de la integral mediante su primitiva. La primitiva de este tipo de función podemos ubicarla en el apéndice A del Libro de Elementos de Ingeniería de las Reacciones de S. Fogler.

$$\int_{x_{A0}}^{x_A} \frac{(1 + \varepsilon \cdot x_A)}{(1 - x_A)} dx_A = \dots$$

$$\dots = -\varepsilon \cdot x_A - (\varepsilon + 1) \cdot \ln(1 - X) \Big|_0^{x_A}$$

$$\frac{V \cdot k \cdot C_{A0}}{F_{A0}} = \int_{x_{A0}}^{x_A} \frac{(1 + \varepsilon \cdot x_A)}{(1 - x_A)} dx_A$$

$$\frac{V \cdot k \cdot C_{A0}}{F_{A0}} = -\varepsilon \cdot x_A - (\varepsilon + 1) \cdot \ln(1 - X)$$

$$= -0,5 \cdot 0,75 - (0,5 + 1) \cdot \ln(1 - 0,75)$$

$$= 1,7044$$

$$V = \frac{F_{A0}}{k \cdot C_{A0}} 1,7044 = \frac{10 \text{ mol/L}}{10 \text{ h}^{-1} C_{A0}} 1,7044$$

$$C_{A0} = \frac{P_{A0}}{RT} = \frac{P_0 \cdot Y_{A0}}{RT}$$

$$= \frac{11,4 \text{ atm} \cdot 0,667}{(0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}) (650 + 273) \text{K}}$$

$$C_{A0} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$V = \frac{10 \text{ mol/L}}{10 \text{ h}^{-1} \cdot 0,1 \text{ mol/L}} 1,7044 = 17,04 \text{ L}$$

Se requieren 17 L para una conversión del 75% de fosfina