

Aufgabe und Lösung

Die Abnahmerate einer Substanz (Edukt) lässt sich als Funktion vom Umsatz folgendermaßen beschreiben:

$$r_A = -r = 0,075 \frac{\text{mol}}{\text{sec L}} (1-U) \quad \dot{V}_0 c_0 = 30 \frac{\text{mol}}{\text{sec}}$$

Wie groß muss ein CSTR und ein PFR ausgelegt werden, um einen Umsatz von $U=0,8$ zu erzielen?

Design-Gleichung

$$\text{CSTR: } V = \frac{\dot{V}_0 c_0 U}{-r} = \frac{30 \frac{\text{mol}}{\text{sec}} \cdot 0,8}{0,075 \frac{\text{mol}}{\text{sec L}} (1-0,8)} \rightarrow V = 1600 \text{ L}$$

Aufgabe und Lösung

Die Abnahmerate einer Substanz (Edukt) lässt sich als Funktion vom Umsatz folgendermaßen beschreiben:

$$r_A = -r = 0,075 \frac{\text{mol}}{\text{sec L}} (1-U) \quad \dot{V}_0 c_0 = 30 \frac{\text{mol}}{\text{sec}}$$

Wie groß muss ein CSTR und ein PFR ausgelegt werden, um einen Umsatz von $U=0,8$ zu erzielen?

Design-Gleichung

$$\text{CSTR: } V = 1600 \text{ L}$$

$$\text{PFR: } V = \dot{V}_0 c_0 \int_0^U \frac{dU}{-r} = \dot{V}_0 c_0 \int_0^{0,8} \frac{dU}{0,075 \frac{\text{mol}}{\text{sec L}} (1-U)}$$

Aufgabe und Lösung

Design-Gleichung CSTR: $V = 1600 \text{ L}$

$$\text{PFR: } V = \dot{V}_0 c_0 \int_0^U \frac{dU}{-r} = \dot{V}_0 c_0 \int_0^{0,8} \frac{dU}{0,075 \frac{\text{mol}}{\text{sec L}} (1-U)}$$

$$V = \frac{\dot{V}_0 c_0}{0,075 \frac{\text{mol}}{\text{sec L}}} \int_0^{0,8} \frac{dU}{1-U} = \frac{\dot{V}_0 c_0}{0,075 \frac{\text{mol}}{\text{sec L}}} (-1) \ln(1-U) \Big|_0^{0,8}$$

$$V = \frac{30 \text{ L}}{0,075} \cdot 1,61 \quad \text{PFR: } \rightarrow V = 644 \text{ L}$$

Aufgabe und Lösung

In einem absatzweise betriebenen Rührkessel wird 50 % Umsatz nach 5 Minuten gemessen. Wie lange muss man bei einer Reaktion 2. Ordnung warten, um einen Umsatz von 75 % zu erzielen?

$$\text{STR: } \frac{dc}{dt} = -kc^2$$

$$\text{Umsatz: } U = \frac{c_0 - c}{c_0} \quad U = 1 - \frac{c}{c_0} \quad c = c_0(1-U) \quad \frac{dc}{dU} = -c_0$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{dc}{dU} = -c_0 \\ \frac{dc}{dt} = -kc^2 \end{aligned} \right\} -c_0 \frac{dU}{dt} = -kc_0^2 (1-U)^2$$

Aufgabe und Lösung

In einem absatzweise betriebenen Rührkessel wird 50 % Umsatz nach 5 Minuten gemessen. Wie lange muss man bei einer Reaktion 2. Ordnung warten, um einen Umsatz von 75 % zu erzielen?

$$-c_0 \frac{dU}{dt} = -kc_0^2 (1-U)^2 \quad \frac{dU}{dt} = kc_0 (1-U)^2$$

Trennung der Variable: $\frac{dU}{(1-U)^2} = kc_0 dt$

$$\int_0^{U'} \frac{dU}{(1-U)^2} = \int_0^t kc_0 dt = kc_0 t'$$

$$kc_0 t' = \frac{1}{(-1)(-1)1-U} \Big|_0^{U'} = \frac{1}{1-U'} - 1 = \frac{1}{1-U'} - \frac{1-U'}{1-U'} = \frac{U'}{1-U'}$$

Aufgabe und Lösung

In einem absatzweise betriebenen Rührkessel wird 50 % Umsatz nach 5 Minuten gemessen. Wie lange muss man bei einer Reaktion 2. Ordnung warten, um einen Umsatz von 75 % zu erzielen?

$$kc_0 t' = \frac{U'}{1-U'}$$

$$kc_0 = \frac{1}{t'} \frac{U'}{1-U'} \quad t=5 \text{ min und } U=0,5 \quad kc_0 = \frac{1}{5}$$

$$t' = \frac{1}{kc_0} \frac{U'}{1-U'} \quad U=0,75 \quad t' = \frac{1}{1/5} \frac{0,75}{1-0,75} \quad t' = 15 \text{ min}$$