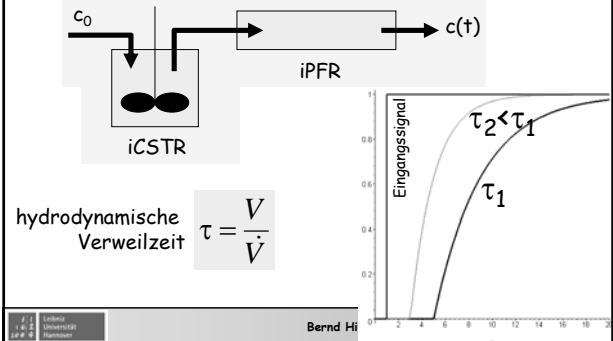


Auf das folgende Reaktorsystem wird ein stufenförmiges Eingangssignal c_0 (Spurstoff) gegeben. Wie sieht das Ausgangssignal $c(t)$ aus. Wie ändert sich das Ausgangssignal, wenn die hydrodynamische Verweilzeit erniedrigt wird.

Auf das folgende Reaktorsystem wird ein stufenförmiges Eingangssignal c_0 (Spurstoff) gegeben. Wie sieht das Ausgangssignal $c(t)$ aus. Wie ändert sich das Ausgangssignal, wenn die hydrodynamische Verweilzeit erniedrigt wird.



Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen iCSTR.

Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen iCSTR.

$$U = \int_0^{\infty} U_{kin}(t)E(t)dt \quad \text{Umsatz} \quad U_{kin}(t) = 1 - \frac{c(t)}{c_0}$$

$$\text{VWZ}_{CSTR}: E_{CSTR}(t) = \frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau}$$

$$\text{DGL STR: } \frac{dc}{dt} = -kc \rightarrow \frac{dc}{c} = -kdt \quad \int_{c_0}^{c(t)} \frac{dc}{c} = -k \int_0^{t'} dt$$

$$c(t) = c_0 e^{-kt} \quad U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt}$$

$$U = \int_0^{\infty} U_{kin}(t)E(t)dt \quad U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt} \quad E_{CSTR}(t) = \frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau}$$

$$U = \int_0^{\infty} (1 - e^{-kt}) \frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau} dt \quad U = \frac{1}{\tau} \int_0^{\infty} e^{-\frac{t}{\tau}} dt - \frac{1}{\tau} \int_0^{\infty} e^{-\left(k + \frac{1}{\tau}\right)t} dt$$

$$U = -e^{-\frac{t}{\tau}} \Big|_0^{\infty} + \frac{1}{\tau} \frac{1}{\left(k + \frac{1}{\tau}\right)} e^{-\left(k + \frac{1}{\tau}\right)t} \Big|_0^{\infty}$$

Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen iCSTR.

Bitte berechnen Sie den Umsatz einer volumenbeständigen irreversiblen Reaktion 1. Ordnung aus der Verweilzeitverteilung für einen PFR.

$$U = -e^{-\frac{t}{\tau}} \Big|_0^{\infty} + \frac{1}{\tau} \frac{1}{\left(k + \frac{1}{\tau}\right)} e^{-\left(k + \frac{1}{\tau}\right)t} \Big|_0^{\infty} = -(0-1) + \frac{1}{\tau k + 1} (0-1)$$

$$U = 1 - \frac{1}{\tau k + 1} = \frac{\tau k + 1}{\tau k + 1} - \frac{1}{\tau k + 1}$$

$$U = \frac{\tau k}{\tau k + 1} \quad \text{Damköhlerzahl} \quad D_a = \tau k$$

$$U = \frac{D_a}{1 + D_a}$$

$$U = \int_0^{\infty} U_{kin}(t)E(t)dt \quad U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt} \quad \text{VWZ}_{PFR} \quad E_{PFR}(t) = \delta(t - \tau)$$

$$U = \int_0^{\infty} (1 - e^{-kt}) \delta(t - \tau) dt$$

Aufgrund der Eigenschaft der δ -Funktion: $U = 1 - e^{-k\tau}$

$$U = 1 - e^{-D_a}$$

Graphische Ermittlung des Umsatzes nach Schönemann/Hofmann bei vollständiger Segregation in einem realen Reaktor. (= Makrovermischung)

rechnerisch für CSTR, Reaktion 1. Ordnung

$$U = \int_0^{\infty} U_{kin}(t) E(t) dt$$

$$E(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

$$E(t) dt = dF(t)$$

$$U = \int_0^1 U_{kin}(F) dF(t)$$

$$U_{kin}(t) = 1 - e^{-kt}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \frac{dF(t)}{dt} = \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} dt = dF(t)$$

$$t = -\tau \ln(1 - F(t))$$

$$U = 1 - e^{-k(-\tau) \ln(1 - F(t))}$$

$$U = 1 - (1 - F(t))^{k\tau}$$

$$U = \int_0^1 1 - (1 - F(t))^{k\tau} dF(t) = \frac{\tau k}{1 + \tau k}$$

Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann

The top graph shows $F(t)$ for a real reactor, which is an S-shaped curve starting at (0,0) and approaching 1. The bottom graph shows $Umsatz(t)$ from an iSTR experiment, which is a concave-down curve starting at (0,0) and approaching 1.

Bernd Hitzmann TCI Institut für Technische Chemie

Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann

The top graph shows $F(t)$ vs Zeit, an S-shaped curve. The bottom graph shows $Umsatz(t)$ vs Zeit, a concave-down curve.

Bernd Hitzmann TCI Institut für Technische Chemie

Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann

The top graph shows $F(t)$ vs Zeit. The bottom graph shows $Umsatz(F)$ vs $F(t)$, a concave-down curve. A vertical line connects a point on the $F(t)$ curve to the $Umsatz(F)$ curve.

Konstruieren der Funktion $U(F)$
Umsatz als Funktion der Verweilzeitsummenfunktion

Bernd Hitzmann TCI Institut für Technische Chemie

Graphische Ermittlung nach Schönemann/Hofmann

The top graph shows $F(t)$ vs Zeit. The bottom graph shows $Umsatz(F)$ vs $F(t)$ with a grid overlay. A vertical line connects a point on the $F(t)$ curve to the $Umsatz(F)$ curve.

Der Umsatz ist das Integral!

$$U = \int_0^1 U_{kin}(F) dF(t)$$

U_{kin} aus einem Experiment im iSTR oder iPFR (Umrechnung Ort \rightarrow Zeit)

Bernd Hitzmann TCI Institut für Technische Chemie