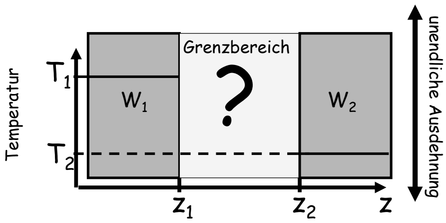
Aufgabe

Zwischen zwei Wärmereservoirs W_1 und W_2, die eine unendliche Ausdehnung besitzen, findet im Grenzbereich Wärmeleitung statt. Bitte berechnen Sie das Temperaturprofil im Grenzbereich unter stationären Bedingungen!



Randbedingungen

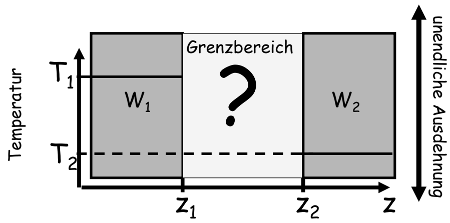
$T(z_1)=T_1$

$T(z_2)=T_2$

Allgemeine Wärmebilanz

$$\cancel{\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}} = \cancel{-div(\rho c_p u T)} + div(\lambda\; grad(T)) + \cancel{(-\Delta_R H) r_V}$$

$$0 = div(\lambda\; grad(T)) \qquad 0=\frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda \frac{\partial}{\partial z}T\right) \qquad 0=\lambda\frac{\partial^2}{\partial z^2}T$$



Randbedingungen

$T(z_1)=T_1$

$T(z_2)=T_2$

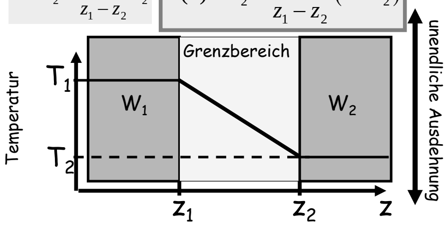
$$0=\lambda\frac{\partial^2}{\partial z^2}T \qquad T(z)=A+Bz$$

$$\left.\begin{aligned}T(z_1)&=T_1=A+Bz_1\\ T(z_2)&=T_2=A+Bz_2\end{aligned}\right\}$$

Nach A auflösen, gleichsetzen

$$B=\frac{T_1-T_2}{z_1-z_2} \qquad T(z_2)=T_2=A+\frac{T_1-T_2}{z_1-z_2}z_2$$

$$A=T_2-\frac{T_1-T_2}{z_1-z_2}z_2 \qquad \boxed{T(z)=T_2+\frac{T_1-T_2}{z_1-z_2}(z-z_2)}$$



Randbedingungen

$T(z_1)=T_1$

$T(z_2)=T_2$

Aufgabe und Lösung

Betrachtet wird ein idealer adiabatischer Durchflussrührkessel. Gegeben sind die Wärmetransportgerade und eine Näherung für die Wärmeerzeugungsfunktion. Bitte berechnen Sie die möglichen Betriebspunkte im angegebenen Gültigkeitsbereich.

$$\dot{Q}_{trans}=10\frac{J}{s\,K}T-3000\frac{J}{s}$$

$$\dot{Q}_{erzeug}=-0{,}1\frac{J}{s\,K^2}T^2+95\frac{J}{s\,K}T-21000\frac{J}{s}$$

Gültigkeitsbereich
370 K < T < 470 K

$$\dot{Q}_{trans}=10\frac{J}{s\,K}T-3000\frac{J}{s}=\dot{Q}_{erzeug}=-0{,}1\frac{J}{s\,K^2}T^2+95\frac{J}{s\,K}T-21000\frac{J}{s}$$

$$10\,T-3000=-0{,}1\,T^2+95\,T-21000 \qquad -0{,}1\,T^2+85\,T-18000=0$$

Aufgabe und Lösung

Betrachtet wird ein idealer adiabatischer Durchflussrührkessel. Gegeben sind die Wärmetransportgerade und eine Näherung für die Wärmeerzeugungsfunktion. Bitte berechnen Sie die möglichen Betriebspunkte im angegebenen Gültigkeitsbereich.

Gültigkeitsbereich
370 K < T < 470 K

$$-0{,}1\,T^2+85\,T-18000=0$$

$$T_{1/2}=-\frac{p}{2}\pm\sqrt{\frac{p^2}{4}-q}$$

$$T^2-850\,T+180.000=0$$

$$T_{1/2}=+\frac{850}{2}\pm\sqrt{\frac{850^2}{4}-180.000}=+425\pm\sqrt{180.625-180.000}$$

$$=+425\pm\sqrt{625}=+425\pm25 \qquad \boxed{T_1=+450} \quad \boxed{T_2=+400}$$

Aufgabe und Lösung

In einem idealen Strömungsrohr mit adiabatischer Reaktionsführung, in dem eine irreversible Reaktion 1. Ordnung abläuft, soll die Temperatur am Reaktorausgang T_E=400 K betragen. Wie muss bei einer gewünschten Konzentration am Reaktorausgang von 0,5 kmol/m³ die Eingangstemperatur T_0 gewählt werden, wenn folgende Größen gegeben sind:

c_0=4,5 kmol/m³
ΔH=-33,5 kJ/mol
$\rho{*}c_p$=2 MJ/m³ K

$$T-T_0=\frac{(-\Delta H)c_0 U}{\rho\,c_p} \qquad U=\frac{c_0-c}{c_0}$$

$$T-T_0=\frac{(-\Delta H)}{\rho\,c_p}(c_0-c) \qquad T_0=T-\frac{(-\Delta H)}{\rho\,c_p}(c_0-c)$$

$$T_0=400\,K-\frac{33{,}5\,kJm^3K}{2\,MJ\,mol}(4{,}5-0{,}5)\frac{kmol}{m^3}=400\,K-67\,K \qquad \boxed{T_0=333\,K}$$