



Norges
teknisk–naturvitenskapelige
universitet
Institutt for kjemisk
prosessteknologi

TKP4120

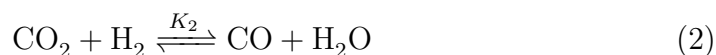
Prosessteknikk

Vår 2020

Øving 10

Relevante kapitler i læreboka: 3, 4 og Appendix A.

1 I en kontinuerlig metanolreaktor foregår følgende reaksjoner:



hvor reaksjonen i ligning (2) er «shift»-reaksjonen.

- Innfør reaksjonsomfangene, ξ_1 og ξ_2 , for de to reaksjonene og formuler de uavhengige massebalansene.
- Det tilføres $\hat{n}_o = 7000 \text{ mol s}^{-1}$ med sammensetning $x_{\text{CO}}^{\hat{n}_o} = 0,08$, $x_{\text{CO}_2}^{\hat{n}_o} = 0,02$, $x_{\text{H}_2}^{\hat{n}_o} = 0,75$ og $x_{\text{CH}_4}^{\hat{n}_o} = 0,15$, hvor metan i denne sammenhengen er en inert forbindelse. Beregn produktsammensetningen når 70 % av tilført CO og CO₂ omsettes til metanol, og det dannes $40 \text{ mol s}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$.
- Temperaturene til molstrømmene er $T_{\hat{n}_o} = 160^\circ\text{C}$ og $T_{\hat{n}_2} = 270^\circ\text{C}$. Trykket til strømmene og i reaktoren er $p = 90 \text{ bar}$. Utled energibalansen for reaktoren. Hvor mye varme må fjernes fra reaktoren?
- Hva blir produktsammensetningen dersom det dannes 490 mol s^{-1} metanol og «shift»-reaksjonen er i likevekt ved $T = 270^\circ\text{C}$ og $p = 90 \text{ bar}$? Anta $K_2 = 0,016$.

Tips: I denne oppgaven ender man typisk opp med å måtte løse en ikke-lineær likning. Bruk derfor gjerne Python og `scipy.optimize` eller MATLAB og `fsolve` om du har lyst. Dette er dog ikke et krav, og likningen kan også løses gjennom tradisjonell prøv-og-feil eller andre metoder.

- Beregn likevektskonstanten for reaksjonen i ligning (1) ved 270°C og sammenlign produktsammensetningen i oppgave d mot likevekten.

Utvalgte tallsvar:

- 1 a) -
b) $\hat{n}_{\text{tot}} = 6020 \text{ mol s}^{-1}$
c) $\hat{Q} = 24,38 \text{ MJ s}^{-1}$.
d) $\xi_{eq} = 50,41 \text{ mol s}^{-1}$
e) $Q = 0,001\,02$