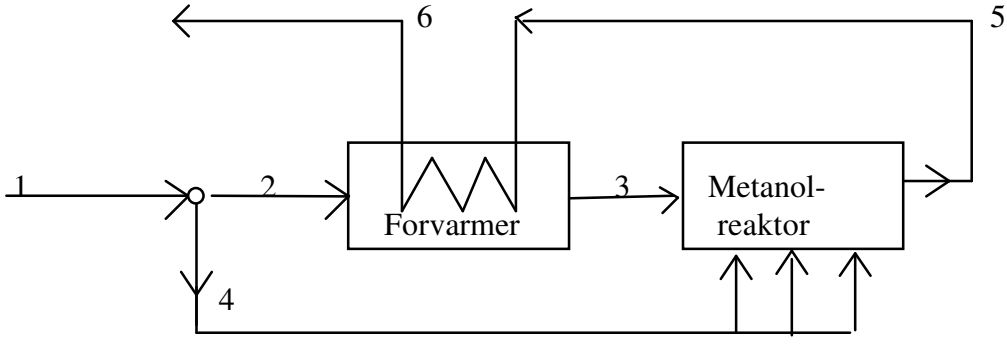
PROSESSTEKNIKK **ØVING 6**

Løsning

Øving 25.02.98



a) Velger basis strøm 1: $N_1 = 100$, sammensetningen gir $N_{H2,1}$ =55, $N_{CO,1}$ = 25, $N_{CH4,1}$ = 15 og $N_{N2,1}$ = 5.

Omsetningsgrad for CO er gitt lik 0.2.

Dette gir:

$N_{CO,5} = 25 - 0.2 \cdot 25 = 20$

Massebalansen for de andre komponentene gir:

$N_{CH3OH,5} = 25 \cdot 0.2 = 5$

$N_{H2,5} = 55 - 2 \cdot 25 \cdot 0.2 = 45$

N2 og CH4 er inertgasser og deltar ikke i reaksjonen, antall mol av disse vil derfor ikke endres gjennom prosessen:

$N_{CH4,5}$ = 15

$N_{N2,5}$ = 5.

Midlere c_P for strøm j (i det aktuelletemperaturintervallet) er gitt ved $\frac{1}{T_j - 298}\sum_i x_{ij} \int_{298}^{T_j} c_{Pi} dT$, hvor

x_{ij} er molbrøken av komponent i, i strøm j og

$$\int_{298}^{T} c_P dT = A\cdot(T-298) + B\cdot\frac{(T^2-298^2)}{2} + C\cdot\frac{(T^3-298^3)}{3} + D\cdot\frac{(T^4-298^4)}{4}$$

Setter inn i uttrykket:

$$c_{P3} = \frac{1}{500-298}\cdot\{0{,}25\cdot[30{,}87\cdot(500-298) - 1{,}285\cdot10^{-2}\cdot\frac{500^2-298^2}{2} + 2{,}789\cdot10^{-5}\cdot\frac{500^3-298^3}{3} - 1{,}272\cdot10^{-8}\cdot\frac{500^4-298^4}{4}]$$

$$+0{,}55\cdot[27{,}14\cdot(500-298) + 9{,}274\cdot10^{-3}\cdot\frac{500^2-298^2}{2} - 1{,}381\cdot10^{-5}\cdot\frac{500^3-298^3}{3} + 7{,}645\cdot10^{-9}\cdot\frac{500^4-298^4}{4}]$$

$$+0{,}15\cdot[19{,}25\cdot(500-298) + 5{,}213\cdot10^{-2}\cdot\frac{500^2-298^2}{2} + 1{,}197\cdot10^{-5}\cdot\frac{500^3-298^3}{3} - 1{,}132\cdot10^{-8}\cdot\frac{500^4-298^4}{4}]$$

$$+0{,}05\cdot[31{,}15\cdot(500-298) - 1{,}357\cdot10^{-2}\cdot\frac{500^2-298^2}{2} + 2{,}680\cdot10^{-5}\cdot\frac{500^3-298^3}{3} - 1{,}168\cdot10^{-8}\cdot\frac{500^4-298^4}{4}]\}$$

$c_{P3} = 0{,}00495\cdot(1485{,}611+3234{,}292+1249{,}302+295{,}969) = 31{,}01$ [J/mol·K]

Tilsvarende:

$c_{P\,5} = 32{,}85$ [J/mol·K]

(Det er unødvendig å beregne midlere c_P for strøm 4 siden denne er ved 298 K som er referansetemperaturen)

Som diskutert i forelesningene er ikke entalpi en absolutt størrelse, dvs. man kan kun evaluere entalpidifferenser. To metoder benyttes:

Metode 1 (velges her). Man velger en felles basis for alle strømmene (her: elementene ved 298K). Her blir entalpien for hver strøm uavhengig av de andre.

Metode 2: Man evaluerer direkte entalpiforskjellen mellom inn- og utstrømmene, H_{ut} - H_{inn}, ved å betrakte entalpiendringene i en tenkt prosess der man går fra inn- til utstrøm(mer). I tilfeller med kjemisk reaksjon får man da et ledd fra "entalpi generert ved kjemisk reaksjon". Denne metoden er mye brukt ved håndberegninger.

Metode 1 velges her, men man ville selvsagt få samme svar med metode 2.

b) Setter fraksjonen av str. 1 som går gjennom varmeveksleren = α.

Energibalansen med Q=0, $W_f = 0$ gir $H_5 = H_3+H_4$

Beregner entalpiene:

$$H_j = \sum N_{i,j} \cdot (\Delta_f h_i + \int_{298}^{T} c_{P,i} dT) = \sum N_{ij} \cdot \Delta_f h_i + N_j \cdot c_{Pj} \cdot (\bar{T_j} - 298)$$

$H_3 = \alpha \cdot [25 \cdot (-110{,}54) + 15 \cdot (-74.85) + 100 \cdot 0{,}031 \cdot (500-298)] = -3260{,}05 \cdot \alpha$ [kJ]

Tilsvarende:

$H_4 = -3886{,}25 \cdot (1-\alpha)$ [kJ]

$H_5 = -3594{,}36$ [kJ]

$H_5 = H_3 + H_4$ gir $\alpha = 0.47$

Andel av fødingen som forvarmes = <u>0.47.</u>

c) Str. 5 har samme sammensetning som str. 6, dermed er en energibalanse over totalprosessen mulig:

Energibalanse med Q=0, W_f=0 gir $H_6 = H_1$

Her er $H_1 = -3886.25$ [kJ] og

$H_6 = -5108.67 + 2.389 \cdot T + 6.15 \cdot 10^{-4} \cdot T^2 + 1.264 \cdot 10^{-7} \cdot T^3 - 7.029 \cdot 10^{-11} \cdot T^4$

Løser 4. grads likningen og finner T=455K

<u>Temperaturen i strøm 6, $T_6 = 455$ K</u>