11

Noen oppgaver (forts.)

Tillegg til kompendium i Prosessteknikk
Sigurd Skogestad
08 Mai 1998

11.3 Enda flere oppgaver

Oppgave 11.1 *Betrakt gassfasereaksjonen*

$$4NH_3 + 5O_2 = 4NO_2 + 6H_2O$$

(a) Beregn standard entalpi, entropi, Gibbs energi samt likevektskonstanten for reaksjonen ved 298K og 940$^o C$.

(b) Beregn likevektssammensetningen ved 940$^o C$ og trykk 8 bar når føden består av 10 mol-% ammoniakk, 18 mol-% oksygen og 72 mol-% nitrogen.

(c) Hva er fødetemperaturen dersom reaktoren opererer adiabatisk?

Massebalanser

Oppgave 11.2 *Vi skal skylle et begerglass med volum 0.5 l der vi har en saltrest (S) på 10 ml med konsentrasjon 100 g S/l. Vi foretar skyllinger med rent vann og etter hver skylling er det en rest på 10 ml.*

(a) Hva er konsentrasjonen i begerglasset etter to skyllinger med 200 ml hver? (b) Hva er konsentrasjonen i begerglasset etter fire skyllinger med 50 ml hver?

(Løsning: 0.227 og 0.077 gS/l)

Oppgave 11.3 *En fødestrøm på 2000 kg/h med 60 mol% metanol og 40 mol% vann separares i en destillasjonskolonne og gir to produkter: Et "lett" produkt (destillat) som inneholder 2 mol% vann og et "tungt" produkt (bunnprodukt) som inneholder 5 mol% metanol.*

(a) Tegn forenklet flytskjema og formuler to massebalanser.

(b) Beregn massestrømmen til de to produktene.

Energibalanser og kompresjon

Oppgave 11.4 *50 mol/s av en ideell gass med varmekapasitet* $c_P = 30$ *[J/mol,K] komprimeres isotermt (400 K) fra 3 bar til 30 bar. Virkningsgraden for kompressoren er 0.7. Beregn kjølebehovet.*

Oppgave 11.5 *Et fluid trykkavspennes over en ventil fra 3 bar til 2 bar i en kontinuerlig prosess.*

(a) Forklar hvorfor entalpien er konstant (hvilke antagelser må gjøres)

(b) Er entalpien konstant om hastigheten er endret?

(c) Er prosessen reversibel? Er entropien konstant?

Oppgave 11.6 *2 kg/s av en vandig løsning med 10 vekt% av et salt (S) blandes med en resirkulajonsstrøm. Den kombinerte strømmen sendes til en fordamper der rent vann fjernes slik at strømmen nå inneholder 45% S. Dette krystalliseres og sendes så til et filter der ren salt (S) tas av mens filtratet (væsken) som inneholder 20 % S resirkuleres.*

(a) Tegn flytskjema og formuler massebalansene. Beregn mengde resirkulert. (Løsning: 0.64 kg/s)

(b) Føden inneholder også 1 vekt% av et annet salt (T) som alltd er i vannløsning. Vi tapper av 0.2 kg/s av den resirkulerte strømmen for å hindre opphopning av T. Hva er sammensetning av det som tappes av? Beregn mengde resirkulert.

(Løsning: 0.188 kg/s)

Oppgave 11.7 *En gass-strøm på700 mol/s og* $c_P = 40$ *[J/mol,K] avkjøles fra 400°C til 210°C i en varmeveksler ved å varme opp vann fra 100°C til 350°C .*

(a) Formuler en total energibalanse og beregn mengde vann når $c_P = 4.18$ *[J/kg,K] for vann.*

(b) Beregn UA *for varmeveksleren når det antas ideell motstrøm.*

(c) Mengden vann øker slik at gassens utløpstemperatur faller fra 210°C til 180°C . Beregn mengde vann og utløpstemperaturen for vann (du kan anta at innløpstemperaturene er uendret og at UA *er konstant).*

Oppgave 11.8 *En gass-strøm på 6000 kmol/h med temperatur 50°C skal komprimeres fra 19 til 99 bar i to trinn. I første trinn skjer kompresjonen adiabatisk til 45 bar. Gassen kjøles så til 70°C før den komprimeres videre til 99 bar. Beregn det ideelle (reversible) kompresjonsarbeidet i de to trinnene.*

Data: Anta ideell gass med konstant varmekapasitet $c_P = 30.5$ *J/mol,K.*

Oppgave 11.9 *(a) En oppfinner påstår å ha laget en maskin som tar varme* *ved 200^{o}C og tar ut 50% som arbeide. Er dette mulig? (Tips: Beregn teoretisk kjøletemperatur)*

(b) Er en reversibel prosess i likevekt? Hva er entropiendringen for en reversible prosess?

Oppgave 11.10 *500 mol/s av et produkt (P) lages ved en sterk eksoterm reaksjon med $\Delta_{\mathrm{r}} H^{\ominus} = -200$ kJ/mol P. To alternativer prosesser er utviklet*

1. *En gassfaserekasjon som foregår ved 300^{o}C .*
2. *En væskefasereaksjon som foregår ved 150^{o}C .*

Hvilket alternativ vil du foretrekke dersom det er ønukelig å utnytte varmen til å produsere arbeide (elektrisk energi)? (For å begrunne svaret kan du beregne det maskimale arbeidet som kan tas ut dersom vi har tilgjengelig kjøling ved 15^{o}C).