

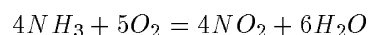
11

Noen oppgaver (forts.)

Tillegg til kompendium i Prosessteknikk
Sigurd Skogestad
08 Mai 1998

11.3 Enda flere oppgaver

Oppgave 11.1 *Betrakt gassfasereaksjonen*



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

(b) *Beregn likevektssammensetningen ved 940° 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 separeres 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 resirkulasjonsstrøm. Den kombinerte strømmen sendes til en fordampner 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 (væskan) 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 taper 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 på 700 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°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 $\Delta_r H^\ominus = -200\text{ kJ/mol } P$. To alternativer prosesser er utviklet

1. En gassfasereaksjon som foregår ved 300°C .
2. En væskefasereaksjon som foregår ved 150°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 maksimale arbeidet som kan tas ut dersom vi har tilgjengelig kjøling ved 15°C).