

EKSAMEN KJ1042 TERMODYNAMIKK GRUNNKURS 2012

Lørdag 28. mai 2013 Tid: 9.00-13.00

Faglig kontakt på eksamen: Prof. Signe Kjelstrup, Mobiltf. 91897 079

Hjelpemidler: Typegodkjent lommekalkulator med tomt minne.

Aylward og Findlay: SI Chemical Data, Rottmans tabeller

Formelsamling vedheftet eksamensoppgavene.

Delspørsmål veies likt og kan løses uavhengig av hverandre.

OPPGAVE 1.

a) Formuler termodynamikkens tredje lov. Hvilken begrunnelse kan du gi for loven?

b) Ved lave temperaturer vil varmekapasiteten ved konstant trykk være proporsjonal med T^3 . Finn entropien til et stoff som har denne egenskapen når verdien av c_p er 12 J/ K mol.

OPPGAVE 2.

Kjemisk potensial for en ren reell gass med trykk p er definert i forhold til standard kjemisk potensial, μ^0 , for standard trykk $p^0 = 1$ bar, som $\mu = \mu^0 + RT \ln f / p^0$.

Her har fugasiteten f dimensjonen bar.

I en gassblanding er fugasiteten til en komponent i lik $f_i = p_i y_i$ der y_i er fugasitetskoeffisienten, og partialtrykket av gassen er $p_i = x_i p$ (x_i er molfraksjon til gassen).

Det er funnet at fugasiteten til en komponent i en gass-blanding følger uttrykket:

$$(1) \quad f_i = p_i \exp\left(\frac{B_i p}{RT}\right)$$

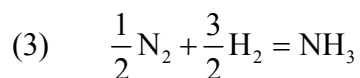
Her er R gasskonstanten. Koeffisienten B_i kalles virialkoeffisienten. Den varierer med temperatur, T , men ikke med p .

a) Skriv ned uttrykket for kjemiske potensial til i når (1) gjelder. Vis at det partielle molare volumet er gitt av

$$(2) \quad V_i = \frac{RT}{p} + B_i$$

Hint: Bruk $d\mu_i = -S_i dT + V_i dp$

b) Finn standard dannelsesentalpi og standard dannelsesentropi fra SI Chemical data for gassreaksjonen:



c) Bruk verdiene $\Delta H^0 = -45 \text{ kJ/mol}$ og $\Delta S^0 = -105 \text{ J/K mol}$ videre hvis du ikke fant et svar i b). Anta at disse størrelsene er uavhengig av temperatur.

Ved $450 \text{ }^\circ\text{C}$ er virialkoeffisientene for komponentene i cm^3/mol : $B(\text{NH}_3) = -19.9$, $B(\text{H}_2) = 23.5$, og $B(\text{N}_2) = 23.2$. Beregn bidraget til likevektskonstanten som skyldes at gassene ikke er ideelle, når totaltrykk av gassblandingen er 10, 300 og 600 bar.

d) Hvordan bestemmer vi hvor mye likevekten endres dersom temperaturen avtar?

e) Hva gir størst utbytte av ammoniakk: Lav eller høy temperatur, og lav eller høyt trykk?

OPPGAVE 3.

I denne oppgaven skal vi anta at midlere aktivitetskoeffisient til NaCl er konstant i det aktuelle konsentrasjonsintervallet.

a) Gi cellereaksjonen og beregn elektromotorisk kraft, E , for en konsentrasjonscelle som utnytter sjøvann ($0,5 \text{ kmol/m}^3 \text{ NaCl}$) og brakkvann ($0,001 \text{ kmol/m}^3 \text{ NaCl}$) til å skape kraft ved 300 K . Med standard notasjon, skrives cellen slik:



Væskekontakten i konsentrasjonscellen består av en membran der bare kationer kan bære strøm.

b) Hva er cellens elektromotoriske kraft hvis membranen erstattes av et langt rør med en løsning der både kationer og anioner deltar i ladningstransporten?

Transporttallet til natriumion er 0,45. Det forandres neglisjerbart i det aktuelle konsentrasjonsintervallet.

c) Kan du tenke deg en annen måte å utnytte en konsentrasjonsforskjell til å lage kraft?