

## EKSAMEN KJ1042 TERMODYNAMIKK GRUNNKURS 2012

Lørdag 19. mai 2012 Tid: 9.00-13.00

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

Hjelpemidler: Typegodkjent lommekalkulator med tomt minne.

Aylward og Findlay: SI Chemical Data, Rothmans tabeller

Delspørsmål veies likt.

## OPPGAVE 1.

Joule-Thomson koeffisienten for en gass som strømmer i et rør er definert som

$$\mu = \left( \frac{\partial T}{\partial p} \right)_H$$

a) Beskriv et forsøk som kan brukes til å bestemme denne koeffisienten.

b) Ved 300 K og 24 atm er Joule-Thomson koeffisienten for luft  $0,173 \text{ K atm}^{-1}$ . Hva blir sluttemperatur for luft som gjennomgår en ekspansjon der starttilstanden er 50,00 atm og 300 K og sluttrykket er 1,00 atm.?

## OPPGAVE 2.

Damptrykkene av to rene væsker (1 og 2) er 360 og 214 torr ved 40 °C. Væskene blandes ved 40 °C og konstant trykk. Sammensetning av væsken uttrykkes ved molbrøken  $x$  der  $x = x_1 = n_1/(n_1+n_2)$ , og  $x_2 = 1 - x$ .Kjemisk potensial for komponentene  $i = 1$  og 2 er

$$\mu_i = \mu_i^* + RT \ln x_i \gamma_i$$

Her er  $\mu_i^*$  kjemisk potensial i standardtilstand som er ren mettet damp, mens  $\gamma_1$  og  $\gamma_2$  er aktivitetskoeffisienter. Avvik fra ideell blanding beskrives av følgende uttrykk:

$$RT \ln \gamma_1 = A_1(1-x)^2 \quad RT \ln \gamma_2 = A_2x^2$$

Konstantene  $A_1$  og  $A_2$  er uavhengige av temperatur og sammensetning.a) Bruk Gibbs-Duhems ligning og vis at konstantene må ha samme verdi  $A_1 = A_2 = A_0$ .b) Bruk resultatet fra a) og finn uttrykk for endringene i Gibbs energi  $\Delta G$  og i entropi  $\Delta S$  ved blandprosessen når  $n_1$  mol komponent 1 og  $n_2$  mol komponent 2 blandes ved konstant temperatur og trykk. Vis at varmeutviklingen ( $\Delta H$ ) er proporsjonal med  $A_0$ . Hint: Bruk sammenhengen  $dG = -SdT + Vdp$ .

c) For en ekvimolar blanding ved 40 °C er damptrykkene av komponent 1 og 2 over blandingen lik  $p_1 = 204$  torr og  $p_2 = 121$  torr. Bruk  $A_1 = A_2 = A_o$  og beregn verdien av konstanten  $A_o$ .

d) Beregn verdien av konstanten i Henrys lov for hver av komponentene 1 og 2. Bruk  $A_o = 1,0$  kJ/mol hvis du ikke fant svaret i c). Skisser damptrykkkurvene for  $p_1$  og  $p_2$  med  $x$  som variabel.

### OPPGAVE 3.

I denne oppgaven skal vi anta at aktivitetskoeffisienten til HCl i oppløsning er 1 ved alle konsentrasjoner som er brukt i oppgaven. Temperaturen er 298 K.

a) Start med termodynamikkens første lov og utled Nernst ligning for den elektromotoriske kraften,  $E$ , av en elektrokjemisk celle:

$$\Delta G = -zFE$$

Her er  $z$  antall ladninger som overføres når cellereaksjonen har Gibbs energi  $\Delta G$ . Faradays konstant er  $F$ .

b) Gi cellereaksjonen og beregn  $E_1$  for cellen



c) Gi cellereaksjonen og beregn  $E_2$  for konsentrasjonscellen:



Transporttallet til proton er 0.82.

d) Finn et uttrykk for  $E_3$  for cellen under fra  $E_1$  og  $E_2$ :

