

## Kontinuasjonseksamen i

fag 71517 TEORETISK FYSIKK ID - TERMODYNAMIKK

Tirsdag 24.august 1976

kl.0900-1500

(Tillatte hjelpe midler: Regnestav og logaritmetabell).

Oppgave 1.

Den Gibbske funksjon for et tokomponent system med partikkeltall  $N_1$  og  $N_2$  betegnes med  $G(p, T, N_1, N_2)$ . Definér det kjemiske potensial  $\mu_i$  for komponent nr. i, og benytt ekstensivitetsegenskapen til  $G$  for å vise at

$$G = \sum_{k=1}^2 N_k \mu_k .$$

Det kjemiske potensial for komponent 1 kan beregnes utfra det kjemiske potensial for komponent 2 v.h.a. formelen

$$\mu_1(p, T, x_1) = \mu_1^0(p, T) - \int_0^{1-x_1} dx_2 \frac{x_2}{1-x_2} \left( \frac{\partial \mu_2}{\partial x_2} \right)_{p, T},$$

der  $x_i$  er molbrøken for komponent nr.i. Vis det.

Beregn  $\mu_1(p, T, x_1)$  for det tilfelle at  $\mu_2(p, T)$  er gitt ved ideell-blandings uttrykket

$$\mu_2(p, T, x_2) = \mu_2^0(p, T) + kT \ln x_2 .$$

I en fortynnet oppløsning av stoff 1 i stoff 2 antas det kjemiske potensial for oppløsningsmidlet å ha et lite tillegg

$$c x_1^\alpha$$

til ideell blandingsuttrykket, der  $c$  og  $\alpha$  er konstanter.

Benytt ovenstående til å vise at bare verdier av  $\alpha$  større enn 1 er mulige.

Oppgave 2.

En oppløsning av et stoff 1 i løsningsmidlet 2 står under atmosfæretrykk. Det oppløste stoff er ikke flyktig. Hva er den eksakte likning som fastlegger kokepunktet  $T_k^0$  for oppløsningen?

Anta at oppløsningen er svak, og gjør den nødvendige tilnærming for å finne et eksplisitt uttrykk for hvor meget kokepunktet har forskjøvet seg i forhold til kokepunktet  $T_k^0$  for det rene oppløsningsmiddel, når molbrøken av det oppløste stoff er  $x_1$ .

Oppgitt:

Oppløsningsmidlets molare fordampningsvarme er  $l_m$ .  
Gasskonstanten er  $R$ .

Oppgave 3.

I en blanding av to gasser, 1 og 2, har den lokale entropiproduksjon for systemet formen

$$\sigma = \vec{J}_Q \nabla \frac{1}{T} - \vec{J}_1 \frac{1}{T c_2} \left( \frac{\partial \tilde{\mu}_1}{\partial c_1} \right)_{p,T} \nabla c_1 ,$$

der  $\vec{J}_i$  er massestrøm,  $\tilde{\mu}_i$  kjemisk potensial pr.masseenhet og  $c_i$  massebrøk for komponent  $i$ , mens  $\vec{J}_Q$  er varmestrømmen.

Det er forutsatt små avvik fra likevekt og null total massestrøm.  
Hvilken ulikhet oppfyller  $\sigma$ ?

Velg generaliserte strømmer og krefter, og sett opp de lineariserte fenomenologiske likninger.

Eksperimentalt kjennes følgende koeffisienter

(i) Varmeledningsevnen  $\alpha = - \left( \vec{J}_Q / \nabla T \right)_{c_1} = \text{konstant}$

(ii) Diffusjonskoeffisienten  $D = - \left( \vec{J}_1 / \nabla c_1 \right)_T = \text{konstant}$

(iii) Termisk diffusjonskoeffisient  $D_T = - \left( \vec{J}_1 / c_1 \nabla T \right)_{c_1} = \text{konstant}$

(iv) Dufourkoeffisienten  $\tilde{D} = - \left( \vec{J}_Q / \nabla c_1 \right)_T = \text{konstant}$

Uttrykk  $\alpha, D, D_T$  og  $\tilde{D}$  ved koeffisientene i de fenomenologiske likningene.

Hva er Onsagers resiprositetsrelasjoner for dette systemet, og hvilken sammenheng gir dette mellom noen av koeffisientene  $\alpha, D, D_T$  og  $\tilde{D}$ ?

I et eksperiment påtrykkes en konstant termisk gradient  $\nabla T$ , og konsentrasjonsgradienten  $\nabla c_1$ , som oppstår under stasjonære forhold måles. Uttrykk forholdet (Soret-koeffisienten)

$$s_T = - \left( \nabla c_1 / c_1 \nabla T \right) \vec{J}_1 = 0$$

ved koeffisientene (i) - (iv) .