

Kem-31.113 FYSIKAALINEN KEMIA- TERMODYNAMIIKKA

Osatentti 2

11.01.2002

Tenttipaperiin on merkittävä:

1. Sukunimi (myös entinen) sekä etunimet (puhuttelunimi allev.) joka paperiin
2. Osasto ja opiskelijanumero
3. Tentittävä aine ja tentin päivämäärä

Tehtävissä tarvittavat termodynaamisten suureiden lukuarvot etsitään monisteesta G. Fabricius, et al., Fysikaalisen kemian taulukoita, Otatieto, moniste no 548.

Fysikaalinen kemia - Termodynamiikka samalla kertaa kokonaan tenttiville valitaan osasta 1 tehtävät 2, 5 ja 6 sekä osasta 2 tehtävät 2, 4 ja 6.

1.

Puhtaan nestemäisessä olomuodossa olevan bentseenin höyrynpaineen lämpötilariippuvuus voidaan esittää ns. Antoine'n yhtälöllä muodossa

$$\ln[p(\text{bentseeni}, \vartheta)/\text{bar}] = a - b/(c+T/K)$$

jossa koetulosten perusteella vakioiden arvot ovat

$$a = 9,25092; b = 2771,233; c = -53,262$$

- a) Laske Antoine'n yhtälön avulla, mikä on bentseenin ns. standardinen kiehumispiste.
- b) Laske Clausius-Clapeyronin yhtälöä soveltaen bentseenin höyrystymisentalpia 298,15 K lämpötilassa.

2.

Metanolin (1) ja bentseenin (2) neste-höyrytasapainossa on mittaustuloksista saatu mm. seuraavia arvoja 45 °C lämpötilassa

x_1	y_1	p/kPa
0	0	29,894
0,0207	0,2794	40,962
0,0314	0,3391	44,231
⋮	⋮	⋮
0,5420	0,5783	60,416
⋮	⋮	⋮
1	1	44,608

x_1 (y_1) on liuoksen (tasapainohöyryn) mooliosuus metanolille

p on höyryn kokonaispaine ko. koostumuksessa (x_1)

- a) Laske metanolin ja bentseenin aktiivisiiskertoimet f_i ($i=1,2$) liuoskoostumuksessa

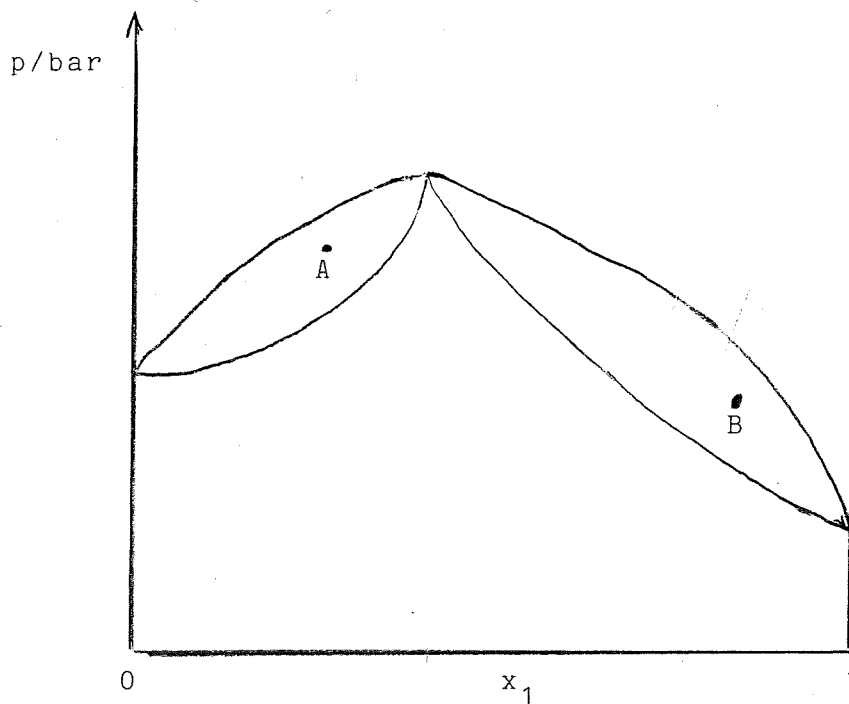
11/01/02

$x_1 = 0,5470$ käyttäen vertailuliuoksena ideaaliliuosta eli $f_i = 1$, kun $x_i = 1$.

- b) Laske koetuloksista metanolille (1) Henryn lain vakio $K_1(2)$ bentseenissä (2) käyttäen mooliosuuksia koostumusmuuttujina.
- c) Mikä on metanolin (1) aktiivisuuskerroin γ_1^\oplus molaalisuusmuuttujaa ($b_1/(\text{mol/kg})$) käyttäen liuoskoostumuksessa $x_1 = 0,5470$, kun metanolille käytetään ideaalisen laimeaa liuosta vertailuliuoksena eli
- $$\lim_{b_1 \rightarrow 0} \gamma_1^\oplus = 1$$

3.

Oheisessa kuvassa on esitetty binäärisen systeemin $\text{C}_2\text{H}_6(1) + \text{CO}_2(2)$ neste-höyry-faasidiagrammi vakioämpötilassa 260 K

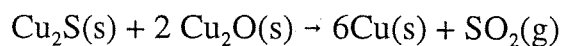


- a) Esitä tenttipaperille piirrettyssä vastaavassa kuvassa, mitä faaseja esiintyy faasidiagrammin eri alueilla tasapainossa.
- b) Merkitse kuvioon atseotrooppipiste ja sitä vastaava koostumus.
- c) Kuinka monta vapausastetta on Gibbsin faasisäännön mukaan a)-kohdan mukaisilla faaseilla?
- d) Miten saadaan pisteissä A ja B tasapainossa olevien faasien koostumukset?

11/01/02

4.

Laske reaktion



tasapainovakio K lämpötilassa $1000\text{ }^\circ\text{C}$.

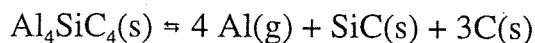
5.

Suljetussa alunperin tyhjässä olevaan astiaan lisättiin yhdistettä $\text{Al}_4\text{SiC}_4\text{(s)}$. Tämän jälkeen astian lämpötilaa nostettiin ja mitattiin kaasufaasin paine lämpötilan funktiona.

Näin saatiin mm. tulokset:

T/K	1532	1746
p/Pa	1,045	29,376

Laske yo. lämpötilavälillä reaktiolle



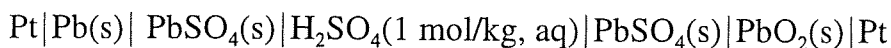
keskimääräinen

a) standardinen entalpia $\Delta_r H_m^\circ$ ja

b) standardinen entropia $\Delta_r S_m^\circ$. *johtuu*

6.

Ao. kennokaaviota vastaavan sähkökemiallisen kennon ($T=298,15\text{ K}$)



kennoreaktiolle on kalorimetrisista mittauksista saatu $\Delta_r H = -364,113\text{ kJ mol}^{-1}$ ja

$\Delta_r S = 21,230\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$. Kennon standardinen sähkömotorinen voima on $E^\circ = 2,040\text{ V}$.

Laske annetuista koetuloksista kennoliuoksessa 1 mol/kg rikkihapon

keskiaktiivisuuskerroin γ_{\pm} olettaen rikkihappo täydellisesti dissosioituneeksi. Oleta

kennoliuos niin laimeaksi, että siinä veden aktiivisuus $a_{\text{H}_2\text{O}} = 1$.

HEE johtuu