

## Kem-42.121, Kemian laitetekniikka III

Laskutentti 10.12.2003

Kirjoita vastauspaperiin

- nimi, myös entiset
- opintokirjan numero
- koulutusohjelma
- kotilaskujen suorittamisvuosi

Vastauspaperin molempiin reunoihin n. 2 cm marginaali, kiitos.

Tehtävä 1.

Etanolin ja bentseenin seoksesta on mitattu isoterminen neste-höyry-tasapainotieto 45 °C lämpötilassa. Kun systeemin paine oli 41.2 kPa, azeotrooppipisteen mooliosuus oli  $x(\text{etanoli}) = 0.38$ .

Mikä on seoksen azeotrooppipisteen etanolin mooliosuus ja systeemin paine, jos systeemin lämpötila on 114 °C ? Oletetaan tehtävässä, että Margulesin malli on riittävän tarkka kuvaamaan seoksen käyttäytymistä, sekä höyryfaasin fugasiteetti, puhtaan komponentin fugasiteetti ja Poynting termi voidaan olettaa ykköseksi.

$$\ln(\gamma_1) = x_2^2 [A_{12} + 2(A_{21} - A_{12})x_1]$$

$$\ln(\gamma_2) = x_1^2 [A_{21} + 2(A_{12} - A_{21})x_2]$$

Puhtaan etanolin ja bentseenin höyrynpaine on ilmoitettu alla.

| T/K    | p/kPa, ethanol | T/K    | p/kPa, benzene |
|--------|----------------|--------|----------------|
| 315.31 | 20             | 310.93 | 22.2           |
| 351.45 | 101            | 355.37 | 108            |
| 370.5  | 200            | 377.59 | 203            |
| 373.15 | 226            | 403.98 | 386            |

Tehtävä 2.

Asetaldehydin massaosuus vedessä on 50 massa-%. Asetaldehydi uutetaan vedestä liuottimella S lämpötilassa 298 K. Asetaldehydin massaosuudeksi vesifaasissa halutaan 5 massa-%. Uutettavan liuoksen ja liuottimen massavirta ovat kumpikin 0.025 kg/s. Kuinka monta ideaaliaskelta tarvitaan vastavirtaan toimivassa uuttolaitteessa? Mikä on ensimmäisestä askeleesta saatavan ekstraktin koostumus ja virtausmäärä? Tasapainotiedot ovat liitteessä 1.

Tehtävä 3.

Terästehtaalla karkaistaan hyvin pitkiä terästankoja vesikylvyssä. Terästanko upotetaan suureen vesisäiliöön, jossa olevan veden lämpötila pidetään 30 °C:ssa. Terästangon säde on 5 cm ja sen tasainen alkulämpötila on 700 °C. Lämmönsiirtymiskertoimeksi oletetaan 500 W/(m<sup>2</sup> K). Mikä on terästangon akselin keskimääräinen lämpötila 10 minuutin kuluttua upottamisesta?

Teräksestä tiedetään, että kun siitä valmistettua kuutiota (särmä 15 cm) jäähdytettiin tasaisesta alkulämpötilasta 90 °C voimakkaalla vesivirralla (lämpötila 10 °C), jolloin kuution pintalämpötila oli käytännöllisesti katsoen veden lämpötila, oli lämpötila kuution keskipisteessä 5 minuutin kuluttua 41 °C. Teräksen tiheys on 7849 kg/m<sup>3</sup> ja ominaislämpö 461 J/(kg K).

Tehtävä 4.

Ideaalikaasutilassa olevasta kolmikomponenttiseoksesta vety(1) + typpi (2) + hiilidioksidi (3) tiedetään, että diffuusionmatkan pituus on 85,9 mm ja pitoisuudet diffuusionmatkan alussa 0 ovat

$$x_{10} = 0,0, \quad x_{20} = 0,50086, \quad x_{30} = 0,49914$$

ja diffuusionmatkan etäisyydellä L ovat

$$x_{1L} = 0,50121, \quad x_{2L} = 0,49879, \quad x_{3L} = 0,0$$

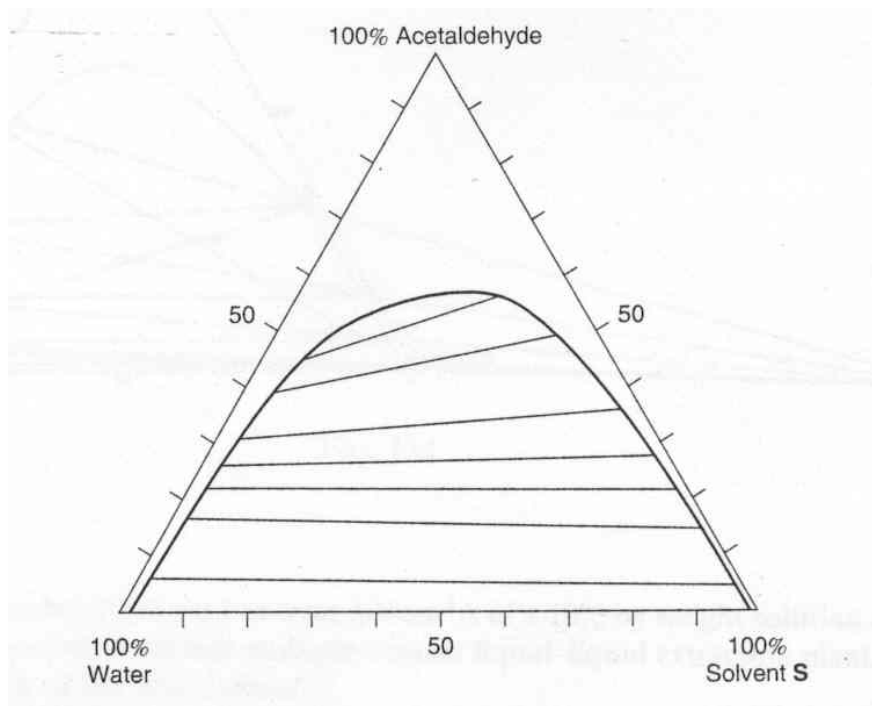
Systeemin paine on ilmanpaine, eli 101,325 kPa ja lämpötila 35,2 °C. Maxwell-Stefan diffuusiokertoimet ovat

$$D_{MS,12} = 83,3 \text{ mm}^2/\text{s} \quad D_{MS,13} = 68,0 \text{ mm}^2/\text{s} \quad D_{MS,23} = 16,8 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Kokonaisaineensiirtovuo oletetaan nolllaksi,  $N_t = 0.0$

Laske komponenttien vuot. Piirrä tilanteesta koordinaatisto ja selitä sen avulla voiden suunnat.

Liite 1



Tasapainotiedot massaprosentteina