

## Kem-42.121, Kemian laitetekniikka III

Laskutentti 8.1.2007

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

Mikäli liität vastauspaperiisi irtolehdisteitä, muista kirjoittaa nimesi jokaiseen paperiin. Jokainen tehtävä omalle paperille, kiitos.

### Tehtävä 1

Komponenttien n-pentaanin ja n-heksaanin seosta erotetaan panostislauksella, jossa on fraktioiva kolonni. Kolonnin pohjien ja kokonaislauhduttimen hold-up oletetaan merkityksettömäksi ja pohjat oletetaan ideaalisiksi. Sekä neste- että höyryfaasi voidaan olettaa ideaalisiksi.

Alussa n-pentaanin mooliosuus on panostislaimessa erotettavassa seoksessa 25 mol-% ja seosta on 100 moolia.

a) Missä lämpötilassa pohjankiehuttimessa oleva seos alkaa kiehumään, kun kolonnin paine on 2 bar(abs) ?

Heti kun pohjankiehitin seos alkaa kiehumään, niin tuolla hetkellä tisleessä on n-pentaania 85 mol-%.

b) Mikä on ylimmän pohjan lämpötila ?

Kolonniassa on kolme ideaalipohjaa ja kokonaislauhdutin.

c) Mikä on kolonnin palautussuhde  $R_D$  hetkellä jolloin pohjankiehitin seos alkaa kiehumään (siis tisleessä on n-pentaania 85 mol-%) ?

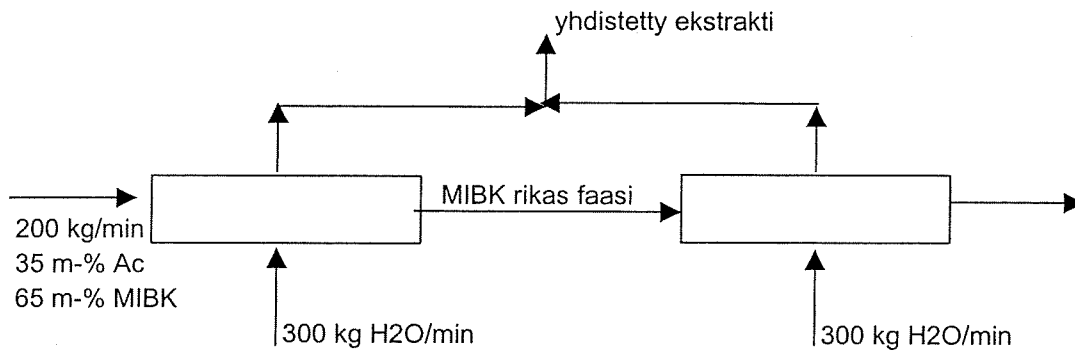
Seosta tislataan, kunnes panostislaimen pohjalla n-pentaanin pitoisuus on 15 mol-%. Kolonnia ajetaan pitämällä tisleen pitoisuutta vakiona.

d) Mikä on palautussuhteen oltava tällä hetkellä ?

Tarvittavat puhtaan komponentin höyrynpaineet ja valmiiksi laskettu yx-diagrammi 2 bar(abs) paineessa on Liitteessä 1. Voit liittää nämä diagrammit vastauksiisi, muista kirjoittaa nimesi liitteeseen.

## Tehtävä 2.

Vedellä uutetaan asetonia seoksesta jonka koostumus on 35 m-% asetonia ja 65 m-% metyyli-isobutyylieketonia (MIBK). Seoksen virtausmäärä on 200 kg/h. Uutto tapahtuu Kuvan 1 laitteistossa 25 °C lämpötilassa. Laske kaikki virrat. Onko yhdistetty ekstrakti yksi- vai kaksifaasialueella? Tasapainotiedot Liitteessä 2. Voit liittää nämä diagrammit vastauksiisi.



Kuva 1

### Tehtävä 3

Newtonista nestettä virtaa laminaaristi ja stationäärästi kahden laajan, vaakasuoran ja yhdensuuntaisen levyn välissä. Toinen levyistä liikkuu nopeudella 0.3 m/s positiiviseen x-suuntaan. Painegradientti esiintyy ainoastaan x-suunnassa. Levyjen välinen etäisyys on 0.15 m. Tiedetään, että virtausnopeus levyjen välissä 0.1 m etäisyydellä paikallaan pysyvältä levyltä on 0.25 m/s. Laske virtausnopeus 0.05 m etäisyydellä paikallaan pysyvältä levyltä. Voit olettaa, että viskositeetti ja painegradientti ovat vakioita.

### Tehtävä 4

Seulapohjakolonissa tislataan kolmen komponentin, etanoli(1) - tert-butanoli(2) - vesi(3), seosta. Komponenttien höyrystymisentalpiat voidaan olettaa yhtäsuuriksi. Pohjalta poistuvan höyryn koostumus mooliosuuksina on

$$y_{1,0} = 0.5558 \quad y_{2,0} = 0.1353$$

Pohjalla olevan nesteen kanssa tasapainossa olevan höyryn koostumus mooliosuuksina on

$$y_{1,eq} = 0.6040 \quad y_{2,eq} = 0.1353$$

Tarkastele aineensiirtoa höyryfilmissä ja esitä diffuusioyhtälöt ja tarvittava lisäehto systeemille.

Laske kaikkien kolmen komponentin vuot ja suunnat. Kun pitoisuuden muutokset aineensierrossa filmissä ovat pieniä, voidaan differentiaaliyhtälö muuttaa differenssiyhtälöksi, jossa höyryn koostumus lasketaan keskimääräisessä koostumuksessa. Keskimääräinen höyryn koostumus lasketaan poistuvan ja tasapainossa olevan höyryn mooliosuuksien keskiarvona. Määritä ja piirrä itse soveltuvin koordinaatisto, josta suunnat ja koostumukset ilmenevät. Voit olettaa tarvittavien fysikaalisten suureiden sisältyvän seuraaviin ryhmiin.

$$\frac{1}{c_i k_{12}} = 12.5 \frac{\text{s m}^2}{\text{mol}} \quad \frac{1}{c_i k_{23}} = 6.25 \frac{\text{s m}^2}{\text{mol}} \quad \frac{1}{c_i k_{13}} = 4.7619 \frac{\text{s m}^2}{\text{mol}}$$

missä

$$k_{12} = \frac{D_{12}}{\Delta r} \quad k_{23} = \frac{D_{23}}{\Delta r} \quad k_{13} = \frac{D_{13}}{\Delta r}$$

ja missä  $\Delta r$  on aineensiirtomatka,  $c_i$  on kokonaiskonsentraatio ja  $D_{ij}$  on Maxwell-Stefan diffuusiokerroin.

$$J = c_x D_{12} \frac{dx}{dz} \quad \frac{1}{c_{13}} = \frac{D_{13}}{c_x D}$$