

Laskutentti 10.04.2015

- Kirjoita vastauspaperiin
- nimi, myös entiset
- opiskelijanumero
- koulutusohjelma
- kotilaskujen suorittamisvuosi

Jokainen tehtävä omalle arkilleen tarkastuksen helpottamiseksi, kiitos.

Tehtävä 1

Tutkimusryhmämme on julkaissut furfuraalin ja MIBK nestehöyrytasapainon, Zaitseva, A., et al, *Fluid Phase Equilibria*, 2014, 372, p. 85-99, kahdessa lämpötilassa. Perustuen tähän mittaukseen furfuraalin (komponentti 1) ja MIBK (komponentti 2) seoksesta tiedetään 383.12 K lämpötilassa, että äärettömän laimennuksen aktiivisuuskertoimet ovat tällöin $\gamma_1^\infty = 1.4$ ja $\gamma_2^\infty = 1.6$.

Tehtävässä oletetaan, että Margulesin malli on riittävän tarkka kuvaamaan seoksen käyttäytymistä eri lämpötiloissa, 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 furfuraalin ja MIBK mitatut höyrynpaineet on ilmoitettu alla.

	furfural	MIBK
T/K	p/Pa	p/Pa
383.12	19760	85000
368.06	10973	52994

Mikä on seoksen, $x_1 = 0.71$ ja $x_2 = 0.29$, kiehumislämpötila normaali ilmanpaineessa?

Tehtävä 2

Sitrusöljyn tärkeimpiä komponentteja ovat limoneeni (1-Methyl-4-isopropenyl-1-cyclohexene) ja linalooli (3-Hydroxy-3,7-dimethyloctan-1,7-diene). Koska linaloolilla on paremmat tuoksuominaisuudet, sitä käytetään mieluummin ruoka- ja kosmetiikkateollisuudessa. Siksi linaloolin uuttoa sitrusöljystä on tutkittu eri liuottimilla, kuten 2-buteeni-1,4-diolilla (lyh. DBO). Ref: AIChE J, (2006), vol 52(6), p. 2089

Jos sitrusöljyn seosta, jonka virtausmäärä on 100 mol/h ja linaloolin mooliosuus 0.322, uutetaan puhtaalla DBO:lla, niin mikä on tarvittava minimiliuotinmäärä. Raffinaatissa linaloolin mooliosuuden halutaan olevan alle 0.05. Mikä on tällöin ekstraktin pitoisuus?

Jos liuotinvirta uuttolaitteessa on 1,5-kertainen minimiin verrattuna, niin montako ideaalista askelta tarvitaan? Tasapainotiedot ovat Liitteessä 1. Voit liittää kuvaajat vastauspaperiesi mukaan, muista kirjoittaa niihin oma nimesi.

Tehtävä 3

Newtonista nestettä virtaa laminaaristi ja stationääristi 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 pysyvistä levyistä on 0.25 m/s. Piirrä kuva tilanteesta. Laske virtausnopeus 0.05 m etäisyydellä paikallaan pysyvistä levyistä. Voit olettaa, että viskositeetti ja painegradientti ovat vakioita.

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

$$x_{10} = 0,1, \quad x_{20} = 0,4, \quad x_{30} = 0,5$$

ja diffuusionmatkan etäisyydellä L ovat

$$x_{1L} = 0,5, \quad x_{2L} = 0,4, \quad x_{3L} = 0,1$$

Systeemin paine on ilmanpaine 101,325 kPa ja lämpötila 30 °C. Maxwell-Stefan diffuusiokertoimet ovat

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

Kokonaisaineensiirtovuoto voidaan olettaa nolllaksi, $N_t = 0.0$

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

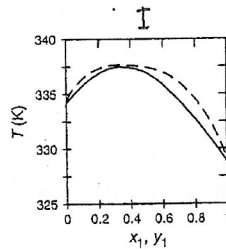
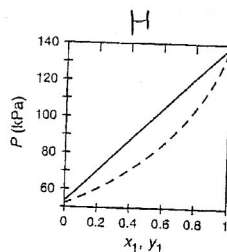
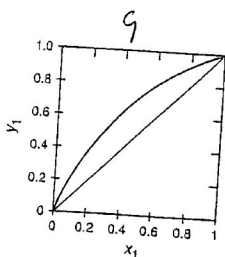
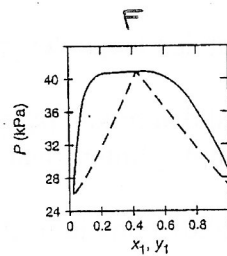
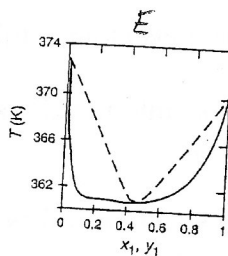
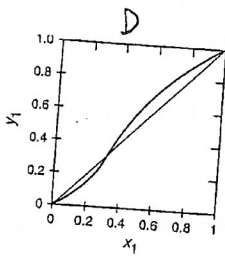
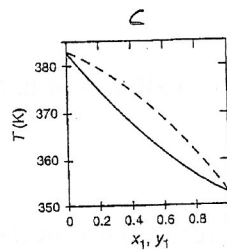
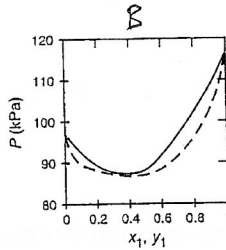
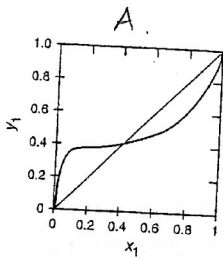
Teoriatentti 10.4.2015

Kirjoita vastauspaperiin
 -nimi, myös entiset
 -opiskelijanumero
 -koulutusohjelma
 -kotilaskujen suorittamisvuosi

Vastaa neljään valitsemaasi tehtävään! Jos vastaat useampaan kuin neljään, niin neljä numerojärjestyksessä ensimmäistä tehtävää tarkastetaan.

Tehtävä 1

Löydä palapelin puuttuvat kaksi kuvaaja (isoterminen ja isobaarinen) vasemman sarakkeen kuville a), d) ja g)



Tehtävä 2

Minkälaista termodynaamista mallia suosittelet seuraaviin tapauksiin. (á 0.25 p)

- homologisessa sarjassa lähekkäisten hiilivetyjen tislauksessa 5 bar(abs) paineessa
- veden ja alkoholin (metanoli tai etanoli) seoksen tislaukseen ilmanpaineessa
- orgaanisen hapon uuttamiseen vedestä ketonilla sekä ekstraktin ja raffinaatin puhdistamiseen tislamalla ilmanpaineessa
- hiilidioksidin liukoisuudelle veteen absorberissa

Tehtävä 3

Atseotroopisen binäärisen seoksen erotus puhtaisiin komponentteihin painetta vaihtamalla (pressure swing distillation).

Tehtävä 4

Lämmönjohtumisen alkuarvot ja reuna-arvot.

Tehtävä 5

Minkälainen koordinaatisto (nollakohta, akseleiden suunnat ja kulmat, jne) olisi kätevä ja minkälaiset reunaehdot soveltuvat seuraaviin laminaarisiin liikemäärän siirron tapauksiin? Tarkastelukohta on kaukana systeemin päistä. (á 0.25 p)

- nestettä virtaa kahden laajan levyn välissä, joista toinen liikkuu tasaisella nopeudella.
- nestettä virtaa kahden pitkän pystysuoran sylinterin välissä (annulus), joista sekä sisempi että ulompi sylinteri ovat paikallaan.
- nestettä pyörii kahden pitkän pystysuoran sylinterin välissä (annulus), joista sisempi pyörii vakionopeudella ja ulompi on paikallaan.
- kaksi toisiinsa liukenematonta nestettä virtaa kahden laajan levyn välissä, kumpikin levy on paikallaan. Rajapinta on levyjen puolivälissä.

Tehtävä 6

Selitä lyhyesti (á 0.25 p)

- Mistä termeistä aineensiirtovuo koostuu?
- Kaksoisfilmitheoria
- Mikä on Maxwell-Stefan yhtälöiden lähtökohta, toisin sanoen mihin niiden yhtälöiden johto perustuu?
- Miksi nesteen diffuusiokertoimet ovat pienempiä kuin höyryn tai kaasun?