

KE-42.3100 + KE-42.3110, Kemian laitetekniikka II a + b ja
Kem-42.111/.112 Kemian laitetekniikka II / II,P

Laskutentti 9.1.2008

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin

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

Suoritus aika 4,5 tuntia ! Jokainen tehtävä **omalle** arkilleen, nopeuttaa tarkistusta!

Tehtävä 1.

N-heptaanin ja etyylibentseenin seosta erotetaan jatkuvatoimisessa pohjakolonissa. Syöttö on 200 kmol/h ja siitä on höyrystynyt puolet. Syötön n-heptaani pitoisuus on 42 mol % ja se syötetään optimipohjalle. Nestemäisen tisleen ja nestemäisen pohjatuotteen n-heptaanipitoisuudeksi halutaan 97 mol % ja 3 mol % tässä järjestyksessä.

Määritä McCabe-Thiele metodia hyväksikäyttäen

- a) Ideaaliaskelten lukumäärä, joka kolonnissa on vähintään oltava, N_{min}
- b) Minimi palautussuhde, R_{min}
- c) Kuinka monta todellista pohjaa kolonniin tarvitaan, kun kolonnin palautussuhde on 2 kertaa R_{min}
- d) Laske myös todellisten pohjien lukumäärä kohdan c mukaisessa tapauksessa, kun kolonnin Murphree pohjajhyötysuhde on 0.75

Taulukko 1. Seoksen suhteellinen haihtuvuus

$x_{n\text{-heptane}}$	α	$x_{n\text{-heptane}}$	α
1.00	3.12	0.40	2.89
0.90	3.08	0.30	2.85
0.80	3.05	0.20	2.80
0.70	3.01	0.10	2.74
0.60	2.97	0.00	2.69
0.50	2.93		

käännä!

Tehtävä 3.

Absorberissa, johon johdetaan ammoniakkin ja ilman seosta, otetaan talteen 99 prosenttia siihen tulevasta ammoniakista käyttämällä vettä absorptonesteenä. Tulevassa kaasuvirrassa ammoniakkia on 30 mol-%. Absorberin lämpötila on 30 °C ja se pidetään vakiona jäähdytyskierukan avulla. Kolonni toimii 1 atm paineessa. Mikä on tarvittavan kolonnin korkeus, kun vettä käytetään 50 % enemmän kuin minimimäärä. H_x on 0,24 m ja H_y on 0,36 m. Perry 5th Ed. mukaan tasapainokäyrä systeemille vesi-ilma-ammoniakki 30 °C lämpötilassa on:

x	0	0,0308	0,0406	0,0503	0,0735	0,0957	0,1371	0,1748
y	0	0,0389	0,0528	0,0671	0,1049	0,1447	0,2355	0,3421

Määritä McCabe-Thiele metodia hyväksikäyttämällä

- Ideaalikaasun kokonaismäärä, joka kolonnissa on virtaava ylöspäin, N_{tot}
- Minimi palautussuhde, R_{min}
- Kuinka monta todellista pohjaa kolonnissa tarvitaan, kun palautussuhde on 2 kertaa R_{min}
- Laske nyt kolonnin korkeus, kun kolonnin Murphree-pohjajäähdytysuhde on 0,75

Tasapainokäyrä veden ja ammoniakkin seosten välillä 30 °C lämpötilassa

x (mol-%)	y (mol-%)
0,00	0,00
0,0308	0,0389
0,0406	0,0528
0,0503	0,0671
0,0735	0,1049
0,0957	0,1447
0,1371	0,2355
0,1748	0,3421

Tehtävä 4.

Isoamyleenejä eli isopenteenejä käytetään mm. bensiinin komponentteina. Isoamyleenit ovat helposti haihtuvia yhdisteitä ja ne reagoivat herkästi auringon valon vaikutuksesta. Ne voivat reagoidessaan muodostaa alailmakehään otsonia ja kaupunkieihin helposti savusumua eli smogia. Sen takia isoamyleenien poisto bensiinin joukosta olisi tehokas tapa ehkäistä kaupunkien savusumun syntymistä (Cruz, V.J., Revalorization of C5 stream for gasoline reformulation: diisoamylenes synthesis, Dissertation, Barcelona, 2006).

Laske mikä on tarvittava paine, kun halutaan kuivata prosessivirtaa, joka sisältää vain typpeä ja reaktiivisinta isoamyleenia (2-metyyli-2-buteeni). Alussa virran lämpötila on 25°C ja paine 760 torr, mutta kuivauksen aikana virta jäädytetään 10°C:seen. Virran suhteellinen kosteus alussa on 80 % ja lopussa isoamyleenistä on poistettu 80%.

Typen aineominaisuuksia

moolimassa 28 g/mol
tiheys (kaasu) 1.25 kg/m³

Isoamyleenin aineominaisuuksia

moolimassa 70.14 g/mol
tiheys (kaasu) 2.4 kg/m³

T / °C	10 °C	25 °C
osapaine (torr)	255.1495 torr	466.8057 torr
cp (J/(mol K))	102.1 J/(mol K)	106.3 J/(mol K)