

Kem-42.111/.112 Kemian laitetekniikka II / II,P
Laskutentti 6.5.2006

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin

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

Teht 1. Yksivaihehaiduttimeen syötetään mustalipeä 3600 kg/h jonka DS pitoisuus on 20 %, lämpötila 60 °C ja paine 1 atm(abs). Mustalipeän pitoisuus ilmaistaan DS (dry solids content) pitoisuutena, joka kuvaa liuenneiden keittokemiaalien (kuten esim. NaOH, Na₂CO₃, Na₂S) massaosuutta prosentteina. Haihduttimen primäärihöyryn syöttö on 0.5 kg/s, ja höyryn paine on 4 bar(abs) ja lämpötila 160 °C. Mikä on mustalipeä suurin pitoisuus joka on mahdollista saada, kun paine haihduttimen liuospuolella on 1 atm(abs) ? Jos lämmönsiirtokerroin on 1.8 kW/(m² K), niin kuinka suuren lämmönsiirtopinta-alan haihdutin tarvitsisi ?

Mustalipeän ominaislämpökapasiteetti DS pitoisuuden ja lämpötilan avulla ilmaistuna on esitetty liitteessä 1 ja kiehumispisteen kohoama liitteessä 2.

Teht 2. Jatkuvatoimisessa tislaukskolonnissa tislataan n-pentaanin ja n-heptaanin seosta. Tuotteeksi halutaan tislettä, jossa n-pentaanin pitoisuus on 95 mol-%. Kolonnin syöttö on 110 mol/h ja se on kylläisen nesteen ja höyryn seosta, jossa nesteen osuus on 80 %. N-pentaanin pitoisuus syötössä on 45 mol-%. Seoksen höyryn y mooliosuus n-pentaania nesteen x mooliosuuden n-pentaania funktiona on esitetty alapuolisessa taulukossa

x, n-pentaani	y, n-pentaani
1.000	1.000
0.867	0.984
0.594	0.925
0.398	0.836
0.254	0.701
0.145	0.521
0.059	0.271
0.000	0.000

- Määritä tislaukskolonnin minimipalautussuhde
- Kuinka paljon tislettä saadaan ja mikä on alitteen koostumus, kun kolonnin palautussuhde on 1,7 kertaa minimipalautussuhde. Kolonnissa on 6 ideaaliaskelta.

Teht 3. Ammoniakin mooliosuus absorberiin tulevassa ilmavirrassa on $y(\text{NH}_3) = 0.30$ ja tulevasta ammoniakista absorpoidaan vähintään 90 %. Tuleva kaasuvirta on $1.5 \text{ m}^3/\text{min}$, sen lämpötila on $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ja paine on 1 atm. Absorberiin tulevassa vedessä on ammoniakin mooliosuus $x(\text{NH}_3) = 0.005$ ja lämpötila $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Paljonko syöttövettä pitää käyttää, jos käytettävissä on kolonni, jonka kokonaishyötysuhde on 80 % ja pohjien lukumäärä on 5 ? Mikä on tällöin poistuvan veden ammoniakin mooliosuus ? Mitä hyötyä olisi käyttää kylmempää syöttövettä ja operoida kolonnia alemmassa lämpötilassa ?

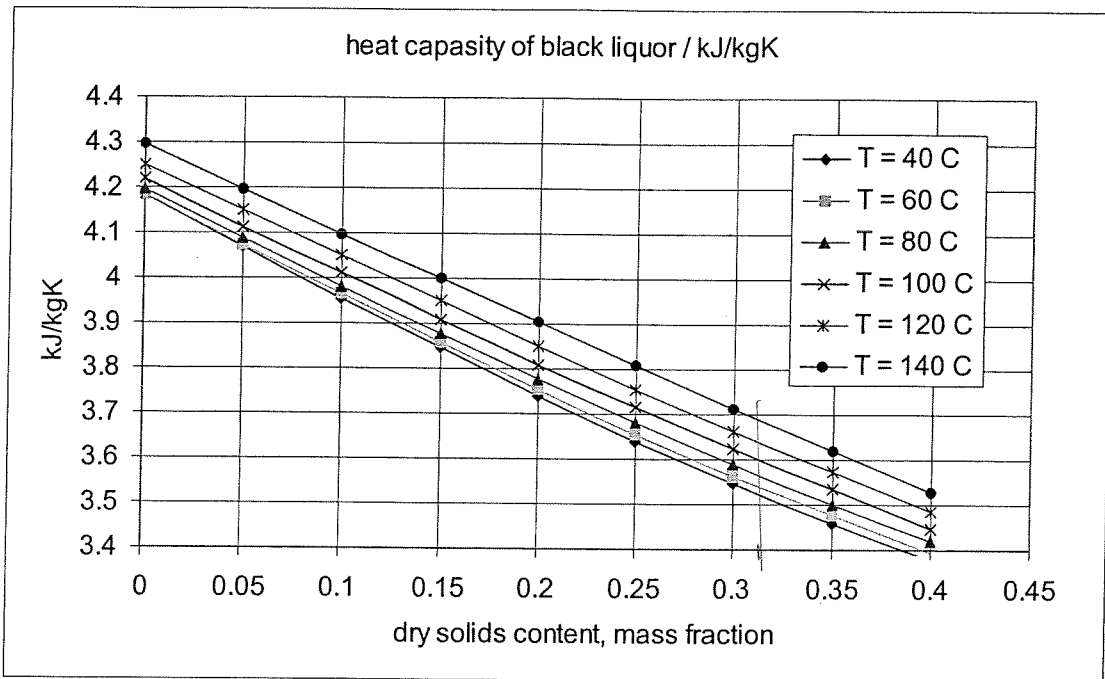
Absorberin voi olettaa olevan isoterminen ja kaasuvirtojen ideaalikaasuja. Tasapainotiedot ovat esitettyinä liitteessä 3.

Teht 4. Huoneessa, jonka mitat ovat pituus 3 m, leveys 2 m ja korkeus 2.5 m, kuivataan pyykkiä. Pyykin pinta-ala on 6 m^2 . Huoneeseen tulevan ilman lämpötila on $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus 20 %. Patterin termostaatti pitää huoneen ilman lämpötilassa $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Kuivauksen kannalta huoneen suhteellinen kosteus saa nousta enintään arvoon 60 %. Kuinka monta kertaa tunnissa huoneen ilman pitäisi vaihtua ja kuinka paljon energia patteri luovuttaa ?

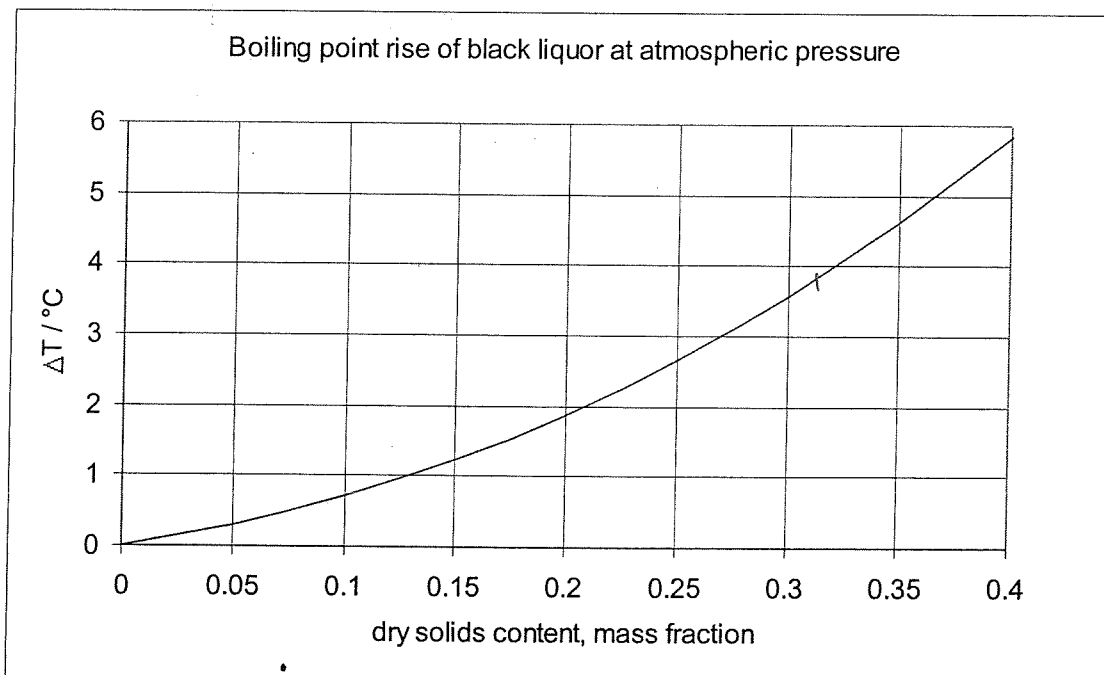
Tehtävässä voit olettaa ilmanpaineen olevan 760 mmHg. Tehtävässä tarkastellaan vain suurimman ilmavirran tapausta. Lisäksi joudutaan olettamaan että kosteus sekoittuu tasaisesti kaikkialle huoneeseen ja lämpöhäviöitä ei ole.

Pyykin kuivumisnopeudesta on yksi kokeellinen mittaustulos liitteessä 4. Kokeessa kuivattiin pyykkiä edustavaa kangaskappaletta, jonka mitat olivat $0.4 \text{ m} * 0.25 \text{ m}$, molemmilta puolilta lähes seisovassa huoneilmassa.

Liite 1



Liite 2



NH₃ + water binary data
 mole fraction NH₃ in liquid, x_A
 partial pressure of NH₃ in vapour, p_A in mmHg
 Geankoplis, 3th ed or 4 th ed, Appendix A.3-22

x _A	p _A , 293 K	p _A , 303 K
0		0
0.0126		11.5
0.0167		15.3
0.0208	12	19.3
0.0258	15	24.4
0.0309	18.2	29.6
0.0405	24.9	40.1
0.0503	31.7	51
0.0737	50	79.7
0.096	69.6	110
0.137	114	179
0.175	166	260
0.21	227	352
0.241	298	454
0.297	470	719

