

**Johdatus prosesseihin, Tentti 8.3.2010 klo 13-16**

1 ) Selitä lyhyesti: (tarvittaessa perustellen tai esimerkein)

- a) Vastuu huomisesta – responsible care –ohjelma
- b) REACH
- c) Kemiallisen ja biokemiallisen katalyyysin eroja ja yhtäläisyyksiä.

2 a) Kuvaile jokin vapaasti valitsemasi prosessi, esimerkiksi sen eri vaiheet, lähtöaineet, tuotteet ja käytetyt katalyytit.

b) Mitä on prosessiteollisuuden ympäristökuormitus, mistä se muodostuu ja miten siihen voidaan vaikuttaa?

3 Mitä ominaisuuksia seuraavien reaktioiden toteuttaminen vaatii reaktorilta (esimerkiksi mikä ideaalireaktorimalleista voisi olla sopivin) ja siihen liittyviltä prosessin muilta yksiköiltä?

Voit esittää erilaisia vaihtoehtoja, muista erityisesti perustelut!

- a) Eteenin osittaishapetus eteenioksidiksi – merkittävästi eksoterminen, irreversiibeli reaktio, sivureaktiona vielä eksotermisempi kokonaishapetus, kiinteä Ag-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalyytti
- b) Butanolin ja etikkahapon esteröinti butyyliasetaatiksi ja vedeksi – kiinteä happokatalyytti, reversiibeli reaktio, hieman eksoterminen
- c) Lignoselluloosan (kasvipohjainen biomassa) vesifaasi hydrolyysi homogeenisella rikkihappokatalyytillä noin 150°C lämpötilassa

4 ) Esitä yleinen ainetase mooleina systeemille jossa tapahtuu kemiallinen reaktio. Esitä lisäksi yleisen ainetaseen erikoistapaukset kolmelle ideaalireaktorityypille (panos-, putkivirtaus- ja sekoitussäiliöreaktori) hyödyntäen näiden reaktorien ideaalioletuksia.

5) T. Tutkija testasi uuden, ainutlaatuisen hydrauskatalyyttinsä toimivuutta asetonin hydrauksessa isopropanoliksi, käyttäen laboratoriomittakaavan panosreaktoria. Lähtöaineena hänellä oli 25 ml asetonia, joka sisälsi epäpuhtautena 10 massa-% vettä (seoksen tiheys on 0,8 g/cm<sup>3</sup>).

Tutkija laittoi lähtöaineseoksensa 35 ml:n panosreaktoriin ja huuhteli nestefaasin yläpuolelle jääneen kaasutilavuuden (10 ml) vedellä ja paineisti 120°C:een lämmitetyn reaktorin 2500 kPa vetypaineeseen. Puolen tunnin kuluttu reaktion aloituksesta hän otti nestefaasista näytteen, jonka analysoitu koostumus on esitetty alla olevassa taulukossa.

	asetoni	isopropanoli	diasetonialkoholi	vesi
Massa-%	10 %	9 %	54 %	28 %

Analyysituloksen perusteella T. Tutkija totesi reaktorissa tapahtuneen asetonin hydrauksen lisäksi myös asetonin kondensoitumista diasetonialkoholiksi ( $C_6H_{12}O_2$ ).

Laske asetonin konversio reaktiossa sekä selektiivisyys ja saanto isopropanoliksi. Oliko kokeen alussa panostettu vedyn määrä teoreettisesti riittävä, vai voisiko vedyn loppuminen olla syynä kondensaatiotuotteen muodostumiseen?

Pettyneenä alle 100 % selektiivisyyteen T. Tutkija päätti selvittää reaktio-olosuhteiden vaikutusta konversioon ja alkoi rakentaa kierrätysreaktoria laboratorion vanhasta 500 ml sekoitussäiliöreaktorista. T. Tutkija löysi varastosta vanhan pumpun, jolla hän voisi syöttää aseton-vesiseosta reaktoriin maksimissaan 10 ml/min. Laske voiko hän päästä löytämänsä sekoitussäiliöreaktoria ja pumppua käyttämällä alle 20 % konversioon. (10 massa-% vesiosuus syötössä vastaa noin 8 til-%)

Mahdollisesti tarvittavat moolimassat: H 1,008 g/mol, C 12,01 g/mol, O 16,00 g/mol  
 $R = 8,3145 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

Mitä mahdollisia ongelmia tai ratkaistavia kysymyksiä kierrätysreaktorin rakentaminen aiheuttaa T. Tutkijalle? Osaatko antaa hänelle muita neuvoja selektiivisyyden parantamiseksi?