

Tentissä saa olla mukana kirjallisuutta pois lukien laskuharjoitukset, kotilaskut ja valmiit laskuratkaisut. Tehtävät 1-2 ovat teorian tehtäviä ja niiden aikana ei materiaalia saa olla esillä. Materiaalin saa ottaa esiin kun tehtävät 1-2 on tehty ja paperi on palautettu. Jos vastaat tehtäväpaperille palauta se.

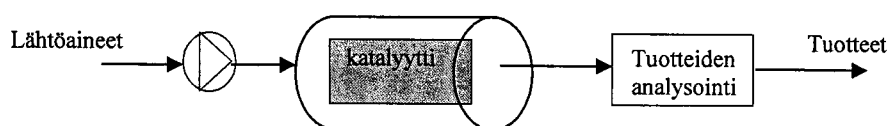
## TEORIAN TEHTÄVÄT

1. Styreeniä valmistetaan dehydraamalla etyylibentseeniä. Reaktiota tutkittaessa huomattiin, että reaktionopeus pieneni, kun styreeniä lisättiin syöttöön. Alkunopeuskokeita tehtiin useilla etyylibentseenin osapaineilla. Kun etyylibentseenin osapaineetta kasvatettiin tiettyyn arvoon ja sen yli, muuttui reaktionopeus riippumattomaksi etyylibentseenin osapaineesta. Lisäksi reaktionopeus laski, kun styreeniä ja vetyä syntyi.

Ehdota reaktiolle mekanismi näiden havaintojen perusteella ja johda reaktionopeuslauseke. Maks. 6 p

2. Olet aloittamassa uuden reaktion  $A + B \rightarrow C$  tutkimista laboratoriomittakaavassa. Reaktio tapahtuu isotermisesti kaasufaasissa. Käytössäsi on oheisen kuvan mukainen isotermisesti toimiva putkireaktori. Reaktiota katalysoi metallikatalyytti, jonka kantajana on alumiinioksidi. Katalyytti laitetaan täytemateriaalin kanssa reaktoriin ja lähtöaineet syötetään reaktoriin pumpun avulla, ja reaktorin poistovirrasta analysoidaan kunkin komponentin konsentraatiot.

Tehtävänäsi on suunnitella esikoesarja, jossa tutkit reaktiosysteemissä tapahtuvia ilmiöitä ja niiden vaikutusta reaktioosi. Millaisia kokeita suorittaisit, ja mitä tietoa katalyyttistä ja reaktiosta saat kokeistasi? Maks. 6p



## LASKUOSA

3. Sykloheksaania hajotetaan kaasufaasissa pakatussa putkireaktorissa, jonka pituus on 0,3 m. Reaktoriin on pakattu pallomaisia katalyyttipartikkeleita, joiden halkaisija on 1,0 cm. Kaasun virtausnopeus reaktorissa on 30 m/s ja kinemaattinen viskositeetti  $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ , jolloin sykloheksaanin konversio systeemissä on 68 %. Ulkoisen aineensiirron on todettu rajoittavan reaktiota.

Konversio haluttaisiin nostaa 90 %:iin, miten tämä olisi mahdollista?  
Perustele ehdotuksesi laskelmilla. Max. 6 p.

4. Reaktio  $A \rightarrow R$  tapahtuu huokoisessa katalyyttipartikkelissa, jonka halkaisija ( $d_p$ ) on 6 mm. Mikä on reaktion sisäinen tehokkuuskerroin, jos partikkeli on reaktioseoksessa, jossa  $C_A = 100 \text{ mol/m}^3$ ,  $D_e = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  ja kinetiikka ilman diffuusion vaikutusta on: Max. 6 p.

$$-r_A (\cdot \text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}) = 2,9 \cdot C_A^2$$

Mikä pitäisi partikkelikoon olla, jotta huokosdiffuusio ei rajoita reaktiota?