

CHEM-C2130 Reaktiotekniikka

1. välikoe/ 1. mellanprov

20.10.2020 klo 9-12

Vastaa tehtävään 1 ja valitse tehtävistä 2-5 kolme tehtävää, joihin vastaat. Jos vastaat kaikkiin, huonoin tiputetaan pois arvostelusta. Lisää ohjeita kurssin MyCourses työtilassa Välikoe-osiossa

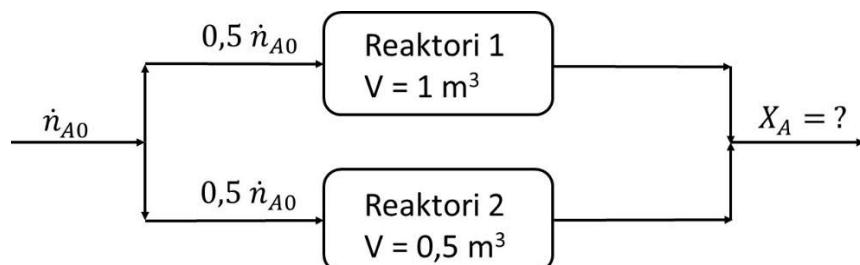
Svara på uppgift 1. Välj tre uppgifter från uppgifter 2-5. Om du svarar på alla frågor, kommer det värsta inte att värderas. Fler instruktioner på kurssidan i MyCourses i sektion Välikoe/Mellanprov

1. tehtävä (8 pistettä)

Kuvan mukaisessa reaktiosysteemissä tapahtuu etaanin dehydrausreaktio kaasufaasissa ilmanpaineessa



Reaktio on ensimmäistä kertalukua etaanin suhteen. Reaktionopeusvakion arvo 25 °C:ssa on $0,004 \text{ min}^{-1}$ ja 50 °C:ssa $0,01 \text{ min}^{-1}$. Reaktori 1 ($V_1 = 1 \text{ m}^3$) toimii 50 °C:ssa ja reaktori 2 ($V_2 = 0,5 \text{ m}^3$) 100 °C:ssa. Puhtaan etaanin moolivirta systeemiin on 2 mol/min. Se jaetaan puoliksi näihin reaktoreihin ja syötetään reaktoriin reaktiolämpötilassa. Mikä on systeemissä saavutettava etaanin kokonaiskonversio?



Dehydrering av etan till eten sker i gasfas i lufttrck. Reaktorsystemet visas i den bifogade figuren.



Reaktion är av första ordningen med avseende på eten. Reaktionshastighetkonstant vid 25 °C är $0,004 \text{ min}^{-1}$ och $0,01 \text{ min}^{-1}$ vid 50 °C. Temperatur in Reaktor 1 ($V_1 = 1 \text{ m}^3$) är 50 °C och temperatur in

Reaktor 1 ($V_2 = 0,5 \text{ m}^3$) är 100°C . Inmatningsflöde av ren etan till systemet är 2 mol/min . Flödet halveras till reaktorer och inmatning till reaktorer sker i reaktionstemperatur. Vad är den totala omsättningsgraden av etan i systemet?

Vastaan kolmeen tehtävään seuraavista neljästä tehtävästä

Svara på tre av följande fyra frågor

2. tehtävä (4 pistettä)

Vastaan seuraaviin kysymyksiin ja perustele vastauksesi.

- a. Saadaanko kahden peräkkäisen tulppavirtausreaktorin kokonaiskonversio laskemalla yhteen yksittäisten reaktoreiden konversiot?
- b. Eräässä reaktiosysteemissä voi tapahtua maksimissaan kahta reaktiota. Reaktio, jota tapahtuu enemmän, on pääreaktio. Tämän pääreaktion konversio on 60 % ja saanto 60 %. Mikä on sivureaktion konversio?
- c. Antaako sekoitussäiliöreaktori ensimmäisen kertaluvun reaktiolla korkeamman konversion kuin samoissa olosuhteissa toimiva samankokoinen tulppavirtausreaktori?
- d. Voiko sarjassa (peräkkäin) olevat tulppavirtausreaktorien mitoitusyhtälöt aina yhdistää yhdeksi reaktoriksi laskennan helpottamiseksi?
- e. Pitääkö vakiotilavuisessa panosreaktorissa ottaa laskennassa huomioon sitä, että kaasufaasisysteemissä reaktion seurauksena moolimäärä muuttuu?
- f. Miksi ja miten reaktorin "kerran läpi" -konversio voi olla eri kuin systeemin kokonaiskonversio?

Svara på följande frågor och motivera dina svar

- a. Kan man räkna den totala omsättningsgraden av två på varandra följande kolvströmningsreaktorer genom att summa omsättningsgrader för de enskilda reaktorerna?
- b. Det händer högst två olika reaktioner i ett system. Reaktion som händer mest är huvudreaktionen. Omsättninggraden i huvudreaktion är 60 % och utbytet är 60 %. Vad är omsättningsgraden i sidoreaktionen?
- c. Kan man uppnå högre omsättningsgrad i en återblandningsreaktor än i en kolvströmningsreaktor i samma förhållanden om reaktion är av första ordningen och reaktorer är lika stora?
- d. Kan man alltid förena dimensioneringsekvationer av konsekutiva kolvströmningsreaktorer för att underlätta beräkningen?
- e. Måste förändringen i total substansmängd i gasfasreaktionen beaktas vid beräkning av en satsreaktor med konstant volym
- f. Varför och hur är "en gång igenom" omsättningsgrad annorlunda än den totala omsättningsgraden i systemet?

3. tehtävä (4 pistettä)

Vertaile seuraavia pareja. Mitä yhteistä ja mitä erilaista on

- a) sekoitussäiliöreaktorissa ja tulppavirtausreaktorissa
- b) sekoitussäiliöreaktorissa ja panosreaktorissa

Berätta vilka likheter och vilka skillnader de följande paren har

- a) återblandningsreaktor och kolvströmningsreaktor
- b) återblandningsreaktor och satsreaktor

4. tehtävä (4 pistettä)

Komponentin A reaktionopeudelle on mitattu korrelaatio

$$\frac{1}{-r_A} = (2,5 X_A + 1) \frac{\text{min} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol}}$$

Kuinka suuri reaktori tarvittaisiin, jotta saavutetaan 50 % konversio, jos A:n moolisyöttö reaktoriin on 2 mol/min ja reaktori on

- a) sekoitussäiliöreaktori (CSTR)
- b) tulppavirtausreaktori (PFR)
- c) Sama reaktio tapahtuu kahdessa peräkkäisessä reaktorissa. Määritä mikä on kokojärjestys tapauksissa i-iii eli missä on pienin ja missä suurin kokonaistilavuus ja perustele vastauksesi, jos kaksi reaktoria ovat (reaktorien tilavuksia ei tarvitse määrittää):
 - i) kaksi samankokoista sekoitussäiliöreaktoria peräkkäin
 - ii) kaksi samankokoista tulppavirtausreaktoria peräkkäin
 - iii) samankokoiset sekoitussäiliöreaktori ja tulppavirtausreaktori peräkkäin

Det finns en korrelation för reaktionshastighet av A enligt

$$\frac{1}{-r_A} = (2,5 X_A + 1) \frac{\text{min} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol}}$$

Hur stor reaktor behövs för att nå omsättningsgrad av 50 % om molarflöde av A i inmatningen är 2 mol/min och reaktortyp är

- a) återblandningsreaktor (CSTR)
- b) kolvströmningsreaktor (PFR)
- c) Samma reaktion sker i två reaktorer som ligger efter varandra. Bestämma och förklara stigande ordning för systemen, dvs. vilket av i-iii är minst och vilket är störst i totalvolym om reaktorer är (Du behöver inte räkna volymer till reaktorer)
 - i) två lika stora återblandningsreaktorer efter varandra
 - ii) två lika stora kolvströmningsreaktorer efter varandra
 - iii) en återblandningsreaktor och en kolvströmningsreaktor (lika stora) efter varandra

5. tehtävä (4 pistettä)

Panosreaktorissa ($V = 15 \text{ dm}^3$) tapahtuu alkeisreaktio $A + B \rightarrow C$. Reaktio tapahtuu vesiliuoksessa nestefaaissa. Reaktoriin panostetaan A:ta ja B:tä stoikiometrisessä suhteessa. Reaktionopeusvakion arvo reaktio-olosuhteissa on $0,05 \text{ dm}^3/(\text{mol h})$ ja A:n konsentraatio alussa on 20 mol/dm^3 .

- Kuinka pitkä reaktioaika vaaditaan, että saavutetaan 60 % konversio?
- Jos reaktorin tilavuus kaksinkertaistetaan (samat olosuhteet ja samat syöttökonsentraatiot), saavutetaanko haluttu konversio nopeammin? Perustele vastauksesi.
- Jos lähtöaineiden määrää reaktorissa vähennetään pienentämällä lähtöaineiden konsentraatiota, saavutetaanko haluttu konversio nopeammin? Perustele vastauksesi.

Elementärreaktion $A + B \rightarrow C$ sker i en satsreaktor ($V = 15 \text{ dm}^3$). Reaktionen sker i vattenfas. A och B placeras i reaktorn i stökiometriskt förhållande. Reaktionhastighetskonstanten i dessa förhållanden är $0,05 \text{ dm}^3/(\text{mol h})$ och koncentration av A i inmatning är 20 mol/dm^3 .

- Hur lång reaktionstid krävs för att nå omsättningsgraden av 60?
- Kan du nå omsättningsgraden snabbare om du fördubblar reaktorvolymen (med samma förhållanden och inmatningskoncentrationer)? Motivera ditt svar.
- Kan du nå omsättningsgraden snabbare om du förminskar substansmängd i reaktorn genom att förminska koncentrationerna? Motivera ditt svar.