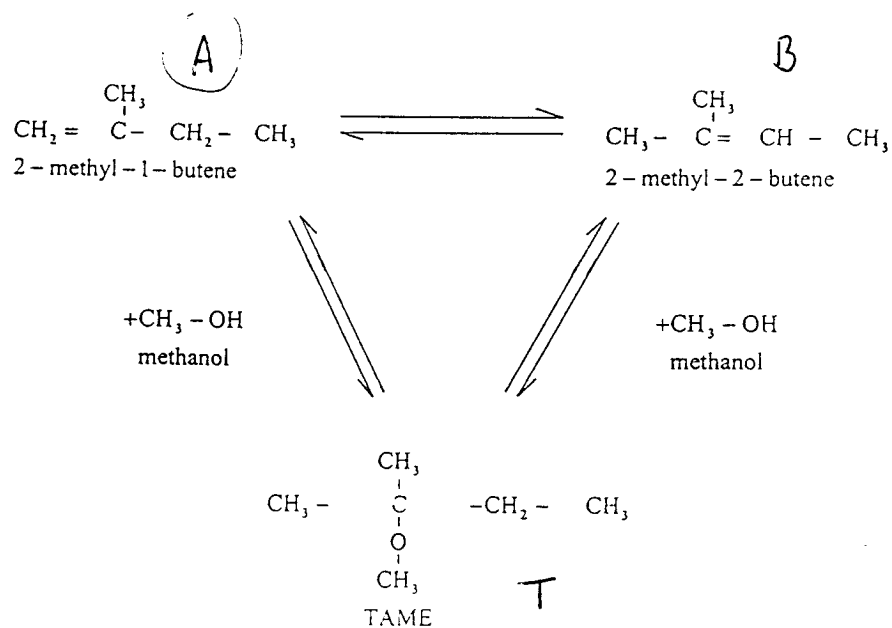


Kem-40.152 Reaktioteknikka II
Tentti to 27.1.2000 14-19 Ke1

Tentissä saa olla mukana kirjallisuutta poislukien laskuharjoitukset, kotilaskut ja valmiit laskuratkaisut.

1. Tert-amyylä metyyli eetteriä voidaan valmistetaan 2-metyyli-1-buteenista ja metanolista. Eetteröinnin kanssa tapahtuu samanaikaisesti 2-metyyli-1-buteenin isomeroitumista 2-metyyli-2-buteeniksi, joka voi myös eetteröityä. Molemmat reaktiot ovat reversiibeilejä ja tapahtuvat samassa aktiivisessa paikassa. Mekanismiksi on ehdotettu Langmuir-Hinshelwood tyypistä mekanismia. Johda nopeusyhtälö 2-metyyli-1-buteenin häviämislle.



2. Katalyyttiselle reaktiolle $A \rightleftharpoons 2 B$ on ehdotettu seuraavia kineettisiä malleja. Kumpi malleista vastaa oheisia kokeellisia tuloksia.

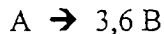
$$r_1 = kP_A / (1 + K_A P_A)$$

$$r_2 = kP_A^2 / (1 + K_A P_A)^2$$

Koetulokset

Reaktionopeus (Mol/(h m ³))	0,074	0,060	0,044	0,027	0,009
A:n osapaine (Pa)	5	4	3	2	1

3. Kaasuöljyä (kp. 400 – 530 °C) krakataan 100 kPa paineessa pakatussa putkireaktorissa. Katalyyttinä on $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ - katalyytti. Krakkaus on irreversiibeli ensimmäisen kertaluvun reaktio, jonka bruttoreaktio voidaan esittää muodossa:



Reaktion on endoterminen ja reaktioentalpia on 170 kJ/mol ja aktivoitumisenergia 210 kJ/mol. Syöttö reaktoriin tapahtuu 630 °C lämpötilassa ja konversio tässä lämpötilassa on 50%. Reaktorin voidaan olettaa toimivan isotermisesti 630 °C lämpötilassa. Seuraavat tiedot pätevät syötölle ja katalyytille:

Kaasuöljysyöttö

Tilavuusaika	58,8 s
Tiheys	869 kg/m ³
Keskim. Molekyyylimassa	255 kg/mol
Viskositeetti	0,5*10 ⁻⁶ m ² /s
Virtausnopeus	0,03 m/s

Katalyytti

Pedin tiheys	700 kg/m ³
Partikkelitiheys	950 kg/m ³
Keskim. Huokossäde	0,088 mm
Ominaispinta-ala	3,38 10 ⁵ m ² / kg
Partikkelin huokoisuus	0,46
Empiirinen korjauskerroin	$\tau/\sigma = 3,0$
Keskim. Diffuusiokerroin	8,021 10 ⁻⁸ m ² /s
Keskim. Lämmönjohtavuus	0,36 J/(m s K)

Missä sijaitsevat reaktion vastukset / gradientit?

4. Reaktio $A \rightarrow B$, jota voidaan kuvata alkeisreaktiolla, suoritetaan puolipanosreaktorissa. Eksotermistä nestefaasireaktiota jäähdytetään lisäämällä reaktioseokseen inerttiä komponenttia C. Reaktion lämpötila pidetään vakiona säätämällä inertin virtausnopeutta. Laske inertin virtausnopeus kun reaktion aloittamisesta on kulunut 2 tuntia. Reaktion aloittamishetkellä reaktori sisältää vain komponenttia A 1,5 m³ konsentraation ollessa 8 mol dm⁻³.

Reaktiolämpötila on 38 °C ja reaktionopeusvakion arvo tässä lämpötilassa $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Jäähdytykseen käytetyn inertin lämpötila on 27 °C ja reaktion standardientalpian muutos $\Delta H_R^\circ = -58,2 \text{ kJmol}^{-1}$. Kaikille komponenteille voidaan käyttää keskimääräisenä lämpökapasiteettina arvoa $c_p = 21 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ja tiheydelle keskimääräistä arvoa 800 kg m³.