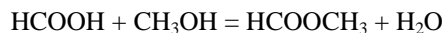
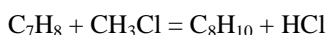


Kyselina mravčia reaguje v kvapalnej fáze s metanolom za vzniku metylesteru kyseliny mravčej a vody. Reakciu opisuje rovnica

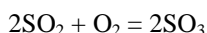


Do reaktora privádzame 6 kmol čistej kyseliny a 18 kmol čistého metanolu. Reakčná zmes, odchádzajúca z reaktora, obsahuje 100 kg vody. Vypočítajte množstvo a zloženie reakčnej zmesi.

V reaktore sa v kvapalnej fáze uskutočňuje metylácia toluénu. Do reaktora privádzame $92,14 \text{ kg h}^{-1}$ čistého kvapalného toluénu a stechiometrické množstvo plynného chlórmetánu. Z reaktora odchádza plynná fáza, ktorá okrem vznikajúceho chlór vodíka obsahuje aj $5,049 \text{ kg h}^{-1}$ nezreagovaného chlórmetánu. Zistite množstvo a zloženie kvapalnej fázy odchádzajúcej z reaktora, ktorá obsahuje iba aromatické zlúčeniny. Reakciu opisuje stechiometrická rovnica

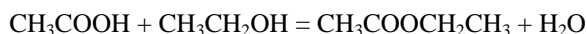


Jedným z krokov výroby kyseliny sírovej je katalytická oxidácia oxidu siričitého na oxid sírový v prítomnosti V_2O_5 pri teplote $420 \text{ }^\circ\text{C}$. Chemickú reakciu opisuje stechiometrická rovnica



Do reaktora vstupuje $200 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (STP, t. j. prietok pri teplote $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a atmosférickom tlaku) suroviny, ktorá obsahuje 8 hmot % oxidu siričitého a ďalej kyslík a dusík v mólovom pomere 4 : 6. Za uvedených podmienok je konverzia oxidu siričitého 0,92. Zistite, aké je množstvo a zloženie reakčnej zmesi, ktorá odchádza z reaktora. Aký je stupeň premeny kyslíka?

Esterifikáciu kyseliny octovej etanolom v kvapalnej fáze opisuje rovnica

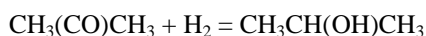


a) Koľko mólov etanolu potrebujeme na to, aby boli reaktanty v reaktore v stechiometrickom pomere, ak sme do reaktora navázili 180,15 kg kyseliny octovej? Ak sme použili reaktanty v stechiometrickom pomere, rovnovážny stupeň premeny kyseliny octovej v reakcii je 60 %. Vypočítajte rozsah reakcie a zloženie reakčnej zmesi po dosiahnutí rovnováhy v reaktore.

b) Aký je nadbytok a koeficient nadbytku etanolu, ak na reakciu použijeme 180,15 kg kyseliny octovej a rovnaké množstvo (180,15 kg) etanolu?

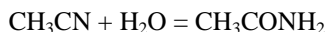
c) Aké bude zloženie (hmotnostné a mólové zlomky zložiek) reakčnej zmesi v prípade dosiahnutia rovnováhy (zadanie b)), ak sa reakcia uskutočňuje pri rovnakej teplote ako v zadani a)?

V plynenej fáze sa uskutočňuje hydrogenácia acetónu vodíkom na izopropanol podľa stechiometrickej rovnice



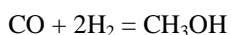
Pri teplote $120 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku $0,14 \text{ MPa}$ do reaktora vstupuje $640 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ plynenej zmesi, ktorá obsahuje 6,00 hmot. % vodíka a acetón. Vypočítajte rozsah reakcie za jednotku času a stupne premeny jednotlivých reaktantov, ak mólový zlomok izopropanolu v reakčnej zmesi odchádzajúcej z reaktora je 0,52. Zistite, ktorý z reaktantov je kľúčovou zložkou, a vypočítajte nadbytok a koeficient nadbytku druhého reaktanta.

Amidy karboxylových kyselín vznikajú hydrataciou príslušných nitrilov. Acetamid pripravíme reakciou acetonitrilu s vodou podľa stechiometrickej rovnice



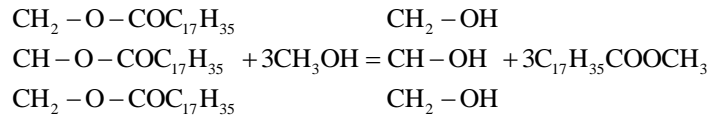
Mólové hmotnosti zložiek v jednotkách kg kmol^{-1} sú: 41,05 pre acetonitril, 18,02 pre vodu a 59,07 pre acetamid. Zistite, ktorý z reaktantov je kľúčovou zložkou, ak na reakciu použijeme 123,15 kg acetonitrilu a 81,09 kg vody. Aký nadbytok a koeficient nadbytku má zložka v nadbytku? Aké je zloženie reakčnej zmesi odchádzajúcej z reaktora, ak stupeň premeny kľúčovej zložky je 0,90.

Metanol vzniká reakciou oxidu uhoľnatého a vodíka v plynenej fáze. Reakciu opisuje stechiometrická rovnica v tvare



Do reaktora privádzame $6410 \text{ Nm}^3 \text{ h}^{-1}$ (Nm^3 je vyjadrený pri štandardných podmienkach, t. j. pri teplote $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a atmosférickom tlaku) plynenej zmesi, ktorá okrem 85 mól. % oxidu uhoľnatého obsahuje aj vodík a dusík v mólovom pomere 1 : 2. Do reaktora vstupuje tiež prúd čistého vodíka v množstve $340,20 \text{ kmol h}^{-1}$. Zistite, ktorý z reaktantov je kľúčovou zložkou a vypočítajte nadbytok a koeficient nadbytku druhého reaktanta. Vypočítajte tiež stupne premeny oboch reaktantov, ak mólový zlomok nezreagovaného oxidu uhoľnatého v reakčnej zmesi odchádzajúcej z reaktora je 0,25. Aké je množstvo a zloženie tejto reakčnej zmesi?

Výroba zelenej nafty, metyl esterov vyšších mastných kyselín (FAME, fatty acid methyl ester) je založená na transesterifikácii rastlinných olejov (glyceridov vyšších mastných kyselín) metanolom. V reaktore na výrobu FAME prebieha reakcia glycerol tristearátu s metanolom za vzniku glycerolu a metyl esteru kyseliny steárovej podľa rovnice

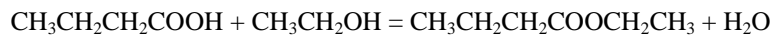


Mólové hmotnosti zložiek v jednotkách kg kmol^{-1} sú: 891,50 pre glycerol tristearát, 32,04 pre metanol, 92,09 pre glycerol a 298,51 pre metylester kyseliny steárovej. Do reaktora sa privádza 1783 kg h^{-1} glycerol tristearátu.

a) Ak na reakciu použijeme dvojnásobok teoretickej spotreby metanolu, dosiahneme konverziu kľúčovej zložky 95 %. Aké je zloženie (mól. %, hmot. %) reakčnej zmesi, ktorá odchádza z reaktora? Aký je nadbytok a stupeň premeny metanolu za týchto podmienok?

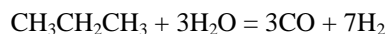
b) Ak na reakciu použijeme o 50 % viac metanolu, ako je jeho stechiometrická spotreba v chemickej reakcii, hmotnostný zlomok metanolu v reakčnej zmesi odchádzajúcej z reaktora je 6 %. Vypočítajte stupeň premeny oboch reaktantov, rozsah reakcie a mólovú hmotnosť získanej reakčnej zmesi.

Výroba etylesteru kyseliny butánovej (broskyňová esencia) sa v priemyselnom merítke realizuje reakciou kyseliny butánovej a etanolu podľa rovnice chemickej reakcie



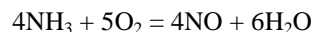
Aby sme dosiahli úplnú konverziu kyseliny butánovej (maslovej), pri reakcii sa používa 200 %-ný nadbytok etanolu a odparenie časti vody. Preto sa reakcia uskutočňuje pri teplote varu reakčnej zmesi. Do reaktora sa privádza čistá kyselina butánová a okrem nej roztok etanolu, ktorý obsahuje 4 hmot. % vody. Pary odchádzajúce z reaktora okrem vody obsahujú tiež 60 obj. % etanolu. V kvapalnej fáze, ktorá odchádza z reaktora, je hmotnostný tok etylesteru kyseliny butánovej $348,48 \text{ kg h}^{-1}$. Výťažok etanolu v tomto prúde je 5 % z množstva etanolu privádzaného do reaktora. Vypočítajte rozsah reakcie a stupeň premeny etanolu. Ďalej vypočítajte množstvo a zloženie oboch prúdov vystupujúcich z reaktora vyjadrené pomocou hmotnosti aj látkového množstva. Zistite mólovú a hmotnostnú koncentráciu etanolu a etylesteru kyseliny butánovej v kvapalnom prúde, ktorý odchádza z reaktora, ak hustota tohto prúdu je 900 kg m^{-3} .

Parným reformingom sa z alkánov vyrába syntézny plyn. Reakciu propánu s vodnou parou opisuje stechiometrická rovnica



Do reaktora privádzame plynnú zmes, ktorá obsahuje 86 hmot. % propánu a ďalej oxid uhoľnatý a dusík v mólovom pomere 3 : 4. Okrem tejto plynnej zmesi do reaktora vstupuje aj prúd vodnej pary. Aby sme dosiahli konverziu propánu 96 %, vodnú paru privádzame v nadbytku. Objemový prietok reakčnej zmesi, ktorá odchádza z reaktora, je $4988,7 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Obsah propánu v tejto zmesi je 0,30 mól. %. Teplota reakčnej zmesi je $326,85 \text{ }^\circ\text{C}$ a jej tlak je 0,08 MPa (znížený tlak pôsobí priaznivo na rovnováhu reakcie). Zistite rozsah reakcie, zloženie reakčnej zmesi (hmotnostné a tiež mólové zlomky), hmotnostný tok použitej vodnej pary a tiež koeficient nadbytku, nadbytok a stupeň premeny vodnej pary. Mólové hmotnosti zložiek v g mol^{-1} sú: propán 44,11; voda 18,02; oxid uhoľnatý 28,01; vodík 2,02 a dusík 28,01.

Jedným z krokov pri syntéze kyseliny dusičnej je oxidácia amoniaku kyslíkom. V reaktore sa uskutočňuje nasledujúca reakcia



Do reaktora vstupuje zmes amoniaku a dusíka v hmotnostnom pomere 9,93 : 7 a tiež vzduch obohatený kyslíkom (mólový pomer kyslíka a dusíka v tejto zmesi je 2 : 3). Z reaktora odchádza reakčná zmes, v ktorej je pomer mólových zlomkov amoniaku a oxidu dusnatého 1 : 20 a mólový zlomok kyslíka je 1/9. Vypočítajte množstvo a zloženie jednotlivých prúdov, konverziu reaktantov a rozsah reakcie. Zistite tiež, ktorý z reaktantov je kľúčovou zložkou. Pre zložku, ktorá je v nadbytku, zistite koeficient nadbytku a nadbytok. Cieľom je vyrobiť 1200 kg h^{-1} oxidu dusnatého. Mólové hmotnosti zložiek v g mol^{-1} sú: amoniak 17,03; kyslík 32,00; oxid dusnatý 30,00; voda 18,02 a dusík 28,01.