

Destylacja i rektyfikacja

Uwaga: Do rozwiązania niektórych zadań mogą być potrzebne wykresy!!!

1. Zmieszano 115 moli toluenu i 85 mol czterochloru węgla. Obliczyć ułamek molowy toluenu w cieczy oraz gęstość mieszaniny, jeżeli gęstość toluenu wynosi 870 kg/m^3 a czterochloru węgla 1630 kg/m^3 .

Odp.: $x_T = 0,571$; $\rho_M = 1173,7 \text{ kg/m}^3$

2. W 500 kg mieszaniny etanol-woda znajduje się po 250 kg każdego składnika. Ile wynosi ułamek molowy etanolu w mieszaninie? Jaki jest średni ciężar molowy mieszaniny i ile jest moli o tym średnim ciężarze w mieszaninie?

Odp.: $x_E = 0,282$; $M_M = 25,93 \text{ kg/kmol}$; $n_M = 19,3 \text{ kmol}$

3. Pod ciśnieniem 1013 hPa w procesie destylacji równowagowej z 10 kmoli/h mieszaniny zawierającej 40% mol. benzenu i 60% mol. kwasu octowego otrzymuje się destylat zawierający 65% mol. benzenu. Obliczyć strumień destylatu i skład cieczy wyczerpanej. Zależność równowagowa dla układu benzen - kwas octowy pod ciśnieniem 1013 hPa (wyrażona w ułamkach molowych) podana jest w poniższej tabeli:

x	0,00	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	0,97	0,99
y*	0,00	0,337	0,465	0,615	0,679	0,728	0,774	0,815	0,854	0,895	0,942	0,970	0,982	0,992

Odp.: $D = 3,792 \text{ kmol/h}$; $W = 6,208 \text{ kmol/h}$

4. Jaki będzie skład fazy parowej znajdującej się w stanie równowagi fizykochemicznej z cieczą zawierającą 40% mol. benzenu i 60% mol. toluenu, wrzącą w temperaturze 60°C ? (Mieszanina stosuje się do prawa Raoult'a).

Odp.: $y_A = 0,647$; $y_B = 0,353$

5. Z 10 kmol surówki etanol-woda zawierającej 50% mol. etanolu należy otrzymać na drodze destylacji pod ciśnieniem atmosferycznym ciecz wyczerpaną, zawierającą 0,05 ułamka molowego etanolu. Obliczyć ilość cieczy wyczerpanej i średni skład destylatu.

6. 4 kmol/h surowca heksan-toluen o zawartości 0,45 ułamka molowego składnika lotniejszego, wpływa do kolumny rektyfikacyjnej. surowiec jest cieczą wrzącą. Wyznaczyć liczbę pólki teoretycznych, jeżeli ułamek molowy cieczy wyczerpanej wynosi 0,2 i otrzymano 1,5 kmol/h destylatu. Stosunek orosienia wynosi 1,5.

Równowaga układu heksan-toluen																	
x	1	0,869	0,813	0,77	0,73	0,707	0,64	0,605	0,579	0,508	0,443	0,392	0,352	0,254	0,196	0,1	0
y	1	0,948	0,927	0,907	0,89	0,88	0,848	0,832	0,822	0,777	0,742	0,697	0,664	0,563	0,484	0,31	0

Odp.: $n_t = 3$

7. Z 300 kg/h surowca metanol-woda o ułamku masowym wody 0,67 należy otrzymać destylat o ułamku masowym metanolu 0,91, w ilości 100 kg/h. Obliczyć skład cieczy wyczerpanej, molowe natężenie przepływu oparów i cieczy w górnej i dolnej części kolumny oraz liczbę pólki teoretycznych w kolumnie. Surowiec podawany jest jako ciecz wrząca, a orosienie wynosi 1,5.

Równowaga układu metanol-woda															
x	1	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,06	0,04	0,02	0
y	1	0,979	0,958	0,915	0,870	0,825	0,779	0,729	0,665	0,579	0,418	0,304	0,230	0,134	0

Odp.: $x_W = 0,022$; $L = 5,01 \text{ kmol/h}$; $V = 8,35 \text{ kmol/h}$; $n_t = 5$

Inżynieria chemiczna - ćwiczenia

8. Do kolumny rektyfikacyjnej o działaniu ciągłym dopływa mieszanina benzen-chlorobenzen o zawartości 0,6 ułamka molowego benzenu. Równanie dolnej linii operacyjnej ma postać: $y = 2,25x - 0,125$, a równanie górnej linii operacyjnej: $y = 0,444x + 0,5$. Obliczyć skład i ilość kmoli destylatu i cieczy wyczerpanej uzyskanych z 1 kmola surowki oraz powrót minimalny i rzeczywisty. Współczynnik nadmiaru orosienia wynosi 1,2.

Równowaga układu benzen-chlorobenzen													
x	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05	0
y	1	0,980	0,955	0,920	0,880	0,825	0,750	0,650	0,515	0,430	0,320	0,185	0

Odp.: $D = 0,625$ kmol; $W = 0,375$ kmol; $R = 0,8$; $R_{\min} = 0,67$

9. Mieszanina alkoholu etylowego i wody w ilości 500 kmol/h jest dostarczana do kolumny rektyfikacyjnej w stanie cieczy wrzącej. Równanie linii operacyjnej górnej części kolumny ma postać: $y = 0,730x + 0,245$. Podać równanie linii operacyjnej dolnej części kolumny oraz skład cieczy wyczerpanej, jeśli rzędna punktu przecięcia obu linii operacyjnych wynosi 0,435, a strumień destylatu odbieranego z kolumny wynosi 100 kmol/h. Przyjmując, że współczynnik względnej lotności w tym układzie jest stały i wynosi 2,55 wyznaczyć graficznie minimalną liczbę pól teoretycznych oraz liczbę pól teoretycznych koniecznych do wykonania tego procesu.

Odp: $x_w = 0,098$, $y = 2,08 \cdot x - 0,10637$, $n_t = 9,41 - 1 = 8,41$, $n_{\min} = 4,86 - 1 = 3,86$

10. Strumień 24 kmol/h wrzącego roztworu dwuskładnikowego o stężeniu $x_s = 25\%$ molowych składnika lotniejszego dopływa do kolumny rektyfikacyjnej o działaniu ciągłym. Równanie linii operacyjnej górnej części kolumny ma postać: $y = 0,76 \cdot x + 0,19$. Strumień oparów wpływających do skraplacza wynosi $V = 26$ kmol/h. Rzeczywisty stosunek orosienia jest dwukrotnie większy od wartości minimalnej. Obliczyć: a) współczynnik względnej lotności dla surowca, b) składy i strumienie destylatu oraz cieczy wyczerpanej.

Odp.: $\alpha = 2,552$, $D = 6,24$ kmol/h, $x_D = 0,792$, $W = 17,76$ kmol/h, $x_w = 0,060$