

Osnovne operacije v KI – Termodifuzijske operacije – računski primeri

- V kontinuirno delujoči prežračevalni napravi volumna 50 m^3 povečujemo koncentracijo kisika v odpadni vodi od 2 mg/L na 6 mg/L . Oцени k_{La} , če znaša pretok vode $200 \text{ m}^3/\text{h}$ in je ravnotežna koncentracija kisika $C^* = 9 \text{ mg/L}$. Predpostavimo popolno pomešanje ter da se koncentracija kisika v zraku le malo spremeni.
- SO_2 odstranjujemo iz zraka, v katerem je njegova koncentracija $y_v = 0,0296$. Absorpcija se izvaja z vodo brez SO_2 ($x_v=0$) v protitočni koloni s polnilom višine 4 m . Molski tok plinske faze je $G = 6,8 \text{ kmol}/\text{hm}^2$, vodo napajamo na vrhu kolone s tokom $322 \text{ kmol}/\text{hm}^2$. Izračunaj število prestopnih enot n_G , in višino prestopne enote H_G , če je izstopna koncentracija SO_2 , $y_{iz} = 0,003$. Ravnotežje je podano z izrazom $y = 29,6x$. Predpostavi, da je raztopina SO_2 razredčena.
- Absorpcija CO_2 iz zmesi CO_2 in zraka v volumenskem razmerju $1:4$ poteka na protitočni absorpcijski koloni s polnilom pri tlaku 1 bar in temperaturi $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Pretok vode, ki že vsebuje $0,001 \text{ mol}\%$ raztopljenega CO_2 je $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$, pretok plina pa $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Molski delež CO_2 v izstopni vodi je $0,00015$. Nariši obratovno in ravnotežno črto. Na ravnotežni črti prikaži x_v^* in x_{iz}^* in oceni (izračunaj) njune vrednosti. $H_e(\text{CO}_2, 15 \text{ }^\circ\text{C}) = 1220 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- Določi konstante v enačbi adsorpcijske izoterme za naslednje eksperimentalne podatke:

C (mg/L)	0,1	0,5	1	2	5	10	50	100
q (mg/g)	0,91	3,33	5,00	6,66	8,33	9,09	9,80	9,90
- Diferencialno smo destilirali 5000 kg zmesi vode in etanola od $0,15 \text{ ut}\%$ do $0,05 \text{ ut}\%$ v ostanku. Kakšna je bila masa in sestava ostanka in destilata po končani destilaciji?

x(ut%)	0,025	0,05	0,07	0,12	0,16	0,22	0,31	0,39
y(ut%)	0,24	0,36	0,43	0,53	0,59	0,65	0,71	0,73
1/(y-x)	4,65	3,21	2,80	2,43	2,33	2,32	2,50	2,86
- Diferencialno destiliramo 100 kg alkohola z začetno sestavo $15 \text{ ut}\%$ do $3 \text{ ut}\%$. Kolikšna sta masa in sestava destilata, če lahko ravnotežno sestavo hlapov izrazimo kot $y = 2,5x + 0,02$?
- Vodno raztopino s $30 \text{ ut}\%$ alkohola diferencialno destiliramo toliko časa, da v destilatu dobimo $1/3$ začetne mase. Kakšni sta sestava destilata in destilacijskega ostanka, če lahko v tem območju koncentracij izrazimo utežno sestavo hlapov s funkcijo $y=4x$.
- Kotel napajamo s 100 kg/h zmesi etanol-voda, ki vsebuje $12 \text{ ut}\%$ etanola. Iz kotla odvajamo 85 kg/h destilacijskega ostanka, ki vsebuje še $2 \text{ ut}\%$ etanola. Izračunaj tok in sestavo destilata.
- Z direktno pregreto vodno paro s temperaturo $120 \text{ }^\circ\text{C}$ in tlakom 760 mm Hg moramo oddestilirati 10 kg amil alkohola ($\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$; $M = 88 \text{ g/mol}$) iz mešanice amil alkohola in 1 kg nehlapnih snovi ($c_p = 4,0 \text{ kJ/kgK}$) pri 760 mmHg . Kolikšna je potrebna količina vodne pare za ogrevanje (m_o) od $T_o = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ter spremljavo hlapov (m_s) amil alkohola, če predpostavimo 100% izkoristek.
 Amil alkohol: $c_p = 2,99 \text{ kJ/kgK}$, $\Delta H_{izp} = 520 \text{ kJ/kg}$
 Voda/para: $\Delta H_{kond} = 2480 - 2,1T \text{ (kJ/kg); } T \text{ (}^\circ\text{C)}$; $C_{p,pare} = 0,5 \text{ kJ/kgK}$

Parni tlak vode v odvisnosti od temperature

P(mm Hg)	10	20	40	60	102	196	400	760
T($^\circ\text{C}$)	11,3	22,2	34,1	41,5	50,2	60,6	80,3	100

Parni tlak amil alkohola v odvisnosti od temperature

P(mm Hg)	10	20	40	60	100	200	400	760
T(°C)	40,8	51,7	63,4	71,0	80,7	95,8	113,7	130,6

- Rektifikacijsko kolono napajamo z vrelo vodno raztopino metanola (20 mol%) s pretokom 15 kmol/h. Pri konstantnem gretju in refluksnem razmerju $R = 4$ je pretok hlapov 15 kmol/h, sestava destilacijskega ostanka pa 2 mol%. Kakšna sta pretok in sestava destilata. Kolikšno je teoretično število prekatov? Kolikšna naj bo višina polnila v koloni, če je HETP = 40 cm?
- Rektifikacijsko kolono napajamo z vrelo vodno raztopino metanola (17 mol%) s pretokom 20 kmol/h. Destilacijski ostanek odteka z 17 kmol/h in ima 4 mol% metanola. Kakšna sta pretok in sestava destilata.
- Laboratorijsko rektifikacijsko kolono napajamo s 144 mol/h raztopine s 20 mol% metanola in temperaturo 65 °C pri refluksnem razmerju $R = 3$. V destilatu dobimo 95 mol% metanola, v ostanku pa 5 mol%. Temperatura vrelišča napajalne zmesi je $T_{vr} = 81,7$ °C. Ocenili smo da znašajo v območju temperatur 65 – 81,7 °C podatki za izračun e črte:
Voda: $c_{p,H_2O} = 79,2$ J/molK, $\Delta H_{izp,H_2O} = 41,9$ kJ/mol
Metanol: $c_{p,CH_3OH} = 88,3$ J/molK, $\Delta H_{izp,CH_3OH} = 34,5$ kJ/mol
Grafično določi teoretsko število prekatov. Koliko znaša HETP, če je višina polnila 2,0 m?

Ravnotežni podatki za metanol pri tlaku 1 bar.

x(mol%)	0,0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
y(mol%)	0,0	27	42	52	58	67	73	78	83	87	92	96	98	100

- Za nalogo s prejšnjimi obratovalnimi parametri oceni toplotne izgube za naslednje podatke: Moč grelca v kotlu je 1500W. Destilat in destilacijski ostanek zapuščata kolono pri temperaturah vrelišč. Temperatura destilata je 65 °C: $c_{p,m} = 86,4$ J/molK, $c_{p,H_2O} = 79,2$ J/molK in temperatura destilacijskega ostanka 99 °C: $c_{p,m} = 89,6$ J/molK, $c_{p,H_2O} = 81,0$ J/molK. Hladilna voda v kondenzatorju odvede samo kondenzacijsko toploto destilata. Njen pretok je 80 kg/h, segreje pa se za 10 °C. ($c_p = 4,2$ kJ/kgK).
- V kolono priteka raztopina etanola in vode s 15% hlapnejše komponente s pretokom $F = 10$ kmol/h. Pri konstantnem gretju in $R = 3$ dobimo destilat $D = 3$ kmol/h. Koncentracija destilacijskega ostanka je $x_w = 3$ mol%. Na kolikšno vrednost moramo popraviti R , če želimo dobiti 20% manj destilata, pri tem pa znaša nova sestava destilacijskega ostanka $x_w = 4,5$ mol%. Kakšna je sestava destilata v novih pogojih?
- Primerjaj učinkovitost ekstrakcije raztopine s 5 g snovi v 100 ml vode s 150 ml organskega topila pri distribucijskem koeficientu $K = 10$ za:
 - ❖ enkratno ekstrakcijo
 - ❖ trikratno zaporedno ekstrakcijo s po 50 ml organskega topila.
- Encim α -amilazo ekstrahiramo iz vodne raztopine (V_t) z lažjim topilom (V_l). Za ta sistem je porazdelitveni koeficient 4,2. Izračunaj izkoristek za volumenski razmerji V_l/V_t je 5,0 in 0,5.
- V adiabatnem komornem sušilniku želimo v 5 urah osušiti 80 kg vlažne snovi od začetne vlažnosti 0,20 do končne vlažnosti 0,05. Sušimo v periodi konstantne sušilne hitrosti. Površina sušilnika znaša 2 m², koeficient snovnega prestopa pa 50 kgm⁻² h⁻¹. Sušimo z zrakom, ki ma pred vstopom v sušilnik absolutno vlažnost 0,005. Na katero temperaturo moramo segreti zrak v sušilniku?

- V adiabatnem komornem sušilniku želimo v periodi konstantne sušilne hitrosti v času 6 ur osušiti 200 kg vlažne snovi od začetne vlažnosti 0,35 na 0,10. Sušimo pri temperaturi 80 °C, koeficient snovnega prestopa znaša 90 kgm⁻² h⁻¹. Na kakšno površino moramo razgrniti material? Vstopnemu zraku smo s psihrometrom določili Ts = 22 °C in Tm =15 °C.
- V komornem sušilniku sušimo vlažno snov v periodi konstantne sušilne hitrosti 5 h pri temperaturi 60 °C. Psihrometer je pokazal Ts = 20 °C in Tm =15 °C. Koliko časa bi potrebovali za sušenje istega materiala do iste končne vlažnosti pri temperaturi 40 °C oziroma 80 °C.
- V adiabatnem komornem sušilniku želimo osušiti 200 kg vlažne snovi z začetno vlažnostjo 0,25 v periodi konstantne sušilne hitrosti do kritične vlažnosti 0,01 v 6 urah. Če je vlažnost zraka 0,01 in koeficient snovnega prestopa znaša 90 kgm⁻² h⁻¹, na kakšno površino moramo razgrniti material, če sušimo pri 70 °C. Koliko časa bi potekalo sušenje v periodi padajoče sušilne hitrosti do vlažnosti 0,002, če znaša ravnotežna vlažnost 0,001.
- S poskusom je bilo ugotovljeno, da je potrebno sušiti 4,5 h, da se material v periodi konstantne sušilne hitrosti osuši od začetne vlažnosti 0,30 do kritične vlažnosti 0,12. V kolikšnem času se bo isti material osušil od vlažnosti 0,25 do vlažnosti 0,07, če je ravnotežna vlažnost 0,03?
- Material z začetno vlažnostjo 0,36 sušimo 5 ur do končne vlažnosti 0,08. Koliko časa potrebujemo, da ga pri istih pogojih osušimo na vlažnost 0,05, če znaša kritična vlažnost 0,14 in ravnotežna vlažnost 0,03? Koliko znaša konstanta sušilnika?
- 100 m³ vodne raztopine sladkorja želimo koncentrirati za 10 krat v 5 urah. Pri danih pogojih je temperatura vrelišča raztopine 95 °C, na razpolago pa imamo paro s temperaturo 140 °C. Ocenjujemo, da je U = 600 W/m²K. Kakšna mora biti površina uparjalnika, če zanemariš toplotne izgube? Voda/para: ΔH_{izp}= 2480 – 2,1T (kJ/kg);T (°C); C_{p,pare} = 0,5 kJ/kgK.
- V uparjalniku s površino A = 10 m² želimo uparjati raztopino pri 100 °C. Ocenjujemo da je U = 400 W/m²K. Koliko pare pri 150 °C potrebujemo?