

5. PRŮTOČNÉ HOMOGENNÍ REAKTORY

Úloha 5-1	Diskontinuální a průtočný reaktor s pístovým tokem	2
Úloha 5-2	Protisměrné reakce oboustranně prvního řádu, výpočet přeměny	2
Úloha 5-3	Protisměrné reakce oboustranně prvního řádu v průtočném izotermním míchaném reaktoru	2
Úloha 5-4	Jednosměrná reakce v izotermním dokonale míchaném reaktoru	2
Úloha 5-5	Jednosměrná reakce v izotermním průtočném reaktoru s pístovým tokem	3
Úloha 5-6	Výkon vsádkového reaktoru, dokonale míchaného reaktoru a reaktoru s pístovým tokem	3
Úloha 5-7	Jednosměrná reakce druhého řádu v izotermním promíchávaném a ve vsádkovém reaktoru	3
Úloha 5-8	Ideálně míchaný homogenní reaktor	3
Úloha 5-9	Pístový a ideálně míchaný homogenní reaktor	4
Úloha 5-10	Izotermní homogenní reaktor s pístovým tokem	4
Úloha 5-11	Pístový a ideálně míchaný homogenní reaktor	4
Úloha 5-12	Pístový a ideálně míchaný homogenní reaktor	4
Úloha 5-13	Jednosměrná reakce v pístovém a dokonale míchaném reaktoru	5
Úloha 5-14	Reakce druhého řádu v ideálně promíchávaném reaktoru a v reaktoru s pístovým tokem	5
Úloha 5-15	Vratná reakce v dokonale míchaném reaktoru	5
Úloha 5-16	Dokonale míchaný reaktor a pístový reaktor	5
Úloha 5-17	Dokonale míchaný reaktor a pístový reaktor v sérii	6
Úloha 5-18	Dokonale míchaný reaktor	6
Úloha 5-19	Reakce v promíchávaném průtočném reaktoru	6
Úloha 5-20	Jednosměrná reakce v promíchávaném průtočném reaktoru	6
Úloha 5-21	Vratné reakce v průtočném reaktoru, výkon průtočného a míchaného reaktoru	7
Úloha 5-22	Reakce třetího řádu v průtočném reaktoru	7
Úloha 5-23	Následné reakce v průtočném reaktoru	7
Úloha 5-24	Vratné reakce v promíchávaných a pístových reaktorech	7
Úloha 5-25	Vratné reakce v pístovém a promíchávaném reaktoru	8
Úloha 5-26	Kaskáda promíchávaných reaktorů	8
Úloha 5-27	Ideálně promíchávaný reaktor a reaktor s pístovým tokem, kaskáda míchaných reaktorů	8
Úloha 5-28	Různé typy průtočných reaktorů	8
Úloha 5-29	Jednosměrná reakce prvního řádu v kaskádě, v promíchávaném a pístovém reaktoru	9
Úloha 5-30	Kaskáda dokonale míchaných reaktorů	9
Úloha 5-31	Kaskáda dokonale míchaných reaktorů	9
Úloha 5-32	Kaskáda dokonale míchaných reaktorů	9
Úloha 5-33	Porovnání adiabatického a izotermního reaktoru	10
Úloha 5-34	Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem	10
Úloha 5-35	Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem	10
Úloha 5-36	Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem	11
Úloha 5-37	Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem	11
Úloha 5-38	Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem	11
Úloha 5-39	Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem	12
Úloha 5-40	Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem	12

Úloha 5-1 Diskontinuální a průtočný reaktor s pístovým tokem

Při zahřívání sulfurylchloridových par v uzavřeném diskontinuálním reaktoru byly při 321°C a počátečním tlaku 101,325 kPa za půl hodiny rozloženy 4 % původně přítomného množství SO₂Cl₂. Disociace sulfurylchloridu



je reakce prvního řádu a není ovlivněna stěnami nádoby. Zpětná reakce je zanedbatelná. Vypočítejte, jak velký průtočný trubkový reaktor při nástřiku 0,5 mol čistého sulfurylchloridu za minutu budete při konstantním tlaku 101,325 kPa potřebovat pro dosažení stejného stupně přeměny. Předpokládejte, že v reaktoru dochází k pístovému toku reagující plynné směsi.

Výsledek: $V_R = 0,746 \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-2 Protisměrné reakce oboustranně prvního řádu, výpočet přeměny

Dimethylether prochází při teplotě 500°C a tlaku 102,5 kPa průtočným dokonale míchaným reaktorem o objemu 0,12 m³. Přitom se ether rozkládá prakticky nevratnou reakcí na methan, oxid uhelnatý a vodík. Do reaktoru se přivádí čistý ether rychlostí 5,52 g/min. Literatura udává rychlostní konstantu tohoto rozkladu vztahem

$$k_c / \text{s}^{-1} = 1,55 \cdot 10^{13} \cdot \exp\left(-\frac{29\,441}{T}\right)$$

Vypočítejte, z kolika procent se ether v reaktoru rozloží.

Výsledek: 22,8 %

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-3 Protisměrné reakce oboustranně prvního řádu v průtočném izotermním míchaném reaktoru

V průtočném izotermním míchaném reaktoru, do něhož se přivádí čistá složka A, probíhá při teplotě 623°C homogenní vratná reakce v plynné fázi, $\text{A} \rightleftharpoons \text{B}$ s šedesáti procentním výtěžkem. Jaký bude výtěžek reakce, proběhne-li tato reakce za jinak nezměněných podmínek v reaktoru 1,5 větším? Při 623°C je $\Delta_r G^\ominus = -17,23 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Výsledek: 67,684 %

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-4 Jednosměrná reakce v izotermním dokonale míchaném reaktoru

Jednosměrná reakce $\text{A}(\ell) \rightarrow \text{P}(\ell)$, pro kterou za dané teploty platí kinetická rovnice

$$r / (\text{mol m}^{-3} \text{ min}^{-1}) = -\frac{dc_A}{d\tau} = 5,08 \cdot 10^{-3} \cdot c_A^{1,27}$$

je prováděna v izotermním dokonale promíchávaném průtočném reaktoru, který má objem 6 m³. Vypočítejte jakou rychlost nástřiku (m³ h⁻¹) je třeba zvolit, aby bylo při vstupní koncentraci látky A $c_{A0} = 1,6 \text{ mol dm}^{-3}$ dosaženo konverze 90 %.

Výsledek: $F_V = 0,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-5 Jednosměrná reakce v izotermním průtočném reaktoru s pístovým tokem

Kinetika reakce $A + B = 2 P$ je popsána rychlostní rovnicí

$$-\frac{dc_A}{d\tau} = k_c \cdot c_A \cdot c_B$$

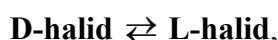
Rychlostní konstanta má při dané teplotě hodnotu $k_c = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Vypočtete konverzi, jaké bude dosaženo při nástřiku $1,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ směsi o koncentracích $c_{A0} = c_{B0} = 1,5 \text{ mol dm}^{-3}$ do reaktoru tvořeného svazkem šedesáti trubek, z nichž každá má vnitřní průměr 22 mm a délku 6 m. Předpokládejte pístový tok reagující směsi reaktorem, podélnou difuzi a tlakový spád v reaktoru zanedbejte.

Výsledek: $\alpha_A = 0,947$

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-6 Výkon vsádkového reaktoru, dokonale míchaného reaktoru a reaktoru s pístovým tokem

Racemizace opticky aktivního halidu v roztoku,



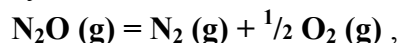
je reakce prvního řádu v obou směrech. Rychlostní konstanta přímé reakce má stejnou hodnotu jako rychlostní konstanta reakce zpětné, $k_c = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. Porovnejte výkon diskontinuálního reaktoru, ideálně promíchávaného reaktoru a reaktoru s pístovým tokem při stupni přeměny $\alpha = 0,1$.

Výsledek: $N_{\text{vsádkový}} = 0,0613 \text{ h}^{-1}$, $N_{\text{míchaný}} = 0,0542 \text{ h}^{-1}$

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-7 Jednosměrná reakce druhého řádu v izotermním promíchávaném a ve vsádkovém reaktoru

Rozklad oxidu dusného na dusík a kyslík,



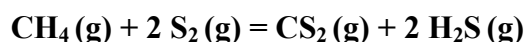
probíhá při teplotě 895°C a konstantním tlaku 100 kPa v průtočném dokonale míchaném izotermním reaktoru objemu 5 dm^3 . Rozklad oxidu dusného probíhá jako reakce druhého řádu a rychlostní konstanta má při dané teplotě hodnotu $0,977 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Zpětná reakce je zanedbatelná. Vypočítejte, kolik molů čistého oxidu dusného za hodinu má být uváděno do průtočného reaktoru, aby bylo dosaženo stejného stupně přeměny jako v případě kdy rozklad oxidu dusného byl prováděn ve vsádkovém reaktoru při stejné teplotě a počátečním tlaku 100 kPa tak dlouho, až celkový tlak dosáhl hodnoty 140 kPa.

Výsledek: $F \cdot (n_{N_2O})_0 = 0,0476 \text{ mol h}^{-1}$]

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-8 Ideálně míchaný homogenní reaktor

Reakce mezi methanem a parami síry



probíhá při vyšších teplotách jako homogenní reakce druhého řádu (prvního řádu vzhledem k oběma složkám). Pro teplotní závislost rychlostní konstanty je v literatuře uváděn vztah

$$k_{c(CH_4)} / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ h}^{-1}) = 4,9 \cdot 10^{12} \cdot \exp\left(-\frac{17313}{T}\right)$$

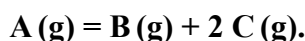
Na základě tohoto údaje vypočtete objem dokonale promíchávaného reaktoru potřebný k dosažení padesátiprocentní přeměny methanu na sirouhlík, provádíme-li reakci při 600°C a uvádíme-li do reaktoru 10 molů methanu a 20 molů páry dvouatomové S_2 za hodinu při celkovém tlaku 108 kPa.

Výsledek: $V_R = 33,9 \text{ dm}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 📊 + Excel , 🍁 + Maple

Úloha 5-9 Pístopvý a ideálně míchaný homogenní reaktor

Látka A se rozkládá jednosměrnou reakcí podle schématu



Rychlostní konstanta reakce je dána vztahem

$$k_c / (\text{min}^{-1}) = 1,98 \cdot 10^{13} \cdot \exp\left(-\frac{29120}{T}\right)$$

Určete, kolik molů látky C za hodinu může být vyrobeno v dokonale promíchávaném izotermním reaktoru o objemu $6,2 \text{ dm}^3$, do něhož je přiváděno 10 molů látky A za hodinu. Reakce probíhá při teplotě 640°C a konstantním tlaku $101,3 \text{ kPa}$. Kolik molů látky C by bylo vyrobeno za jednu hodinu v průtočném reaktoru s pístopvým tokem téhož objemu?

Výsledek: $(F \cdot n_C)_{\text{míchaný}} = 2,066 \text{ mol C/h}$, $(F \cdot n_C)_{\text{pístopvý}} = 2,336 \text{ mol C/h}$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-10 Izotermní homogenní reaktor s pístopvým tokem

V průtočném izotermním reaktoru s pístopvým tokem má být vyráběn kyanovodík rozkladem methylaminu. Rozklad je prakticky jednosměrnou reakcí



Pro teplotní závislost rychlostní konstanty rozkladu platí vztah

$$k_c / (\text{s}^{-1}) = 3,3 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(-\frac{242690}{RT}\right)$$

Nástřík 124 kg h^{-1} je tvořen čistým methylaminem. Vypočítejte, jakého objemu reaktoru je zapotřebí, abychom při teplotě 900 K a tlaku 200 kPa produkovali $70,2 \text{ kg HCN}$ za hodinu.

Výsledek: $V_R = 28,391 \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-11 Pístopvý a ideálně míchaný homogenní reaktor

Největší průtočný promíchávaný reaktor, který máte pro realizaci předchozího problému k dispozici, má objem 30 m^3 .

(a) Stačí tato velikost reaktoru pro dosažené stejného stupně přeměny?

(b) Jestliže zjistíte, že objem 30 m^3 je nedostačující, vypočítejte, jak velký průtočný dokonale míchaný reaktor je nutno ještě za tento první reaktor zařadit, abychom dosáhli stejného stupně přeměny jako v úloze 5-10.

Výsledek: (a) Nestačí, byl by potřeba $V_R = 65,57 \text{ m}^3$; (b) $V_{R1} = 30 \text{ m}^3$, $V_{R2} = 15,6 \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-12 Pístopvý a ideálně míchaný homogenní reaktor

Teplotní závislost rychlostní konstanty reakce $2 A(g) \rightarrow 3 B(g) + C(g)$, je dána vztahem

$$k_c / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}) = 2,35 \cdot 10^7 \cdot \exp\left(-\frac{120500}{RT}\right)$$

Určete, kolik molů B lze vyrobit za osmihodinovou pracovní směnu v průtočném izotermním reaktoru o objemu 150 dm^3 při teplotě 800 K , konstantním tlaku 170 kPa a nástříku 50 mol čisté A za hodinu

(a) v uspořádání s pístopvým tokem reagujících látek

(b) v případě ideálního promíchávání reakční směsi

Výsledek: (a) $404,7 \text{ mol B}$ za 8 hodin, (b) 300 mol B za 8 hodin

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-13 Jednosměrná reakce v pístovém a dokonale míchaném reaktoru

Rozklad fosfanu, probíhající podle rovnice $4 \text{PH}_3(\text{g}) = \text{P}_4(\text{g}) + 6 \text{H}_2(\text{g})$, je prakticky jednosměrnou reakcí prvního řádu. Pro teplotní závislost rychlostní konstanty této reakce byla v literatuře nalezena rovnice

$$\log(k_c(\text{PH}_3)/\text{s}^{-1}) = 12,1286 + 2 \cdot \log T - \frac{18\,963}{T}$$

Do reaktoru přivádíme nástřík $3,41 \text{ kg h}^{-1}$, tvořený směsí 50 mol.% PH_3 a 50 mol.% N_2 (inert). Rozklad má probíhat izotermně při teplotě 945 K a tlaku 150 kPa. Jaký objem reaktoru je třeba projektovat (a) pro uspořádání s pístovým tokem, (b) pro ideálně promíchávané uspořádání, chceme-li dosáhnout 50 %ní přeměny fosfanu?

Výsledek: $V_{R,\text{píst}} = 0,119 \text{ m}^3$, $V_{R,\text{mích}} = 0,1845 \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-14 Reakce druhého řádu v ideálně promíchávaném reaktoru a v reaktoru s pístovým tokem

Rozklad $2 \text{NO}_2(\text{g}) = 2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ je reakcí druhého řádu. Při teplotě 873 K má rychlostní konstanta hodnotu $k_c(\text{NO}_2) = 30,2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$. Vypočítejte, jak velkého reaktoru (a) ideálně promíchávaného, (b) s pístovým tokem je zapotřebí, abychom dosáhli 60 %ní přeměny NO_2 při nástříku 6,9 kg čistého NO_2 za hodinu. Reakce probíhá za konstantního tlaku 130 kPa.

Výsledek: (a) $V_{R,\text{mích}} = 1,6356 \text{ m}^3$, (b) $V_{R,\text{píst}} = 1,2643 \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-15 Vratná reakce v dokonale míchaném reaktoru

V průtočném izotermním dokonale míchaném reaktoru probíhá při teplotě 700 K a konstantním tlaku 132 kPa homogenní vratná reakce $\text{A} \rightleftharpoons \text{R} + \text{S}$ (přímá reakce prvního řádu, zpětná reakce druhého řádu). Do reaktoru přivádíme čistou složku A, směs opouštějící reaktor obsahuje 43 mol.% složky A. Kolikrát je třeba zvětšit objem reaktoru, aby za jinak nezměněných podmínek klesl obsah A v konečné směsi na 25 mol.%? Data (standardní stav: čistá složka ve stavu ideálního plynu při tlaku $p^{\text{st}} = 100 \text{ kPa}$):

	A(g)	R(g)	S(g)
$\Delta_{\text{sl}}H^\ominus$ (298 K) / (kJ mol ⁻¹)	31826,4	-67253,2	37525,9
S^\ominus (298 K) / (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	306,2	68,4	159,0
$C_{p,m}$ / (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	78,2	44,3	33,9

Výsledek: $V_{R2}/V_{R1} = 3,155$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-16 Dokonale míchaný reaktor a pístový reaktor

Jednosměrná reakce $\text{A}(\text{l}) = \text{B}(\text{l})$, realizovaná v izotermním průtočném ideálně promíchávaném reaktoru, se řídí kinetickou rovnicí

$$r_A / (\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}) = 1,2197 \cdot 10^{-3} \cdot c_A^{1,5}$$

(a) Vypočítejte nástřík (v $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$), při němž bude při vstupní koncentraci $c_{A0} = 0,71 \text{ mol dm}^{-3}$ v reaktoru objemu 5 m^3 dosaženo konverze 60 %.

(b) Jakého stupně přeměny by bylo dosaženo v reaktoru s pístovým tokem, který má stejný výkon jako výše uvedený míchaný reaktor?

Výsledek: (a) $F_V = 7,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, (b) $\alpha = 0,791$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-17 Dokonale míchaný reaktor a pístový reaktor v sérii

Pro realizaci jednosměrné reakce prvního řádu $A = P$ v průtočném uspořádání máme k dispozici jeden reaktor s pístovým tokem a jeden reaktor ideálně promíchávaný, oba o stejném objemu 200 dm^3 . Pro nástřik $0,004 \text{ m}^3$ za minutu hledáme takové uspořádání, ve kterém bude dosaženo vyššího stupně přeměny. Rychlostní konstanta reakce má hodnotu $k_c = 1,15 \text{ h}^{-1}$. Určete, která ze dvou možných variant zapojení obou reaktorů v sérii je výhodnější:

(a) jako první reaktor s pístovým tokem, jako druhý reaktor míchaný, nebo (b) jako první reaktor ideálně míchaný a za ním reaktor s pístovým tokem.

Výsledek: $\alpha_2 = 1 - \frac{F_V \cdot e^{-(V_R \cdot k_c)/F_V}}{V_R \cdot k_c + F_V}$; (a) $\alpha_1 = 0,6165$; $\alpha_2 = 0,8042$ (b) $\alpha_1 = 0,4894$; $\alpha_2 = 0,8042$

Výsledný stupeň přeměny je stejný u obou uspořádání, na uspořádání nezáleží

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-18 Dokonale míchaný reaktor

Jod může být produkován rozkladem jodovodíku podle rovnice



Rychlostní konstanta přímé reakce je $k_{c(\text{HI})} = 1,317 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$ při 393°C a tlaku $102,6 \text{ kPa}$. Rovnovážná konstanta má za těchto podmínek hodnotu $K_a = 0,01714$. Rozkladný proces má být prováděn za dané teploty a tlaku v průtočném dokonale promíchávaném reaktoru. Do reaktoru se nastříkují 2 moly jodovodíku za hodinu. Je možno předpokládat ideální chování plynné směsi. Vypočítejte objem reaktoru potřebný k dosažení konverze rovné osmdesáti procentům konverze rovnovážné.

Výsledek: $V_R = 4,17 \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-19 Reakce v promíchávaném průtočném reaktoru

V reaktoru s pístovým tokem o objemu 200 dm^3 probíhá prakticky jednosměrná reakce $A \rightarrow R$, pro jejíž kinetiku byla při dané teplotě nalezena rovnice

$$r/(\text{mol dm}^3 \text{ min}^{-1}) = -\frac{dc_A}{d\tau} = 1,6 \cdot c_A^{0,76}$$

Vypočítejte stupeň přeměny výchozí látky A, bude-li do reaktoru za minutu nastříkováno 400 dm^3 směsi o koncentraci $c_{A0} = 1,25 \text{ mol dm}^{-3}$.

Výsledek: $\alpha = 0,567$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-20 Jednosměrná reakce v promíchávaném průtočném reaktoru

Paramin vzniká z amidu kyseliny linoleové prakticky jednosměrnou reakcí druhého řádu $A = P$. Při teplotě 8°C byla stanovena hodnota rychlostní konstanty $k_c = 7 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Pro výrobu paraminu byl navržen průtočný dokonale promíchávaný kotol, ve kterém se zpracovává 100 dm^3 roztoku kyseliny linoleové o koncentraci $1,5 \text{ mol dm}^{-3}$ za hodinu a dosahuje se konverze 52 %. V určitých obdobích bylo zjištěno, že dosahovaná konverze klesá na 51 %. Šetřením se podařilo objevit příčinu. Pracovníci využívali nízké teploty v reaktoru a ukládali si do kotle k vychlazení osvěžující nápoje.

(a) Vypočítejte projektovaný objem reaktoru.

(b) Vypočítejte objem cizího tělesa v reaktoru.

(c) Odhadněte, který z osvěžujících nápojů byl v reaktoru uložen: láhev kofoly, jedno štěně (tj. 25-ti litrový soudek s pivem), nebo 7 půllitrových lahví piva?

Výsledek: (a) $V_1 = 59,707 \text{ dm}^3$, (b) $\Delta V = 3,523 \text{ dm}^3$ (c) 7 lahví piva

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-21 Vratné reakce v průtočném reaktoru, výkon průtočného a míchaného reaktoru

Rychlostní konstanta přímé reakce při izomeraci oboustranně prvního řádu, $\mathbf{B}(\mathbf{g}) \rightleftharpoons \mathbf{S}(\mathbf{g})$, má hodnotu $k_{c+} = 0,0025 \text{ s}^{-1}$. Stupeň přeměny v rovnováze je $\alpha_{\text{rov}} = 0,65$.

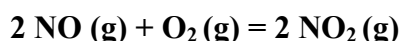
- (a) S jakým nástřikem lze dosáhnout v reaktoru s pístovým tokem o objemu $1,51 \text{ dm}^3$ stupně přeměny $\alpha = 0,5$?
- (b) Posuďte (a dokažte výpočtem), zda by nebylo výhodnější použít místo reaktoru s pístovým tokem reaktoru dokonale promíchávaného.

Výsledek: (a) $F_{V,\text{pístový}} = 3,96 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$, (b) $N_{\text{pístový}} = 2,6225 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1} > N_{\text{míchaný}} = 1,154 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-22 Reakce třetího řádu v průtočném reaktoru

Oxidace oxidu dusného



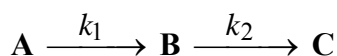
je reakcí druhého řádu vzhledem k NO a prvního řádu vzhledem ke kyslíku. Rychlostní konstanta pochodu při 30°C má hodnotu $k_{c(\text{O}_2)} = 2,7 \cdot 10^4 \text{ m}^6 \text{ kmol}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Vypočítejte objem reaktoru (a) dokonale promíchávaného, (b) s pístovým tokem, jehož je zapotřebí, abychom při nástřiku 184 kg stechiometrické směsi NO a O_2 za hodinu dosáhli 50 %ní přeměny. Reakce probíhá za konstantního tlaku 120 kPa.

Výsledek: (a) $V = 2,98 \text{ dm}^3$, (b) $V = 1,366 \text{ dm}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-23 Následné reakce v průtočném reaktoru

Následné reakce



se řídí v obou stupních kinetikou prvního řádu. Za dané teploty mají rychlostní konstanty hodnoty $k_1 = 0,1 \text{ min}^{-1}$ a $k_2 = 0,08 \text{ min}^{-1}$. Reakce probíhá v reaktoru s pístovým tokem objemu 100 dm^3 . Nástřik je tvořen roztokem látky A. Vypočítejte

- (a) nástřik, při kterém bude dosaženo konverze výchozí látky $\alpha = 0,32$,
- (b) molární zlomek meziproductu v reakční směsi opouštějící reaktor,
- (c) nástřik, při kterém by bylo dosaženo stejné konverze výchozí látky v průtočném ideálně promíchávaném reaktoru o objemu 100 dm^3 ,
- (d) molární zlomek meziproductu v konečné směsi, vycházející z průtočného míchaného reaktoru (varianta c).

Výsledek: (a) $F_V = 25,93 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$, (b) $x_B = 0,2726$, (c) $F_V = 21,21 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$, (d) $x_B = 0,2325$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-24 Vratné reakce v promíchávaných a pístových reaktorech

Izomerace $\mathbf{A}(\mathbf{g}) \rightleftharpoons \mathbf{B}(\mathbf{g})$ je reakcí prvního řádu v obou směrech. Při teplotě 180°C bylo v diskontinuálním reaktoru za 120 s dosaženo 50 %ní přeměny, rovnováha se ustavuje při stupni přeměny $\alpha_{\text{rov}} = 0,7$. Při teplotě 100°C má rychlostní konstanta přímé reakce hodnotu $k_{c+} = 0,072 \text{ min}^{-1}$, rovnovážný stupeň přeměny při této teplotě je $\alpha_{\text{rov}} = 0,4$. Vypočítejte

- (a) rychlostní konstantu přímé a zpětné reakce při teplotě 180°C ,
- (b) střední aktivační energii přímé reakce,
- (c) stupeň přeměny, kterého bude dosaženo při teplotě 100°C v sérii dvou reaktorů stejného objemu 250 cm^3 ; v prvním dochází k pístovému toku reagující směsi, druhý je ideálně promíchávaný. Do soustavy nastříkujeme 2 dm^3 látky A za hodinu.

Výsledek: (a) $(k_{c+})_2 = 7,308 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, $(k_{c-})_2 = 3,132 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, (b) $E_+^* = 31,75 \text{ kJ mol}^{-1}$ (c) $\alpha_{\text{II}} = 0,3559$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-25 Vratné reakce v pístovém a promíchávaném reaktoru

Jak velkým jediným reaktorem (a) s pístovým tokem, (b) ideálně promíchávaným by bylo možno nahradit sérii dvou reaktorů, navrhovanou v úloze 5-24c, abychom dosáhli stejného stupně přeměny?

Výsledek: (a) $V_{\text{píst}} = 0,4083 \text{ dm}^3$, (b) $V_{\text{mích}} = 1,4945 \text{ dm}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-26 Kaskáda promíchávaných reaktorů

V kaskádě dvou průtočných ideálně promíchávaných reaktorů probíhá za konstantní teploty prakticky jednosměrná reakce $\mathbf{B} \rightarrow \mathbf{P}$. Její rychlost je dána rovnicí

$$r/(\text{mol dm}^3 \text{ h}^{-1}) = -\frac{dc_{\text{B}}}{d\tau} = 125 \cdot c_{\text{B}}^2$$

Každý z reaktorů má objem 100 dm^3 . Do kaskády je nastříkováno $300 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$ směsi o vstupní koncentraci 2 mol dm^{-3} látky B. Vypočtěte koncentraci látky B na výstupu z druhého členu kaskády.

Výsledek: $c_{\text{B}2} = 0,0596 \text{ mol dm}^{-3}$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-27 Ideálně promíchávaný reaktor a reaktor s pístovým tokem, kaskáda míchaných reaktorů

Rozklad $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{R}$, se řídí kinetickou rovnicí druhého řádu

$$r_{\text{A}}/(\text{mol dm}^{-3} \text{ h}^{-1}) = -\frac{dc_{\text{A}}}{d\tau} = 0,418 \cdot c_{\text{A}}^2$$

- Vypočtěte objem reaktoru s pístovým tokem, ve kterém bude při nástřiku $100 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$ o koncentraci $c_{\text{A}0} = 0,4 \text{ mol dm}^{-3}$ dosaženo konverze 90 %.
- Jaký by byl objem průtočného dokonale promíchávaného reaktoru, potřebný pro dosažení stejné konverze?
- Jsou-li k dispozici průtočné míchané reaktory o objemu 5 m^3 , vypočtěte, kolik těchto reaktorů je třeba zařadit za sebou do kaskády, aby bylo při uvedeném nástřiku dosaženo 90 %ní konverze.

Výsledek: (a) $V_{\text{R}} = 5,383 \text{ m}^3$, (b) $V_{\text{R}} = 53,83 \text{ m}^3$, (c) tři reaktory

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-28 Různé typy průtočných reaktorů

Pro izomeraci jistého uhlovodíku při teplotě 800 K a tlaku 100 kPa je potřeba navrhnout takové experimentální uspořádání, v němž by se při daném objemu dosáhlo maximálního stupně přeměny. Uvažujte tyto možnosti:

- trubkový reaktor o vnitřním průměru 4 cm a délce 12 m (pístový tok),
- svazek tří trubek, každá o vnitřním průměru 4 cm a délce 4 m (pístový tok),
- kaskáda tvořená třemi trubkovými reaktory, každý o vnitřním průměru 4 cm, délce 4 m (pístový tok),
- ideálně míchaný reaktor stejného objemu jako reaktor trubkový v případě (a),
- kaskáda tří ideálně míchaných reaktorů, z nichž každý má objem stejný jako jeden člen kaskády pístových reaktorů v bodě (c).

Uhlovodík je do reaktoru nastříkovan rychlostí $3,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ (měřeno při teplotě 273,15 K a tlaku 100 kPa). Rychlostní konstanta izomerace je $k_c = 0,56 \text{ s}^{-1}$. Reakce je prakticky jednosměrná.

Výsledek: (a) $\alpha = 0,9349$, (b) $\alpha = 0,9349$, (c) $\alpha_3 = 0,9349$, (d) $\alpha_3 = 0,732$, (e) $\alpha_3 = 0,8566$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-29 Jednosměrná reakce prvního řádu v kaskádě, v promíchávaném a pístovém reaktoru

Reakce $A = R$, kterou je možno považovat za jednosměrnou, je prováděna izotermně v kaskádě dvou průtočných ideálně promíchávaných reaktorů stejného objemu, 50 dm^3 . Rychlostní konstanta pochodu má hodnotu $0,05 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Do kaskády je nastříkováno $0,25 \text{ m}^3/\text{h}$ směsi o vstupní koncentraci 4 mol dm^{-3} látky A.

(a) Vypočtete koncentraci látky A na výstupu z druhého členu kaskády.

(b) Porovnejte takto dosaženou konverzi látky A s konverzí, které bychom dosáhli v jediném reaktoru objemu 100 dm^3 (i) ideálně promíchávaném, (ii) s pístovým tokem.

Které uspořádání je nejvýhodnější?

Výsledek: (a) $c_{A2} = 0,197 \text{ mol dm}^{-3}$;

(b) $\alpha_{A,\text{pístový}} = 0,988 > \alpha_{A,\text{kaskáda}} = 0,951 > \alpha_{A,\text{michaný}} = 0,9$ – pístový je nejvýhodnější

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 🧮 + Excel , 🧮 + Maple

Úloha 5-30 Kaskáda dokonale míchaných reaktorů

Pro realizaci prakticky jednosměrné reakce $A \rightarrow R$ máme k dispozici dva míchané reaktory o objemech 50 a 100 dm^3 , které chceme zapojit v průtočném uspořádání do série. Rychlostní konstanta má hodnotu $90 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Do kaskády má být nastříkováno za hodinu 150 dm^3 směsi o koncentraci $c_{A0} = 0,2 \text{ mol dm}^{-3}$. Rozhodněte, při kterém zapojení bude dosaženo vyšší konverze:

(a) první reaktor 100 dm^3 , druhý reaktor 50 dm^3 , nebo obráceně

(b) první reaktor 50 dm^3 , druhý reaktor 100 dm^3 .

Výsledek: (a) $\alpha = 0,86285$, (b) $\alpha = 0,86987$

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 🧮 + Excel , 🧮 + Maple

Úloha 5-31 Kaskáda dokonale míchaných reaktorů

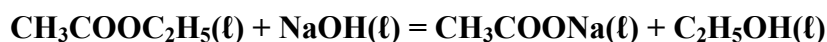
Rozklad látky A je jednosměrnou reakcí prvního řádu, $A \rightarrow B$. Určete objem průtočného dokonale promíchávaného reaktoru, který je nutný k dosažení 50 %ní přeměny výchozí látky za těchto podmínek: reakce probíhá při teplotě 500°C , rychlostní konstanta rozkladu má při této teplotě hodnotu $k_c = 0,008 \text{ s}^{-1}$ a nástřík plynné směsi, obsahující 64 mol.% A (zbytek inertní plyn) je $108 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Kolik takových reaktorů by bylo zapotřebí zařadit za sebou, aby se dosáhlo přeměny minimálně 95 %?

Výsledek: $V_R = 3,75 \text{ m}^3$, 5 reaktorů

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 🧮 + Excel , 🧮 + Maple

Úloha 5-32 Kaskáda dokonale míchaných reaktorů

Rychlostní konstanta zmýdelňování ethylacetátu



má při určité teplotě hodnotu $k_c = 1,04 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Porovnejte stupeň přeměny výchozích látek, jehož se dosáhne

(a) v průtočném ideálně promíchávaném reaktoru (objem V_R),

(b) v trubkovém reaktoru s pístovým tokem reagujících látek (stejný objem V_R),

(c) v kaskádě tří ideálně promíchávaných reaktorů stejného objemu ($V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = \frac{1}{3} V_R$),

(d) v kaskádě tří reaktorů s pístovým tokem stejného objemu ($V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = \frac{1}{3} V_R$).

Všechna uspořádání mají stejný výkon, $N = F_V/V_R = 0,6 \text{ h}^{-1}$. Koncentrace acetátu a hydroxidu v nástříku jsou stejné, $0,15 \text{ mol dm}^{-3}$.

Výsledek: (a) $\alpha_{\text{mich}} = 0,37069$, (b) $\alpha_{\text{píst}} = 0,48347$, (c) $\alpha_{\text{kaskáda 3}} = 0,43614$, (d) $\alpha = 0,48347$

Řešení: 🧮 + kalkulačka , 🧮 + Excel , 🧮 + Maple

Úloha 5-33 Porovnání adiabatického a izotermního reaktoru

Jednosměrné reakce (I) $A = R$ a (II) $A = S$ se mají realizovat v průtočném reaktoru, jehož obsah je dokonale promícháván. Posuďte, kterou z reakcí bude výhodnější provádět v adiabatickém a kterou v izotermním uspořádání. V obou případech vstupuje látka A do reaktoru při teplotě 500 K a při stejném tlaku a stejné rychlosti nástřiku se má dosahovat šedesátiprocentní přeměny složky A. Látky A, B a C mají v uvažovaném oboru teplot stejné hodnoty středních tepelných kapacit ($C_{pm} = 20 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) a obě reakce mají stejnou teplotní závislost rychlostní konstanty:

$$k / \text{h}^{-1} = 6 \cdot 10^6 \cdot \exp\left(-\frac{15\,300}{T}\right)$$

Při teplotě 300 K mají reakční tepla tyto hodnoty:

$$\Delta_r H_I^\ominus = 4 \text{ kJ mol}^{-1}, \quad \Delta_r H_{II}^\ominus = -4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Výsledek: reakce (1) $V_{R, \text{izo}} < V_{R, \text{ad}}$, reakce (2) $V_{R, \text{izo}} > V_{R, \text{ad}}$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 🧮 + Excel, 🧮 + Maple

Úloha 5-34 Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem

Reakci $A(g) = B(g) + 1/2 C(g)$ je možno považovat za prakticky jednosměrnou. Teplotní závislost rychlostní konstanty této reakce je dána vztahem

$$k_c / \text{s}^{-1} = 3,9 \cdot 10^{10} \cdot \exp\left(-\frac{200\,500}{RT}\right)$$

Reakci chceme provádět v adiabatickém průtočném reaktoru. Zjistěte potřebný objem reaktoru

(a) pro ideálně promíchávané uspořádání,

(b) pro uspořádání s pístovým tokem

pro nástřik čisté složky A v množství 20 mol/h při teplotě 600 K a tlaku 170 kPa, jestliže z reaktoru chceme odvádět 8 molů složky B za hodinu. Data:

	A(g)	B(g)	C(g)
$\Delta_{sl} H^\ominus (300 \text{ K}) / (\text{kJ mol}^{-1})$	-17	35	-264
$C_{pm} / (\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$	122	65	160

Výsledek: (a) $0,02451 \text{ m}^3$, (b) $34,07 \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 🧮 + Excel, 🧮 + Maple

Úloha 5-35 Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem

Teplotní závislost rychlostní konstanty reakce $A(g) + B(g) = R(g)$ je dána vztahem

$$k_c / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}) = 1,2 \cdot 10^9 \cdot \exp\left(-\frac{105\,620}{RT}\right)$$

Jaký objem průtočného adiabatického reaktoru (a) ideálně promíchávaného, (b) s pístovým tokem bychom potřebovali, máme-li při nástřiku 30 mol směsi (10 mol A + 20 mol B) za hodinu, který vstupuje do reaktoru při teplotě 650 K a tlaku 220 kPa, vyrábět 4 moly R za hodinu. Data:

	A(g)	B(g)	R(g)
$\Delta_{sl} H^\ominus (300 \text{ K}) / (\text{kJ mol}^{-1})$	-120	-147	-260
$C_{pm} / (\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$	42	24	36

Výsledek: (a) $V_{R, \text{michaný}} = 7,5587 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$,

(b) $V_{R, \text{pistový}} = 7,5445 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 🧮 + Excel, 🧮 + Maple

Úloha 5-36 Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem

V průtočném adiabatickém reaktoru je prováděna vratná izomerace $A(g) \rightleftharpoons i-A(g)$. Teplotní závislost rovnovážné konstanty je dána vztahem

$$\ln K = -9,502 + \frac{4124}{T}$$

pro rychlostní konstantu přímé reakce platí

$$k_{c+}/s^{-1} = 1,3 \cdot 10^{14} \cdot \exp\left(-\frac{132\,220}{RT}\right)$$

Do reaktoru přivádíme čistou složku A ($M = 160$ g/mol) v množství 3,2 kg/h při teplotě 500 K a tlaku 110 kPa. Vypočítejte objem reaktoru potřebný k tomu, abychom mohli produkovat 6 molů izomeru $i-A$ za hodinu. Termodynamická data:

	$\Delta_{sl}H^\ominus$ (300 K) / (kJ mol ⁻¹)	C_{pm} / (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
A (g)	156	78
$i-A$ (g)	172	92

Úlohu řešte pro případ, že (a) v reaktoru dochází k pístovému toku reagujících látek (b) obsah reaktoru je dokonale promícháván.

V kterém případě bychom dosáhli většího výkonu zařízení?

Výsledek: (a) $V_{R,michaný} = 10,27$ dm³,

(b) $V_{R,pistový} = 1,77$ dm³; $N_{pistový} > N_{michaný}$ ($N_{michaný} = 93,4 \cdot F_V$; $N_{pistový} = 565 \cdot F_V$)

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-37 Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem

Reakce $A(g) \rightleftharpoons R(g) + S(g)$ je reakcí prvního řádu v přímém směru, zpětná reakce je druhého řádu. Rovnovážná konstanta je dána vztahem

$$\ln K = -1,93 + \frac{2406}{T}$$

teplotní závislost rychlostní konstanty přímé reakce se řídí rovnicí

$$k_{c+}/s^{-1} = 5,4 \cdot 10^7 \cdot \exp\left(-\frac{154\,320}{RT}\right)$$

Vypočítejte potřebný objem reaktoru (a) s pístovým tokem, (b) ideálně promíchávaného,

uvádíme-li do reaktoru 1,28 kg/h čisté složky A ($M = 80$ g/mol) při teplotě 600 K a chceme-li při průchodu reaktorem dosáhnout 40 %ní přeměny. Reakce probíhá při konstantním tlaku 200 kPa. Standardní stav: čistá složka ve stavu ideálního plynu při $p^{st} = 100$ kPa.

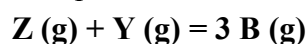
	A(g)	R(g)	S(g)
$\Delta_{sl}H^\ominus$ (300 K) / (kJ mol ⁻¹)	-112	203	-342
C_{pm} / (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	172	68	122

Výsledek: (a) $V_{R,pistový} = 11,654$ m³, (b) $V_{R,michaný} = 6,036$ m³

Řešení: 🧮 + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-38 Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem

V průtočném adiabatickém reaktoru chcete provádět reakci



Rovnovážná konstanta reakce je tak velká, že reakci je možno považovat za prakticky jednosměrnou. Vypočítejte, jaký objem (a) ideálně promíchávaného, (b) s pístovým tokem reagujících látek je při konstantním tlaku zapotřebí, jestliže do reaktoru uvádíte nástřík tvořený směsí 10 molů Z a 40

molů Y za hodinu při teplotě 550 K a tlaku 120 kPa a chcete dosáhnout 60 %ní přeměny klíčové složky. Pro teplotní závislost rychlostní konstanty uvažované reakce platí vztah

$$k_c / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}) = 1,44 \cdot 10^{14} \cdot \exp\left(-\frac{126\,300}{RT}\right)$$

Reakce je prvního řádu vzhledem k Z a prvního řádu vzhledem k Y. Data:

	Z(g)	Y(g)	B(g)
$\Delta_{\text{sl}}H^\ominus$ (300 K) / (kJ mol ⁻¹)	-98	-120	-80
C_{pm} / (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	125	92	40

Výsledek: (a) $V_{\text{R,michaný}} = 1,622 \text{ dm}^3$, (b) $V_{\text{R,pistový}} = 3,229 \text{ dm}^3$

Řešení: 🖨️ + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-39 Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem

Reakce $\text{Q(g)} + 2 \text{B(g)} = \text{R(g)}$ je jednosměrnou reakcí prvního řádu vzhledem ke složce Q a prvního řádu vzhledem ke složce B. Teplotní závislost rychlostní konstanty této reakce je popsána rovnicí

$$k_{\text{cB}} / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}) = 4,7 \cdot 10^{12} \cdot \exp\left(-\frac{134\,200}{RT}\right)$$

Do reaktoru přivádíme směs 15 molů Q a 5 molů B za hodinu. Teplota na vstupu do reaktoru je 900 K. Reakci provádíme při konstantním tlaku 300 kPa. Vypočítejte, jaký objem reaktoru potřebujeme k dosažení 80 %ní přeměny klíčové složky, je-li reaktor

- adiabatický, ideálně promíchávaný,
- adiabatický, s pístovým tokem.

Termodynamická data reagujících látek:

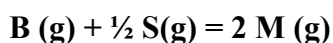
	Q(g)	B(g)	S(g)
$\Delta_{\text{sl}}H^\ominus$ (300 K) / (kJ mol ⁻¹)	170	-120	62
C_{pm} / (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	60	40	82

Výsledek: (a) $V_{\text{R,pistový}} = 0,12 \text{ dm}^3$, (b) $V_{\text{R,michaný}} = 1,012 \text{ dm}^3$

Řešení: 🖨️ + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple

Úloha 5-40 Adiabatický reaktor ideálně míchaný a s pístovým tokem

V následující tabulce jsou uvedena termodynamická data látek, mezi nimiž probíhá reakce



	B(g)	S(g)	M(g)
$\Delta_{\text{sl}}H^\ominus$ (300 K) / (kJ mol ⁻¹)	-62	40	-70
C_{pm} / (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	63	160	88

Reakce je prakticky jednosměrná, prvního řádu vzhledem k B, řádu 0,5 vzhledem k S. Pro aktivační energii této reakce byla nalezena hodnota 128,2 kJ mol⁻¹, předexponenciální faktor má hodnotu $1,4863 \cdot 10^{12} \text{ dm}^{3/2} \text{ mol}^{-1/2} \text{ min}^{-1}$. Vypočítejte objem adiabatického reaktoru (a) ideálně promíchávaného, (b) s pístovým tokem, jehož bude zapotřebí, aby při nástřiku 20 molů ekvimolární směsi B a S za hodinu došlo k 10 %ní přeměně klíčové složky. Reakce má být prováděna za konstantního tlaku 0,45 MPa. Teplota směsi na vstupu do reaktoru je 400 K.

Výsledek: (a) $V_{\text{R,pistový}} = 9,587 \text{ m}^3$, (b) $V_{\text{R,michaný}} = 1,254 \text{ m}^3$

Řešení: 🖨️ + kalkulačka, 📊 + Excel, 🍁 + Maple