

## 1. ZÁKLADNÍ POJMY

Úloha 1-1	Různé vyjádření reakční rychlosti – rychlosti přírůstku a úbytku jednotlivých složek .....	2
Úloha 1-2	Různé vyjádření reakční rychlosti – změna celkového látkového množství .....	2
Úloha 1-3	Různé vyjádření reakční rychlosti – změna koncentrace a celkového látkového množství .....	2
Úloha 1-4	Různé vyjádření reakční rychlosti – změna hustoty .....	2
Úloha 1-5	Různé vyjádření reakční rychlosti – změna odporu .....	3
Úloha 1-6	Různé vyjádření reakční rychlosti – změna celkového tlaku .....	3
Úloha 1-7	Různé vyjádření reakční rychlosti – změna pH .....	3
Úloha 1-8	Různé vyjádření reakční rychlosti – parciální tlaky .....	3
Úloha 1-9	Různé vyjádření reakční rychlosti .....	4
Úloha 1-10	Přepočet rychlostních konstant .....	4
Úloha 1-11	Přepočet rychlostních konstant .....	4
Úloha 1-12	Přepočet rychlostních konstant .....	4
Úloha 1-13	Rychlost reakce, změna celkového tlaku, přepočet rychlostních konstant .....	5
Úloha 1-14	Přepočet rychlostních konstant .....	5
Úloha 1-15	Reakční rychlost a složení reakční směsi .....	5
Úloha 1-16	Reakční rychlost a stupeň přeměny .....	5
Úloha 1-17	Kinetika druhého řádu, jediná výchozí složka .....	6
Úloha 1-18	Popis kinetiky pomocí aditivní vlastnosti – celkový tlak .....	6
Úloha 1-19	Popis kinetiky pomocí aditivní vlastnosti - vodivost .....	6
Úloha 1-20	Kinetika neelementární reakce třetího řádu .....	6
Úloha 1-21	Kinetika neelementární reakce druhého řádu, stechiometrický poměr výchozích složek .....	7
Úloha 1-22	Integrální rovnice třetího řádu, stechiometrický poměr výchozích složek .....	7
Úloha 1-23	Popis kinetiky reakce změnou celkového tlaku .....	7
Úloha 1-24	Kinetika reakce necelistvého řádu .....	7
Úloha 1-25	Kinetika neelementární reakce druhého řádu, stechiometrický poměr výchozích složek .....	8
Úloha 1-26	Kinetika neelementární reakce druhého řádu, nestechiometrický poměr výchozích složek .....	8
Úloha 1-27	Kinetika druhého řádu, nestechiometrický poměr výchozích složek .....	8
Úloha 1-28	Kinetika druhého řádu, poločas .....	9
Úloha 1-29	Kinetika druhého řádu, popis celkovým tlakem .....	9
Úloha 1-30	Teplotní závislost rychlostní konstanty, aktivační energie .....	9
Úloha 1-31	Aktivační energie .....	9
Úloha 1-32	Aktivační energie a předexponenciální faktor .....	9
Úloha 1-33	Vliv teploty na reakční rychlost .....	10
Úloha 1-34	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu .....	10
Úloha 1-35	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu .....	10
Úloha 1-36	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu .....	10
Úloha 1-37	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu .....	11
Úloha 1-38	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu .....	11
Úloha 1-39	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu .....	11
Úloha 1-40	Teplotní závislost rychlostní konstanty .....	11
Úloha 1-41	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce prvního řádu .....	12
Úloha 1-42	Teplotní závislost rychlostní konstanty .....	12
Úloha 1-44	Teplotní závislost reakční rychlosti, reakce druhého řádu .....	13
Úloha 1-45	Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu .....	13

### Úloha 1-1 Různé vyjádření reakční rychlosti – rychlosti přírůstku a úbytku jednotlivých složek

Rozklad kyseliny dusité je popsán stechiometrickou rovnicí



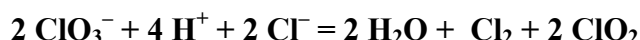
V jistém okamžiku od počátku reakce byla zjištěna reakční rychlost  $J = 0,15 \text{ mol min}^{-1}$ . Vypočítejte rychlost změny látkového množství (a)  $\text{HNO}_2$ , (b)  $\text{NO}$ , (c)  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Výsledek:** (a)  $-0,45 \text{ mol min}^{-1}$ , (b)  $+0,30 \text{ mol min}^{-1}$ , (c)  $+0,15 \text{ mol min}^{-1}$

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

### Úloha 1-2 Různé vyjádření reakční rychlosti – změna celkového látkového množství

Pro oxidačně-redukční reakci



byla zjištěna časová změna látkového množství chloridových iontů,  $dn_{\text{Cl}^-}/d\tau = -0,025 \text{ mol s}^{-1}$ . Vypočítejte

(a) reakční rychlost  $J$ , odpovídající uvedené stechiometrické rovnici,

(b) rychlost změny látkového množství (i)  $\text{H}^+$ , (ii)  $\text{H}_2\text{O}$ ,

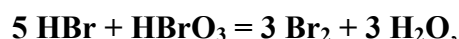
(c) rychlost změny celkového látkového množství

**Výsledek:** (a)  $J = +0,0125 \text{ mol s}^{-1}$ ,  
(b)(i)  $dn_{\text{H}^+}/d\tau = -0,05 \text{ mol s}^{-1}$ , (ii)  $dn_{\text{H}_2\text{O}}/d\tau = +0,025 \text{ mol s}^{-1}$ ,  
(c)  $dn/d\tau = -0,0375 \text{ mol s}^{-1}$

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

### Úloha 1-3 Různé vyjádření reakční rychlosti – změna koncentrace a celkového látkového množství

Okamžitá rychlost změny koncentrace kyseliny bromovodíkové v systému, v němž při konstantní teplotě a konstantním objemu  $V = 1,5 \text{ dm}^3$  probíhá reakce



má hodnotu  $dc_{\text{HBr}}/d\tau = -3 \text{ mol m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ . Vypočítejte

(a) reakční rychlost  $J$ , vztahující se k této stechiometrické rovnici,

(b) rychlost změny koncentrace  $\text{HBrO}_3$  a  $\text{Br}_2$ ,

(c) rychlost změny celkového látkového množství v systému.

**Výsledek:** (a)  $J = 9 \cdot 10^{-4} \text{ mol h}^{-1}$ ,  
(b)  $dc_{\text{HBrO}_3}/d\tau = -0,6 \text{ mol m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ,  $dc_{\text{Br}_2}/d\tau = +1,8 \text{ mol m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ,  
(c)  $dn/d\tau = 0$

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

### Úloha 1-4 Různé vyjádření reakční rychlosti – změna hustoty

Při teplotě  $30^\circ\text{C}$  a tlaku  $99 \text{ kPa}$  probíhá v ideálním roztoku reakce



Molární objemy čistých složek mají hodnoty  $V_{\text{mA}}^\bullet = 21,2 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ,  $V_{\text{mB}}^\bullet = 18 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ,  $V_{\text{mR}}^\bullet = 33 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ . V okamžiku, kdy má roztok hustotu  $1,075 \text{ kg dm}^{-3}$ , mění se hustota rychlostí  $d\rho/d\tau = -0,0016 \text{ g cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ . Celková hmotnost systému je  $m = 1,2 \text{ kg}$  a v průběhu reakce se nemění. Vypočítejte

(a) hodnotu reakční rychlosti  $J$ ,

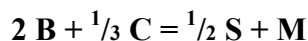
(b) jakou rychlostí se mění látkové množství složky A.

**Výsledek:** (a)  $J = 0,0349 \text{ mol s}^{-1}$ ,  
(b)  $dn_{\text{A}}/d\tau = -0,0698 \text{ mol s}^{-1}$

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

### Úloha 1-5 Různé vyjádření reakční rychlosti – změna odporu

Jakou rychlostí se mění odpor roztoku, v němž za konstantní teploty 28°C a konstantního objemu 1,1 dm<sup>3</sup> probíhá iontová reakce



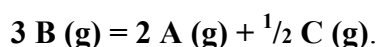
v okamžiku, kdy látkové množství složky B ubývá rychlostí  $dn_{\text{B}}/d\tau = -1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol min}^{-1}$ . Odpor roztoku je v tomto okamžiku 630 Ω. Molární vodivosti jednotlivých složek mají hodnoty:  $\lambda_{\text{B}} = 0,002$ ;  $\lambda_{\text{C}} = 0,0075$ ;  $\lambda_{\text{S}} = 0,0046$ ;  $\lambda_{\text{M}} = 0,0028 \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$ . Vodivostní nádobka, použitá pro kinetická měření, měla při naplnění roztokem KCl o měrné vodivosti 0,1 S m<sup>-1</sup>, odpor 2030 Ω.

**Výsledek:**  $dR/d\tau = -2,24 \text{ } \Omega \text{ min}^{-1}$

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

### Úloha 1-6 Různé vyjádření reakční rychlosti – změna celkového tlaku

V reaktoru konstantního objemu probíhá při konstantní teplotě rozkladná reakce



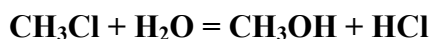
Reaktor obsahoval na počátku čistou látku B o tlaku 240 kPa. Vypočítejte jak rychle se mění stupeň přeměny látky B v okamžiku, kdy rychlost změny celkového tlaku v reaktoru má hodnotu  $dp/d\tau = -3,5 \text{ kPa s}^{-1}$ . Předpokládejte ideální chování všech plynných složek.

**Výsledek:**  $d\alpha_{\text{B}}/d\tau = 0,0875 \text{ s}^{-1}$

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

### Úloha 1-7 Různé vyjádření reakční rychlosti – změna pH

Rychlost hydrolýzy methylchloridu



za teploty 30°C ve zředěném roztoku konstantního objemu 2 dm<sup>3</sup> byla sledována měřením pH.

(a) Odvoďte vztah mezi reakční rychlostí  $J$  a rychlostí změny pH.

(b) V jistém okamžiku bylo naměřeno  $\text{pH} = 5,3$  a  $d(\text{pH})/d\tau = -0,05 \text{ min}^{-1}$ . Jakou rychlostí se v tomto okamžiku mění koncentrace methylchloridu?

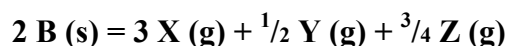
**Výsledek:** (a)  $J = V \cdot \left( -\ln 10 \cdot e^{(-\text{pH} \cdot \ln 10)} \cdot \frac{d\text{pH}}{d\tau} \right)$

(b)  $dc_{\text{CH}_3\text{Cl}}/d\tau = 5,77 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$

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

### Úloha 1-8 Různé vyjádření reakční rychlosti – parciální tlaky

Teplý rozklad tuhé látky B (molární hmotnost 90 g mol<sup>-1</sup>) probíhá za teploty 597,1°C v uzavřeném reaktoru konstantního objemu 7 dm<sup>3</sup> za vzniku plynných produktů X, Y a Z:



Ve 28. minutě od počátku reakce bylo zjištěno, že látka B ubývá rychlostí 0,045 g za sekundu. Vypočítejte rychlosti, jakými se mění parciální tlaky produktů Z, Y a X.

**Výsledek:**  $dp_{\text{B}}/d\tau = -0,5168 \text{ kPa s}^{-1}$ ,  $dp_{\text{X}}/d\tau = 0,7752 \text{ kPa s}^{-1}$ ,

$dp_{\text{Y}}/d\tau = 0,1292 \text{ kPa s}^{-1}$ ,  $dp_{\text{Z}}/d\tau = 0,1938 \text{ kPa s}^{-1}$

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

## Úloha 1-9 Různé vyjádření reakční rychlosti

Reakce



probíhá při teplotě 704°C v reaktoru o konstantním objemu, který je na počátku naplněn čistým butanem o tlaku 0,2 MPa. V okamžiku, kdy stupeň přeměny butanu dosahuje 50%, se parciální tlak butanu mění rychlostí 2,4 kPa s<sup>-1</sup>. Celková hmotnost všech složek je v tomto okamžiku 52,5 kg. Jakou rychlostí se budou měnit tyto parametry: stupeň přeměny butanu, parciální tlak ethylenu, molární zlomek butanu, látkové množství vodíku?

**Výsledek:** (a)  $d\alpha_B/d\tau = 0,012 \text{ s}^{-1}$ , (b)  $dp_E/d\tau = 4,8 \text{ kPa s}^{-1}$ ,  
(c)  $dx_B/d\tau = -0,009 \text{ s}^{-1}$ , (d)  $dn_{\text{H}_2}/d\tau = 11,03 \text{ mol s}^{-1}$

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

## Úloha 1-10 Přepočet rychlostních konstant

Pro reakci  $\text{B}(\text{g}) = \text{R}(\text{g})$ , která probíhá za konstantního objemu při teplotě 406,4°C v ideálním plynném systému, má rychlostní konstanta v rychlostní rovnici

$$-\frac{dc_B}{d\tau} = k_{pB} \cdot p_B$$

hodnotu  $k_{pB} = 1,44 \cdot 10^{-6} \text{ kmol dm}^{-3} \text{ h}^{-1}$ . Vypočítejte rychlostní konstantu, použitelnou v rychlostní rovnici (koncentrace  $c_B$  v mol dm<sup>-3</sup>, čas v s.)

$$-\frac{dc_B}{d\tau} = k_{cB} \cdot c_B$$

**Výsledek:**  $k_{cB} = 2,26 \text{ s}^{-1}$

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

## Úloha 1-11 Přepočet rychlostních konstant

U reakce druhého řádu typu



která probíhá v systému ideálních plynů při teplotě 637°C, byla zjištěna rychlostní konstanta v koncentračních jednotkách,  $k_c = 105 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Vypočítejte rychlostní konstantu s rozměrem mol m<sup>-3</sup> Pa<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup> a napište příslušnou rychlostní rovnici.

**Výsledek:**  $-\frac{dc_A}{d\tau} = k'_p \cdot p_A^2$ ,  $k'_p = 6,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol m}^{-3} \text{ Pa}^{-2} \text{ h}^{-1}$

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

## Úloha 1-12 Přepočet rychlostních konstant

Pro rozpad oxidu dusného,



který probíhá jako reakce druhého řádu, se v literatuře pro teplotu 986 K uvádí hodnota rychlostní konstanty  $k_{c(\text{N}_2\text{O})} = 6,72 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Najděte hodnotu rychlostní konstanty pro rychlostní rovnici

$$\frac{dc_{\text{O}_2}}{d\tau} = k'_{p(\text{O}_2)} \cdot p_{\text{N}_2\text{O}}^2$$

(pro koncentraci v mol m<sup>-3</sup> a tlak v Pa). Předpokládejte ideální chování plynných složek.

**Výsledek:**  $k'_{p(\text{N}_2\text{O})} = 5 \cdot 10^{-14} \text{ mol m}^3 \text{ Pa}^{-2} \text{ s}^{-1}$

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

### Úloha 1-13 Rychlost reakce, změna celkového tlaku, přepočet rychlostních konstant

Počáteční rychlost reakce druhého řádu (prvého řádu vzhledem k oběma složkám) mezi ideálními plyny,  $A(g) + B(g) = R(g)$ , při teplotě 600 K za konstantního objemu je  $5 \cdot 10^{-7} \text{ kmol m}^{-3} \text{ s}^{-1}$ . Východí koncentrace látky A je  $c_{A0} = 0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ , látky B  $c_{B0} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol cm}^{-3}$ . Vypočítejte

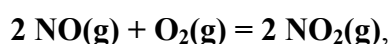
- rychlostní konstantu  $k_c$  s rozměrem  $\text{m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ,
- rychlostní konstantu  $k_p$  s rozměrem  $\text{kPa}^{-1} \text{ s}^{-1}$
- rychlost změny celkového tlaku v okamžiku, kdy stupeň přeměny je 30 %.

**Výsledek:** (a)  $k_c = 1,25 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , (b)  $k_p = 2,506 \cdot 10^{-9} \text{ kPa}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , (c)  $dp/d\tau = -1,222 \text{ Pa s}^{-1}$

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka, 🖨️ + Excel, 🖨️ + Maple

### Úloha 1-14 Přepočet rychlostních konstant

Pro reakci třetího řádu



probíhající v plynné fázi při teplotě 30°C a konstantním objemu má rychlostní konstanta pro rychlostní rovnici

$$-\frac{dp_{\text{O}_2}}{d\tau} = k_{p(\text{O}_2)} \cdot p_{\text{NO}}^2 \cdot p_{\text{O}_2}$$

hodnotu  $k_{p(\text{O}_2)} = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ kPa}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Za předpokladu ideálního chování plynné fáze zjistíte hodnotu rychlostní konstanty (s rozměrem  $\text{m}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) pro rychlostní rovnici, která vyjadřuje rychlost změny koncentrace  $\text{NO}_2$ :

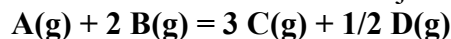
$$\frac{dc_{\text{NO}_2}}{d\tau} = k_{c(\text{NO}_2)} \cdot c_{\text{NO}}^2 \cdot c_{\text{O}_2}$$

**Výsledek:**  $k_{p(\text{NO}_2)} = 2,668 \cdot 10^{-2} \text{ m}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka, 🖨️ + Excel, 🖨️ + Maple

### Úloha 1-15 Reakční rychlost a složení reakční směsi

V systému ideálních plynů probíhá v reaktoru o konstantním objemu jednosměrná reakce



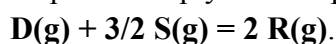
která je celkem druhého řádu (prvého vzhledem k A a prvního vzhledem k B). V okamžiku, kdy koncentrace složky B klesá rychlostí  $8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ , mají okamžité koncentrace látek A a B hodnoty  $c_A = 6 \text{ mol m}^{-3}$  a  $c_B = 8 \cdot 10^{-6} \text{ mol cm}^{-3}$ . Vypočítejte složení reakční směsi (v mol.%) v okamžiku, kdy rychlost změny koncentrace složky A je  $-0,2 \text{ mol m}^{-3} \text{ min}^{-1}$ . Počáteční koncentrace složek A a B jsou v tomto případě stejné,  $0,0025 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Výsledek:** 42,04 mol.% A, 35,67 mol.% B, 19,10 mol.% C, 3,18 mol.% D

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka, 🖨️ + Excel, 🖨️ + Maple

### Úloha 1-16 Reakční rychlost a stupeň přeměny

Jednosměrná reakce mezi látkami D a S probíhá v plynné fázi podle rovnice



Kinetický mechanismus je shodný s touto stechiometrickou rovnicí. Rychlostní konstanta má při teplotě 323 K hodnotu  $k_{cD} = 0,25 (\text{mol dm}^{-3})^{-1,5} \text{ s}^{-1}$ . Počáteční koncentrace látky D je rovna  $2 \cdot 10^3 \text{ mol m}^{-3}$ , počáteční koncentrace látky S  $5 \text{ mol dm}^{-3}$ . Vypočítejte rychlost změny koncentrace všech látek, které se zúčastňují reakce

- na počátku (tj. v čase  $\tau = 0$ ),
- v okamžiku, kdy při konstantní teplotě 323 K zreaguje 40,2 % původně přítomné látky S.

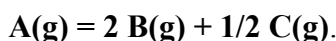
**Výsledek:**

- $(dc_D/d\tau)_0 = -5,59 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ,  $(dc_S/d\tau)_0 = -8,385 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ,  $(dc_R/d\tau)_0 = +11,18 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- $dc_D/d\tau = -0,853 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ,  $dc_S/d\tau = -1,28 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ,  $dc_R/d\tau = +1,706 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka, 🖨️ + Excel, 🖨️ + Maple

### Úloha 1-17 Kinetika druhého řádu, jediná výchozí složka

V systému ideálních plynů probíhá reakce druhého řádu



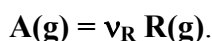
Při teplotě 350 K a počáteční koncentraci látky A  $0,028 \text{ mol dm}^{-3}$  zbude po 3 minutách od počátku reakce 70 % původně přítomného množství látky A. Vypočítejte, za jak dlouho od počátku reakce bude reakční směs obsahovat 15,9 % složky C.

**Výsledek:**  $\tau = 10,859 \text{ min}$

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

### Úloha 1-18 Popis kinetiky pomocí aditivní vlastnosti – celkový tlak

Za konstantní teploty  $120^\circ\text{C}$  byla v reaktoru konstantního objemu sledována reakce prvního řádu,



Na počátku reaktor obsahuje látku A a inertní plyn v poměru  $p_{A0}/p_I = 9/1$ . Po 12 minutách od počátku reakce byl naměřen celkový tlak 48,1 kPa, po 24 minutách tlak 59,3 kPa. Rychlostní konstanta reakce má hodnotu  $0,06 \text{ min}^{-1}$ . Vypočítejte

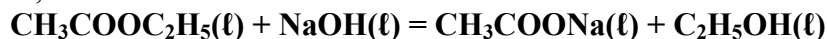
- celkový tlak v reaktoru po dokončeném rozkladu látky A,
- celkový tlak na počátku reakce,
- stechiometrický koeficient  $\nu_R$ ,
- poločas reakce.

**Výsledek:** (a)  $p_\infty = 69,92 \text{ kPa}$ , (b)  $p_0 = 25,09 \text{ kPa}$ , (c)  $\nu_R = 3$ , (d)  $\tau_{1/2} = 11,55 \text{ min}$

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

### Úloha 1-19 Popis kinetiky pomocí aditivní vlastnosti - vodivost

15 minut po slití  $300 \text{ cm}^3$  0,02 molárního roztoku ethylacetátu s  $300 \text{ cm}^3$  0,02 molárního roztoku NaOH byla pro tento systém naměřena hodnota vodivosti (vztažená na počáteční vodivost systému,  $\kappa_0$ ),  $\kappa/\kappa_0 = 0,6821$ . Po dokončení reakce byla zjištěna hodnota  $\kappa_\infty/\kappa_0 = 0,3590$ . Reakce ethylacetátu s hydroxidem,



probíhá jako reakce prvního řádu vzhledem k ethylacetátu a prvního řádu vzhledem k hydroxidu.

- Sestavte integrální rychlostní rovnici, vyjádřenou pomocí vodivostí.
- Stanovte hodnoty rychlostní konstanty  $k_c$  s rozměrem  $\text{m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ .
- Vypočítejte poločas reakce.
- Vypočítejte jakou hodnotu bude mít poměr  $\kappa/\kappa_0$  po 30 min od počátku reakce.

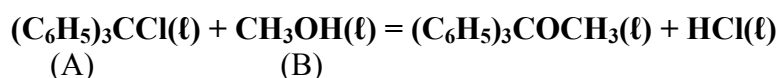
**Výsledek:** (a)  $k_c \cdot \tau \cdot c_0 = \frac{(\kappa/\kappa_0) - 1}{(\kappa_\infty/\kappa_0) - (\kappa/\kappa_0)}$ , (b)  $k_c = 1,093 \cdot 10^{-4} \text{ mol m}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ,

(c)  $\tau_{1/2} = 15,246 \text{ min}$ , (d)  $\kappa/\kappa_0 = 0,575$

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

### Úloha 1-20 Kinetika neelementární reakce třetího řádu

Kinetika reakce



je popsána rychlostní rovnicí třetího řádu:

$$-(dc_A / d\tau) = k_{cA} \cdot c_A \cdot c_B^2.$$

Pro teplotu  $25^\circ\text{C}$  je známa hodnoty rychlostní konstanty  $k_{cB} = 4,35 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

- Vypočítejte poločas uvedené reakce, vycházíme-li při  $25^\circ\text{C}$  ze stejných počátečních koncentrací obou výchozích složek,  $70 \text{ mol m}^{-3}$ .

(b) Jestliže při dalším pokusu, opět při stejných počátečních koncentracích obou složek, za dobu rovnou desetině poločasu ad (a) zreaguje 80 % původně přítomné A, vypočítejte, jaká byla výchozí koncentrace.

**Výsledek:** (a)  $\tau_{1/2} = 19,548$  h, (b)  $c_{A0} = c_{B0} = 0,6261$  mol dm<sup>-3</sup>

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

### Úloha 1-21 Kinetika neelementární reakce druhého řádu, stechiometrický poměr výchozích složek

Reakce



probíhá kinetikou druhého řádu (prvého řádu vzhledem k R a prvního řádu vzhledem k S). Při teplotě 315 K je známa hodnota  $k_{cS} = 6,6 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>.

(a) Stanovte hodnotu  $k_{cR}$ .

(b) Pro případ, že vycházíme z roztoku, v němž jsou koncentrace složek R a S ve stechiometrickém poměru,  $c_{S0} = 0,04$  ,  $c_{R0} = 0,02$  mol dm<sup>-3</sup>, vypočítejte (i) poločas reakce, (ii) složení směsi reagujících látek (v mol.%) po 2 hodinách od počátku reakce.

**Výsledek:** (a)  $k_{cR} = 3,3 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>,

(b) (i)  $\tau_{1/2} = 75,758$  min, (ii) 16,213 mol.% R, 32,426 mol.% S, 51,361 mol.% B

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

### Úloha 1-22 Integrální rovnice třetího řádu, stechiometrický poměr výchozích složek

V systému ideálních plynů probíhá elementární reakce třetího řádu .



Kinetiku této reakce je možno popsat rychlostní rovnicí

$$-\frac{dc_D}{d\tau} = k_{cD} \cdot c_B \cdot c_D^2$$

Pro teplotu 313 K je známa hodnoty rychlostní konstanty, odpovídající složce B,  $k_{cB} = 0,0013$  m<sup>6</sup> mol<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>. Reakce probíhá při teplotě 313 K v uzavřeném reaktoru o konstantním objemu. Na počátku obsahoval reaktor složky B a D ve stechiometrickém poměru:  $p_{B0} = 45$  kPa,  $p_{D0} = 90$  kPa. Jak dlouho bude trvat, než celkový tlak v systému klesne na hodnotu 95,4 kPa?

**Výsledek:**  $\tau = 22$  s

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

### Úloha 1-23 Popis kinetiky reakce změnou celkového tlaku

Jednosměrný rozklad látky R,  $R(g) = 3 S(g)$  , probíhá v ideální plynné fázi za konstantní teploty 620 K a konstantního objemu. Rychlostní konstanta má za těchto podmínek hodnotu  $7 \cdot 10^{-5}$  s<sup>-1</sup>. Reakce byla sledována měřením celkového tlaku na připojeném manometru. Na počátku se v reaktoru nacházela složka R a inertní plyn I. V čase 53 min byl naměřen tlak 70 kPa, po dokončeném rozkladu tlak  $p_{\infty} = 134$  kPa. Jaký je celkový tlak a složení systému (a) na počátku ( $\tau = 0$ ), (b) po 3 hodinách od počátku reakce?

**Výsledek:** (a)  $p_0 = 54$  kPa;  $p_{R0} = 40$  kPa,  $p_{I0} = 14$  kPa, ...74 mol.% R + 26 mol.% I

(b)  $p = 96,437$  kPa, ...19,476 mol.% R + 66,007 mol.% R +14,517 mol.% I

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

### Úloha 1-24 Kinetika reakce necelistvého řádu

Rozklad látky A ve vodném roztoku je popsán kinetickou rovnicí

$$-\frac{dc_A}{d\tau} = k_c \cdot c_A^{3/2}$$

Při počáteční koncentraci  $c_{A0} = 0,045$  mol dm<sup>-3</sup> měl poločas rozkladu hodnotu 32 min.



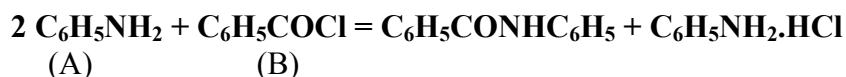
- (a) Vypočtete rychlostní konstantu.  
 (b) Zjistěte, jaká byla počáteční koncentrace A při dalším experimentu, při němž v 80. minutě od počátku reakce byla reakční rychlost  $dc_A/d\tau = -3,15 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ .

**Výsledek:** (a)  $k_c = 0,122 (\text{mol dm}^{-3})^{-0,5} \text{ min}^{-1}$ , (b)  $c_{A0} = 0,0707 \text{ mol dm}^{-3}$

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

### Úloha 1-25 Kinetika neelementární reakce druhého řádu, stechiometrický poměr výchozích složek

Působení benzoylchloridu na anilin v benzenu



bylo při teplotě 25°C sledováno odebráním vzorků reakční směsi, v nichž byl stanovován  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2\cdot\text{HCl}$ . Reakce je celkově druhého řádu (prvého vzhledem k A i B). Při počátečních koncentracích  $c_{A,0} = 10$  a  $c_{B,0} = 5 \text{ mol m}^{-3}$  zreagovalo za 9,9 min 30 % původně přítomného benzoylchloridu. Vypočtete

- (a) rychlostní konstantu  $k_c$   
 (b) poločas reakce,  
 (c) kolik anilinu (v  $\text{mol m}^{-3}$ ) zreaguje za půl hodiny od počátku reakce.

**Výsledek:** (a)  $k_c = 4,329 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ; (b)  $\tau_{1/2} = 23,1 \text{ min}$ ; (c)  $c_{A0} - c_A = 6,34 \text{ mol m}^{-3}$

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

### Úloha 1-26 Kinetika neelementární reakce druhého řádu, nestechiometrický poměr výchozích složek

Jednosměrná reakce mezi plynnými složkami B a R, popsaná stechiometrickou rovnicí



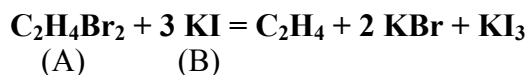
probíhá kinetikou prvního řádu vzhledem k B a prvního řádu vzhledem k R. Rychlostní konstanta má při teplotě 400 K hodnotu  $k_c = 8 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Vypočítejte, za jak dlouho zreaguje 45 % látky R, jestliže na počátku naplníme reaktor ekvimolární směsí B a R na tlak 120 kPa. Předpokládejte, že reakce probíhá za konstantní teploty 401 K, objem reaktoru se nemění a stavové chování všech plynných složek možno považovat za ideální.

**Výsledek:**  $\tau = 4,562 \text{ h}$

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

### Úloha 1-27 Kinetika druhého řádu, nestechiometrický poměr výchozích složek

Reakce dibromethanu s jodidem draselným, probíhající v methanolovém roztoku podle stechiometrické rovnice



je prakticky jednosměrnou reakcí prvního řádu vzhledem k dibromethanu a prvního řádu vzhledem k jodidu draselnému. Při teplotě 60°C je známa rychlostní konstanta  $k_c = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Vypočítejte složení reagující směsi po 1,1 hodině od počátku reakce pro tyto případy:

- (a)  $c_{A0} = c_{B0} = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ ,  
 (b)  $c_{A0} = 0,05$ ;  $c_{B0} = 0,15 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Výsledek:** (a) 34,94 mol. %  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ ; 4,82 mol.% KI; 15,06 mol.%  $\text{C}_2\text{H}_4$ ; 30,12 KBr; 15,06 mol.%  $\text{KI}_3$   
 (b) 6,30 mol. %  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ ; 18,90 mol.% KI; 18,70 mol.%  $\text{C}_2\text{H}_4$ ; 37,40 KBr; 18,70 mol.%  $\text{KI}_3$

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



### Úloha 1-28 Kinetika druhého řádu, poločas

Látka R se při teplotě 900 K rozkládá jednosměrnou reakcí



Rychlostní konstanta má při této teplotě hodnotu  $k_c = 0,25 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$ . Je-li počáteční koncentrace látky R  $c_{R0} = 50 \text{ mol m}^{-3}$ , vypočítejte

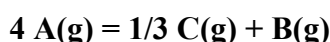
- (a) za jak dlouho od počátku reakce dosáhne koncentrace látky S v reakční směsi hodnoty 40 % počáteční koncentrace látky R,  
(b) poločas reakce.

**Výsledek:** (a)  $\tau = 160 \text{ min}$ ; (b)  $\tau_{1/2} = 40 \text{ min}$

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

### Úloha 1-29 Kinetika druhého řádu, popis celkovým tlakem

Kinetika jednosměrné reakce druhého řádu



byla sledována za konstantního objemu měřením závislosti celkového tlaku na čase při teplotě 645 K. Při jednom z pokusů byl reaktor naplněn čistou látkou A na tlak 70 kPa. Za 2,5 h od počátku reakce byl v reaktoru naměřen celkový tlak 56 kPa. Za předpokladu ideálního chování

- (a) napište integrální rovnici vyjadřující vztah mezi časem a celkovým tlakem  $p$  v reakční nádobě, která na počátku obsahovala pouze čistou látku A o tlaku  $p_{A0}$ ,  
(b) vypočítejte rychlostní konstanty  $k_p$  a  $k_c$ .

**Výsledek:** (a)  $\frac{3(p_{A0} - p)}{p_{A0} \cdot (3p - p_{A0})} = 4 k_p \cdot \tau$ ; (b)  $k_p = 6,122 \cdot 10^{-4} \text{ kPa}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ;  $k_c = 3,283 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ h}^{-1}$

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

### Úloha 1-30 Teplotní závislost rychlostní konstanty, aktivační energie

Dvě reakce stejného řádu mají totožné předexponenciální faktory, ale aktivační energie reakce (2) je  $20 \text{ kJ mol}^{-1}$  větší než aktivační energie reakce (1). Porovnejte hodnotu poměru rychlostních konstant  $k_1/k_2$  při teplotách  $300^\circ\text{C}$  a  $800^\circ\text{C}$ .

**Výsledek:**  $k_1/k_2 (300^\circ\text{C}) = 66,5$  ;  $k_1/k_2 (800^\circ\text{C}) = 9,4$

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

### Úloha 1-31 Aktivační energie

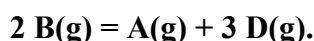
Jakou hodnotu aktivační energie mají v okolí teploty 300 K reakce, pro které platí přibližné pravidlo, že při zvýšení teploty o  $10^\circ$  se reakční rychlost zdvojnásobí?

**Výsledek:**  $E^* = 51865,4 \text{ J mol}^{-1}$

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

### Úloha 1-32 Aktivační energie a předexponenciální faktor

V systému ideálních plynů probíhá reakce prvního řádu



Při teplotě 800 K zreaguje za 60 minut 60 % původně přítomné složky B. Při teplotě 750 K bylo po 25 minutách zjištěno, že reakční směs obsahuje 10 mol.% složky A. Vypočítejte

- (a) aktivační energii uvažované reakce za předpokladu, že je v daném teplotním intervalu konstantní,  
(b) předexponenciální faktor Arrheniovy rovnice. Počáteční koncentrace složky B je  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Výsledek:** (a)  $E^* = 28235,2 \text{ J mol}^{-1}$ ; (b)  $A = 0,5327 \text{ min}^{-1}$

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

### Úloha 1-33 Vliv teploty na reakční rychlost

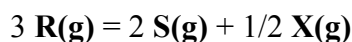
Aktivační energie chlorace alkanu v kapalně fázi má hodnotu  $8,485 \text{ kcal mol}^{-1}$ . O kolik je třeba zvýšit teplotu ze  $100^\circ\text{C}$ , abychom dosáhli zdvojnásobení reakční rychlosti?

**Výsledek:**  $\Delta T = 24,06 \text{ K}$

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

### Úloha 1-34 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu

Pro reakci druhého řádu



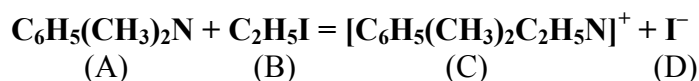
byl při teplotě  $613 \text{ K}$  a počáteční koncentraci  $c_{\text{R}0} = 0,5 \text{ mol dm}^{-3}$  naměřen poločas  $5 \text{ min}$ . Stejný poločas byl naměřen při teplotě  $630 \text{ K}$  a počáteční koncentraci  $c_{\text{R}0} = 1/6 \text{ mol dm}^{-3}$ . Při jaké teplotě byl prováděn třetí pokus, jestliže při počáteční koncentraci  $c_{\text{R}0} = 200 \text{ mol m}^{-3}$  bylo v reakční směsi po  $360 \text{ s}$  od počátku reakce zjištěno  $13,805 \text{ mol.}\%$  složky X?

**Výsledek:**  $T = 640 \text{ K}$

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

### Úloha 1-35 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu

Při teplotách  $30$  a  $40^\circ\text{C}$  byly změřeny poločasy (vzhledem ke klíčové složce) prakticky jednosměrné reakce druhého řádu



probíhající v acetonovém roztoku:

$t / ^\circ\text{C}$	$c_{\text{A}0} / (\text{mol dm}^{-3})$	$c_{\text{B}0} / (\text{mol dm}^{-3})$	$\tau_{1/2}$
30	0,4	0,1	149 hod
40	0,7	0,3	43 hod 42 min

Pro  $c_{\text{A}0} = 0,2 \text{ mol dm}^{-3}$  a  $c_{\text{B}0} = 0,6 \text{ mol dm}^{-3}$  vypočítejte

(a) poločas při teplotě  $50^\circ\text{C}$ ,

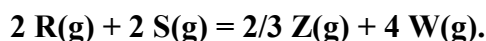
(b) okamžité koncentrace jednotlivých složek po 10 hodinách od počátku reakce při teplotě  $50^\circ\text{C}$ .

**Výsledek:** (a)  $\tau_{1/2} = 25 \text{ h}$ ; (b)  $c_{\text{A}} = 0,1493 \text{ mol dm}^{-3}$ ;  $c_{\text{B}} = 0,5493 \text{ mol dm}^{-3}$ ;  $c_{\text{C}} = c_{\text{D}} = 0,0507 \text{ mol dm}^{-3}$

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

### Úloha 1-36 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu

Do reaktoru objemu  $12,5 \text{ dm}^3$  bylo napuštěno  $1,5$  molu plynné látky R a  $1,5$  molu plynné látky S. Reaktor byl pak po 2 hodiny zahříván na teplotu  $350 \text{ K}$ . Probíhá reakce druhého řádu (prvého řádu vzhledem k R, prvního řádu vzhledem k S)



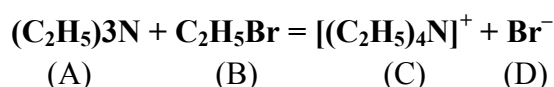
Po těchto dvou hodinách bylo analýzou zjištěno, že reakční směs obsahuje  $4 \text{ mol.}\%$  Z. Když byl pokus prováděn se stejnými výchozími koncentracemi při teplotě  $370 \text{ K}$ , bylo stejného složení dosaženo již po  $38 \text{ min}$  od počátku reakce. Z těchto údajů sestavte rovnici vyjadřující závislost rychlostní konstanty na teplotě.

**Výsledek:**  $k_c / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ h}^{-1}) = 1,204 \cdot 10^9 \cdot \exp(-61903,3/RT)$

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

### Úloha 1-37 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu

Aktivační energie reakce druhého řádu



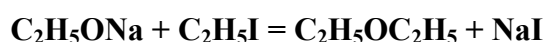
v benzenovém roztoku má hodnotu  $11,2 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Při  $25^\circ\text{C}$  a počátečních koncentracích  $c_{\text{A}0} = 1,2 \text{ mol dm}^{-3}$  a  $c_{\text{B}0} = 0,6 \text{ mol dm}^{-3}$  byl stanoven poločas (vzhledem ke klíčové složce)  $\tau_{1/2} = 48,3 \text{ min}$ . Vypočítejte, jak dlouho bude trvat, než při teplotě  $33^\circ\text{C}$  a počátečních koncentracích  $c_{\text{A}0} = 0,7 \text{ mol dm}^{-3}$  a  $c_{\text{B}0} = 0,9 \text{ mol dm}^{-3}$  klesne koncentrace složky B na 30 % původní hodnoty.

**Výsledek:**  $\tau = 239,6 \text{ min}$

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

### Úloha 1-38 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu

Rychlostní konstanta reakce



kteřá probíhá v ethanolovém roztoku, má při teplotě  $32^\circ\text{C}$  hodnotu  $2,631 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Reakce je prvního řádu vzhledem ke každé ze složek. Při teplotě  $7^\circ\text{C}$  a stejných počátečních koncentracích obou reagujících látek,  $2,15 \text{ mol dm}^{-3}$ , má poločas hodnotu  $10,189 \text{ h}$ .

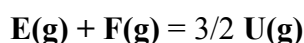
- Vypočítejte aktivační energii a předexponenciální faktor a sestavte rovnici popisující teplotní závislost rychlostní konstanty uvažované reakce.
- Vypočítejte dobu potřebnou ke zreagování 28 %  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$  při teplotě  $45^\circ\text{C}$  a stejných počátečních koncentracích obou složek,  $0,15 \text{ mol dm}^{-3}$ .
- Jaké množství  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$  zreaguje za tutéž dobu při  $45^\circ\text{C}$ , je-li počáteční koncentrace  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$  opět  $0,15 \text{ mol dm}^{-3}$ , avšak koncentrace  $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$  je dvojnásobná,  $0,3 \text{ mol dm}^{-3}$ ?

**Výsledek:** (a)  $k_c / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}) = 1,508 \cdot 10^{11} \cdot \exp(-86214/RT)$ ; (b)  $40,97 \text{ min}$ ; (c)  $48,7 \%$

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

### Úloha 1-39 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu

Při teplotě  $650 \text{ K}$  má rychlostní konstanta reakce



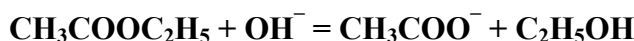
hodnotu  $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , při teplotě  $620 \text{ K}$  hodnotu  $3,5 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Vypočítejte, na jakou teplotu je nutno ohřát počáteční směs  $0,0002 \text{ mol cm}^{-3}$  složky E a  $200 \text{ mol m}^{-3}$  složky F, aby po  $0,3 \text{ hod}$  obsahovala reakční směs  $0,12 \text{ mol dm}^{-3}$  složky U.

**Výsledek:**  $T = 496,8 \text{ K}$

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

### Úloha 1-40 Teplotní závislost rychlostní konstanty

Teplotní závislost rychlostní konstanty hydrolýzy esteru



je popsána rovnicí

$$k_c / (\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}) = 1,4 \cdot 10^{10} \cdot \exp\left(-\frac{5641}{T}\right)$$

- Jaký je celkový řád uvedené reakce?
- Určete hodnotu aktivační energie a předexponenciálního faktoru v Arrheniově rovnici.

- (c) Při jaké teplotě bude uvedená reakce probíhat takovou rychlostí, aby při stejných počátečních koncentracích esteru a hydroxidu,  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ , zreagovalo za 3 minuty 90 % původně přítomného esteru?
- (d) Za jak dlouho dosáhneme 20 %ní přeměny esteru při teplotě  $25^\circ\text{C}$ , je-li počáteční koncentrace esteru  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$  a hydroxidu  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ?

**Výsledek:** (a)  $n = 2$ ; (b)  $E^* = 46,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $A = 1,4 \cdot 10^{10} \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ; (c)  $316,2 \text{ K}$ ; (d)  $33,9 \text{ s}$

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

#### Úloha 1-41 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce prvního řádu

Reakce



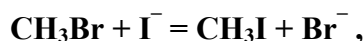
má při teplotě  $720 \text{ K}$  rychlostní konstantu  $k = 0,126 \text{ h}^{-1}$ . Předexponenciální faktor Arrheniovy rovnice má pro tuto reakci hodnotu  $6,58 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$ . Při jaké teplotě je nutno provádět uvedenou reakci, aby za 22 minut od počátku reakce obsahovala reakční směs 38,095 mol.% složky R?

**Výsledek:**  $T = 807,2 \text{ K}$

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

#### Úloha 1-42 Teplotní závislost rychlostní konstanty

Jodace brommethanu v methanolovém roztoku,



má aktivační energii  $76,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Rychlostní konstanta reakce má při teplotě  $8^\circ\text{C}$  hodnotu  $0,16 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ .

- (a) Jaký je celkový řád této reakce?
- (b) Sestavte rovnici pro teplotní závislost rychlostní konstanty.
- (c) Jsou-li při teplotě  $25^\circ\text{C}$  počáteční koncentrace brommethanu  $0,5 \text{ mol dm}^{-3}$  a jodidu  $0,7 \text{ mol dm}^{-3}$ , vypočítejte, kolik brommethanu zbude v roztoku po 20 minutách od počátku reakce.
- (d) Za jak dlouho dosáhneme stejné koncentrace brommethanu, vezmeme-li stejné počáteční koncentrace obou složek,  $0,7 \text{ mol dm}^{-3}$ ?

**Výsledek:** (a)  $n = 2$ ; (b)  $k_c / (\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}) = 2,3 \cdot 10^{10} \cdot \exp(-76200/RT)$ ;  
(c)  $c_B = 0,2528 \text{ mol dm}^{-3}$ ; (d)  $\tau = 41 \text{ min}$

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

#### Úloha 1-43 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce necelistvého řádu

Prakticky jednosměrná reakce



probíhající v prostředí absolutního alkoholu, je kineticky řádu 2,5. Při teplotě  $22^\circ\text{C}$  a počáteční koncentraci  $c_{B0} = 1,2 \text{ mol dm}^{-3}$  byl naměřen poločas 6,18 min, při teplotě  $37^\circ\text{C}$  a počáteční koncentraci  $c_{B0} = 0,6 \text{ mol dm}^{-3}$  poločas 9,7 min.

- (a) Určete hodnotu aktivační energie a sestavte rovnici pro teplotní závislost rychlostní konstanty.
- (b) Vypočítejte, jaké budou při teplotě  $42^\circ\text{C}$  okamžité koncentrace látek B, R a S po 20 minutách od počátku reakce, vycházíme-li z roztoku čisté látky B o koncentraci  $0,3 \text{ mol dm}^{-3}$ .

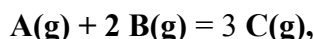
**Výsledek:** (a)  $E^* = 29,88 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $A = 29142 (\text{mol dm}^{-3})^{-1,5} \text{ min}^{-1}$ ;  
(b)  $c_B = 0,1586 \text{ mol dm}^{-3}$ ,  $c_R = 0,1414 \text{ mol dm}^{-3}$ ,  $c_S = 0,2828 \text{ mol dm}^{-3}$

**Řešení:** 🖨️ + kalkulačka , 🖨️ + Excel , 🖨️ + Maple

### Úloha 1-44 Teplotní závislost reakční rychlosti, reakce druhého řádu

---

V systému ideálních plynů probíhá reakce



která je prvého řádu vzhledem k A a prvého řádu vzhledem k B. V okamžiku, kdy při teplotě 550 K složka A ubývá rychlostí  $2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$ , mají okamžité koncentrace látek A a B hodnoty  $c_A = 6 \text{ mol m}^{-3}$  a  $c_B = 8 \cdot 10^{-6} \text{ mol cm}^{-3}$ . Je-li hodnota aktivační energie  $170 \text{ kJ mol}^{-1}$ , vypočítejte, jaká musí být teplota, aby v okamžiku, kdy složka A ubývá rychlostí  $4 \cdot 10^{-8} \text{ mol cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ , obsahovala 24 mol.% produktu C. Počáteční koncentrace složek A a B jsou stejné,  $2,5 \text{ mol m}^{-3}$ .

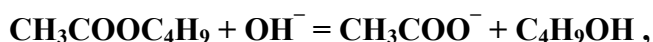
**Výsledek:**  $T = 591,3 \text{ K}$

**Řešení:**  + kalkulačka,  + Excel,  + Maple

### Úloha 1-45 Teplotní závislost rychlostní konstanty, reakce druhého řádu

---

Rychlostní konstanta reakce ve vodném roztoku,



má při  $25^\circ\text{C}$  hodnotu  $5,536 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$ .

- Vypočítejte aktivační energii uvedené reakce, znáte-li hodnotu předexponenciálního faktoru Arrheniovy rovnice,  $A = 2,1 \cdot 10^{10} \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ .
- Jakou koncentraci butylalkoholu (v  $\text{mol dm}^{-3}$ ) zjistíme v reakční směsi po 160 s od počátku reakce, jestliže při  $30^\circ\text{C}$  slijeme  $150 \text{ cm}^3$  obsahujících 0,075 mol esteru se  $150 \text{ cm}^3$  obsahujícími 0,075 mol hydroxidu?
- Jak dlouho bude trvat, než dosáhneme stejné koncentrace butylalkoholu v reakční směsi jako v případě (b), jestliže zvýšíme koncentraci esteru ve výchozí směsi, tj. slijeme  $150 \text{ cm}^3$  obsahujících 0,090 mol esteru se  $150 \text{ cm}^3$  obsahujícími 0,075 mol hydroxidu?

**Výsledek:** (a)  $E^* = 47,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ ; (b)  $c_{\text{BuOH}} = 0,2088 \text{ mol dm}^{-3}$ ; (c) 96,6 s

**Řešení:**  + kalkulačka,  + Excel,  + Maple