



59. ročník

2022/2023

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie E

Test – Řešení

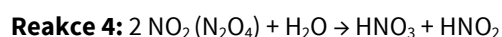
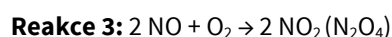
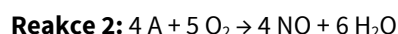
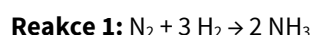
ANORGANICKÁ CHEMIE A TECHNOLOGIE

12 BODŮ

Úloha 1 Základ všeho

4 body

1) Vyčíslené rovnice výroby kyseliny dusičné:



Katalyzátor: platina nebo platina obohacená rhodiem

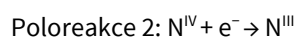
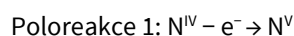
Látka **A**: NH_3

Za správný zápis a vyčíslení rovnic 1, 3 a 4 po 0,30 bodu.

Za doplnění látky A a katalyzátoru po 0,20 bodu.

Celkem 1,30 bodu.

2) Zápis disproportionace:



Typ redoxní reakce: Disproportionace, reakce, kde se jedna látka oxiduje a zároveň redukuje.

Za každou správnou rovnici poloreakce 0,40 bodu.

Za typ redoxní reakce 0,30 bodu.

Celkem 1,10 bodu.

3) Využití: Výroba výbušnin, hnojiva, nitrační činidlo, oksyličovadlo, barviva.

Za uvedení každého správného využití 0,20 bodu.

Celkem 0,60 bodu.

4) Rovnice: $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{KHSO}_4$

Vedlejší produkt a jeho zachycení: NO_2 ; zaváděním do bazického roztoku.

Dýmavá kyselina dusičná: Dýmavá HNO_3 je obohacená o rozpuštěný NO_2

Za každou úplnou správnou odpověď 0,25 bodu.

Celkem 0,75 bodu.

5) Důvod nepoužívání latexových rukavic: Kyselina dusičná má silné oxidační účinky, dokáže oxidovat i latexové rukavice ty následně hoří.

Odpověď s odůvodněním: Ne. Nelze vypít žiravinu jako neutralizační činidlo, mohlo by dojít k dalšímu poleptání.

Za hoření rukavic 0,15 bodu.

Za odpověď s odůvodněním k neutralizaci 0,10 bodu.

Celkem 0,25 bodu.

Úloha 2 Trocha chemického inženýrství

4 body

1) Výpočty:

Nejprve provedeme přepočítání údajů o složení vzduchu (proud 2) na hmotnostní zlomky:

$$w_{B2} = \frac{x_{B2} \cdot M_B}{x_{B2} \cdot M_B + x_{C2} \cdot M_C} = \frac{0,21 \cdot 32 \text{ g mol}^{-1}}{0,21 \cdot 32 \text{ g mol}^{-1} + 0,79 \cdot 28 \text{ g mol}^{-1}} = 0,233$$

$$w_{C2} = 1 - w_{B2} = 1 - 0,233 = 0,767$$

A totéž provedeme pro oxid dusnatý a vodu v rámci proudů 4 a 5. Zde jsou molárními zlomky *de facto* poměry mezi daným stechiometrickým koeficientem dané látky a celkového součtu stechiometrických koeficientů na straně reaktantů/produktů:

$$w_{A4} = \frac{\frac{4}{9} \cdot M_A}{\frac{4}{9} \cdot M_A + \frac{5}{9} \cdot M_B} = \frac{\frac{4}{9} \cdot 17 \text{ g mol}^{-1}}{\frac{4}{9} \cdot 17 \text{ g mol}^{-1} + \frac{5}{9} \cdot 32 \text{ g mol}^{-1}} = 0,298$$

$$w_{B4} = 1 - w_{A4} = 1 - 0,298 = 0,702$$

$$w_{D5} = \frac{\frac{4}{10} \cdot M_D}{\frac{4}{10} \cdot M_D + \frac{6}{10} \cdot M_E} = \frac{\frac{4}{10} \cdot 30 \text{ g mol}^{-1}}{\frac{4}{10} \cdot 30 \text{ g mol}^{-1} + \frac{6}{10} \cdot 18 \text{ g mol}^{-1}} = 0,526$$

$$w_{E5} = 1 - w_{D5} = 1 - 0,526 = 0,474$$

V tomto smyslu můžeme doplnit následující údaje do bilanční tabulky:

	1	2	3	4	5
m (kg)	1	$m_2 = ?$			
w_A	1	0		0,298	0
w_B	0	0,233	$w_{B3} = ?$	0,702	0
w_C	0	0,767	$w_{C3} = ?$	0	0
w_D	0	0	$w_{D3} = ?$	0	0,526
w_E	0	0	$w_{E3} = ?$	0	0,474

Bilance jednotlivých látek v prouděch je pak: $1 + m_2 + m_5 = m_3 + m_4$

- A:** $1 \cdot 1 = 0,298 \cdot m_4$
B: $0,233 \cdot m_2 = w_3(\mathbf{B})m_3 + 0,702 \cdot m_4$
C: $0,767 \cdot m_2 = w_3(\mathbf{C})m_3$
D: $0,526 \cdot m_5 = w_3(\mathbf{D})m_3$
E: $0,474 \cdot m_5 = w_3(\mathbf{E})m_3$

Z uvedených bilancí látky **A** je jasné, že:

$$m_4 = \frac{1 \text{ kg} \cdot 1}{0,298} = 3,36 \text{ kg}$$

Vzhledem k tomu, že je nutné, aby hmotnost $m_4 = m_5$, pak je i:

$$m_5 = 3,36 \text{ kg}$$

Potřebnou hmotnost vzduchu m_2 je třeba vypočítat z jeho přebytku, tedy ze vztahu:

$$P_B = \frac{w_{B2} \cdot m_2 \cdot \frac{M_A}{M_B}}{w_{A1} \cdot m_1 \cdot \frac{5}{4}} - 1 \rightarrow m_2 = (P_B + 1) \cdot \frac{w_{A1} \cdot m_1 \cdot \frac{5}{4}}{w_{B2} \cdot \frac{M_A}{M_B}}$$

$$m_2 = (0,5 + 1) \cdot \frac{1 \cdot 1 \text{ kg} \cdot \frac{5}{4}}{0,233 \cdot \frac{17 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}{32 \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}} = 15,15 \text{ kg}$$

Celkovou hmotnost m_3 můžeme dopočítat z celkové bilance hmotnosti jednotlivých proudů:

$$m_3 = m_1 + m_2 = 1,00 \text{ kg} + 15,15 \text{ kg} = 16,15 \text{ kg}$$

Doplňené údaje tedy jsou:

	1	2	3	4	5
m (kg)	1	$m_2 = 15,15$	16,15	3,36	3,36
w_A	1	0	0	0,298	0
w_B	0	0,233	$w_{B3} = ?$	0,702	0
w_C	0	0,767	$w_{C3} = ?$	0	0
w_D	0	0	$w_{D3} = ?$	0	0,526
w_E	0	0	$w_{E3} = ?$	0	0,474

Z bilancí látek **B**, **C**, **D** a **E** postupně obdržíme jejich hmotnostní zlomky v proudě 3:

$$w_3(\mathbf{B}) = \frac{0,233 \cdot m_2 - 0,702 \cdot m_4}{m_3} = \frac{0,233 \cdot 15,15 \text{ kg} - 0,702 \cdot 3,36 \text{ kg}}{16,15 \text{ kg}} = 0,072$$

$$w_3(\mathbf{C}) = \frac{0,767 \cdot m_2}{m_3} = \frac{0,767 \cdot 15,15 \text{ kg}}{16,15 \text{ kg}} = 0,720$$

$$w_3(\mathbf{D}) = \frac{0,526 \cdot m_5}{m_3} = \frac{0,526 \cdot 3,36 \text{ kg}}{16,15 \text{ kg}} = 0,109$$

$$w_3(\mathbf{E}) = \frac{0,474 \cdot m_5}{m_3} = \frac{0,474 \cdot 3,36 \text{ kg}}{16,15 \text{ kg}} = 0,099$$

Celkově doplněná bilanční tabulka tedy zní:

	1	2	3	4	5
m (kg)	1	$m_2 = 15,15$	16,15	3,36	3,36
w_A	1	0	0	0,298	0
w_B	0	0,233	$w_{B3} = 0,072$	0,702	0
w_C	0	0,767	$w_{C3} = 0,720$	0	0
w_D	0	0	$w_{D3} = 0,109$	0	0,526
w_E	0	0	$w_{E3} = 0,099$	0	0,474

Za každé správně spočtené hmotnostní zlomky látek B až E ve spalinách 0,80 bodu.

Za správnou hmotnost vzduchu 0,50 bodu.

Za správné přepočtení molárních zlomků složek ve vzduchu na hmotnostní zlomky 0,30 bodu.

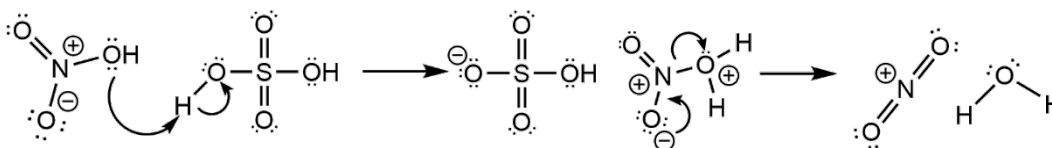
V případě chybných čísel, ale správného postupu za výsledek 0,50 bodu.

Celkem maximálně 4,00 bodu.

Úloha 3 Dusík

4 body

1) Mechanismus:



Za správný zápis celkové reakce 0,50 bodu.

Za správný mechanismus včetně šipek pohybů elektronů 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

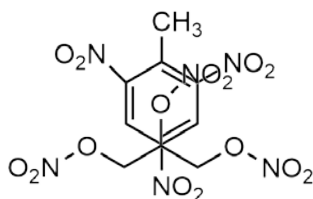
2) Zdůvodnění:

NO₂ běžně tvoří dimer a dimer je bezbarvý, ale při zvýšení teploty dochází k rozpadu dimeru na monomer a ten je červený.

Za správné zdůvodnění 0,50 bodu.

3) Strukturální vzorec:

TNT:



Nitroglycerin:

Za každý správný vzorec 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

4) Vysvětlení: NO_x je obecné označení oxidů dusíku v atmosféře. Dusnatý oxid reaguje samovolně s kyslíkem za vzniku oxidu dusičitého, který se následně opět rozkládá.

Důvod ekologických obav: Jejich reakcí s vodou vzniká v atmosféře kyselý déšť, který ničí životní prostředí. Může také dojít ke vzniku přízemního ozonu, který je toxický.

Jakým způsobem se jich zbavujeme? Zbavujeme se jich pomocí katalyzátoru, který je redukuje na dusík.

Za každou uspokojivě zodpovězenou otázku 0,25 bodu.

Celkem maximálně 0,75 bodu.

5) Rovnice: $12 \text{HNO}_3 + \text{P}_4\text{O}_{10} \rightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4 + 6 \text{N}_2\text{O}_5$

Za správně zapsanou rovnicí bez vyčíslení 0,75 bodu.

Za správně vyčíslenou rovnicí 0,50 bodu.

Celkem maximálně 1,25 bodu.

ORGANICKÁ CHEMIE A TECHNOLOGIE

12 BODŮ

Úloha 1 Hledá se funkční skupina

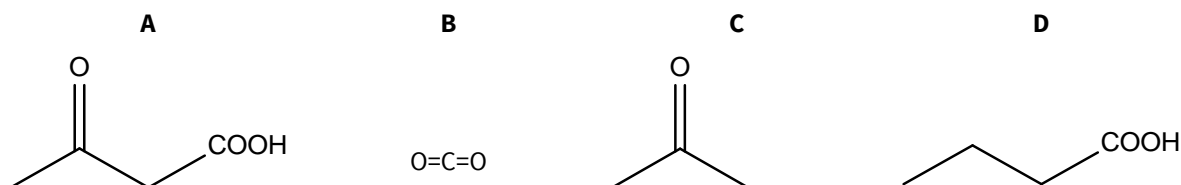
4 body

1) Funkční skupina: karboxylová skupina -COOH

Na určení skupiny vedou poskytnutá infračervená spektra obsahující široký pás okolo 3000 cm^{-1} ukazující na hydroxylovou skupinu. Navíc u $\sim 1700\text{ cm}^{-1}$ pozorujeme pás odpovídající karbonylové funkci. Ten se sice dotýká i druhé části molekuly, popis tepelného rozkladu ale v souladu s našim odhadem ukazuje na dekarboxylaci.

Za určení funkční skupiny 1,00 bodu.

2) Struktury:

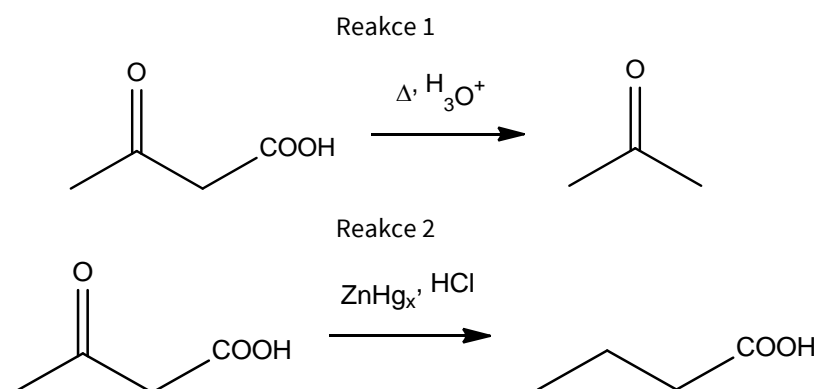


Látku **A**, acetoctovou kyselinu, získáme identifikací funkční skupiny v zadaném vzorci; oxid uhličitý (**B**) a aceton (**C**) jsou produkty její dekarboxylace. Redukce kyselým ZnHg_x selektivě odstraní velmi polární karbonylovou skupinu a nechá vzniknout butanovou kyselinu (**D**).

Za každou strukturu 0,20 bodu (v případě oxidu uhličitého lze uznat sumární vzorec).

Celkem maximálně 0,80 bodu.

3) Schémata:



Pod reakční šipku a/nebo se znaménkem – je možné, ale nikoliv nezbytné, uvést molekuly odstupující z reakce (CO_2 v prvním a H_2O ve druhém případě).

Za každé správné schéma 0,60 bodu.

Celkem maximálně 1,20 bodu.

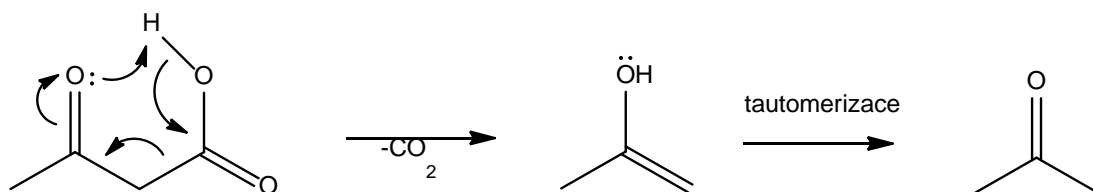
4) **Rovnice:** $\text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$

Za správnou lze uznat i formálně ne zcela odpovídající formu „ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ “ – formální H^+ ion je velmi silná kyselina a s rozpouštěcí vodou okamžitě reaguje.

Za správně vyčíslenou rovnicí 0,60 bodu.

5) **Zdůvodnění:**

Rozhodujícím důvodem je (ne)přítomnost karbonylové skupiny ve vhodné orientaci vzhledem ke karboxylu. V případě kyseliny acetocetové vznikne šestičlenný kruh, který umožňuje dekarboxylaci podobně jako u kyseliny malonové:



Butanová kyselina žádný podobný strukturní motiv neobsahuje, a snahy o její dekarboxylaci tak selhávají.

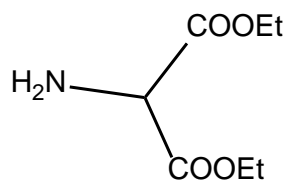
Úplnou odpovědí je jakákoliv opodstatnitelná diskuse správně uvažující vliv karbonylové funkční skupiny; mechanismus uvádíme pro úplnost a *není* předmětem hodnocení.

Za libovolnou opodstatnitelnou diskusi celkem nejvýše 0,40 bodu.

Úloha 2 Vaříme aminokyselinu

3 body

1) Struktura derivátu:

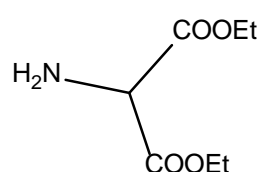
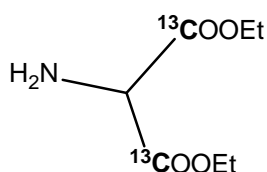
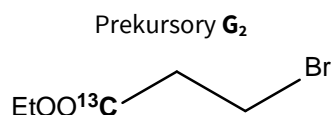
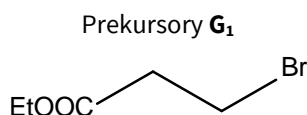


Zadaný prekursor je nutné prodloužit o dva atomy uhlíku tak, aby bližší z nich navíc obsahoval aminoskupinu.

Několik málo retrosyntetických pokusů by mělo pohodlně vést na strukturu výše (aminoskupina může být bez újmy na obecnosti protonována nebo ochráněna například acetylovou skupinou).

Za správnou strukturu 0,50 bodu.

2) Prekursory



Základem řešení je podle reakčního schématu identifikovat prekursor, na který je nutné zavést isotopickou značku. Značení prekursorů **G₂** je jednodušší. V případě **G₁** je třeba si uvědomit, že dekarboxylace malonátového rezidua probíhá zcela náhodně (dopředu nevíme, která z karboxylových skupin mu podlehne). Značku ¹³C je tedy třeba zavést na oba karboxylové uhlíky. Body budou uděleny na základě *polohy* značek v obou strukturách, i pokud by soutěžící určil v otázce 1 nesprávně.

Za každý správný prekursor 0,50 bodu.

*Odečíst 0,25 bodu za prekursor **G₁** označený na jedné karboxylové skupině.*

Celkem maximálně 2,00 bodu.

3) Zdůvodnění:

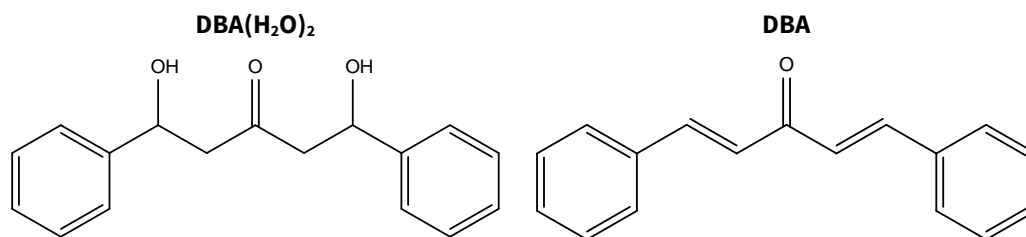
Značení isotopem ¹³C je **zcela bezpečné a hojně se využívá**. Jde o stabilní isotop uhlíku snadno detekovatelný experimentálními technikami (zejména ¹³C-NMR spektroskopií). Jeho použití *in vivo* je tak výhodné a dokonale nezávadné.

Za jakoukoliv opodstatnitelnou diskusi 0,50 bodu.

Úloha 3 Aldolová kondenzace a žlutý ligand

5 bodů

1) Struktury:



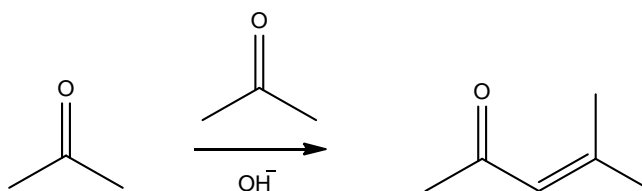
První z uvedených sloučenin je produktem naznačené aldolizace, která ze sterických důvodů probíhá na neobsazené straně acetonového rezidua. Podle reakčního schématu pak provedeme eliminaci dvou molekul vody, abychom získali dibenzylidenaceton.

Za každou strukturu 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

2) Schéma:

Mesityloxid může vznikat **aldolovou kondenzací dvou molekul acetonu**.



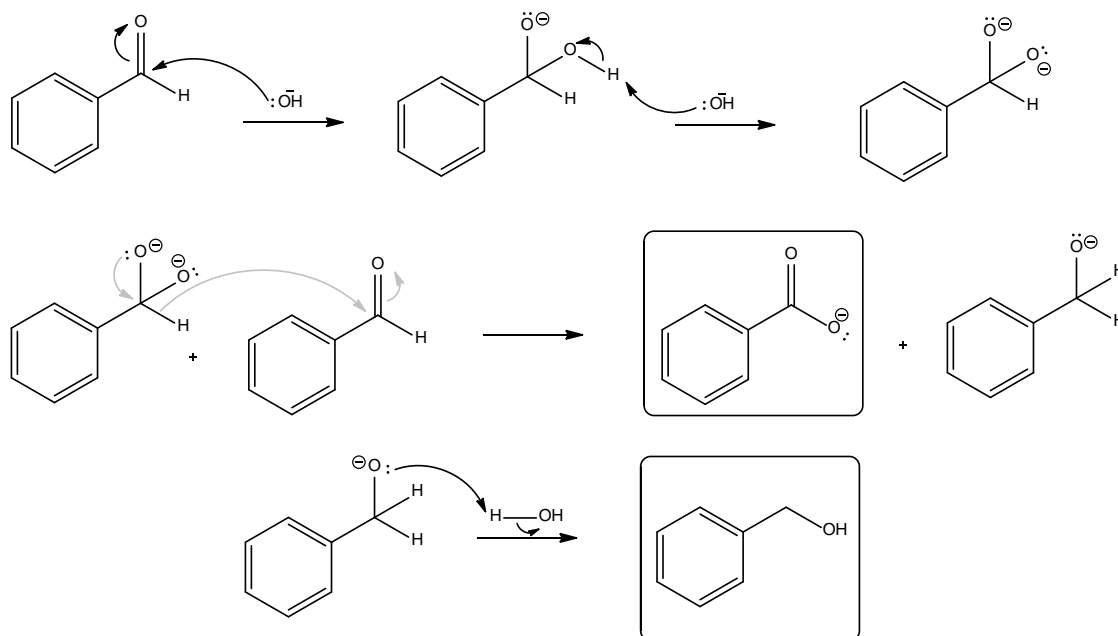
Za správné reakční schéma 1,00 bodu.

3) Zdůvodnění:

Izolace dibenzylidenacetonu **není** mesityloxidem nijak omezena. Za popsaných podmínek získáme hlavní produkt v pevném skupenství, zatímco mesityloxid vzniká jako kapalina a lze jej z reakční směsi vymýt.

Za smyslupnou diskusi vycházející ze skupenských stavů 0,50 bodu.

4) Doplnění mechanismu:



Za každou doplněnou šipku 0,25 bodu.

Celkem maximálně 1,50 bodu.

5) Typ reakce: Disproporcionace.

Konečným produktem Cannizzarovy reakce dvou molekul aldehydu je alkohol a sůl karboxylové kyseliny. V těchto molekulách je oxidační stupeň derivatizovaného atomu uhlíku o jedno nižší, respektive vyšší než ve výchozí molekule. Reakce tak navenek připomíná disproporcionaci anorganických molekul, například $2 \text{CO} \rightarrow \text{C} + \text{CO}_2$.

Za název procesu NEBO srozumitelný popis či příklad 1,00 bodu.

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Rozklad ozonu

6 bodů

1) Řád reakce vůči ozonu: 1

Řád reakce vůči kyslíku: 0

Celkový řád reakce: 1

Jednotka rychlostní konstanty: s^{-1}

Za správné určení všech reakčních řádů 0,75 bodu.
Za správné určení jednotky rychlostní konstanty 0,50 bodu.

Celkem 1,25 bodu.

2) Výpočet:

Látkovou koncentraci získáme ze stavové rovnice ideálního plynu:

$$pV = nRT,$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{p}{RT} = \frac{4,74 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (25 + 273,15) \text{ K}} = 1,91 \cdot 10^{-6} \text{ mol m}^{-3} = 1,91 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}.$$

Látková koncentrace: $1,91 \cdot 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$

Za správný postup výpočtu látkové koncentrace 1,00 bodu.
Za správný číselný výsledek látkové koncentrace 0,50 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

3) Výpočet:

Do rovnice pro časový vývoj parciálního tlaku ozonu dosadíme podmínku $p(\text{O}_3) = \frac{1}{3}p_0$.

$$p(\text{O}_3) = p_0 e^{-kt},$$

$$\frac{1}{3}p_0 = p_0 e^{-k\tau_{1/3}}.$$

Řešme rovnici s neznámou $\tau_{1/3}$

$$\frac{1}{3} = e^{-k\tau_{1/3}},$$

$$\ln \frac{1}{3} = -k\tau_{1/3},$$

$$-\ln 3 = -k\tau_{1/3},$$

$$\tau_{1/3} = \frac{\ln 3}{k} = \frac{\ln 3}{10^{-7} \text{ s}^{-1}} = 1,10 \cdot 10^7 \text{ s} = 3051,7 \text{ hod.}$$

Čas dosažení třetinového tlaku ozonu: 3051,7 hodin.

*Za správný postup 1,00 bodu.
Za správný číselný výsledek 0,50 bodu.*

Celkem 1,50 bodu.

4) Výpočet:

Aproximace stacionárního stavu pro atomární kyslík:

$$k_1[\text{O}_3] = k_{-1}[\text{O}_2][\text{O}] + k_2[\text{O}_3][\text{O}]$$

Vyjádříme koncentraci atomárního kyslíku z této rovnice:

$$[\text{O}] = \frac{k_1[\text{O}_3]}{k_{-1}[\text{O}_2] + k_2[\text{O}_3]}$$

Dosaďme do zadané rovnice pro celkovou reakční rychlost

$$v = k_2[\text{O}_3][\text{O}] = \frac{k_1 k_2 [\text{O}_3]^2}{k_{-1}[\text{O}_2] + k_2[\text{O}_3]}$$

Výsledný vztah pro reakční rychlost:

$$v = \frac{k_1 k_2 [\text{O}_3]^2}{k_{-1}[\text{O}_2] + k_2[\text{O}_3]}$$

*Za správné vyjádření stacionární koncentrace 1,00 bodu.
Za správný zápis rychlostní rovnice 0,75 bodu.*

Celkem 1,75 bodu.

Úloha 2 Terminace radikálové polymerizace**4,5 bodu****1) Rovnice:**

$$k_{\text{term}} = k_{\text{rek}} + k_{\text{dis}}$$

Zdůvodnění:

Oba mechanismy se uplatňují současně a rovnice obou elementárních reakcí mají stejný tvar ($v_{\text{dis}} = k_{\text{dis}}[\text{R}\cdot]^2$, $v_{\text{rek}} = k_{\text{rek}}[\text{R}\cdot]^2$), celková rychlost je tedy dána součtem obou rychlostí a platí

$$v = v_{\text{dis}} + v_{\text{rek}} = k_{\text{dis}}[\text{R}\cdot]^2 + k_{\text{rek}}[\text{R}\cdot]^2 = (k_{\text{dis}} + k_{\text{rek}})[\text{R}\cdot]^2 = k_{\text{t}}[\text{R}\cdot]^2$$

Za správnou odpověď 0,50 bodu.

Za správné zdůvodnění 0,75 bodu.

Celkem 1,25 bodu.

2) Vysvětlení:

Hlavní bariérou rekombinace radikálů je sterická náročnost (oba radikály se musí lineárně srazit). Aktivační energie rekombinační terminace je u 3,3-dimethylbut-1-enu je tedy kvůli objemnosti propojovaných monomerních jednotek vyšší než u ethenu.

Za správné vysvětlení 1,00 bod.

3) Odpověď: Teplotu je třeba zvýšit.

Vysvětlení: S rostoucí teplotou roste účinnost srážek radikálů, efekt rozdílných aktivačních energií obou mechanismů přestává být významný.

Za správnou odpověď 0,25 bodu.

Za správné vysvětlení 0,75 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

4) Výpočet:

Střední polymerizační stupeň při disproporcionační terminaci je poloviční oproti stupni při rekombinační terminaci (rostoucí řetězce si při disproporcionační terminaci zachovávají svou délku, při rekombinaci se navzájem spojují, polymerizační stupeň se tedy v průměru zdvojnásobí):

$$\langle X \rangle_{n,\text{dis}} = \frac{1}{2} \langle X \rangle_{n,\text{term}} = \frac{1}{2} \cdot 4\,990 = 2\,495.$$

Za správný postup (úvahu) 1,00 bodu.

Za správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 1,25 bodu.

Úloha 3 Anatomie Schulzovy–Floryho distribuční funkce

5,5 bodu

1)

a) Výpočet:

$$\langle X \rangle_n = \frac{1}{1-p} = \frac{1}{1-0,999} = 1\,000.$$

$$\langle X \rangle_w = \frac{1+p}{1-p} = \frac{1+0,999}{1-0,999} = 1\,999.$$

Početně střední polymerizační stupeň: 1 000.**Hmotnostně střední polymerizační stupeň:** 1 999.

b) Výpočet:

Molární hmotnost monomerní jednotky polypropylenu je $M_U = 28,05 \text{ g mol}^{-1}$.

$$\langle M \rangle_n = \langle X \rangle_n M_U = 1\,000 \cdot 28,05 \text{ g mol}^{-1} = 28\,050 \text{ g mol}^{-1},$$

$$\langle M \rangle_w = \langle X \rangle_w M_U = 1\,999 \cdot 28,05 \text{ g mol}^{-1} = 56\,072 \text{ g mol}^{-1}.$$

Početně střední polymerizační stupeň: 28 050 g mol⁻¹.**Hmotnostně střední polymerizační stupeň:** 56 072 g mol⁻¹.

c) Výpočet:

$$I_n = \frac{\langle X \rangle_w}{\langle X \rangle_n} = \frac{56\,072}{28\,050} = 1,999.$$

*Za správný početně střední polymerizační stupeň 0,50 bodu.**Za správný hmotnostně střední polymerizační stupeň 0,50 bodu.**Za správnou početně střední molární hmotnost 0,50 bodu.**Za správnou hmotnostně střední molární hmotnost 0,50 bodu.**Za správný index polydisperzity 0,50 bodu.***Celkem 2,50 bodu.**

- 2) **Možné příklady metod stanovení střední molární hmotnosti:** osmometrie (měření osmotického tlaku), viskozimetrie, statický a dynamický rozptyl světla, frakcionace v silovém poli, hmotnostní spektrometrie (konkrétněji MALDI/TOF, tj. hmotnostní spektrometrie s laserovou desorcí a ionizací za účasti matrice s průletovým analyzátozem).

*Za každý správný příklad 0,50 bodu.***Celkem maximálně 1,50 bodu.**

- 3) **Početně distribuční funkce** je znázorněna **červenou** barvou.

Hmotnostní distribuční funkce je znázorněna **modrou** barvou.**Za správnou odpověď 0,75 bodu.**

- 4) $p_1 = 0,1$: obrázek B

 $p_2 = 0,999$: obrázek A**Za správné přiřazení 0,75 bodu.**