



60. ročník

2023/2024

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie B

Teoretická část – Zadání

60 bodů, 120 minut

**ANORGANICKÁ CHEMIE****30 BODŮ****Úloha 1 Kyselina sírová sem, kyselina sírová tam****11,5 bodu**

- a) Koncentrovaná kyselina sírová reaguje s bezbarvou běžně dostupnou sodnou solí **A** za vzniku bezbarvé hydrogensoli **B**, která našla své využití v bazénové chemii a můžeme si ji zakoupit v dóze s označením „pH minus“. Druhým produktem této reakce je plyn **C**, jehož roztok je jednou ze složek tzv. lučavky královské.
- b) Při zahřívání látky **B** nad teplotu přibližně 300 °C vzniká další bezbarvá sůl **D**.
- c) Reaguje-li horká koncentrovaná kyselina sírová s oranžovo-červeným ušlechtilým kovem **E**, dochází ke vzniku plynu **F** a soli **G**, která má ve vodném roztoku typické modré zbarvení.
- d) Plyn **F** vzniká také při oxidaci pyritu při teplotě přibližně 700 °C.
- e) Při reakci zředěné kyseliny sírové s pevným uhličitanem kovu **E** se uvolňuje plyn **H**.
- f) Reakcí roztoku zředěné kyseliny sírové s oxidem kovu **E** v oxidačním stavu +I vzniká kov **E**.
- g) Reaguje-li kyselina sírová s oxidem fosforečným (P_4O_{10}), dochází ke vzniku kyseliny **I** a plynu **J**.

1) Zapište vzorce sloučenin A–J. Sloučeninu D pojmenujte.

Vzorec A:	Vzorec B:
Vzorec C:	Vzorec a název D:
Vzorec E:	Vzorec F:
Vzorec G:	Vzorec H:
Vzorec I:	Vzorec J:
body:	



2) Vyčíslenými chemickými rovnicemi popište reakce a–g. Pozor, v textu nejsou vždy uvedeny všechny produkty, které při reakci vznikají. Pro přehlednost je zadání uvedeno i na této straně.

- Koncentrovaná kyselina sírová reaguje s bezbarvou běžně dostupnou sodnou solí **A** za vzniku bezbarvé hydrogensoli **B**, která našla své využití v bazénové chemii a můžeme si ji zakoupit v dóze s označením „pH minus“. Druhým produktem této reakce je plyn **C**, jehož roztok je jednou ze složek tzv. lučavky královské.
- Při zahřívání látky **B** nad teplotu přibližně 300 °C vzniká další bezbarvá sůl **D**.
- Reaguje-li horká koncentrovaná kyselina sírová s oranžovo-červeným ušlechtilým kovem **E**, dochází ke vzniku plynu **F** a soli **G**, která má ve vodném roztoku typické modré zbarvení.
- Plyn **F** vzniká také při oxidaci pyritu při teplotě přibližně 700 °C.
- Při reakci zředěné kyseliny sírové s pevným uhličitanem kovu **E** se uvolňuje plyn **H**.
- Reakcí roztoku zředěné kyseliny sírové s oxidem kovu **E** v oxidačním stavu +I vzniká kov **E**.
- Reaguje-li kyselina sírová s oxidem fosforečným (P_4O_{10}), dochází ke vzniku kyseliny **I** a plynu **J**.

Reakce a:

Reakce b:

Reakce c:

Reakce d:

Reakce e:

Reakce f:

Reakce g:

body:

**Úloha 2 Hromnické vitriolové břidlice a soli železa v roztoku****12 bodů**

První chemickou analýzu hromnických vitriolových břidlic uveřejnil roku 1840 E. F. Anthon, tehdejší ředitel závodu v Kamenci na Rokycansku. Na základě svých chemických rozborů dospěl k tomu, že hromnická břidlice obsahuje 6,28 hm. % síry.

- 1) **Jaké je hmotnostní zastoupení (w) pyritu v hromnické břidlici, jestliže ta obsahuje 6,28 hm. % síry? Předpokládejte, že ostatní složky břidlice síru neobsahují.**

Výpočet:

Hmotnostní zlomek (w) pyritu v břidlici:, tj. hmotnostních %**body:**

- 2) **Pyrit bývá pro svou zlatavou barvu často označován jako tzv. kočičí zlato. Krystaluje v krychlové soustavě (podobně jako např. NaCl) a může tak tvořit krásné kubické krystaly. Jeho krystalovou mřížku tvoří kationty Fe^{2+} a anionty S_2^{2-} . Nakreslete strukturní elektronový vzorec aniontu S_2^{2-} .**

Strukturní elektronový vzorec S_2^{2-} :**body:**



Množství vitriolového kamene vyrobeného z hromnické břidlice v závodě J. D. Starcka v Hromnici se mezi lety 1874 a 1893 pohybovalo v řádech desítek tisíc metrických centů ročně (1 metrický cent = 100 kg). Dle historických údajů bylo v roce 1875 v tomto závodě vyrobeno 65500 metrických centů vitriolového kamene.

- 3) **Kolik kilogramů 96% kyseliny sírové lze teoreticky vyrobit z 1,00 tuny vitriolového kamene? Předpokládejte, že vitriolový kámen obsahuje pouze bezvodý $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ a celý proces (tj. tepelný rozklad vitriolového kamene a následná reakce oxidu síry s vodou) probíhá beze ztrát.**

Výpočet:

Hmotnost 96% H_2SO_4 : kg

body:

- 4) **Kolik tun 96% kyseliny sírové mohlo být teoreticky v roce 1875 tímto způsobem z veškerého hromnického vitriolového kamene vyrobeno?**

Výpočet:

Hmotnost 96% H_2SO_4 : kg, tj.: t

body:



Anthon také spočítal hmotnostní zastoupení železa v hromnické břidlici. Soli železa, které i nadále vznikají oxidací pyritu v haldách, vymývá srážková voda do Hromnického jezírka a my se na vlastnosti těchto iontů v roztoku podíváme trochu blíže.

Vodný roztok železité soli (nejsou-li přítomny žádné konkurenční ligandy) obsahuje ve vhodné zvolené oblasti pH částici $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.

5) Částici $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ pojmenujte.

$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ – název:
body:

Budete-li v laboratoři připravovat vodný roztok železité soli, jistě si všimnete, že se stáním za laboratorních podmínek na dně a na stěnách nádoby tvoří jemný povlak. Dochází k tvorbě sraženiny žlutohnědé barvy. Spolu se vznikem sraženiny dochází také k okyselení roztoku soli.

6) Pomocí rovnice zdůvodněte, proč dochází k okyselení roztoku. Vysvětlete toto chování Fe^{3+} v roztoku. Předpokládejte, že je jako výchozí částice v roztoku přítomen právě kation $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ a reakce probíhá do prvního stupně.

Rovnice:
Vysvětlení:
body:

7) Jakým způsobem lze tvorbu sraženiny v připraveném vodném roztoku železité soli zabránit?

Způsob:
body:

**Úloha 3 Soli kyseliny sírové****6,5 bodu**

Při výrobě koksu z černého uhlí dochází ke vzniku tzv. koksárenského plynu. Jedná se o směs plynů obsahující celou řadu nečistot, které je třeba před dalším použitím odstranit. Mezi takové nečistoty patří například amoniak. Technicky čistý koksárenský plyn pak bývá využíván např. pro samotnou potřebu koksovny, kde slouží jako otopný plyn pro koksárenské baterie.

K odstraňování NH_3 z koksárenského plynu lze použít reakci NH_3 s H_2SO_4 . Síran amonný, produkt této reakce, je významným hnojivem.

- 1) Vypočítejte minimální objem 50% kyseliny sírové, který postačí k odstranění $30,0 \text{ dm}^3$ plynného amoniaku. Reakce probíhá při teplotě $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku 101325 Pa . Hustota 50% H_2SO_4 je $1,3951 \text{ g cm}^{-3}$.**

Rovnice reakce:

Výpočet:

Objem 50% H_2SO_4 : cm^3

body:



2) Určete, zda jsou následující tvrzení správná (zakroužkujte ANO – NE). Předpokládejte laboratorní podmínky (teplota 25 °C).

- a) Hydrolýzou kationtu NH_4^+ vzniká NH_3 a vodný roztok $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ je tedy zásaditý. **ANO – NE**
- b) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ je sůl silné kyseliny a slabé zásady a pH vodného roztoku této soli je kyselé. **ANO – NE**
- c) Vodný roztok NH_4HSO_4 má zásadité pH. **ANO – NE**
- d) Anion HSO_4^- je silnější kyselina než H_2SO_4 . **ANO – NE**
- e) Anion HSO_4^- je konjugovaná báze H_2SO_4 . **ANO – NE**
- f) Kation NH_4^+ je konjugovaná báze NH_3 . **ANO – NE**

ANO – NE (zakroužkovat výše)

body:



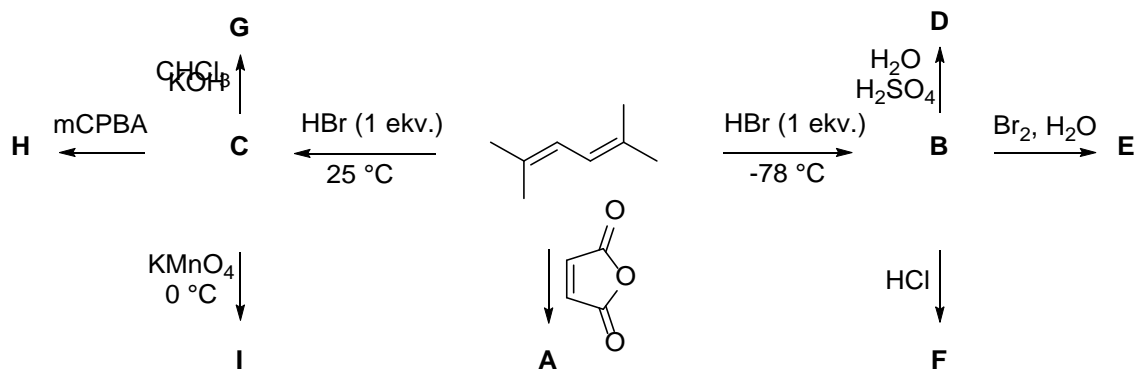
ORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

Úloha 1

Velké schéma

10 bodů



3) Nakreslete vzorce látek A–I. Neuvažujte vznik konfiguračních izomerů.

Vzorec A:

Vzorec B:

Vzorec C:

Vzorec D:

Vzorec E:

Vzorec F:

Vzorec G:

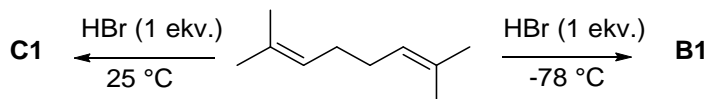
Vzorec H:

Vzorec I:

body:



- 4) Jak budou vypadat produkty B1 a C1, pokud použijeme jako výchozí látku 2,7-dimethylokta-2,6-dien a reakční podmínky stejné jako v otázce 1? Nakreslete jejich struktury a porovnejte je.



Vzorec B1:

Vzorec C1:

Látky B1 a C1 jsou izomery / identické látky.

body:

Úloha 2 Radikálové reakce

10,5 bodu

Radikálová chlorace a radikálová bromace probíhají stejným mechanismem. Prvním krokem je iniciace, kdy vznikají z molekuly chloru a bromu příslušné radikály. Disociační energie vazby Cl–Cl je 240 kJ mol^{-1} , disociační energie vazby Br–Br je 190 kJ mol^{-1} .

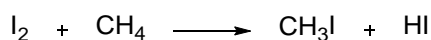


- 1) Určete, jestli následující tvrzení jsou pravdivá (ANO), nebo nepravdivá (NE).

- | | |
|---|----------|
| a) Chlor je plyn, a proto budou chlorové radikály vznikat snadněji než bromové. | ANO / NE |
| b) Radikálové chlorace a bromace lze iniciovat UV zářením. | ANO / NE |
| c) Molekula chloru je stabilnější než molekula bromu. | ANO / NE |
| d) Chlorové, resp. bromové radikály mohou vznikat v přítomnosti organických peroxidů. | ANO / NE |
| e) Radikálovou reakci lze iniciovat intenzivním mícháním reakční směsi. | ANO / NE |
| f) Štěpení molekuly chloru na radikály je exotermická reakce. | ANO / NE |

body:

Radikálové chlorace a bromace se běžně používají. Jak je na tom ale radikálová jodace? Podíváme se blíže na přípravu jodmethanu z methanu podle rovnice níže. Jsou zde uvedeny i disociační energie jednotlivých vazeb.



$$\Delta H (\text{I-I}) = 150\text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H (\text{CH}_3\text{-I}) = 234\text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H (\text{H-I}) = 297\text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H (\text{CH}_3\text{-H}) = 435\text{ kJ mol}^{-1}$$

**2) Vypočítejte reakční entalpii (ΔH) jodace methanu. Jedná se o exotermickou, nebo endotermickou reakci?**

Výpočet:

reakční entalpie (ΔH): kJ mol⁻¹

Jodace methanu je exotermická / endotermická reakce.

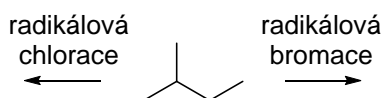
body:

3) Určete, jestli následující tvrzení jsou pravdivá (ANO), nebo nepravdivá (NE).

a) Reakce methanu s jodem probíhá spontánně, je-li iniciována např. UV zářením.	ANO / NE
b) Reakce methanu s jodem spontánně neprobíhá.	ANO / NE
c) Radikály jodu vznikají snadněji než radiály bromu a chloru.	ANO / NE
d) Reakci methanu s jodem lze urychlit přidáním báze, která neutralizuje vznikající HI.	ANO / NE

body:

Radikálová chlorace a bromace probíhají stejným mechanismem, ale s rozdílnou selektivitou. To může zásadně ovlivnit výsledek reakce. Příkladem může být chlorace a bromace 2-methylbutanu.

**4) Nakreslete vzorce všech možných produktů, které vznikají radikálovou bromací 2-methylbutanu do prvního stupně. (Neuvažujte vznik stereoizomerů.)**

Produkty:

body:



- 5) Určete hlavní produkt radikálové bromace 2-methylbutanu a vypočítejte jeho relativní zastoupení v reakční směsi v procentech. Výsledek zaokrouhlete na celá procenta. Relativní reaktivita skupin $\text{CH}_3:\text{CH}_2:\text{CH}$ je 1:80:1640. (Neuvažujte vznik stereoizomerů.)

Hlavní produkt bromace:
Výpočet:
Relativní zastoupení hlavního produktu v reakční směsi je: %.
body:

- 6) Určete hlavní produkt radikálové chlorace 2-methylbutanu a vypočítejte jeho relativní zastoupení v reakční směsi v procentech. Výsledek zaokrouhlete na celá procenta. Relativní reaktivita skupin $\text{CH}_3:\text{CH}_2:\text{CH}$ je 1:4:5. (Neuvažujte vznik stereoizomerů.)

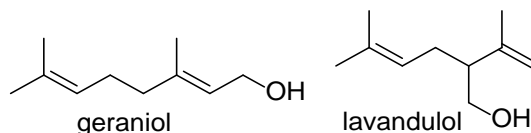
Hlavní produkt chlorace:
Výpočet:
Relativní zastoupení hlavního produktu v reakční směsi je: %.
body:

- 7) Některé z produktů radikálové chlorace 2-methylbutanu mohou tvořit stereoizomery. Pomocí prostorových konfiguračních vzorců nakreslete všechny stereoizomery, které při reakci vznikají. Nakreslíte-li vzorce navíc, nebo bude-li uvedeno několik vzorců téže látky, budou vám za tyto nadbytečné a duplicitní vzorce odečteny body. Minimální bodový zisk za tuto otázku je nula bodů.

Vzorce stereoizomerů:
body:

**Úloha 3 A zase terpeny****9,5 bodu**

Terpenické alkoholy mají velký význam v kosmetické a potravinářské chemii. Například geraniol je složkou celé řady kosmetických přípravků pro svou sladkou vůni po růžích. Také jeho konfigurační izomer nerol je vonná látka a má svěží citrusovou vůni. Už z názvu lze vyčíst, že lavandulol se vyskytuje v levandulovém oleji.

**1) Nakreslete vzorec nerolu.**

Nerol:

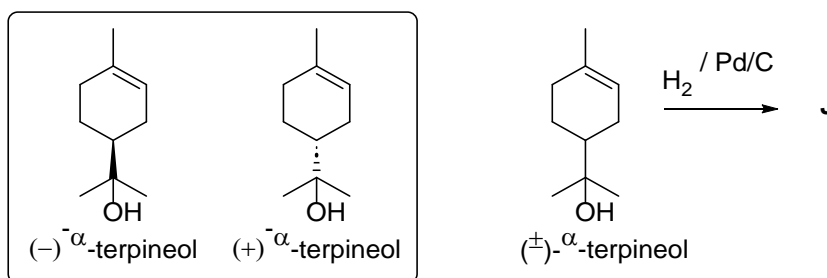
body:

2) Lavandulol je také izomer geraniolu. Vyberte, o jaký typ izomeru se jedná.

konfigurační izomer – konformer – diastereomer – konstituční izomer – enantiomer

body:

V kyselém prostředí geraniol přesmykuje na α -terpineol, se kterým jste se setkali už v teoretické části školního kola. Tentokrát se budeme zabývat jeho hydrogenací.

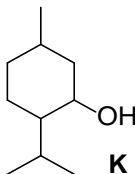
**3) Určete, jestli následující tvrzení jsou pravdivá (ANO), nebo nepravdivá (NE).**

a) Hydrogenací $(-)\text{-}\alpha\text{-terpineolu}$ získáme racemickou směs.	ANO / NE
b) Hydrogenací $(-)\text{-}\alpha\text{-terpineolu}$ vznikají produkty, které nejsou opticky aktivní.	ANO / NE
c) Hydrogenací $(-)\text{-}\alpha\text{-terpineolu}$ a $(+)\text{-}\alpha\text{-terpineolu}$ získáme identickou směs produktů.	ANO / NE
d) Hydrogenací $(-)\text{-}\alpha\text{-terpineolu}$ získáme směs dvou izomerů.	ANO / NE

body:



Další terpenický alkohol je menthol z máty peprné, který je notoricky známý díky svěží příchuti, kterou dává žvýkačkám nebo zubním pastám. Menthol je jedním ze stereoizomerů alkoholu **K** uvedeného níže.



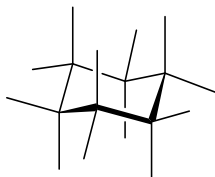
6) Kolik stereoizomerů může teoreticky tvořit alkohol K?

Odpověď:

body:

7) Pro menthol platí, že v jeho nejstabilnější konformaci jsou všechny substituenty v ekvatoriálních polohách. Nakreslete menthol v jeho nejstabilnější konformaci. Nakreslete prostorové konfigurační vzorce obou enantiomerů mentholu.

Nejstabilnější konformace:



Enantiomery mentholu:

body:



- 8) Isomenthol bychom mohli izolovat z myrtového oleje. Je to diastereomer mentholu, ve kterém je relativní uspořádání isopropylvé skupiny a hydroxyskupiny *trans*. Nakreslete isomenthol v jeho nejstabilnější konformaci. Nakreslete prostorový konfigurační vzorec libovolného enantiomeru isomentholu.

Nejstabilnější konformace:



Isomenthol:

body: