



**60. ročník**

**2023/2024**

**ŠKOLNÍ KOLO**

**Kategorie B**

---

**Test – Zadání**

60 bodů, 120 minut

**ANORGANICKÁ CHEMIE****30 BODŮ****Úloha 1 Oxidy síry a kyselá deště****8,5 bodu**

Oxid siřičitý je jedním z plynů, které přispívají ke vzniku tzv. kyselých dešťů. V atmosféře se tento plyn oxiduje za katalytické účasti hydroxylových radikálů HO· a dochází ke vzniku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se kterou se poté můžeme na zemi „setkat“ právě ve formě kyselého deště.

Negativní účinek kyselých dešťů na vegetaci, vodní zdroje či některé přírodní a kulturní památky (vápencové skály či sochy) je dobře známý.

**1) Zapište rovnici reakce zředěné kyseliny sírové s vápencem. Uveďte skupenství jednotlivých látek.**

Rovnice:

**body:**

**2) Reakcí zředěné kyseliny sírové s 30,0 g vzorku horniny obsahující vápenec došlo při teplotě 20 °C a tlaku 100 kPa k uvolnění 6,32 dm<sup>3</sup> plynu. Vypočítejte hmotnostní zastoupení (tj. hmotnostní zlomek *w*) vápence v hornině. Reakce měla kvantitativní průběh a další složky horniny s kyselinou nereagovaly. Předpokládejte platnost stavové rovnice ideálního plynu.**

Výpočet:

Hmotnostní zlomek (*w*) vápence ve vzorku: ..... , tj. .... hmotnostních %.**body:**



3) Vypočítejte, jaká je hustota vzniklého plynu za daných podmínek (teplota 20 °C, tlak 100 kPa).

Výpočet:

Hustota plynu: ..... kg m<sup>-3</sup>

**body:**

4) Na jakou teplotu by bylo potřeba ochladit vzniklé množství plynu (tlak konstantní, 100 kPa), aby se jeho objem zmenšil na 90 % původní hodnoty?

Výpočet:

Teplota: ..... K, tj. .... °C

**body:**

**Úloha 2 Kyselina sírová. Co s ní?****14,5 bodu**

Kyselina sírová má důležitou roli jako elektrolyt v olověných akumulátorech. V nabitém akumulátoru se obvykle používá její 38% roztok. Při vybíjení akumulátoru se ale koncentrace kyseliny v elektrolytu snižuje. Ke zjištění stavu nabití akumulátoru je možné využít měření hustoty elektrolytu.

- 1) **Vypočítejte, jaké je hmotnostní zastoupení (tj. hmotnostní zlomek  $w$ ) a molární koncentrace kyseliny sírové v elektrolytu olověného akumulátoru, ve kterém byla při teplotě 20 °C stanovena hustota elektrolytu na 1,14 g cm<sup>-3</sup>. Pro zjednodušení předpokládejte, že závislost hustoty kyseliny sírové na jejím hmotnostním zastoupení v elektrolytu je v rozmezí 10–38 % lineární. Hustota 38,0% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> je 1,29 g cm<sup>-3</sup>. Hustota 10,0% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> je 1,07 g cm<sup>-3</sup> (ve všech případech se jedná o hmotnostní procenta; stanoveno při teplotě 20 °C).**

Výpočet:

Hmotnostní zlomek ( $w$ ) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> v elektrolytu: ..... , tj. .... hmotnostních %Molární koncentrace H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> v elektrolytu: ..... mol dm<sup>-3</sup>**body:**



2) Zapište rovnice následujících reakcí. Pokud reakce neprobíhá, uveďte důvod.

- Reakce koncentrované kyseliny sírové s  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .
- Reakce koncentrované kyseliny sírové se rtutí.
- Reakce koncentrované kyseliny sírové s železem.
- Reakce zředěné kyseliny sírové s železem.
- Oxidace síranu železnatého vzdušným kyslíkem v prostředí kyseliny sírové.

Reakce a:

Reakce b:

Reakce c:

Reakce d:

Reakce e:

body:



Znečištěná kyselina sírová je odpadem mnoha procesů např. v metalurgii, organické chemii či petrochemii. Tuto odpadní kyselinu je možné zpracovat termickým štěpením a získat tak oxid siřičitý.

**3) Popište termické štěpení kyseliny sírové chemickou rovnicí.**

Rovnice:	
	<b>body:</b>

Nejen kyselina sírová, ale také např. kyselina peroxosírová má své důležité místo v chemické laboratoři. Kyselina peroxosírová je ve vodném roztoku, který se využívá k odstraňování nečistot z laboratorního skla, značně nestálá a rozkládá se. Proto je třeba ji připravovat těsně před použitím.

**4) Zapište rovnici rozkladu kyseliny peroxosírové ve vodném prostředí.**

Rovnice:	
	<b>body:</b>

Kyselinu peroxosírovou lze získat také reakcí studeného bezvodého peroxidu vodíku s kyselinou chlorsírovou.

**5) Zapište rovnici této reakce. (Při reakci dochází také ke vzniku kyseliny peroxodisírové, která snadno hydrolyzuje. V rovnici její vznik neuvažujte.)**

Rovnice:	
	<b>body:</b>

**6) Nakreslete strukturní elektronový vzorec kyseliny peroxosírové.**

Vzorec:	
	<b>body:</b>

--

**Úloha 3      Analýza vody****7 bodů**

Titrací odměrným roztokem dusičnanu olovnatého byla u vzorku vody ze studny zjišťována koncentrace síranových aniontů. Principem tohoto stanovení je vznik sraženiny **A**.

Titrace byla provedena v prostředí acetonu. Konec titrace (tedy nadbytek olovnatých iontů v roztoku) byl indikován pomocí indikátoru dithizonu. Vzorek vody odebraný ze studny byl pomocí měniče kationtů v H<sup>+</sup> cyklu upraven tak, aby neobsahoval kationty, které by mohly rušit stanovení.

Ze vzorku vody ze studny bylo v laboratoři odebráno 5,00 ml a zředěno 20 ml acetonu. Takto připravený vzorek byl následně titrován odměrným roztokem Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> o koncentraci 0,01012 mol dm<sup>-3</sup>. Spotřeba odměrného roztoku v bodě ekvivalence byla 1,45 ml.

**1) Zapište iontovou rovnici vzniku sraženiny A.**

Rovnice reakce:	
	<b>body:</b>

**2) Vypočítejte molární a hmotnostní koncentraci síranů ve vzorku vody ze studny.**

Výpočet:	
	<b>body:</b>

Molární koncentrace SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: ..... mol dm<sup>-3</sup>  
Hmotnostní koncentrace SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: ..... mg dm<sup>-3</sup>

**3) Z jakého důvodu se tato titrace provádí v prostředí acetonu?**

Vysvětlení:

**body:**

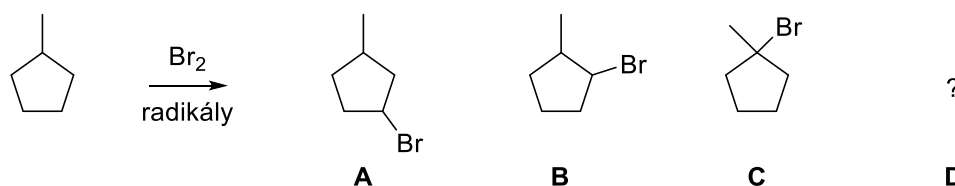


## Úloha 1 Kam s bromem?

8,5 bodu

Bromalkany lze připravit radikálovou bromací alkanů, nebo adicí bromovodíku na alkeny. V této úloze se blíže podíváme na regioselektivitu těchto dvou reakcí.

Radikálovou bromací methylcyklopentanu můžeme teoreticky získat čtyři různé produkty se sumárním vzorcem  $C_6H_{11}Br$ .



1) Nakreslete vzorec chybějícího izomeru D.

Vzorec D:	<b>body:</b>
-----------	--------------

2) Které ze sloučenin A–C netvoří žádné stereoizomery?

Odpověď: .....	<b>body:</b>
----------------	--------------

Regioselektivitu radikálové bromace nejvíce ovlivňuje rychlost, kterou dochází k záměně vodíku za brom. Tato rychlost je pro skupiny  $CH:CH_2:CH_3$  v poměru 1640:80:1.

3) Která z látek A–D bude při radikálové bromaci methylcyklopentanu zastoupena nejvíce? Svou odpověď zdůvodněte.

Odpověď: .....	<b>body:</b>
Zdůvodnění:	

Bromalkany a bromcykloalkany lze připravit také pomocí adice bromovodíku na příslušné alkeny a cykloalkeny. Regioselektivita elektrofilní a radikálové adice  $HBr$  na dvojnou vazbu je přitom přesně opačná.



4) Uveďte strukturu sloučeniny E, která poskytne po adici bromovodíku výhradně produkt A.

Vzorec E:

body:

5) Uveďte strukturu sloučeniny F, ze které lze připravit adicí bromovodíku vhodnou volbou reakčních podmínek selektivně buď látku B, nebo látku C. Uveďte, jaké podmínky (elektrofilní adice/radikálová adice) byste použili pro přípravu látky B a látky C.

Vzorec F:

Podmínky pro přípravu látky B:

Podmínky pro přípravu látky C:

body:

6) Výchozí látkou pro syntézu izomeru C nemusí být pouze sloučenina F. Za stejných podmínek můžeme stejný produkt získat i ze sloučeniny G. Nakreslete její strukturu.

Vzorec G:

body:



- 7) Nakreslete strukturu látky H, která je polohovým izomerem látek E–G a obsahuje ve struktuře stereogenní centrum. Stereogenní centrum označte hvězdičkou.

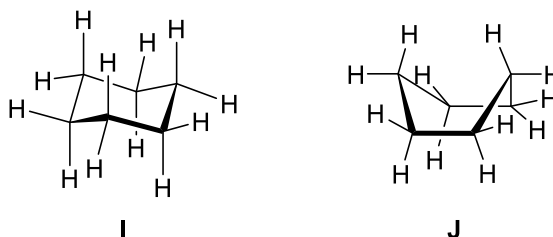
Vzorec H + označení stereogenního centra:

body:

## Úloha 2      Cyklohexan

10,5 bodu

Prostorové uspořádání atomů uhlíku v molekule cyklohexanu není rovinné. Níže jsou uvedeny struktury dvou možných konformačních izomerů.



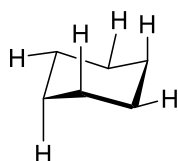
- 1) Která z uvedených konformací je stabilnější? Vysvětlete.

Odpověď: .....

Vysvětlení:

body:

- 2) Konformace I obsahuje dva typy atomů vodíku – axiální a ekvatoriální. Zakroužkujte všechny axiální atomy vodíku zvýrazněné ve struktuře níže. V případě, že některý z vodíků označíte špatně, budou vám odečteny body. Minimální bodový zisk za tuto otázku je nula bodů.



body:



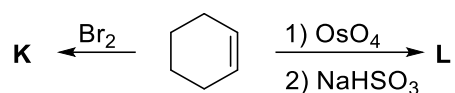
- 3) Pomocí předkreslených struktur znázorněte dvě různé konformace bromcyklohexanu. Porovnejte jejich stabilitu. Svou odpověď zdůvodněte.

Porovnání stability: .....

Zdůvodnění: .....

body:

- 4) Doplňte vzorce produktů K a L ve schématu níže a pomocí prostorových konfiguračních vzorců znázorněte, jaký stereoizomer při reakci vzniká. Pokud vzniká více stereoizomerů, stačí nakreslit jeden z nich.



Vzorec K:

Vzorec L:

body:

- 5) Pomocí předkreslené struktury nakreslete nejstabilnější konformaci látky K. Je látka K chirální? Své rozhodnutí zdůvodněte.

Chirální: ANO / NE

Zdůvodnění:

body:



- 6) Pomocí předkreslené struktury nakreslete nejstabilnější konformaci látky L. Je látka L chirální? Svě rozhodnutí zdůvodněte.



Chirální: ANO / NE

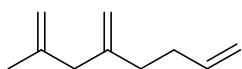
Zdůvodnění:

body:

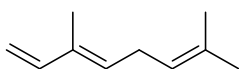
### Úloha 3 Deset vzorců

11 bodů

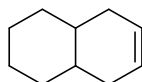
Dekan tvoří 75 konstitučních izomerů, a když přidáme cykly a násobné vazby, počet uhlovodíků s deseti uhlíky ještě výrazně naroste. V této úloze se blíže podíváme na deset vzorců desetiuhlíkatých alkenů, mezi kterými se ukrývají i některé přírodní látky.



M



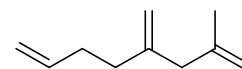
N



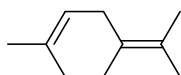
O



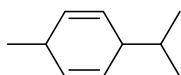
P



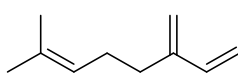
Q



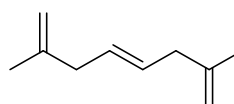
R



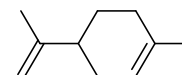
S



T



U



V

- 1) Mezi deset vzorců se dostaly i dva vzorce stejné sloučeniny. Pod kterými písmeny se skrývají?

Odpověď:

body:

- 2) Určete stupeň nenasycenosti pro látky M a R. Jsou to izomery? Zdůvodněte.

Stupeň nenasycenosti látky M:

Stupeň nenasycenosti látky R:

Izomery: ANO / NE

Zdůvodnění:

body:



- 3) S nadbytkem vodíku reaguje jedna z látek M–V na palladiovém katalyzátoru za vzniku uhlovodíku W se stupněm nenasycenosti 2. O kterou látku jde? Nakreslete strukturu uhlovodíku W. Kolik molů vodíku se spotřebuje při hydrogenaci, pokud by se použil jeden mol výchozí látky?

Výchozí látka:	Uhlovodík W:
Spotřeba vodíku: ..... mol	
<b>body:</b>	

- 4) Kdybychom uvažovali i konfigurační izomery, počet uhlovodíků, které můžeme vytvořit z deseti uhlíkových atomů, ještě více vzroste. Kupříkladu látky S a U mohou tvořit po dvou konfiguračních izomerech. Nakreslete jejich struktury a přiřadte ke každé struktuře stereodeskriptor *cis-* nebo *trans-*.

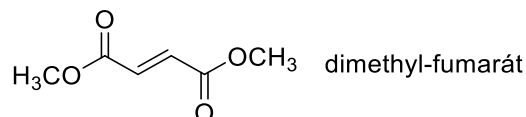
Struktury izomerů látky <b>S</b> (doplňte i stereodeskripty <i>cis-/trans-</i> ):
Struktury izomerů látky <b>U</b> (doplňte i stereodeskripty <i>cis-/trans-</i> ):
<b>body:</b>

- 5) Jedna z látek M–V může tvořit 3 stereoizomery. O kterou látku jde?

Odpověď:
<b>body:</b>



- 6) Látky M–V mají rozdílnou reaktivitu k dienofilům jako je dimethyl-fumarát. S dimethyl-fumarátem může reagovat např. látka T, monoterpen myrcen, vonná složka obsažená v „citronové trávě“. Nakreslete vzorec produktu reakce myrcenu s dimethyl-fumarátem. Které další látky M–V mohou reagovat s dimethyl-fumarátem?



Produkt:

S dimethyl-fumarátem mohou kromě myrcenu (T) reagovat látky:

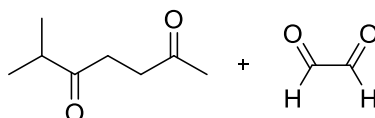
**body:**

- 7) Látka V je limonen, který, jak název napovídá, se vyskytuje např. v citronové kůře. Limonen se zahříváním rozkládá na dvě identické molekuly. Jde o tzv. retro-Dielsovu–Alderovu reakci, tj. Dielsovu–Alderovu reakci probíhající v opačném směru. Nakreslete, jaký produkt vzniká zahříváním limonenu.

Produkt:

**body:**

- 8) Mezi deseti vzorci se ukrývá i  $\alpha$ -terpinen, který se vyskytuje v „tea tree“ oleji. Ozonolýzou  $\alpha$ -terpinenu se získají následující karbonylové sloučeniny. Která z látek M–V je  $\alpha$ -terpinen?



$\alpha$ -terpinen je látka:

**body:**