



55. ročník

2018/2019

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie E

Úvodní informace

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

Pro účast v soutěži je nutné se registrovat přes webové stránky Chemické olympiády a přihlásit se k řešení vybrané kategorie.

1. Nejsem registrován na webových stránkách ChO:

<https://olympiada.vscht.cz>

Do 5. 11. 2018 se zaregistrujte na webových stránkách ChO a **přihlaste** se na kategorii E Chemické olympiády.

2. Jsem registrován na webových stránkách ChO:

<https://olympiada.vscht.cz>

Do 5. 11. 2018 se přihlaste na kategorii E Chemické olympiády.

Podrobný návod k provedení registrace a přihlášení na soutěžní kategorii naleznete na zmíněných webových stránkách ChO v sekci Organizace ChO pod záložkou Pro studenty.

Učitele prosíme, aby studenty vyzvali k registraci. Pokud student registraci neprovede, členové krajské komise studenta v databázi „neuvidí“ a nebudou ho moci vybrat do krajského kola.

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky ve spolupráci s Českou společností chemickou a Českou společností průmyslové chemie vyhlašují 54. ročník předmětové soutěže

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2018/2019

kategorie E

pro žáky 3. a 4. ročníků středních odborných škol s chemickým zaměřením¹
příp. žáky 3. a 4. ročníků ostatních středních odborných škol

Kompletní informace o Chemické olympiádě (Novinky, Úlohy, Harmonogram, Kontakty, Organizační řád, Výsledky, apod.) jsou uvedeny **na webových stránkách ChO** (<https://olympiada.vscht.cz>).

Chemická olympiáda je předmětová soutěž z chemie, která si klade za cíl podporovat a rozvíjet talentované žáky. Formou zájmové činnosti napomáhá vyvolávat hlubší zájem o chemii a vést žáky k samostatné práci.

Soutěž je jednotná pro celé území České republiky a pořádá se každoročně. Člení se na kategorie a soutěžní kola. Vyvrcholením soutěže pro kategorii E je účast vítězů Národního kola ChO na evropské soutěži Grand Prix Chimique (GPCh), která se koná jednou za 2 roky. Nejlepší řešitelé krajských kol mají možnost zúčastnit se oblíbených Letních odborných soustředění ChO – Běstvína (www.bestvina.cz) nebo Běstvinka (www.bestvina.cz/p/bestvinka).

České vysoké školy s chemickými obory obvykle nabízejí prominutí přijímací zkoušky uchazečům, kteří se stali úspěšnými řešiteli Krajského nebo Národního kola ChO v kategorii A a E, případně B. Aktuální informace o možnosti prominutí přijímací zkoušky pro konkrétní studijní obor a pro daný školní rok naleznete na internetových stránkách vybrané vysoké školy.

Řada vysokých škol nabízí stipendia pro své studenty z řad účastníků ChO. Informace o takových stipendiích naleznete v aktuálním stipendijním řádu vybrané vysoké školy.

VŠCHT Praha nabízí účastníkům Národního kola ChO Aktivační stipendium. Toto stipendium pro studenty prvního ročníku v celkové výši 30 000 Kč je podmíněno splněním studijních povinností. Stipendium pro nejúspěšnější řešitele nabízí také Nadační fond Emila Votočka při Fakultě chemické technologie VŠCHT Praha. Úspěšní řešitelé Národního kola ChO přijatí ke studiu na této fakultě mohou zažádat o stipendium pro první ročník studia. Nadační fond E. Votočka poskytne třem nejúspěšnějším účastníkům kategorie A resp. nejlepšímu účastníkovi z kategorie E stipendium ve výši 10 000 Kč během 1. ročníku studia.²

Účastníci Národního kola Chemické olympiády kategorie A nebo E, kteří se zapíší do prvního ročníku chemických oborů na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy, obdrží při splnění studijních povinností umožňujících postup do druhého ročníku mimořádné (tzv. motivační) stipendium ve výši 30 000 Kč.³

Celostátní soutěž řídí Ústřední komise Chemické olympiády v souladu s organizačním řádem. Na území krajů a okresů řídí Chemickou olympiádu krajské a okresní komise ChO. Organizátory krajského kola pro žáky středních škol jsou krajské komise ChO ve spolupráci se školami, krajskými úřady a pobočkami České chemické společnosti a České společnosti průmyslové chemie. Na školách řídí školní kola pověřený učitel (garant školního kola).

V souladu se zásadami pro organizování soutěží je pro vedení školy závazné, v případě zájmu studentů o Chemickou olympiádu, uskutečnit její školní kolo, případně zabezpečit účast studentů v této soutěži na jiné škole.

¹ Kategorie E je určena pro žáky odborných škol, kteří mají alespoň 2 hodiny chemie a 2 hodiny laboratorních cvičení týdně po celou dobu studia (tj. 4 roky).

² Stipendium bude vypláceno ve dvou splátkách, po řádném ukončení 1. semestru 4 000 Kč, po ukončení 2. semestru 6 000 Kč. Výplata je vázána na splnění všech studijních povinností. Celkem může nadační fond na stipendia rozdělit až 40 000 Kč v jednom roce.

³ Podrobnější informace o tomto stipendiu jsou uvedeny na webových stránkách fakulty <http://www.natur.cuni.cz/fakulta/studium/agenda-bc-mgr/predpisy-a-poplatky/stipendia>. Výplata stipendia je vázána na splnění studijních povinností umožňujících postup do druhého ročníku.

První kolo soutěže (školní, ŠK) probíhá na školách ve všech kategoriích zpravidla ve třech částech. Jsou to:

- a) studijní (teoretická) část
- b) laboratorní (praktická) část,
- c) kontrolní test školního kola.

Součástí tohoto dokumentu jsou úlohy teoretické a praktické části školního kola pro kategorii E, které jsou ke stažení i na webu ChO. Žáci vypracovávají teoretickou část samostatně doma s případnou pomocí odborné literatury. Praktická část se provádí v laboratoři ve škole po domluvě s učitelem. Obě tyto části lze vypracovávat kdykoli v průběhu stanoveného rozmezí školního kola. Kontrolní test školního kola bude distribuován na školy jako samostatný dokument a píše se formou časově omezené písemné práce v den stanovený v harmonogramu ChO.

Úlohou pedagoga na škole je:

- a) opravit vypracované úkoly soutěžících, zpravidla podle autorského řešení, které bude zasláno na školu (učitel či garant ŠK),
- b) zapsat výsledky školního kola na web ChO a stanovit pořadí soutěžících (garant ŠK)
- c) provést se soutěžícími rozbor chyb.

Harmonogram 55. ročníku ChO pro kategorii E

Teoretická a praktická část školního kola:	červenec – říjen 2018
Přihlášení k řešení úloh ChO kat. E:	10. 9. – 5. 11. 2018
Kontrolní test školního kola:	8. 11. 2018
Zápis výsledků ŠK na web ChO:	8 – 16. 11. 2018

Krajská komise je oprávněna na základě dosažených výsledků ve školním kole vybrat omezený počet soutěžících do krajského kola ChO. Žáci postupující do krajského kola jsou kontaktováni krajskou komisí.

Krajská kola: 28. 11. 2018

Ústřední komise ChO vybere na základě dosažených výsledků v krajských kolech soutěžící do Národního kola ChO.

Národní kolo: 27. – 31. 1. 2019, Brno

Letní odborné soustředění: červenec 2019, Běstvína

Organizátoři vyberou na základě dosažených výsledků v krajských kolech soutěžící, kteří se mohou zúčastnit letního odborného soustředění Chemické olympiády v Běstvině.

Ústřední komise Chemické olympiády děkuje všem učitelům, ředitelům škol a dobrovolným pracovníkům, kteří se na průběhu Chemické olympiády podílejí. Soutěžícím pak přeje mnoho úspěchů při řešení soutěžních úloh.



55. ročník

2018/2019

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie E

Teoretická část (50 bodů)

ANORGANICKÁ CHEMIE**16 BODŮ**

Autoři	Mgr. Jiří Šolc <i>Střední průmyslová škola chemická akademika Heyrovského, Ostrava</i>
	Mgr. Radek Matuška <i>Střední průmyslová škola chemická Brno, Vranovská</i>
Recenze	RNDr. Václav Kubát, Ph.D. <i>Gymnázium, Tišnov</i> <i>Ústav Chemie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita v Brně</i>

Milí soutěžící,

letošní ročník Chemické olympiády bude v rámci anorganické chemie a technologie zaměřen na chemii chromu a manganu. Oba prvky tvoří velké množství různě barevných sloučenin, které mají své unikátní vlastnosti a použití. Setkáte se s širokou škálou chemických reakcí těchto prvků i jejich prakticky využívaných sloučenin. Ze základních chemických dovedností, které se vám v průběhu řešení budou hodit:

- chemie a chemická technologie chromu a manganu včetně struktury a vlastností jejich sloučenin
- zápis redoxních i neredoxních chemických rovnic v úplném i iontovém tvaru
- základní chemické výpočty (stechiometrické, složení, z chemické reakce a to včetně plynů)
- základní znalosti týkající se elektronové konfigurace a vlastností, které se z ní dají odvodit

Doporučená literatura:

1. Gažo J. a kol.: Všeobecná a anorganická chemie, SNTL, Praha, 1981, str. 604–625.
2. Greenwood N.N., Earnshaw A.: Chemie prvků, Informatorium, Praha, 1993, 1238–1319.
3. Muck A.: Základy strukturní anorganické chemie, Academia, Praha, 2006, 368–380.

Úloha 1 Výskyt a vlastnosti chromu a manganu**8 bodů**

V této úloze budete zkoumat základní vlastnosti chromu a manganu, jejich výskyt v minerálech a způsoby výroby.

1) Doplňte křížovku. Její tajenkou je jeden vzácný minerál.

1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			

1. Použití KMnO_4 při úpravě vody.
2. Pozitivní katalyzátor při rozkladu peroxidu vodíku.
3. Prostorové uspořádání chromanového aniontu.
4. Slavný chemik, objevitel manganu, ale i dalších prvků.
5. Skupina velmi lehkých a mechanicky odolných slitin na bázi hliníku a hořčíku s menším množstvím mědi a manganu.
6. Minerál, ve kterém byl objeven prvek chrom.
7. Šesterečný minerál zbarvený chromem.
8. Oxid, který se připravuje reakcí manganistanu draselného s koncentrovanou kyselinou sírovou.
9. Chrom má ze všech kovů nejvyšší ... (doplň fyzikální vlastnost).

Pozn.: Spřežku „CH“ berte jako jedno písmeno, tj. náležející do jednoho pole křížovky.

- 2) Kolik gramů minerálu z tajenky obsahuje stejné množství chromu jako $1,00 \text{ dm}^3$ vodného roztoku dichromanu draselného o molární koncentraci $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$?
- 3) Doplňte níže uvedený text (slova nebo vzorce A–D), který popisuje výrobu jisté slitiny chromu.

Chrom se používá při výrobě oceli, proto se nejčastěji vyrábí ve formě slitiny s prvkem **A**, která se nazývá **B**. Výroba spočívá v redukcí nejčastější rudy chromu, kterou lze zapsat jako podvojný oxid, vyjádřeno vzorcem **C**, triviálně **D**. Výroba spočívá v redukcí rudy uhlíkem.

- 4) Chemickou rovnicí popište výrobu chromu ve formě výše uvedené slitiny.

Úloha 2 Barevné sloučeniny manganu.**3 body**

Mangan je prvek, který vytváří velké množství barevných sloučenin, a to jak v roztocích, tak ve formě pevných látek. V následující úloze budete mít možnost si tyto sloučeniny a jejich vlastnosti osvojit a nastudovat.

1) **Doplňte následující tabulku. Kyslíkaté soli uveďte vzorcem aniontu.**

Vzorec	Název	Barva a skupenství	
		černá	(s)
		modrá	(aq)
	hydroxid – doplňte	bílá	(s)
		zelená	(aq)
	oxid – doplňte	tmavě hnědá	(s)
		fialová	(aq)

Úloha 3 Chemická sopka**5 bodů**

Známý efektní pokus „chemická sopka“ spočívá v termickém rozkladu dichromanu jednoho víceatomového kationtu **A** za vzniku plynného prvku **B**, zeleného oxidu chromu **C** a vody. Tento pokus se však v poslední době ve školách již velmi málo předvádí.

- 1) **Identifikujte vzorcem sloučeniny A–C.**
- 2) **Zapište chemickou rovnicí popsaný rozklad látky A.**
- 3) **Kolik dm³ prvku B vznikne rozkladem 20 g látky A? Uvažujte standardní podmínky (298 K a 1 atm).**
- 4) **Z jakého důvodu se pokus již v poslední době nepředvádí?**

ORGANICKÁ CHEMIE**16 BODŮ**

Autoři	Erik Kalla <i>Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita v Brně</i>
	Milan Říha <i>Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita v Brně</i>
Recenze	Ing. Daniela Hradilová <i>Střední škola logistiky a chemie, Olomouc</i>

Milí soutěžící,

V letošním ročníku chemické olympiády kategorie E se budete zabývat karbonylovými sloučeninami (tedy aldehydy a ketony) a taktéž enolizací těchto sloučenin. Při přípravě se zaměřte na obecnou přípravu (výrobu) karbonylových sloučenin a enolátů, ale taktéž je nezbytné znát jejich reaktivitu. U přípravy karbonylových sloučenin se zaměřte i na reaktivitu α,β – nenasycených karbonylových sloučenin. U enolů a enolátů nevynechejte „reakce na kyslíku karbonylu“. Chtěli bychom Vás také upozornit, že v dalších kolech se může objevit tzv. syntetické plánování molekul, kdy se přes více kroků budete muset dostat z výchozí látky na produkt.

Jelikož existuje rozmanitý soubor reakcí karbonylových sloučenin, rozhodli jsme se, že vám poskytneme i stručný přehled reakcí, u kterých je možné, že se v nějaké formě objeví v tomto ročníku chemické olympiády. Nezapomeňte se tedy seznámit s hydroborační reakcí na alkynech; Wittigovou reakcí; Favorského přesmykem; Wolff-Kižnerovou a Clemmensenovou redukcí; DABCO a jeho využitím v Baylis-Hillmanově reakci; Copeho přesmykem; Baeyer-Villigerovou oxidací; expanzí kruhu pomocí diazomethanu; umpolungem; reduktivní aminací. Nejedná se však o veškerý přehled organické chemie karbonylů, výše uvedené reakce pouze považujeme za „speciální“.

Samozřejmostí je i ovládání jednoduchých organických výpočtů, názvosloví včetně určení absolutní konfigurace R/S, a hlavně organického uvažování.

V některých částech úloh můžete od nás najít pomoc takovým způsobem, že pod šipkou najdete vznikající meziprodukty/nízkomolekulární látky apod. Neznamená to však, že pokud nic pod šipkou napsáno nebude, tak nevzniká meziprodukt/nízkomolekulární látka apod.

Přejeme vám mnoho zdaru při řešení úloh a věříme, že si úlohy řádně užijete.

Doporučená literatura

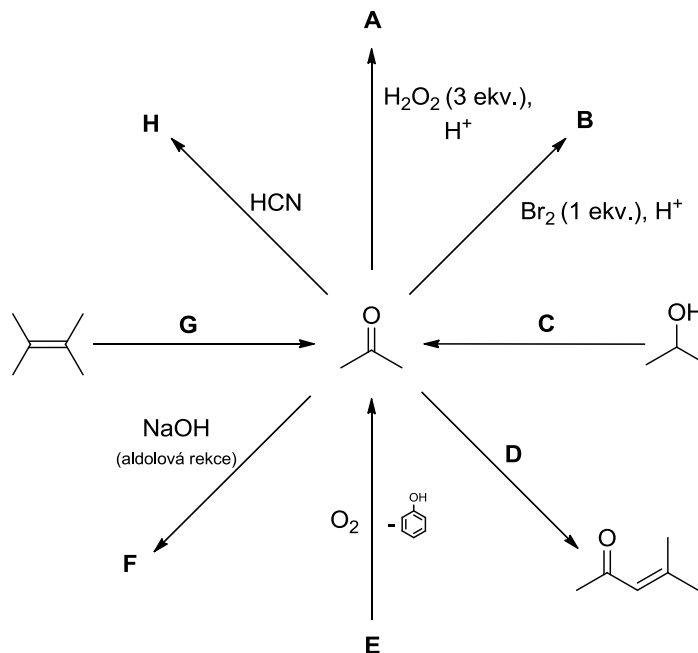
1. J. McMurry: Organická chemie, 1. vyd., VŠCHT Praha a VUT IUM 2007 (kapitoly 19; 22;23)
2. Clayden: Organic chemistry, 2. vyd., Oxford 2012 (kapitoly 6; 11; 20; 23 – strany 528-534, 538, 540, 544-546; 25; 26; 36 – zde pouze pasáže s přesmyky zmíněné v úvodu; a může vám pomoci i kapitola 28)
3. A. Janeczková, P. Klouda: Organická chemie, Nakladatelství Pavel Klouda 1998 (kapitola 18).
4. Jiné vhodné internetové zdroje s využitím klíčových slov zmíněných v úvodu.

Úloha 1 Rozehřátí s acetonem

4,5 bodu

Jedno z nejpoužívanějších rozpouštědel v chemické laboratoři (obzvláště organické) je aceton (propan-2-on). V první úloze vám aceton poslouží jako modelová molekula obsahující karbonylovou skupinu pro seznámení se základními reakcemi a přípravami (výrobami) karbonylových sloučenin. Oxidace látky **E** je **dvoustupňová** a po vás je požadován až **výsledný produkt**.

1) Doplňte příslušné produkty či reaktanty v níže uvedených transformacích.



Pokud jste někdy s acetonem v laboratoři pracovali (např. při oplachování skla), mohli jste se setkat po expozici této látky na kůži s nepříjemným ochlazením (laicky řečeno: aceton vás studil).

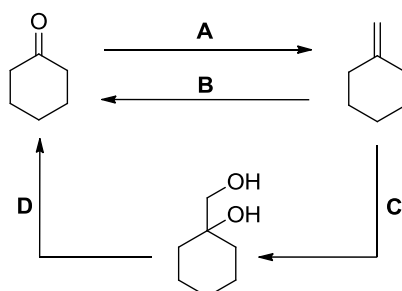
2) Uvedte, čím je chlazení po expozici způsobeno.

Úloha 2 Tam a zase zpět...

5 bodů

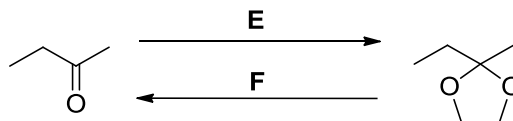
Existují reakce, které probíhají lehce v jednom směru, ve druhém však běží velmi obtížně, popřípadě vůbec. Některé reakce karbonylových sloučenin se však vymykají. V této úloze si ukážeme reakce karbonylových sloučenin, probíhající poměrně lehce v obou směrech. Jedna z typických reakcí je vznik a rozpad tzv. acetalu. Jak pracovat s acetalu, proč je vhodné je vytvářet apod. bude také tématem úlohy.

1) Doplňte reakční podmínky v níže uvedených transformacích (A-D).

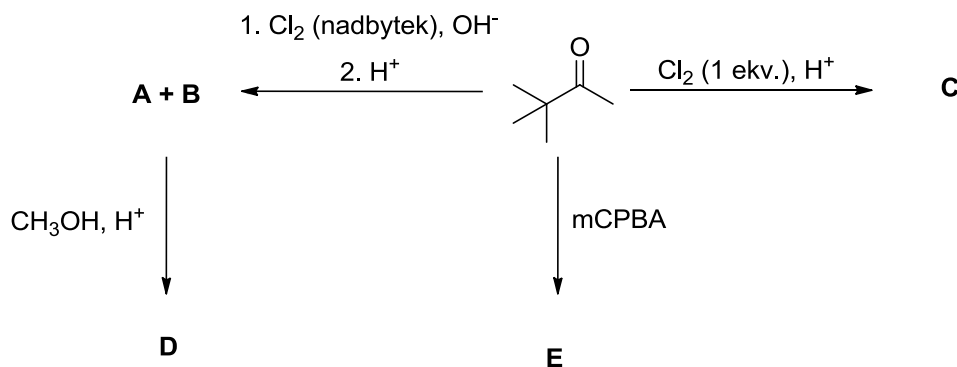


2) **Pojmenujte systematicky látku vznikající z cyklohexanonu v reakci A.**

Jak bylo zmíněno v úvodním textu, jedna z typických reakcí, probíhajících v obou směrech je tvorba a rozklad acetalů. Níže máte uvedeno schéma vzniku jedné takové molekuly.

3) **Doplňte reakční podmínky ve výše uvedených transformacích (E, F).**4) **Napište formální mechanismus reakce E (tedy mechanismus vzniku acetalu z ketonu). Nezapomeňte taktéž na šipky popisující přenos elektronů.**5) **Uvedte hlavní důvod, proč je výhodné/potřebné vytvářet acetal, popř. hemiacetal.**Úloha 3 **Substituce v α -poloze****4,5 bodu**

Reaktivita ketonů spočívá také v tom, že jsou schopny substituce v α -poloze vůči karbonylu (tedy na uhlíku ležící vedle C=O skupiny). Výchozí molekula, 3,3-dimethylbutan-2-on, může reagovat s chlorem v bazickém prostředí za vzniku látky **A** a nízkomolekulární látky **B**. Naopak v kyselém prostředí reaguje výchozí látka s 1 ekvivalentem chloru v kyselém prostředí za vzniku produktu **C**. Vystavením výchozí látky účinkům mCPBA (*meta*-chlorperoxybenzoové kyseliny) vzniká molekula **E**, která je stejným funkčním derivátem jako látka **D**. Látka **D** vzniká z látky **A** v prostředí methanolu a v kyseliny. Má stejný empirický vzorec jako látka **E**, tedy $\{C_3H_6O\}$. Tyto látky (**D** a **E**) však mají jiný strukturální vzorec.

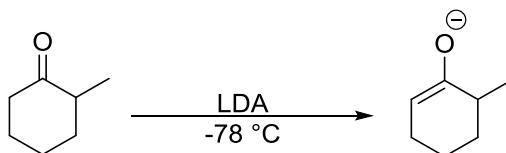
1) **Doplňte příslušné produkty či reaktanty v níže uvedených transformacích.**

Jak bylo zmíněno v úvodu, při transformaci na produkt **A** vzniká nízkomolekulární látka **B**. Tato látka se používá v organické syntéze jako rozpouštědlo.

2) **Jak se látka B nazývá (triviálně či systematicky) a rozhodněte, zda-li se jedná o látku polární/nepolární.**3) **Kde se používá deuterovaná forma látky B?**4) **Navrhněte formální mechanismus přeměny výchozí látky na produkt C. Nezapomeňte taktéž na šipky popisující přesun elektronů.**

Úloha 4 Dvojitá tvář enolátů**2 body**

Pokud necháte reagovat karbonylovou sloučeninu s bází, vzniká nukleofilní species (nazývaný enolát), který následně reaguje s elektrofilními činidly. Enolizace 2-methylcyklohexanonu v nadbytku silné báze vede k enolátu, který je znázorněn ve schématu níže.



- 1) Co znamená zkratka LDA? Jak byste tuto sloučeninu připravili?
- 2) Jak připravíte lázeň o teplotě - 78 °C?
- 3) Pokud necháte reagovat enolát 2-methylcyklohexanonu (vygenerovaný pomocí LDA), s trimethylsilylchloridem, vzniká jediný produkt silylether. Napište schéma reakce mezi enolátem a trimethylsilylchloridem.
- 4) Na druhou stranu reakce našeho enolátu s benzylbromidem poskytuje jako majoritní produkt substituovaný keton. Napište příslušné reakční schéma odpovídající této reakci.

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

18 BODŮ

Autor: **Mgr. Radek Matuška**
Střední průmyslová škola chemická Brno, Vranovská

Recenze: **Bc. Adam Tywoniak**
Universität Heidelberg

Bc. Matin Balouch
Fakulta chemicko-inženýrská, VŠCHT v Praze

Bc. Pavel Měrka
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

Milé řešitelky, milí řešitelé,

fyzikálně-analytická část letošního ročníku Chemické olympiády kategorie E bude hrát všemi barvami. Jak by také ne, hlavním tématem totiž bude *interakce atomů a molekul se světlem*. Jedná se jev(y) fyzikálně tak zásadní, že daly vzniknout nejen několika fyzikálně-chemických podoborům, ale hlavně jsou každodenně aplikované v laboratořích analytických chemiků jako *spektrofotometrická stanovení* všeho druhu.

Po celou dobu řešení fyzikálně-analytické část vás bude jako dobrý pomocník provázet vzorečkovník, ve kterém najdete téměř všechny vztahy, které budete při řešení potřebovat. Ty, které ve vzorečkovníku nenajdete určitě hravě odvodíte. Není radno se ale spoléhat pouze na vzorečkovník. Bez dobré znalosti fundamentálních informací je samozřejmě dost k ničemu. Do vašeho povědomí by se tak během studia měly dostat následující oblasti vědění o interakci světla a hmoty:

- Elektronová konfigurace atomů a molekul.
- Světlo a jeho charakteristika – vlnová délka, energie, frekvence a vlnočet.
- Absorpční a emisní spektra atomů.
- Barva a doplňková barva. Barevnost látek a její vztah s vlnovou délkou.
- Spektrofotometrie zejména v UV a VIS oblasti.
- Čtení jednoduchých absorpčních spekter molekul.
- Základní spektrofotometrické veličiny – absorbance, transmitance, molární absorpční koeficient a další.
- Bouguer-Lambert-Beerův zákon a jeho využití pro stanovení složení jednodušších i složitějších směsí.
- Stanovení koncentrace látek metodou kalibrační přímky a metodou standardního přídávku.
- Aplikace Bouguer-Lambert-Beerova zákona pro studium disociace/asociace látek (výpočet disociačních konstant a složení komplexů vhodnými metodami)
- Základní pojmy z chemické rovnováhy, zejména pak disociační konstanta kyseliny, konstanta stability komplexu a pojem a výpočty pH.
- Základní chemické výpočty včetně aplikace stavové rovnice ideálního plynu.

Může se to jevit jako spousta nových pojmů, nicméně valnou většinu z nich již znáte a běžně s nimi operujete. Nebojte se proto spekter a pojďme se společně ponořit do krásného barevného světa chemie.

Příjemnou zábavu při řešení vám přeje

RRadon

Doporučená literatura:

1. Housecroft C. E., Sharpe A. G.: Anorganická chemie, VŠCHT Praha, 2014. Kapitola 1 a 20.7. Dostupné online na https://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid_isbn-978-80-7080-951-8
2. Záruba K.: Analytická chemie 2. díl, VŠCHT Praha, 2016. Kapitoly 9 a 11.
3. Bartoš M. et al.: Analytická chemie I., Pardubice, 2004. Kapitoly 3.1, 3.2 a 4.2.
4. Libovolné další knižní nebo relevantní internetové zdroje týkající se spektrofotometrie a acidobazické a komplexotvorné rovnováhy.

Vzorečkovník

Jednotky a jejich převody:

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ ppm} = 1 \cdot 10^{-6}$$

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 760 \text{ Torr}$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

Důležité vztahy:

- energie fotonu

$$E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} = h \cdot c \cdot \tilde{\nu}$$

- transmittance

$$T = \frac{\Phi_{\text{out}}}{\Phi_{\text{in}}}$$

- absorbance

$$A = -\log T$$

- Bouguer-Lambert-Beerův zákon

$$A = \epsilon \cdot \ell \cdot c$$

- definice pH

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

- definice p(čehokoliv)

$$\text{p(čehokoliv)} = -\log(\text{čehokoliv})$$

- disociační konstanta slabé kyseliny

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

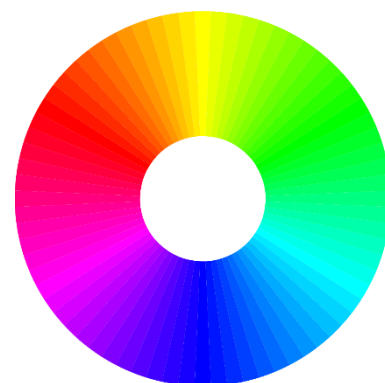
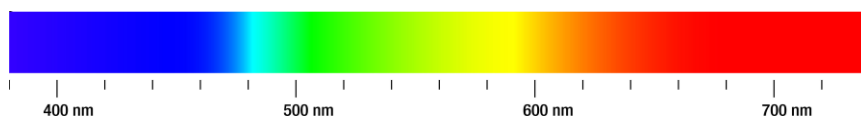
- konstanta stability komplexu

$$\beta_{\text{ML}_y} = \frac{[\text{ML}_y]}{[\text{M}] \cdot [\text{L}]^y}$$

- stavová rovnice ideálního plynu

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Viditelná část elektromagnetického spektra a doplňkové barvy:



Úloha 1 Elektronová konfigurace**4 body**

Základní představu pro hodnocení elektronových přechodů v atomech a molekulách tvoří jejich elektronová konfigurace. Jedná se v podstatě o způsob rozmístění elektronů v orbitalech, které se řídí několika základními pravidly: a) výstavbovým (Aufbau) principem, b) Pauliho principem vylučnosti a c) Hundovým pravidlem.

- 1) **Objasněte výše uvedená pravidla pro zaplňování orbitalů.**
- 2) **Zapište elektronovou konfiguraci následujících prvků či jejich iontů**
 - a) Al
 - b) S²⁻
 - c) Sr²⁺
 - d) Co³⁺
 - e) Hg²⁺
- 3) **V případě elektronové konfigurace jistých d- a f- prvků dochází k nepravidelnostem. Na příkladu elektronové konfigurace mědi ukažte, jak tato nepravidelnost funguje a objasněte, proč k této nepravidelnosti dochází.**

Úloha 2 Emisní spektra a noční procházka**6 bodů**

Bohrův model atomu slavil v době svého vzniku velkou slávu hlavně proto, že umožňoval vysvětlit emisní spektra vodíku. Bohr totiž postuloval, že elektrony jsou v atomu umístěny na jistých orbitech, které jsou diskrétní a pro přechod elektronu mezi hladinami je třeba pohltit nebo vyžářit určité kvantum energie. Energie orbity o kvantovém čísle n je dána jako (Rydbergova konstanta má hodnotu $R_\infty = 13,6$ eV):

$$E_n = -R_\infty \cdot \frac{1}{n^2}$$

- 1) **Jaký je rozdíl mezi emisním a absorpčním spektrem?**
- 2) **Vypočítejte energii elektronu (v jednotkách eV i J) v atomu vodíku v orbitě s kvantovým číslem $n = 1$.**
- 3) **V jaké oblasti elektromagnetického spektra (UV/VIS/IR) leží emisní přechody excitovaných elektronů, které „padají“ na hladinu $n = 1$? Doložte výpočtem vlnové délky takového emitovaného světla.**
- 4) **Ve viditelné oblasti spektra leží čtyři emisní přechody tzv. Balmerovy série. Jsou to emisní přechody na orbitu $n = 2$. Vypočítejte vlnovou délku těchto čtyř přechodů a určete, jakou barvou se tyto přechody projeví v emisním spektru.**

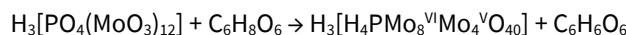
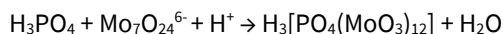
Pro vysvětlení jiných emisních jevů je ale třeba využít kvantově-mechanický model atomu. Emisní spektrum sodíku ve viditelné oblasti se využívá při svícení v pouličních lampách a můžeme jej také pozorovat při jakémkoliv hoření, při kterém dochází k excitaci species sodíku. Způsobuje totiž charakteristicky žluté zbarvení plamene.

- 5) **Zapište elektronovou konfiguraci atomu sodíku a sodného kationtu.**
- 6) **Charakteristická barva emisního záření sodíku je způsobena přechodem elektronů 3p (-3,04 eV) → 3s (-5,14 eV). Určete vlnovou délku (v nm) a vlnčet (v cm⁻¹) tohoto přechodu.**
- 7) **Při bližším ohledání sodíkového spektra zjistíme, že obsahuje dublet (tj. dvě spektrální čáry) odpovídající vlnovým délkám 588,995 nm a 589,592 nm. Tento rozdíl je způsobený existencí různých jemných energetických hladin v orbitalu 3p. Vypočítejte, jak se energeticky liší hladiny v orbitalu 3p (v jednotkách eV).**

Úloha 3 Kyselina fosforečná v Coca-Cole

8 bodů

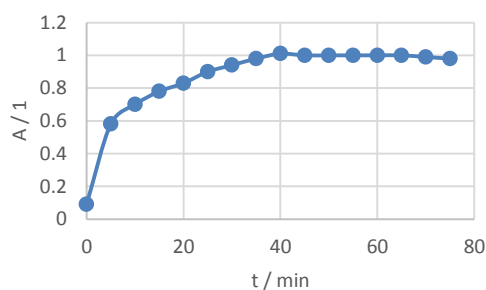
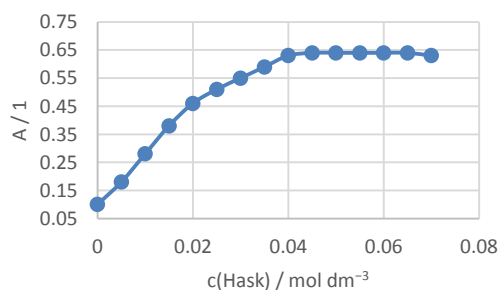
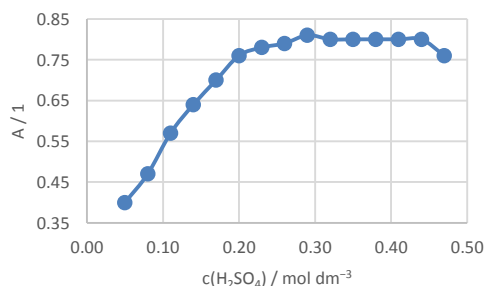
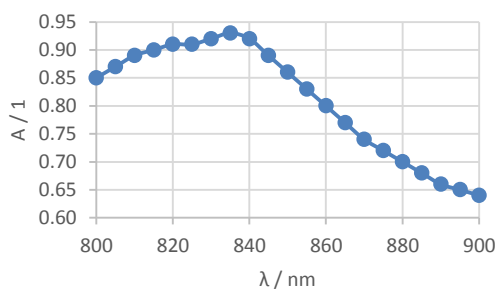
Jednou z nejpoužívanějších spektrofotometrických metod pro stanovení fosforu v kolových nápojích je převod fosforečnanů na tzv. fosfomolybdenovou modř. Vzorek se nejprve nechá reagovat s molybdenanem amonným v kyselém prostředí a následně s redukčním činidlem (v tomto konkrétním případě s kyselinou askorbovou $C_6H_8O_6$) za vzniku fosfomolybdenové modři:



Množství vzniklé fosfomolybdenové modři je tak přímo úměrné původnímu množství kyseliny fosforečné ve vzorku. To se stanoví jednoduše měřením absorpce při vhodné vlnové délce metodou kalibrační přímky při vhodné vlnové délce.

Analýza se provádí následovně: Připraví se kalibrační roztoky zředěním zásobního roztoku o obsahu 4 ppm hm. P_2O_5 v 5ml baňkách, do kterých byly přidány 2 ml roztoku kyseliny askorbové (redukční činidlo). Zkoumaný nápoj se nechá odplynit a stát v kádince po dobu 24 hodin k odstranění veškerého přítomného CO_2 . Poté se přenesou 2,5 ml odplyněného nápoje do 50ml odměrné baňky a doplní destilovanou vodou po rysku. Následně se odebere alikvot 250 μ l a převede se do 5ml odměrné baňky. Přidají se 2 ml roztoku kyseliny askorbové a doplní po rysku. Vzorky se následně smísí s okyseleným roztokem molybdenanu amonného a nechají se po určitou dobu stát, následně se měří.

- 1) Vyčíslete obě chemické rovnice vzniku fosfomolybdenové modři.
- 2) Tato metoda se využívá pouze pro nezabarvené nápoje. Vysvětlete proč.
- 3) Jak byste metodu modifikovali, aby se dala využít pro barvené kolové nápoje?
- 4) Proč je důležité vzorek řádně odplynit?
- 5) Na následujících grafech vidíte závislost absorpance jednoho z kalibračních roztoků na různých faktorech.



Na základě těchto dat vyberte:

- vhodnou vlnovou délku pro stanovení fosforečnanů ve formě fosfomolybdenové modři
- vhodný interval koncentrace kyseliny sírové ve vzorku
- vhodný interval koncentrace kyseliny askorbové v měřeném vzorku
- ideální interval doby stání vzorku před analýzou

Autoři studie naměřili následující závislost absorbance kalibračních roztoků v závislosti na obsahu P_2O_5 . Upravený vzorek nápoje vykazoval hodnotu absorbance 0,565.

$w(P_2O_5) / \text{ppm hm.}$	$A / 1$
0,00	0,000
0,15	0,087
0,30	0,197
0,45	0,305
0,60	0,410
0,75	0,511
0,90	0,641
1,05	0,754
1,20	0,840
1,35	0,956
1,50	1,049
1,65	1,170
1,80	1,292

- Určete obsah fosforu jako P_2O_5 ve vzorku nápoje v jednotkách ppm hm. Můžete využít jakýkoliv počítačový tabulkový editor.
- Jaké je přibližné pH takového nápoje, pokud veškerý fosfor předpokládáme ve formě kyseliny fosforečné a jejich aniontů? Uvažujte pouze disociaci do prvního stupně. Pro H_3PO_4 je $pK_{a1} = 2,15$, $pK_{a2} = 7,20$ a $pK_{a3} = 12,32$. Hustotu Coca-Coly předpokládejte $1,00 \text{ g cm}^{-3}$.