



49. ročník
2012/2013

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie A a E

ZADÁNÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

Vydání tohoto textu bylo podpořeno rozvojovým programem MŠMT ČR
„Podpora soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání pro školní rok 2012/2013“.

© Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2012

ISBN

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
ve spolupráci s Českou společností chemickou
a Českou společností průmyslové chemie
vyhlašují 49. ročník předmětové soutěže

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2012/2013

kategorie A

pro žáky 3. a 4. ročníků středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií

kategorie E

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

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 A je účast vítězů Národního kola ChO na *Mezinárodní chemické olympiádě* a pro kategorii E na evropské soutěži *Grand Prix Chimique*, která se koná jednou za 2 roky.

Úspěšní řešitelé Národního kola Chemické olympiády budou přijati bez přijímacích zkoušek na tyto vysoké školy: VŠCHT Praha, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze (chemické obory), Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity v Brně (chemické obory), Fakulta chemická VUT v Brně a Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice.

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 požádat o stipendium pro první ročník studia. Nadační fond E. Votočka poskytne třem nejúspěšnějším účastníkům kategorie A resp. jednomu kategorie E během 1. ročníku studia stipendium ve výši 10 000 Kč.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 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 ředitel a pověřený učitel.

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 www.natur.cuni.cz/faculty/studium/info/mimoradna-stipendia. Výplata stipendia je vázána na splnění studijních povinností umožňujících postup do druhého ročníku.

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.

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

- studijní část,
- praktická laboratorní část,
- kontrolní test školního kola.

V tomto souboru jsou obsaženy soutěžní úlohy teoretické a praktické části prvního kola soutěže kategorií A a E. Autorská řešení těchto úloh společně s kontrolním testem a jeho řešením budou obsahem samostatného souboru. Úlohy ostatních kategorií budou vydány v samostatných souborech.

Vzor záhlaví vypracovaného úkolu

Karel VÝBORNÝ
Gymnázium, Korunní ul., Praha 2
3. ročník

Kat.: A, 2012/2013
Úkol č.: 1
Hodnocení:

Školní kolo Chemické olympiády řídí a organizuje učitel chemie (dále jen pověřený učitel), kterého touto funkcí pověří ředitel školy.

Úkolem pověřeného učitele je propagovat Chemickou olympiádu mezi žáky a získávat je k soutěžení, předávat žákům texty soutěžních úkolů a dodržovat pokyny řídicích komisí soutěže. Spolu s pověřeným učitelem se na přípravě soutěžících podílejí učitelé chemie v rámci činnosti předmětové komise. Umožňují soutěžícím práci v laboratořích, pomáhají jim odbornou radou, upozorňují je na vhodnou literaturu, popřípadě jim zajišťují další konzultace, a to i s učiteli škol vyšších stupňů nebo s odborníky z praxe a výzkumných ústavů.

Ředitel školy vytváří příznivé podmínky pro propagaci, úspěšný rozvoj i průběh Chemické olympiády. Podporuje soutěžící při rozvoji jejich talentu a zabezpečuje, aby se práce učitelů hodnotila jako náročný pedagogický proces.

Učitelé chemie spolu s pověřeným učitelem opraví vypracované úkoly soutěžících, zpravidla podle autorského řešení a kritérií hodnocení úkolů předem stanovených ÚK ChO, případně krajskou komisí Chemické olympiády, úkoly zhodnotí a seznámí soutěžící s jejich správným řešením.

Pověřený učitel spolu s ředitelem školy nebo jeho zástupcem:

- stanoví pořadí soutěžících,
- navrhne na základě zhodnocení výsledků nejlepší soutěžící k účasti ve druhém kole,
- provede se soutěžícími rozbor chyb.

Ředitel školy zašle příslušné komisi Chemické olympiády jmenný seznam soutěžících navržených k postupu do dalšího kola, jejich opravená řešení úkolů, pořadí všech soutěžících (s uvedením procenta úspěšnosti) spolu s vyhodnocením prvního kola soutěže.

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..

VÝNATEK Z ORGANIZAČNÍHO ŘÁDU CHEMICKÉ OLYMPIÁDY

Čl. 5

Úkoly soutěžících

- (1) Úkolem soutěžících je samostatně vyřešit zadané teoretické a laboratorní úlohy.
- (2) Utajení textů úloh je nezbytnou podmínkou regulérnosti soutěže. Se zněním úloh se soutěžící seznamují bezprostředně před vlastním řešením. Řešení úloh (dále jen „protokoly“) je hodnoceno anonymně.
- (3) Pokud má soutěžící výhrady k regulérnosti průběhu soutěže, má právo se odvolat v případě školního kola k učiteli chemie pověřenému zabezpečením soutěže, v případě vyšších soutěžních kol k příslušné komisi Chemické olympiády, popřípadě ke komisi o stupeň vyšší.

Čl. 6

Organizace a propagace soutěže na škole, školní kolo Chemické olympiády

- (1) Zodpovědným za uskutečnění soutěže na škole je ředitel, který pověřuje učitele chemie zabezpečením soutěže.
- (2) Úkolem učitele chemie pověřeného zabezpečením soutěže je propagovat Chemickou olympiádu mezi žáky, evidovat přihlášky žáků do soutěže, připravit, řídit a vyhodnotit školní kolo, předávat žákům texty soutěžních úloh a dodržovat pokyny příslušných komisí Chemické olympiády, umožňovat soutěžícím práci v laboratořích, pomáhat soutěžícím odbornými radami, doporučovat vhodnou literaturu a případně jim zabezpečit další konzultace, a to i s učiteli škol vyšších stupňů nebo s odborníky z výzkumných ústavů a praxe.
- (3) Spolu s učitelem chemie pověřeného zabezpečením soutěže se na přípravě, řízení a vyhodnocení školního kola mohou podílet další učitelé chemie v rámci činnosti předmětové komise chemie (dále jen „předmětová komise“).
- (4) Školního kola se účastní žáci, kteří se do stanoveného termínu přihlásí u učitele chemie, který celkový počet přihlášených žáků oznámí pověřenému učiteli, pokud jím není sám.
- (5) Školní kolo probíhá ve všech kategoriích v termínech stanovených Vysoké školy chemicko-technologické v Praze a ústřední komise Chemické olympiády zpravidla ve třech částech (studijní část, laboratorní část a kontrolní test).
- (6) Pověřený učitel spolu s předmětovou komisí chemie, je-li ustavena:
 - a) zajistí organizaci a regulérnost průběhu soutěžního kola podle zadání Vysoké školy chemicko-technologické v Praze a ústřední komise Chemické olympiády,
 - b) vyhodnotí protokoly podle autorských řešení,
 - c) seznámí soutěžící s autorským řešením úloh a provede rozbor chyb,
 - d) stanoví pořadí soutěžících podle počtu získaných bodů,
 - e) vyhlásí výsledky soutěže.
- (7) Po skončení školního kola zašle ředitel školy nebo pověřený učitel:
 - a) organizátorovi vyššího kola příslušné kategorie Chemické olympiády výsledkovou listinu všech účastníků s počty dosažených bodů, úplnou adresou školy a stručné hodnocení školního kola,
 - b) tajemníkovi příslušné komise Chemické olympiády vyššího stupně stručné hodnocení školního kola včetně počtu soutěžících.
- (8) Protokoly soutěžících se na škole uschovávají po dobu jednoho roku. Komise Chemické olympiády všech stupňů jsou oprávněny vyžádat si je k nahlédnutí.

HARMONOGRAM 49. ROČNÍKU CHO KATEGORIE A A E

| | |
|--|---------------------|
| Studijní část školního kola: | červen – říjen 2012 |
| Kontrolní test školního kola: | 8. 11. 2012 |
| Škola odešle výsledky školního kola okresní komisi ChO nejpozději do: | 19. 11. 2012 |

Krajská komise je oprávněna na základě dosažených výsledků ve školním kole vybrat omezený počet soutěžících do krajského kola ChO.

| | |
|----------------------------------|--|
| Soustředění před krajskými koly: | jednodenní v týdnech 22. 10. – 2. 11. 2012 Praha a Brno |
|----------------------------------|--|

| | |
|----------------------|-------------|
| Krajská kola: | 7. 12. 2012 |
|----------------------|-------------|

Předsedové krajských komisí odešlou výsledkovou listinu krajských kol Ústřední komisi Chemické olympiády, VŠCHT Praha, v kopii na NIDM MŠMT ČR Praha dvojím způsobem:

1. Co nejdříve po uskutečnění krajského kola zapíše výsledky příslušného kraje do *Databáze Chemické olympiády*, která je přístupná na webových stránkách www.chemicka-olympiada.cz (přes tlačítko **Databáze**). Přístup je chráněn uživatelským jménem a heslem, které obdržíte od UK ChO. Ihned po odeslání bude výsledková listina automaticky zveřejněna na webových stránkách ChO.
2. Soubory, které jste vkládali do internetové databáze, zašlete také e-mailem na adresu tajemnice zuzana.kotkova@vscht.cz.

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

| | |
|----------------------|---|
| Národní kolo: | 28. – 31. 1. 2013, Masarykova Univerzita v Brně |
|----------------------|---|

Ústřední komise ChO vybere na základě dosažených výsledků v Národním kole soutěžící do výběrových soustředění (teoretického a praktického). Na Mezinárodní chemickou olympiádu postupují čtyři soutěžící s nejlepšími výsledky v Národním kole a ve výběrových soustředěních.

| | |
|---|------------------------------|
| Mezinárodní olympiáda pro kategorii A: | červenec 2013, Moskva, Rusko |
|---|------------------------------|

| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Letní odborné soustředění: | červenec 2013, Běstvína |
|-----------------------------------|-------------------------|

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

KONTAKTY NA KRAJSKÉ KOMISE CHO PRO ŠKOLNÍ ROK 2012/2013

| Kraj | Předseda | Tajemník |
|-------------|--|--|
| Praha | RNDr. Jan Kratzer, Ph.D. Oddělení stopové prvkové analýzy Ústav analytické chemie AV ČR Vídeňská 1083 142 00 Praha 4 jkratzer@biomed.cas.cz tel.: 241 062 474, 241 062 487 | Michal Hrdina Stanice přírodovědců DDM hl.m. Prahy Drtinova 1a 150 00 Praha 5 hrdina@ddmpraha.cz tel.: 222 333 863 |
| Středočeský | RNDr. Marie Vasileská, CSc. katedra chemie PedF UK M. D. Rettigové 4 116 39 Praha 1 tel.: 221 900 256 vasileska@cermat.cz | Dr. Martin Adamec katedra chemie PedF UK M. D. Rettigové 4 116 39 Praha 1 tel.: 221 900 256 martin.adamec@pedf.cuni.cz |
| Jihočeský | RNDr. Karel Lichtenberg, CSc. Gymnázium, Jírovcova 8 371 61 České Budějovice tel.: 387 319 358 licht@gymji.cz | Ing. Miroslava Čermáková DDM, U Zimního stadionu 1 370 01 České Budějovice tel.: 386 447 319 cermakova@ddmcb.cz |
| Plzeňský | Mgr. Jana Brichtová Masarykovo Gymnázium Petáková 2 301 00 Plzeň tel.: 377 270 874 pertlova@mgplzen.cz | RNDr. Jiří Cais Krajské centrum vzdělávání a jazyková škola PC Koperníková 26 301 25 Plzeň tel.: 377 350 421 cais@kevjs.cz |
| Karlovarský | Ing. Miloš Krejčí Gymnázium Ostrov Studentská 1205 363 01 Ostrov tel.: 353 612 753; 353 433 761 milos.krejci@centrum.cz | Ing. Pavel Kubeček Krajský úřad Karlovarského kraje Závodní 353/88 360 21 Karlovy Vary tel.: 354 222 184; 736 650 096 pavel.kubecek@kr-karlovarsky.cz |
| Ústecký | Mgr. Tomáš Sedlák Gymnázium Teplice Čs. dobrovolců 530/11 415 01 Teplice tel.: 417 813 053 sedlak@gymtce.cz | Ing. Květoslav Soukup, KÚ, odd. mládeže, tělov. a volného času Velká Hradební 48 400 02 Ústí nad Labem tel.: 475 657 235 soukup.k@kr-ustecky.cz Ing. Zdenka Horecká Velká Hradební 48 400 02 Ústí nad Labem tel.: 475 657 913 horecka.z@kr-ustecky.cz |
| Liberecký | PhDr. Bořivoj Jodas, Ph.D. katedra chemie FP TU Hálkova 6 461 17 Liberec tel.: 485 104 412 borivoj.jodas@volny.cz | Ing. Anna Sýbová (zást. Ing. Hana Malinová) DDM Větrník Riegrova 16 461 01 Liberec tel.: 485 102 433 anna.sybova@ddmliberec.cz |

| Kraj | Předseda | Tajemník |
|-----------------|--|--|
| Královéhradecký | PaedDr. Ivan Holý, CSc. Pedagogická fakulta UHK Rokitanského 62 500 03 Hradec Králové tel.: 493 331 161 iholy@seznam.cz | Mgr. Dana Beráková Školské zařízení pro DVPP KHK Štefánikova 566 500 11 Hradec Králové tel.: 725 059 837 berakova@cvkhk.cz |
| Pardubický | doc. Ing. Jiří Kulhánek, Ph.D. FChT UPce, katedra org. chemie Studentská 573 532 10 Pardubice jiri.kulhanek@upce.cz | Soňa Petridesová DDM Delta Gorkého 2658 530 02 Pardubice tel.: 777 744 954 petridesova@ddmdelta.cz |
| Vysočina | RNDr. Jitka Šedivá Gymnázium Jihlava Jana Masaryka 1 586 01 Jihlava tel.: 567 303 613 jitkasediva@gymnaziumjihlava.cz | RNDr. Josef Zlámalík Gymnázium Jihlava Jana Masaryka 1 586 01 Jihlava tel.: 567 303 613 josefzlamalik@gymnaziumjihlava.cz |
| Jihomoravský | RNDr. Valerie Richterová, Ph.D. Gymnázium Brno Křenová 36 602 00 Brno tel.: 604 937 265 valinka@centrum.cz | Mgr. Zdeňka Antonovičová Středisko volného času Lužánky Lidická 50 658 12 Brno – Lesná tel.: 549 524 124, 723 368 276 zdenka@luzanky.cz |
| Zlínský | Ing. Lenka Svobodová Dobrovského 6212 765 02 Otrokovice tel.: 776 010 493 l.svob@seznam.cz kat. D RNDr. Stanislava Ulčíková ZŠ Slovenská 3076 760 01 Zlín tel.: 577 210 284 ulcikova@zsslovenska.eu | Petr Malinka odd. mládeže, sportu a rozvoje lid. zdrojů KÚ Třída T. Bati 21 761 90 Zlín tel.: 577 043 764 petr.malinka@kr-zlinsky.cz |
| Olomoucký | RNDr. Lukáš Müller, Ph.D. PřF UP Olomouc, katedra analytické chemie tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc tel.: 585 634 419 mlluk@post.cz | RNDr. Karel Berka, Ph.D. Univerzita Palackého v Olomouci Přírodovědecká fakulta Katedra fyzikální chemie tř. 17. listopadu 1192/12 771 46 Olomouc tel: 585 634 769 e-mail: karel.berka@upol.cz |
| Moravskoslezský | Mgr. Alexandra Grabovská Gymnázium Havířov Komenského 2 736 01 Havířov holouskova@gkh.cz | Mgr. Marie Kociánová Stanice přírodovědců Čkalova 1881 708 00 Ostrava – Poruba tel.: 599 527 321 marie.kocianova@svc-korunka.cz |

Další informace získáte na této adrese.

RNDr. Zuzana Kotková
VŠCHT Praha
Technická 5, 116 00 Praha 6 – Dejvice
tel: 725 139 751
e-mail: zuzana.kotkova@vscht.cz

Podrobnější informace o Chemické olympiádě a úlohách minulých ročníků získáte na stránkách <http://www.chemicka-olympiada.cz>

Ústřední komise ChO je členem Asociace českých chemických společností. Informace o Asociaci a o spoluvyhlašovatelích ChO České chemické společnosti naleznete na internetových stránkách <http://www.csch.cz>

Významným chemickým odborným časopisem vydávaným v češtině jsou Chemické listy.

Seznámit se s některými články můžete v Bulletinu, který vychází čtyřikrát ročně a naleznete ho i na internetových stránkách na adrese <http://www.uochb.cas.cz/bulletin.html>.

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

Počínaje letošním školním rokem 2012/2013 je pro účastníky ChO povinná **elektronická registrace**. Tato registrace usnadní práci krajským komisím, usnadní komunikaci s účastníky soutěže při výběru do vyšších kol a umožní získat statistická data o průběhu soutěže.

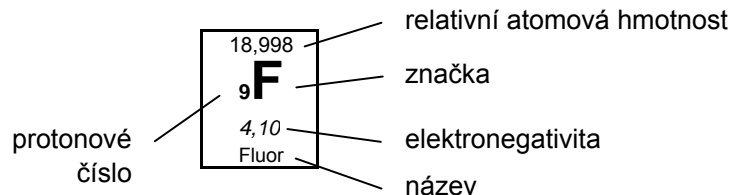
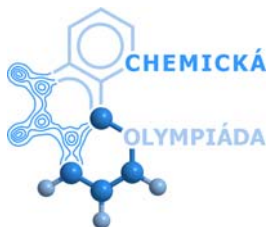
Žádáme všechny studenty se zájmem o účast v soutěži, aby provedli elektronickou registraci následovně:

1. Na www.chemicka-olympiada.cz v menu „Přihlášení“ klikněte na „Vytvořit účet“. Uveďte:
 - celé svoje jméno ve formátu „Jméno_Příjmení“ (Jméno mezera Příjmení)
 - zvolené uživatelské jméno, heslo (2×), e-mail (2×)
 - dále adresu bydliště, kraj, identifikaci školy a ročník studia a soutěžní kategorii ChO
2. Po stisku tlačítka „Registrovat“ obdržíte e-mail potvrzující vaši registraci s rekapitulací vašeho uživatelského jména a hesla a odkazem pro aktivaci účtu.
3. Podle pokynů v e-mailu proveďte aktivaci vašeho účtu. V budoucnosti můžete svůj profil upravovat a aktualizovat údaje.

Učitele žádáme, aby studenty vyzvali k registraci. Krajské komise budou studenty na základě dosažených výsledků v nižším kole vybírat z databáze registrovaných studentů. Pokud by student nebyl zaregistrovaný, krajská komise ho „neuvidí“ a nemůže ho do krajského kola pozvat.

Zasílání výsledků nižších kol krajských komisím v tištěné podobě nebo e-mailem se nemění.

Periodická soustava prvků



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|--|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|---|----------------------------------|
| 1 I. A | 1,00794 1 H 2,20 Vodík | 2 II. A | | | | | | | | | | | 13 III. A | 14 IV. A | 15 V. A | 16 VI. A | 17 VII. A | 18 VIII. A |
| 2 | 6,941 3 Li 0,97 Lithium | 9,012 4 Be 1,50 Beryllium | | | | | | | | | | | 10,811 5 B 2,00 Bor | 12,011 6 C 2,50 Uhlík | 14,007 7 N 3,10 Dusík | 15,999 8 O 3,50 Kyslík | 18,998 9 F 4,10 Fluor | 4,003 2 He Helium |
| 3 | 22,990 11 Na 1,00 Sodík | 24,305 12 Mg 1,20 Hořčík | 3 III. B | 4 IV. B | 5 V. B | 6 VI. B | 7 VII. B | 8 VIII. B | 9 VIII. B | 10 VIII. B | 11 I. B | 12 II. B | 26,982 13 Al 1,50 Hliník | 28,086 14 Si 1,70 Křemík | 30,974 15 P 2,10 Fosfor | 32,060 16 S 2,40 Síra | 35,453 17 Cl 2,80 Chlor | 39,948 18 Ar Argon |
| 4 | 39,10 19 K 0,91 Draslík | 40,08 20 Ca 1,00 Vápník | 44,96 21 Sc 1,20 Skandium | 47,88 22 Ti 1,30 Titan | 50,94 23 V 1,50 Vanad | 52,00 24 Cr 1,60 Chrom | 54,94 25 Mn 1,60 Mangan | 55,85 26 Fe 1,60 Železo | 58,93 27 Co 1,70 Kobalt | 58,69 28 Ni 1,70 Nikl | 63,55 29 Cu 1,70 Měď | 65,38 30 Zn 1,70 Zinek | 69,72 31 Ga 1,80 Gallium | 72,61 32 Ge 2,00 Germanium | 74,92 33 As 2,20 Arsen | 78,96 34 Se 2,50 Selen | 79,90 35 Br 2,70 Brom | 83,80 36 Kr Krypton |
| 5 | 85,47 37 Rb 0,89 Rubidium | 87,62 38 Sr 0,99 Stroncium | 88,91 39 Y 1,10 Yttrium | 91,22 40 Zr 1,20 Zirkonium | 92,91 41 Nb 1,20 Niob | 95,94 42 Mo 1,30 Molybden | ~98 43 Tc 1,40 Technecium | 101,07 44 Ru 1,40 Ruthenium | 102,91 45 Rh 1,40 Rhodium | 106,42 46 Pd 1,30 Palladium | 107,87 47 Ag 1,40 Stříbro | 112,41 48 Cd 1,50 Kadmium | 114,82 49 In 1,50 Indium | 118,71 50 Sn 1,70 Cín | 121,75 51 Sb 1,80 Antimon | 127,60 52 Te 2,00 Tellur | 126,90 53 I 2,20 Jod | 131,29 54 Xe Xenon |
| 6 | 132,91 55 Cs 0,86 Cesium | 137,33 56 Ba 0,97 Barium | | 178,49 72 Hf 1,20 Hafnium | 180,95 73 Ta 1,30 Tantal | 183,85 74 W 1,30 Wolfram | 186,21 75 Re 1,50 Rhenium | 190,20 76 Os 1,50 Osmium | 192,22 77 Ir 1,50 Iridium | 195,08 78 Pt 1,40 Platina | 196,97 79 Au 1,40 Zlato | 200,59 80 Hg 1,40 Rtuť | 204,38 81 Tl 1,40 Thallium | 207,20 82 Pb 1,50 Olovo | 208,98 83 Bi 1,70 Bismut | ~209 84 Po 1,80 Polonium | ~210 85 At 1,90 Astat | ~222 86 Rn Radon |
| 7 | ~223 87 Fr 0,86 Francium | 226,03 88 Ra 0,97 Radium | | 261,11 104 Rf | 262,11 105 Db | 263,12 106 Sg | 262,12 107 Bh | 270 108 Hs | 268 109 Mt | 281 110 Ds | 280 111 Rg | 277 112 Cn | ~287 113 Uut | 289 114 Uuq | ~288 115 Uup | ~289 116 Uuh | ~291 117 Uus | 293 118 Uuo |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---|---------------------------------------|---|--|--|--|--|--|---|--|---|--|---|---|--|
| 6 | Lanthanoidy | 138,91 57 La 1,10 Lanthan | 140,12 58 Ce 1,10 Cer | 140,91 59 Pr 1,10 Praseodym | 144,24 60 Nd 1,10 Neodym | ~145 61 Pm 1,10 Promethium | 150,36 62 Sm 1,10 Samarium | 151,96 63 Eu 1,00 Europium | 157,25 64 Gd 1,10 Gadolinium | 158,93 65 Tb 1,10 Terbium | 162,50 66 Dy 1,10 Dysprosium | 164,93 67 Ho 1,10 Holmium | 167,26 68 Er 1,10 Erbium | 168,93 69 Tm 1,10 Thulium | 173,04 70 Yb 1,10 Ytterbium | 174,04 71 Lu 1,10 Lutecium |
| 7 | Aktinoidy | 227,03 89 Ac | 232,04 90 Th | 231,04 91 Pa | 238,03 92 U | 237,05 93 Np | {244} 94 Pu | ~243 95 Am | ~247 96 Cm | ~247 97 Bk | ~251 98 Cf | ~252 99 Es | ~257 100 Fm | ~258 101 Md | ~259 102 No | ~260 103 Lr |

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Autoři

RNDr. Valerie Richterová, Ph.D.

Gymnázium, Brno, Křenová 36

Mgr. Václav Kubát

Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita Brno, Ústav chemie, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Recenzenti

doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.

Katedra anorganické chemie

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)

Gymnázium Ostrov

Vážení soutěžící,

vítáme vás v 49. ročníku Chemické olympiády. Úlohy anorganické části budou letos zaměřeny na přípravu, vlastnosti a reaktivitu sloučenin fluoru.

Fluor jako prvek má v tabulce výsadní postavení nejen pro svoji vysokou elektronegativitu a extrémní reaktivitu, ale i řada jeho sloučenin se chová jiným způsobem, než bychom podle trendů ve skupině očekávali. Řada sloučenin fluoru nachází uplatnění v praxi, vzpomeňme např. teflon nebo fluorid uraničitý jako meziproduct při obohacování uranu. Jistě většina z Vás zaznamenala televizní show, ve které moderátor mluvil hlubokým hlasem díky účinku fluoridu sírového.

Vzhledem k tomu, že se moderní anorganická chemie neobejde bez využití poznatků jiných chemických disciplín, zvláště fyzikální chemie, zařadili jsme i úlohy, v nichž budete nuceni uplatnit znalosti jedné ze základních metod chemického výzkumu – nukleární magnetické rezonance.

Při přípravě doporučujeme se zaměřit na:

- tvar molekul – teorie VSEPR
- acidobazické děje – podle Brónstedovy a Lewisovy teorie kyselin a zásad
- hydrolyzu solí, výpočet pH roztoků
- základy nukleární magnetické rezonance – určení počtu signálů a určení jejich multiplicity
- přípravu a reaktivitu sloučenin fluoru se zaměřením na fluoridy nepřechodných prvků
- názvosloví anorganických sloučenin (včetně názvosloví komplexních sloučenin a derivátů kyselin)

K nastudování jednotlivých okruhů můžete použít nejen následující literaturu, ale i jiné učebnice obecné a anorganické chemie.

Doporučená literatura:

1. A. Mareček, J. Honza: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1.díl, © Nakladatelství Olomouc, 1998, str. 48–51, 110–124, 197–204.
2. N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Chemie prvků, © Informatorium, 1993, str. 238–246, 280–285, 528–534, 598–604, 683–700, 782–784, 840–853, 1005–1058.
3. J. Klikorka, B. Hájek, J. Votinský: Obecná a anorganická chemie, SNTL Praha 1989, 111–118, 148–152, 243–262.

Úloha 1 Fluoridy poprvé**9 bodů**

Vysoce toxický žlutý jedovatý plyn **A** vzniká zaváděním plynného fluoru do zředěného roztoku hydroxidu sodného. Má silné oxidační účinky. Formálně se jedná o anhydrid kyseliny **B**. Hydrolýzou látky **B** získáme halogenovodík (látka **C**) a látku **D**, která obsahuje kyslík v oxidačním stavu $-I$. Na fyzikální vlastnosti látky **C** mají významný vliv intermolekulární interakce. S látkou **C** musíme pracovat ve speciálních aparaturách vyrobených např. z teflonu, protože se sklem reaguje za vzniku látky **E**.

Úkoly:

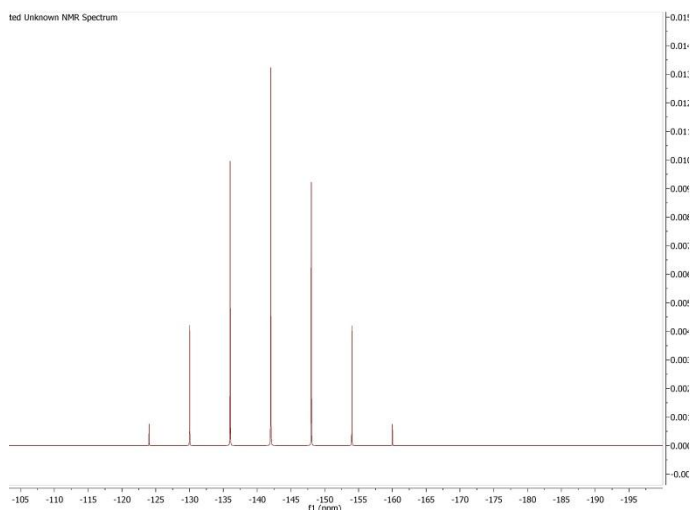
1. Identifikujte látky **A** – **E**, pojmenujte je, napište jejich strukturní elektronové vzorce. Určete oxidační čísla všech prvků v jejich molekulách a rovněž tvar jejich molekul podle teorie VSEPR.
2. Chemickými rovnicemi popište všechny v textu komentované děje (3 rovnice).
3. Uveďte další (jinou) reakci, při které vzniká látka **B**.
4. Látka **B** není stálá, uveďte rovnici jejího rozkladu.
5. Chemickou rovnicí popište výrobu látky **C**.
6. Identifikujte interakce působící mezi molekulami látky **C**, znázorněte v nákrese část struktury látky **C** v pevném skupenství.
7. Napište rovnici polymerační reakce, při níž vzniká teflon.

Úloha 2 Nukleární magnetická rezonance**4 body**

NMR je pro syntetické chemiky velmi důležitá metoda studia struktury jimi připravených sloučenin. Dobrý syntetik by tedy měl být schopen interpretovat NMR spektra „svých“ sloučenin a podle výsledků, které takto získá, volit další postup práce. Na následujících řádcích najdete několik informací potřebných pro interpretaci NMR spekter, více se dozvíte v doporučené literatuře.

Ne všechna jádra jsou NMR aktivní (tedy ne všechna jádra „vidíme“ pomocí NMR – aktivní jsou pouze jádra, která mají nenulový tzv. jaderný spin), naštěstí ale mnohé základní stavební jednotky světa kolem nás NMR aktivní jsou. Nejdůležitějšími (a nejčastěji měřenými) NMR aktivními jádry jsou protony, tedy ^1H , a dále izotop uhlíku ^{13}C . U tohoto izotopu je mírnou nevýhodou jeho nízké přírodní zastoupení (jen asi 1 %). (Nejen) pro anorganické chemiky jsou ovšem velice zajímavá i jádra fosforu (^{31}P) a fluoru (^{19}F). Oba tyto prvky jsou tzv. monoizotopické (tj. v přírodním materiálu se vyskytují výhradně v podobě zmíněných izotopů), což měření a interpretaci jejich NMR spekter významně zjednodušuje. NMR aktivní jsou pochopitelně i mnohá další jádra, ale my si bohatě vystačíme s těmito zmíněnými.

Uveďme si příklad. Anion hexafluorofosforečnanový $[\text{PF}_6]^-$ obsahuje dva typy NMR aktivních jader. Jedná se o ^{31}P a ^{19}F . Tato jádra se navzájem ovlivňují. Vzhledem k tomu, že oba prvky jsou NMR aktivní, můžeme měřením získat dvě NMR spektra: fluorové (^{19}F NMR) a fosforové (^{31}P NMR).

Obrázek 1: ^{31}P NMR spektrum PF_6^-

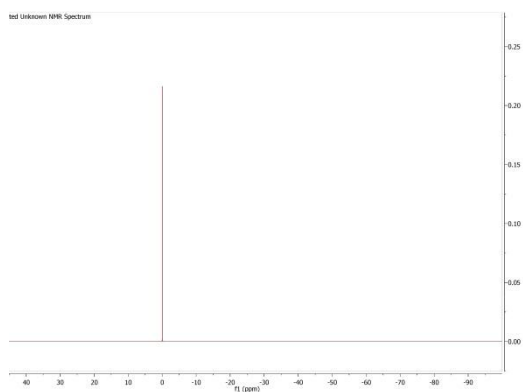
V ^{31}P NMR spektru můžeme pozorovat charakteristický septet (multiplet tvořený sedmi signály, viz obrázek č. 1), který je způsoben štěpením signálu jádra atomu fosforu interakcí se šesti přítomnými fluorovými jádry. Je-li totiž v sousedství měřeného jádra vázáno jiné NMR aktivní jádro, je signál měřeného jádra v důsledku interakce těchto jader štěpen na multiplet dle pravidla $(n + 1)$, kde n je počet okolních NMR aktivních jader. Například signál jádra atomu fosforu v ^{31}P NMR spektru molekuly PF_3 je tvořen kvartetem (signál fosforu je štěpen třemi fluory, tj. $3 + 1 = 4$).

Obsahuje-li molekula více chemicky neekvivalentních atomů NMR aktivního prvku, můžeme pro každý z nich v NMR spektru nalézt jiný signál. Např. molekula propanu $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ obsahuje dvě skupiny chemicky ekvivalentních vodíků: vodíky CH_3 skupiny a vodíky CH_2 skupiny. ^1H NMR spektrum tedy bude obsahovat dva signály příslušející těmto dvěma skupinám atomů, bude se jednat o triplet (signál CH_3 skupiny štěpený dvěma vodíky CH_2 skupiny: $n + 1 = 3$ (dva vodíky CH_2 skupiny $+ 1 = 3 \Rightarrow$ triplet) a septet (signál dvou vodíků CH_2 skupiny štěpený šesti vodíky dvou CH_3 skupin: $n + 1 = 6 + 1 = 7 \Rightarrow$ septet)).

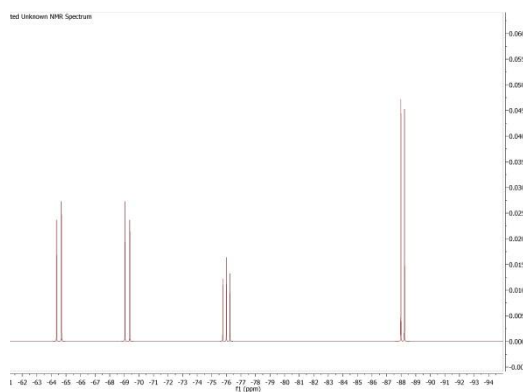
Poměr intenzit jednotlivých signálů v multipletu se odvozuje z tzv. Pascalova trojúhelníka. Např. poměr intenzit signálů v dubletu je 1:1, v tripletu 1:2:1, v kvartetu 1:3:3:1 atd.

Úkoly:

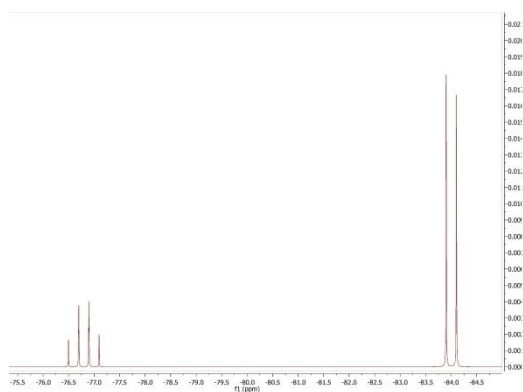
1. Určete tvar iontu $[\text{PF}_6]^-$ dle teorie VSEPR. Jaká je velikost vazebných úhlů FPF?
2. Jaký je poměr intenzit signálu v septetu?
3. Z následujících čtyř ^{19}F NMR spekter (obrázek č. 2 až obrázek č. 5) vyberte ta, která přísluší sloučeninám: CCl_3F a $\text{CF}_3\text{CCl}_2\text{F}$. Svůj výběr zdůvodněte. Izotopy uhlíku ani žádný z izotopů chloru nijak nepřispívají ke štěpení měřených signálů.



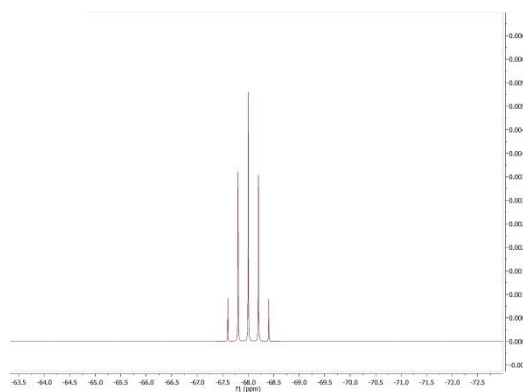
Obrázek 2: Spektrum A



Obrázek 3: Spektrum B



Obrázek 4: Spektrum C



Obrázek 5: Spektrum D

Úloha 3 Acidobazické děje

3 body

1. Odhadněte, zda vodný roztok NaF bude reagovat kyselě, zásaditě nebo neutrálně.
2. Napište rovnici hydrolyzy vodného roztoku NaF.
3. Vypočítejte pH roztoku NaF o koncentraci $0,3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Disociační konstanta kyseliny fluorovodíkové při $25 \text{ }^\circ\text{C}$ je $3,53\cdot 10^{-4}$.

Autor**Mgr. Jaromír Literák, Ph.D.***Ústav chemie PŘF MU***Recenzenti****prof. Ing. František Liška, CSc.** (odborná recenze)*Katedra chemie a didaktiky chemie PdF UK v Praze***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov*

Organická část úloh 49. ročníku chemické olympiády kategorie A bude zaměřena na chemii organokovových sloučenin Mg, Li a přechodných kovů a palladiem katalyzované cross-couplingové reakce.

Témata úloh:

- Metody přípravy organokovových sloučenin, *ortho*-lithiace, transmetalace, výměna kovu za halogen, deprotonace kyselých C-H vazeb.
- Organokovové sloučeniny přechodných a nepřechodných kovů jako báze a nukleofily. Grignardova činidla. Gilmanova činidla.
- Reakce organokovů s aldehydy, ketony a funkčními deriváty karboxylových kyselin.
- Příprava alkoholů, aldehydů, ketonů a karboxylových kyselin pomocí organokovových sloučenin.
- Cross-couplingové reakce katalyzované palladiem (Negishiho a Stilleho reakce).
- Předpokládaná znalost pojmů katalýza, oxidativní adice, reduktivní eliminace, enantiomer, racemát a znalost základních transformací funkčních skupin.
- Základní znalost využití ^1H a ^{13}C NMR spektroskopie pro identifikaci organických sloučenin.

Doporučená literatura:

1. Učebnice chemie pro střední školy.
2. D. J. Cram, G. S. Hammond: Organická chemie, Academia 1969, str. 122–132 a 347–359
3. J. Svoboda: Organická chemie I, VŠCHT 2005, str. 184–195 (dostupná online: http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/uid_isbn-978-80-7080-561-9/anotace/)
4. J. Svoboda: Organická syntéza I, VŠCHT 2000, str. 207–226 (dostupná online: http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/uid_isbn-978-80-7080-385-1/anotace/)
5. J. McMurry: Organická chemie, VUTIUM/VŠCHT 2007, str. 329–332
6. D. Dvořák: Přechodné kovy v organické syntéze – základní principy, Chemické listy, 91 (1997), str. 216–226 (dostupné online: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_04_216-226.pdf)
7. M. Hocek: Tvorba C-C a C-X vazeb cross-coupling reakcemi katalyzovanými komplexy přechodných kovů, Chemické listy, 97 (2003), str. 1145–1150 (dostupné online: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2003_12_01.pdf)

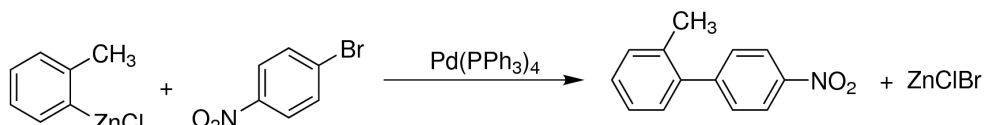
Úloha 1 Cross-couplingové reakce

4,5 bodu

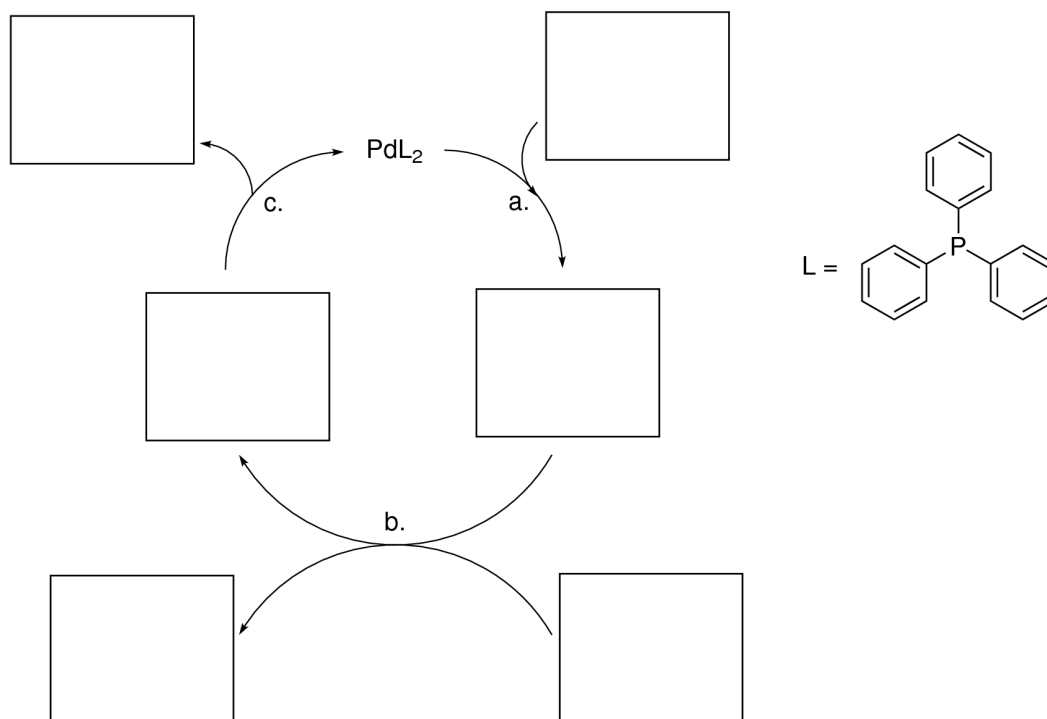
Současnou organickou chemií si nelze představit bez využití přechodnými kovy katalyzovaných cross-couplingových reakcí, což podtrhuje udělení Nobelovy ceny za chemii v roce 2010, o kterou se podělili pionýři v této oblasti R. F. Heck, E. Negishi a A. Suzuki. Cross-couplingové reakce umožňují za mírných podmínek tvorbu nových vazeb C-C, nejčastěji C(sp²)-C(sp²) nebo C(sp²)-C(sp), což jsou reakce jinými metodami obtížně proveditelné.

V reakci obvykle vystupuje elektrofilní reagent (aryl nebo alkenylhalogenid nebo ester trifluor-methansulfonové kyseliny) a nukleofilní reagent (organokov nebo alken), mechanismus reakcí obsahuje stejnou posloupnost podobných elementárních kroků s určitými variacemi s ohledem na použité substráty.

Negishiho reakce je palladiem katalyzovaná reakce organozinečnatých sloučenin a aryl nebo alkenylhalogenidů, jako příklad může sloužit následující transformace:



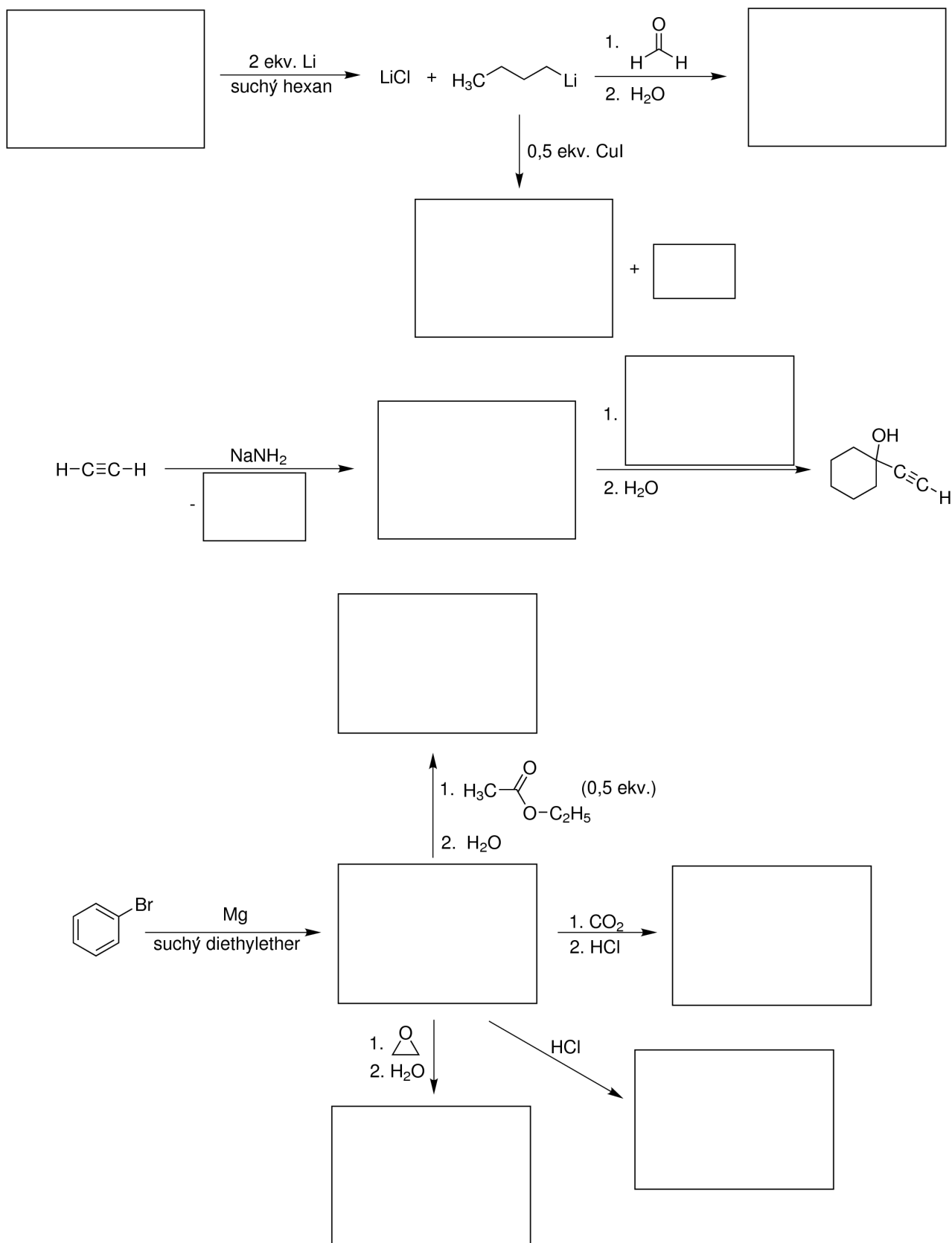
Následující obrázek zachycuje schématicky katalytický cyklus Negishiho reakce. Pokuste se doplnit do tohoto schématu výchozí látky, meziproducty a produkty výše uvedené reakce. U jednotlivých kroků mechanismu (označených písmeny a, b a c) určete, zda se jedná o oxidativní adici, reduktivní eliminaci nebo transmetalaci.



Úloha 2 Příprava a reakce organokovových sloučenin

6 bodů

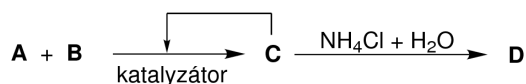
Doplňte následující reakční schémata:



Úloha 3 Asymetrická autokatalýza při adici organokovů

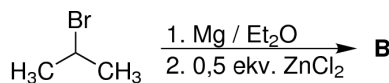
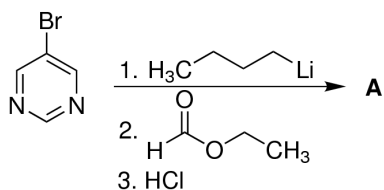
5,5 bodu

Reakce ekvimolárního množství dvou achirálních sloučenin **A** a **B** za vzniku chirálního produktu **C** byla podrobně studována, protože je příkladem reakcí vykazujících asymetrickou autokatalýzu. Reakce je urychlována (katalyzována) produktem reakce **C**. Pokud do reakční směsi vneseme před započítím reakce malé množství neracemického **C**, bude katalyzovanou reakcí také vznikat neracemický produkt, přičemž bude v produktu převažovat stejný enantiomer, jako převažoval v katalyzátoru.



Zajímavé je, že zastoupení převažujícího enantiomeru v produktu není přímo úměrné jeho zastoupení ve vneseném katalyzátoru, reakce vykazuje pozitivní odchylku od lineární závislosti, což znamená, že převažující enantiomer tvoří katalyzátor pro svou tvorbu, kdežto vznik opačného enantiomeru je v reakční směsi potlačen. Výsledkem je vyšší zastoupení převažujícího enantiomeru v produktu oproti složení katalyzátoru, v reakční směsi dochází k amplifikaci chiralit.

Látku **A** lze připravit reakcí 5-brompyrimidinu s butyllithiem v suchém tetrahydrofuranu při $-100\text{ }^\circ\text{C}$, reakcí vzniklého meziproductu s jedním ekvivalentem ethyl-formiátu při stejné teplotě a ukončením reakce přidávkem roztoku HCl v suchém diethyletheru. Látku **B** lze připravit působením 2-brompropanu na hořčičové hobliny v suchém diethyletheru a reakcí meziproductu s bezvodým chloridem zinečnatým v molárním poměru 2:1. Reakce **A** s **B** probíhá v toluenovém roztoku při $0\text{ }^\circ\text{C}$, produkt reakce **C** během zpracování reakční směsi vodným roztokem chloridu amonného hydrolyzuje na chirální sekundární alkohol **D**.



Úkoly:

1. Nakreslete struktury látek **A**, **B**, **C** a **D**.
2. Jaký produkt bychom získali reakcí meziproductu přípravy **B** po reakci se ZnCl_2 v molárním poměru 1:1?
3. Produkt **A** bezprostředně izolovaný z reakční směsi je znečištěn hlavním vedlejším produktem reakce. Tento vedlejší produkt má ve srovnání s produktem **A** ^{13}C NMR spektrum chudší o jeden signál, ^1H NMR spektra látek jsou odlišná, obě však ukazují na přítomnost stejného počtu atomů vodíku v molekule. Navrhněte strukturu tohoto vedlejšího produktu reakce.

Autor**Mgr. Radek Matuška**

Národní centrum pro výzkum biomolekul, PřF MU, Brno
 Středoevropský technologický institut – Masarykova univerzita
 (CEITEC-MU), Brno
 Gymnázium, Slovanské nám., Brno

Recenzenti**doc. RNDr. Petr Slavíček, Ph.D.** (odborná recenze)

Ústav fyzikální chemie, Vysoká škola chemicko-technologická
 v Praze

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)

Gymnázium Ostrov

Milé řešitelky, milí řešitelé chemické olympiády. Letošní fyzikálně-chemická část ChO bude zaměřena zejména na reakční kinetiku – tedy na část fyzikální chemie, která vytváří a aplikuje aparát, pomocí něž můžeme zkoumat rychlost chemických reakcí od průmyslových reaktorů, přes atmosférické děje až po rychlost metabolických procesů (např. farmakokinetiku apod.).

Úlohy nebudou zaměřeny na určitou skupinu dějů, ale na aplikaci základních poznatků z chemické kinetiky, které jistě nabudete studiem doporučené literatury či konzultacemi s Vašimi vyučujícími. Zaměřte se zejména na základní pojmy z reakční kinetiky, jako jsou rychlost reakce, rychlostní rovnice, parciální a celkový řád reakce, rychlostní konstanta, poločas reakce, molekularita reakce. Pozornost věnujte nejen elementárním reakcím, ale i komplexnějším reakcím (reakce následné, paralelní a zvrtné) a reakčním mechanismům. V tomto ohledu Vám bude určitě nápomocno seznámit se s některými aproximacemi, které se využívají při řešení složitějších reakčních mechanismů – zejména s aproximací stacionárního stavu a rovnovážnou aproximací. Určitě bude vhodné seznámit se se základními teoriemi chemické kinetiky – srážkovou teorií a teorií aktivovaného komplexu. Měli byste porozumět pojmem jako je aktivační energie a frekvence srážek, které jsou součástí Arrheniovy rovnice popisující teplotní závislost rychlostní konstanty. Rovněž byste měli být schopni objasnit základní faktory ovlivňující rychlost chemických reakcí, včetně základních pojmů souvisejících s katalýzou. K řešení se zcela jistě budou hodit základní středoškolské znalosti týkající se chemické rovnováhy.

Klíčová slova: rychlost reakce, rychlostní rovnice, rychlostní konstanta, řád reakce, molekularita reakce, poločas reakce, reakční mechanismy, reakce následné, paralelní a zvrtné, Bodensteinova aproximace stacionárního stavu, rovnovážná aproximace, srážková teorie, teorie aktivovaného komplexu, aktivační energie, preexponenciální (frekvenční) faktor, Arrheniova rovnice, rovnovážná konstanta, katalýza.

Doporučená literatura:

1. P. W. Atkins: Fyzikální chemie, 6. vyd., STU Bratislava 1999, kapitoly týkající se chemické kinetiky (25. a 26. kapitola).
2. W. J. Moore: Fyzikální chemie, SNTL Praha 1979, kapitola 9.
3. L. Bartovská: Chemická kinetika, verze 1.0 2008, Vydavatelství VŠCHT Praha 2008, dostupné online http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-978-80-7080-670-8/
4. J. Vacík *et al.*: Přehled středoškolské chemie, SPN Praha 1999.
5. J. Vohlídal: Chemická kinetika, Karolinum Praha 2001.
6. L. Treindl: Chemická kinetika, SPN Bratislava 1990.
7. <http://kinetics.nist.gov/kinetics/index.jsp>
8. Další libovolné učebnice chemické kinetiky.
9. Internetové vyhledávače za použití výše uvedených klíčových slov.

Úloha 1 Koňak**4 body**

Autor na sobě před psaním této úlohy provedl následující experiment: Najednou požil 200 ml koňaku Rémy Martin s obsahem alkoholu 40 % obj. Alkohol z koňaku se rovnoměrně distribuoval do tělních tekutin, jejichž objem se u běžného člověka (tedy i u autora) odhaduje na 40 litrů. Následně si autor nechal v pravidelných intervalech odebírat krev a ta byla analyzována jak plynovou chromatografií, tak dle Widmarka. Bylo zjištěno následující: Koncentrace alkoholu v tělních tekutinách dosáhla hodnoty $1,60 \text{ g dm}^{-3}$ a vlivem metabolismu začala klesat. Sledování poklesu obsahu ethanolu v tělních tekutinách poskytlo data, která zachycuje Tabulka 1:

Tabulka 1: Měření poklesu obsahu ethanolu v tělních tekutinách

| Čas / h | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 4,0 | 6,0 |
|--|------|------|------|------|------|
| Obsah ethanolu / $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ | 1,47 | 1,34 | 1,28 | 1,08 | 0,83 |

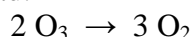
Úkoly:

1. Napište rovnici úplného aerobního odbourávání ethanolu na konečné oxidační produkty.
2. Na základě experimentálních údajů určete řád reakce odbourávání ethanolu v organismu.
3. Určete hodnotu rychlostní konstanty odbourávání ethanolu a vypočítejte čas, za který bude autor moci pokračovat v zadávání úlohy.
4. Navrhněte důvěryhodné vysvětlení faktu, že odbourávání ethanolu se řídí kinetikou Vámi zjištěného řádu.

Úloha 2 Ozonová díra

4 body

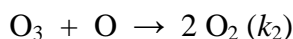
Rozklad ozonu v atmosféře je poměrně hluboce studovanou problematikou. Jedním z mnoha osudů, kterým může podlehnout, je tepelný rozklad:



Pro ten byla experimentálně nalezena rychlostní rovnice:

$$v = -\frac{d p_{\text{O}_3}}{dt} = k_{\text{exp}} \cdot \frac{p_{\text{O}_3}^2}{p_{\text{O}_2}}$$

Mechanismus, který byl pro tento rozklad navržen, zahrnuje poměrně rychlý reverzibilní rozklad ozonu na dikyslík a atom kyslíku, který následně napadl molekulu ozonu:



Úkoly:

- Napište tvar rychlostní rovnice, která na základě uvedeného mechanismu popisuje časovou změnu tlaku ozonu ve směsi, tj. tvar rychlostní rovnice pro $d p_{\text{O}_3}$.
- Využijte Bodensteinovu aproximaci stacionárního stavu pro atom kyslíku a odvoďte na základě uvedeného mechanismu rychlostní rovnici pro časový úbytek parciálního tlaku ozonu. Čemu je rovno k_{exp} v experimentálně zjištěné rychlostní rovnici? Využijte toho, že $k_1, k_{-1} \gg k_2$. Souhlasí rychlostní rovnice navržená na základě mechanismu s experimentálním pozorováním?
- Zkoumáme-li ale reakci v atmosféře, kde je velký a konstantní nadbytek kyslíku, experiment prokáže, že rozkladná reakce probíhá jako reakce druhého (přesněji pseudodruhého) řádu vzhledem k ozonu, jak bychom očekávali ze stechiometrie:

$$v = -\frac{d p_{\text{O}_3}}{dt} = k_{\text{pseudo},2} \cdot p_{\text{O}_3}^2$$

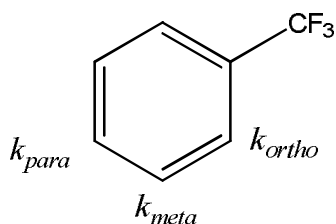
- Jakou hodnotu má $k_{\text{pseudo},2}$, pokud je experimentální rychlostní konstanta $2 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$? Uvažujte objemový zlomek kyslíku v atmosféře 21 % obj. a standardní atmosférický tlak 1 atm.

Úloha 3 Elektrofilní aromatická substituce

2 body

Ještě před zavedením teorie orientačních efektů při elektrofilní substituci na aromatickém skeletu se reaktivita vzhledem k jednotlivým polohám u monosubstituovaného benzenu posuzovala ze zastoupení jednotlivých produktů substituce v reakční směsi. Fakt, že vznikají různé produkty v různém zastoupení, má ale úzkou spojitost s reakční kinetikou.

Uvažujme molekulu (trifluormethyl)benzenu. Nitrace do poloh *o*-, *m*- a *p*- vzhledem k trifluormethylové skupině probíhají mechanismem elektrofilní aromatické substituce s relativními rychlostními konstantami (vzhledem k (trifluormethyl)benzenu) $k_{\text{ortho}} = 4,5 \cdot 10^{-6}$, $k_{\text{meta}} = 6,7 \cdot 10^{-5}$ a $k_{\text{para}} = 4,6 \cdot 10^{-6}$. Tyto rychlostní konstanty se vztahují právě k těm jednotlivým polohám, které jsou vyznačeny na následujícím obrázku:

**Úkoly:**

1. Za předpokladu, že všechny reakce mají stejný frekvenční faktor, která z nich má nejvyšší aktivační energii?
2. Vypočítejte poměry molárních zlomků *o*-, *m*- a *p*- mononitrovaného (trifluormethyl)benzenu z uvedených rychlostních konstant, a to ve formátu malých přirozených čísel.

Úloha 4 Brokolice, mrazák a doba použitelnosti potravin**6 bodů**

Modely chemické kinetiky se s jistými modifikacemi dají využít i pro tak komplikované děje, jakým je například kažení potravin. Všichni jsme se již určitě setkali s formulacemi na obalech potravin, jako jsou „Datum minimální trvanlivosti“ či „Spotřebujte do ...“. Tyto údaje jsou ovšem spjatý např. s uchováváním potravin v temnu či v prostředí při určité vlhkosti či teplotě.

V chemii potravin se definuje doba použitelnosti t_p jako doba, za kterou dojde k nevratné zkáze potraviny tak, že již není vhodná k požívání (a to vlivem sensorických změn, oxidace, žluknutí, vysušení, hnilobných procesů či napadení plísněmi apod.). Doba použitelnosti určitého druhu potravin je velmi úzce spjata s rychlostní konstantou, se kterou podléhá potravina zkáze (k_z).

Rychlostní konstanta k_z je v přímém vztahu s aktivační energií zkázy a hlavně teplotou, při které vývoj (ne)kvality dané potraviny probíhá, dle známého Arrheniova vztahu. V potravinářské chemii se ale pro teplotní závislost rychlosti kažení potravin (a tedy i teplotní závislosti doby použitelnosti) používá teplotní faktor Q_{10} . Ten je definovaný jako poměr doby použitelnosti potraviny t_0 při referenční teplotě (T_0 , volí se 0 °C) a doby použitelnosti t_p při teplotě o 10 °C vyšší.

Úkoly:

1. Odvoďte převodní vztah mezi $\ln Q_{10}$ a aktivační energií zkázy potraviny a to jak obecně (za použití T_0 a ΔT pro referenční teplotu a teplotní skok), tak pro číselný převod na tři platná místa.
2. Mražená brokolice má teplotní koeficient $Q_{10} = 20$, $T_0 = 0$ °C. Doba použitelnosti uvedená na obalu je 1 rok při uchovávání za teploty -18 °C (teplota běžného domácího mrazáku). Za jak dlouho se brokolice zkazí (tedy projde stadiem doby použitelnosti), když ji zmrazíme pouze na -10 °C v běžné mrazicí polici v lednici?

Potraviny během doby své cesty na stůl prodělávají mnoho teplotních změn, například při dopravě apod. Pro tyto situace byl navržen (jako jeden z mnoha) poměrně jednoduchý model TTT (Time/Temperature/Tolerance). Ten zavádí tzv. zlomek doby spotřeby f_i , který je definován jako poměr doby t_i , kterou stráví potravina v prostředí o teplotě T_i , a doby použitelnosti t_{pi} v prostředí o této teplotě:

$$f_i = \left(\frac{t_i}{t_{pi}} \right)_{T_i}$$

Celková část doby použitelnosti, která se „ztratí“ během existence potraviny v prostředí o různých konstantních teplotách T_i je pak dána jako součet všech zlomků doby spotřeby f_i přes pobyty v teplotách T_i :

$$F = \sum_i f_i = \sum_i \left(\frac{t_i}{T_i} \right)$$

3. Inkriminovaná brokolice prodělala strastiplnou cestu. Z výroby byla přemístěna rovnou do mrazáku, kde byla zmrazena na -24 °C. V něm strávila své mládí v trvání tří měsíců. Následoval převoz na místo prodeje, přičemž v transportním voze měla pěkně „zatopeno“ na -10 °C. Tento převoz trval tři dny. V obchodě byla konečně umístěna do mrazáku při -18 °C. Odtud si ji vyzvedl nový majitel za dva týdny. Jaká část uvedené doby použitelnosti zákazníkovi zbývá?

Autor**Mgr. Martin Hrubý, Ph.D.***Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.***Recenzenti****Mgr. Václav Martínek, Ph.D.** (odborná recenze)*Katedra učitelství a didaktiky chemie**Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze***doc. RNDr. Helena Klímová, CSc.** (pedagogická recenze)*Katedra učitelství a didaktiky chemie**Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze***Enzymy – podivuhodné stroje v továrně života**

Každá živá buňka je neobyčejně důmyslnou a přesně sladěnou chemickou továrnou, kde některé stroje vyrábějí energii, některé vyrábějí stavební materiál, jiné destrukují už nepotřebné komponenty a některé slouží k řízení všech procesů tím, že vypínají či zapínají jiné stroje podle potřeby. Naprostá většina chemických přeměn (reakcí), které buňky k životu potřebují, by však za normálních podmínek ve vodných roztocích probíhala nesmírně pomalu nebo vůbec. K tomu, aby tyto reakce mohly probíhat rychle, selektivně a regulovatelně, potřebuje buňka účinné a selektivní katalyzátory – enzymy. Téměř všechny enzymy jsou v podstatě bílkoviny (proteiny), některé však ke své činnosti potřebují i nebilkovinné složky, jako jsou například malé organické molekuly (koenzymy) či ionty kovů. A právě koenzymy se budeme zabývat v biochemii letošního ročníku chemické olympiády.

Nastudujte si obecné zákonitosti enzymové katalýzy a rovnici Michaelise a Mentenové, z enzymů se pak soustřeďte na enzymy glykolýzy, katalázu, peroxidázu, kinázy, hydrolázy, dismutázy, askorbát oxidázu a alkoholdehydrogenázu. Dále se seznamte s analytickými metodami používanými ke stanovení enzymové aktivity, redoxní titrací (jodometrií a manganometrií) a spektrofotometrií (Lambert-Beerův zákon). Neučte se podrobnosti, většina úloh vyžaduje spíše "zdravý selský rozum" než hluboké znalosti.

Doporučená literatura:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page , hesla glycolysis, catalase, peroxidase, kinase, protease, esterase, dismutase, ascorbate oxidase, alcohol dehydrogenase, Beer–Lambert law, spectrophotometry.
2. http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana , hesla glykolýza, kataláza, peroxidáza, kináza, hydroláza, alkoholdehydrogenáza, manganometrie, jodometrie, spektrofotometrie .
3. D. Voet, J. G. Voetová: Biochemie, Victoria Publishing, Praha, 1995, strany 108, 114, 368–427, 469–507, 686, 842–843.
4. Z. Vodrážka: Biochemie, Academia, Praha, 2007, strany 120–169 (kapitola "Obdivuhodné katalyzátory - enzymy").
5. Koolman, J.; Roehm, K. H.: Barevný atlas biochemie, Grada, 2012.

Úloha 1

6 bodů

Co dělají následující enzymy?

1. kinázy
2. esterázy
3. proteázy
4. dismutázy
5. peroxidáza
6. kataláza

Úloha 2

6 bodů

1. Napište rovnici katalyzovanou askorbát oxidázou.
2. Proč se nedoporučuje, aby ovocná šťáva přišla do kontaktu se slitinami mědi (např. mosazí nebo duralem)?
3. Jaký ion kovu obsahuje ve svém aktivním centru jaterní alkoholdehydrogenáza?
4. Jakou nebiřkovinnou složku obsahuje peroxidáza z křenu?

PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Autoři

Mgr. Václav Kubát

Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita Brno

RNDr. Valerie Richterová, Ph.D.

Gymnázium, Brno, Křenová 36

Recenzenti

Ing. Zdeněk Bureš (odborná recenze)

Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice

Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Hradci Králové

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)

Gymnázium Ostrov

Vážení soutěžící,

praktická část letošního ročníku chemické olympiády bude zaměřena na redoxní titrace. Doporučujeme vám seznámit se s manganometrickými a jodometrickými stanoveními různých látek, a to nejen s praktickým provedením, ale i s odpovídajícími výpočty. Nezapomeňte si nastudovat, jaké látky lze redoxními titracemi stanovit, jaké lze použít odměrné roztoky, standardy či indikátory. Užitečné budou také znalosti o kvalitativní analýze běžných anorganických aniontů a v neposlední řadě základní všeobecný přehled (nejen) v analytické chemii.

Níže najdete několik učebnic, ze kterých můžete čerpat informace. Stejně užitečné však mohou být jakékoliv jiné učebnice analytické chemie, především kapitoly o manganometrii a jodometrii.

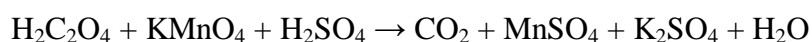
Doporučená literatura:

1. V. Šrámek, L. Kosina: Analytická chemie, Nakladatelství FIN Olomouc 1996.
2. Z. Holzbecher, J. Churáček a kol.: Analytická chemie, SNTL Praha 1987, str. 113–116, 118–121.
3. K. Volka a kol.: Analytická chemie II, VŠCHT Praha 1995, str. 137–141, 144–148.

Úloha 1 Manganometrie – standardizace odměrného roztoku KMnO_4 16 bodů

Manganometrické titrace patří mezi titrace, jejichž principem je redoxní reakce. Manganistan draselný je silné oxidační činidlo a podle toho, v jakém prostředí k reakci dochází, redukuje se na částice, v nichž mangan nabývá různý oxidační stav. Typické jsou manganometrické titrace v kyselém prostředí, kde se manganistan redukuje až za vzniku manganatých iontů.

Výhodou při manganometrických titracích je fakt, že se obejdeme bez indikátoru. Příklad jedné kapky po bodu ekvivalence zabarví roztok do růžova. Naopak jako drobná nevýhoda se může jevit sytě fialové zabarvení standardního roztoku, proto je nutné odečítat jeho spotřebu na horní meniskus. Za další nepříjemnost můžeme označit skutečnost, že roztok manganistanu draselného nelze připravit o přesné koncentraci a je potřeba jej standardizovat (nejen že krystaly obsahují nečistoty, ale po přípravě roztoku se vylučuje oxid manganičitý). Vhodné je proto roztok připravit asi týden před použitím a následně stanovit jeho přesnou koncentraci pomocí kyseliny šťavelové (průběh popisuje nevyrovnané reakční schéma):



Vaším úkolem bude nyní stanovit přesnou koncentraci standardního roztoku přibližně $0,02 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztoku KMnO_4 .

Úkoly:

1. Vyrovnajte rovnici popisující standardizaci manganistanu draselného.
2. Vypočtete, jaká je vhodná navážka dihydrátu kyseliny šťavelové, aby spotřeba přibližně $0,02 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztoku KMnO_4 při manganometrické titraci činila 15 cm^3 . Výsledek zaokrouhlete na čtyři platné číslice.

Postup standardizace odměrného roztoku manganistanu draselného:

Navážku kyseliny šťavelové kvantitativně převedeme přímo do titrační baňky, přidáme asi 20 cm^3 destilované vody a 5 cm^3 $2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztoku H_2SO_4 . Roztok zahřejeme na teplotu přibližně $80 \text{ }^\circ\text{C}$ (nesmí vařit) a ještě horký titrujeme roztokem manganistanu draselného.

Titrace probíhá nejprve pomalu, než se v roztoku vyloučí dostatečné množství Mn^{2+} iontů, které reakci autokatalyzují. Konec titrace se projeví zružověním roztoku (stálost zabarvení minimálně 20 sekund).

Stanovení provedeme třikrát, pečlivě si zapíšeme jednotlivé navážky kyseliny šťavelové a spotřeby odměrného roztoku. Pro každé stanovení vypočteme přesnou koncentraci roztoku KMnO_4 .

Úkoly:

3. Vypočtete přesnou koncentraci manganistanu draselného (s přesností na čtyři platné číslice).
4. Napište strukturní elektronový vzorec kyseliny šťavelové.

Úloha 2 Stanovení obsahu nečistot v heptahydrátu síranu železnatého 24 bodů

Před sebou máte vzorek technického heptahydrátu síranu železnatého a vaším úkolem bude stanovit jeho čistotu.

Postup:

Vzorek $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ o známé hmotnosti převedeme kvantitativně do odměrné baňky o objemu 100 cm^3 . Připravíme roztok síranu železnatého o přesném objemu 100 cm^3 .

Do titrační baňky napipetujeme přesně 10 cm^3 připraveného roztoku síranu železnatého. Přidáme 5 cm^3 $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ kyseliny sírové a titrujeme do prvního stálého zabarvení roztoku (stálost zabarvení alespoň 20 sekund).

Stanovení provedeme třikrát a výsledky zapíšeme do tabulky.

Úkoly:

1. Sestavte rovnici popisující manganometrickou titraci při stanovení heptahydrátu síranu železnatého.
2. Vypočtěte obsah nečistot ve vzorku a vyjádřete je v hmotnostních procentech.
3. Jaké je triviální označení $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$?

Praktická část školního kola 49. ročníku ChO kategorie A a E

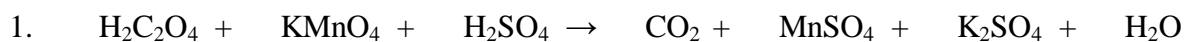
PRACOVNÍ LIST

soutěžní číslo:

body celkem:

Úloha 1 Manganometrie – standardizace odměrného roztoku KMnO_4

16 bodů



oxidace:

redukce:

body:

2. Výpočet navážky dihydrátu kyseliny šťavelové

Výsledky titrace kyseliny šťavelové

| navážka $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | spotřeba KMnO_4 |
|--|--------------------------|
| | |
| | |
| | |

body:

3. Výpočet přesné molární koncentrace manganistanu draselného (proved'te pro každé stanovení a přesnou koncentraci roztoku KMnO_4 získáte jako průměr vypočtených hodnot).

body:

4. Strukturální elektronový vzorec kyseliny šťavelové:

body:

Úloha 2 Stanovení obsahu nečistot v heptahydrátu síranu železnatého 24 bodů

1. Rovnice popisující manganometrickou titraci heptahydrátu síranu železnatého.

| číslo stanovení | 1 | 2 | 3 | průměr |
|--|---|---|---|--------|
| spotřeba KMnO_4 [cm^3] | | | | |

body:

2. Výpočet obsahu nečistot v heptahydrátu síranu železnatého:

body:

3. Triviální název $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ je

body:

Doplňková úloha kategorie E

120 minut

Upozornění: Podle rozhodnutí ÚK ChO je kategorie E určena pro žáky odborných škol s chemickým zaměřením, kteří mají alespoň 2 hodiny chemie a 2 hodiny laboratorních cvičení týdně po celou dobu studia (4 roky). Soutěžící v kategorii E Chemické olympiády řeší všechny obory teoretické části.

Autor

Ing. Josef Janků
SPŠCh Brno

Recenzenti

doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D. (odborná recenze)
Katedra anorganické chemie
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

RNDr. Petr Holzhauser, Ph.D. (pedagogická recenze)
Katedra učitelství a humanitních věd, VŠCHT Praha

V letošním ročníku Chemické olympiády se v praktické části kategorie E zaměříme na tvorbu koordinačních sloučenin a jejich využití při důkazech kationtů.

Doporučená literatura:

1. A. Okáč: Analytická chemie kvalitativní, ČSAV, Praha 1956.
2. J. H. Křepelka: Kvalitativní chemická analýza, Prometheus, Praha VIII 1947.
3. Z. Holzbecher: Analytická chemie, SNTL, Praha 1974.
4. J. Černák, J. Polonský: Přehled analytické chemie, Nakladatelství Alfa, 1970.
5. M. Veselý, O. Bartíková: Analytická chemie pro 2. ročník SPŠCH, SNTL, Praha 1972.
6. J. Kryšpín, Z. Šimek: Analytická chemie pro 2. ročník SPŠCH, SNTL, Praha 1954.
7. V. Šrámek, L. Kosina: Analytická chemie, Nakladatelství FIN, Olomouc 1996.
8. H. Remy: Anorganická chemie, SNTL, Praha 1961.
9. N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Chemie prvků, Informatorium, Praha 1993.

Úloha 3

40 bodů

V jedné z osmi zkumavek se nachází roztok dusičnanu neznámého kationtu. Zbývajících sedm zkumavek obsahuje v neznámém pořadí roztoky následujících látek: thiosíran sodný, hydrogenuhličitan sodný, amoniak, jodid draselný, bromid sodný, hydroxid sodný a chlorid sodný. Zkumavky jsou očíslovány čísly 1 – 8. K dispozici dále máte univerzální indikátorový papírek a zředěný roztok HCl.

Úkoly:

1. Na základě vzájemných reakcí a s pomocí univerzálního indikátorového papírku a zředěného roztoku HCl určete jednotlivé látky ve zkumavkách 1 – 8.
2. Určete neznámý kation.
3. Proved'te následující pokus a změny popište pomocí vyčíslených chemických rovnic.

Do 100 ml kádinky obsahující 20 ml destilované vody postupně přidejte 1 ml roztoku č. 1, 0,2 ml roztoku č. 2, 1 ml roztoku č. 3, 3 ml roztoku č. 4, 3,5 ml roztoku č. 5, 1 ml roztoku č. 6, 5 ml roztoku č. 7 a nakonec 1 ml roztoku č. 8. Po každém přidavku dalšího roztoku směsí řádně zamíchejte.

Praktická část školního kola 49. ročníku ChO kategorie E

PRACOVNÍ LIST

soutěžní číslo:

body celkem:

Úloha 3

40 bodů

1.

| zkumavka číslo | látka |
|----------------|-------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |

body:

2.

Neznámým kationtem je:

body:

3.

roztok č. 1 + roztok č. 2:

přídavek roztoku č. 3:

přídavek roztoku č. 4:

přídavek roztoku č. 5:

přídavek roztoku č. 6:

přídavek roztoku č. 7:

přídavek roztoku č. 8:

body: