



48. ročník
2011/2012

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie B

ZADÁNÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

Vydání tohoto textu bylo podpořeno rozvojovým programem MŠMT ČR
„Podpora soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání pro školní rok 2011/2012“.

© Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011

ISBN 978-80-7080-785-9

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

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2011/2012

kategorie B

pro žáky 2. a 3. ročníků středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií

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.¹

Účastníci Národního kola Chemické olympiády kategorie A nebo E, kteří se zapíší do prvního ročníku chemických oborů na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy, obdrží mimořádné stipendium ve výši 30 000 Kč.²

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 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.

² Podrobnější informace o tomto stipendiu jsou uvedeny na webových stránkách fakulty <http://www.natur.cuni.cz/faculty/studium/agenda-bc-mgr/predpisy-a-poplatky>. Výplata stipendia je vázána na splnění studijních povinností umožňující 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 kategorie B. Autorská řešení těchto úloh a kontrolní test s řešením budou obsahem samostatných souborů. Úlohy ostatních kategorií budou vydány též v samostatných souborech.

Vzor záhlaví vypracovaného úkolu

Karel VÝBORNÝ

Gymnázium, Korunní ul., Praha 2

2. ročník

Kat.: B, 2011/2012

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:

- a) stanoví pořadí soutěžících,
- b) navrhne na základě zhodnocení výsledků nejlepší soutěžící k účasti ve druhém kole,
- c) 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 pověřeným 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 Ústřední komisí 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 uschováávají po dobu jednoho roku. Komise Chemické olympiády všech stupňů jsou oprávněny vyžádat si je k nahlédnutí.

HARMONOGRAM B. ROČNÍKU CHO KATEGORIE B

Studijní část školního kola:	říjen 2011 – únor 2012
Kontrolní test školního kola:	19. 3. 2012
Škola odešle výsledky školního kola krajské komisi ChO nejpozději do:	26. 3. 2012
Krajská kola:	3. – 4. 5. 2012

Předsedové krajských komisí odešlou výsledkovou listinu krajských kol Ústřední komisi Chemické olympiády 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 ÚK 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.

Letní odborné soustředění: červenec 2012, 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 2011/2012

Kraj	Předseda	Tajemník
Praha	RNDr. Jan Kratzer, Ph.D. Ústav anal. chemie AVČR Oddělení stopové analýzy Vídeňská 1083 142 00 Praha 4 jkratzer@biomed.cas.cz tel.: 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, Jírovцова 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 Pertlová 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. Radim Adamec odbor školství, mládeže a tělovýchovy Závodní 353/88 360 21 Karlovy Vary tel.: 353 502 410; 736 650 331 radim.adamec@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 ivan.holy@uhk.cz	Mgr. Lucie Černohousová Dům dětí a mládeže Rautenkraucova 1241 500 03 Hradec Králové tel.: 495 514 531, l. 104 l.cernohousova@barak.cz
Pardubický	doc. Ing. Jiří Kulhánek, Ph.D. FChT UPce, katedra org. chemie Studentská 573 532 10 Pardubice jiri.kulhanek@upce.cz	Mgr. Klára Jelinková DDM Delta Gorkého 2658 530 02 Pardubice tel.: 466 301 010 jelinkova@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. Bořetická 5 628 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 SPŠ, Třída T. Bati 331 765 02 Otrokovice tel.: 577 925 113; 776 010 493 svobodoval@spsotr.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	Bc. Kateřina Kosková odd. mládeže a sportu KÚ Jeremenkova 40 A 779 11 Olomouc tel.: 585 508 661 k.koskova@kr-olomoucky.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>**.



48. ročník
2011/2012

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie B

SOUTĚŽNÍ ÚLOHY TEORETICKÉ ČÁSTI

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

Autoři

RNDr. Jan Rohovec, Ph.D.
Geologický ústav AVČR v.v.i.

Recenzenti

doc. RNDr. Václav Slovák, Ph.D.
Katedra chemie, PřF, Ostravská univerzita v Ostravě

RNDr. Jiřina Svobodová (pedagogická recenze)
Gymnázium Oty Pavla, Praha 5

Vážení soutěžící, v letošním ročníku ChO kategorie B se v části anorganické budeme zabývat chemií prvků a sloučenin II. A skupiny periodického systému. Kromě problematiky anorganické chemie se v průběhu soutěže setkáme i s otázkami z chemické analýzy, například analýzou nerostů nebo fyzikálně chemickými výpočty z oblasti srážecích rovnováh a součinu rozpustnosti. Třebaže se v případě II. A skupiny jedná většinou o látky důvěrně známé, věřím, že se při přípravě na soutěžní klání, při pečlivém studiu literatury, jakož i v soutěžních úlohách dozvíte zajímavé skutečnosti o těchto sloučeninách a že soutěž sama vás bude bavit.

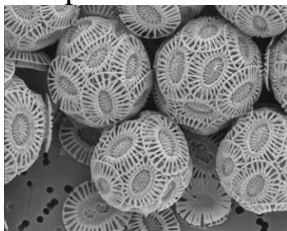
Doporučená literatura:

1. H. Remy: Anorganická chemie, 1. díl, SNTL Praha 1961, str. 248–263, str. 272–298 nebo N. Greenwood, A. Earnshaw: Chemie prvků, 1. díl, Informatorium Praha 1993, str. 138–156, str. 322–324 obr. 8.1. (chemie prvků II. A skupiny).
2. B. Kotlík, K. Růžičková: Chemie v kostce – obecná a anorganická chemie, výpočty v oboru chemie, 1. díl, Fragment 1997, str. 79–81, str. 111–114, případně K. Růžičková, B. Kotlík: Chemie v kostce, Fragment 2009, str. 51, str. 85–87 (součin rozpustnosti, výpočty).
3. J. Vohlídal a kol.: Chemické tabulky SNTL Praha 1988, str. 254, 255 nebo kolektiv autorů, MFCHT pro střední školy, SPN 1970 str. 259 (tabulky součinů rozpustnosti a teplotních změn při rozpouštění solí ve vodě).
4. J. Vacík: Obecná chemie, SPN Praha 1986, str. 222–226 (pouze informativně, koligativní jevy).

Úloha 1 Motivační úloha

8 bodů

1. V pěti znacích vytukaných na klávesnici vyjádřete chemickou substanci, která je společnou jednotící podstatou všech uvedených obrázků.



2. Neutralizací zředěné kyseliny chlorovodíkové látkou z bodu 1 a zahušťováním za laboratorní teploty se získá velmi hustý roztok **A**, ze kterého teprve po čase krystalizuje látka **B**, jež je hexahydrátem chloridu. Ukázalo se, že roztok **A** i pevná látka **B** mají významné praktické uplatnění. Vyhledejte, jaký je nejvyšší bod varu vodného roztoku **A** a nejnižší dosažená teplota při rozpouštění **B** ve vodě. Jakými termíny se označují fyzikálně chemické jevy, kdy přítomnost rozpuštěné látky ovlivní bod varu soustavy, resp. bod tání soustavy (rozpuštěná látka-rozpouštědlo)?
3. Popište, jak se bude chovat systém připravený míšením látky **B** s $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ v poměru asi 1 váhový díl látky **B** a deset váhových dílů $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ při $-5\text{ }^\circ\text{C}$. Kolik fází bude v systému přítomno? Kde se v realitě všedního zimního dne v našich končinách dá toto chování využít?
4. Látka ad 1 hraje neobyčejně důležitou roli v chemickém cyklu uhlíku v přírodě. Vyjádřete slovy nebo chemickou rovnicí, proč je tato látka důležitá v cyklu uhlíku. K jakému ději by došlo při poklesu pH světového oceánu? Zapište děj chemickou rovnicí.
5. Látka ad 1 byla známa už ve starověkém Egyptě, stejně jako její žíhání na vzduchu vedoucí k bílému prášku (reakce 1), jenž po suspendování ve vodě (reakce 2) a přidání popela suchozemských rostlin (reakce 3) vedl k lázni, výborně použitelné na činění kůží. Vysvětlete, jaká chemická látka je podstatou lázně, s použitím třech chemických rovnic. Jakým termínem se označuje závěrečný chemický proces?

Úloha 2 Exotický minerál

12 bodů

Až z dalekého Peru pochází minerál s krásnými šestibokými krystaly, obsahující jako důležitou složku prvek II. A skupiny. Vzorek minerálu o váze 5,1102 g byl rozložen tavením v uhličitanu sodném. Loužením taveniny ve zředěné kyselině chlorovodíkové bylo získáno 3,4273 g SiO_2 a srážení vodného výluhu uhličitanem amonným poskytlo 0,9693 g Al_2O_3 . Pečlivý analytik zjistil, že ke sto procentům určitá část chybí, což jej překvapilo. Vyčištěním a odpařením matečných louhů se podařilo připravit novou „zeminu“, známou později jako kysličník glucinia. Po započtení obsahu tohoto prvku se ukázalo, že analýza je prakticky kompletní.

1. Odvodte stechiometrický vzorec minerálu na základě provedených analýz. Postupujte tak, že zjistíte nejprve látková množství v mmol Al a Si a molární poměr Al:Si v minerálu. Vypočtete rozdíl mezi hmotností navážky minerálu a vyvázkou oxidů hlinitého a křemičitého. Tento rozdíl odpovídá hmotnosti oxidu neznámého prvku. Dále pro všechny prvky II. A skupiny vypočtete látkové množství (mmol) oxidu tohoto prvku, které může být v minerálu přítomno. Ze získaných alternativ vyberte tu, která nejlépe odpovídá jednoduché stechiometrii.
2. Vypočtete rozdíl mezi obsahem SiO_2 a Al_2O_3 v minerálu a sto procenty, který překvapil analytika a zavedl popud ke hledání další složky a nového prvku.

3. Identifikujte, jaký prvek se skrývá pod názvem glucinium. Jak se tento prvek nazývá dnes? Podle jaké vlastnosti jej dřívější autoři pojmenovali právě glucinium?

Úloha 3 Pořadí srážení síranů $M^{II}SO_4$

10 bodů

Srážecí reakce nemusí být zajímavé jen ve zkumavkách, ale mají důležitý praktický význam. Určují například, v jakém pořadí se vylučovaly soli jednotlivých prvků při vzniku solných ložisek při odpařování pravěkých moří, řídí fyziologické účinky příbuzných solí na živé organismy atd.

1. Napište obecnou rovnici srážecí reakce síranů, formulovanou pro ion M^{2+} z II. A skupiny a síranový anion.
2. Napište definiční rovnici součinu rozpustnosti $M^{II}SO_4$.
3. Vyhledejte v tabulkách číselné hodnoty součinu rozpustnosti pK_s látek $M^{II}SO_4$ pro $M = Mg-Ba$. Pro $MgSO_4$ součin rozpustnosti pravděpodobně tabelovaný nenajdete, ale vypočítáte jej snadno ze známé rozpustnosti, která činí přibližně 16,8 g $MgSO_4$ ve 100 ml roztoku.
4. Na základě získaných dat sestavte uvedené sírany do tabulky podle klesající rozpustnosti ve vodě a ke vzorcům připojte číselné údaje pK_s .
5. Zdůvodněte, proč síran horečnatý má výrazné fyziologické účinky na lidský organizmus, zatímco síran barnatý lze požit bez pozorovatelného vlivu na stav organismu. Specifikujte blíže ony výrazné fyziologické účinky. K jakým účelům se $MgSO_4$ a $BaSO_4$ používají v lékařství?
6. Vypočtete, zda může nastat srážecí reakce, smísíme-li nasycený roztok $MgSO_4$ se stejným objemem nasyceného roztoku $CaSO_4$. V případě, že ano, jaká látka se bude srážet?

Autor

Ing. Petra Ménová

*Ústav organické chemie a biochemie AV ČR
Ústav organické chemie, VŠCHT Praha*

Recenzenti

RNDr. Jan Veselý, Ph.D.

Katedra organické chemie PŘF UK v Praze

RNDr. Jiřina Svobodová (pedagogická recenze)

Gymnázium Oty Pavla, Praha 5

Organická část letošního ročníku ChO kategorie B bude věnována aromatickým uhlovodíkům a jejich reakcím. Při přípravě si důkladně prostudujte kapitoly týkající se teorie aromatického stavu a elektrofilní substituce, seznamte se s vlivem substituentů přítomných na aromatickém jádře na průběh další substituce a také na vlastní mechanismus elektrofilní substituce. Nezapomeňte ani na oxidační a redukční reakce aromatů. Pomoc hledejte ve středoškolských učebnicích organické chemie a v doporučené literatuře.

Doporučená literatura:

1. Středoškolské učebnice chemie.
2. O. Červinka, V. Dědek, M. Ferles: Organická chemie, SNTL, 1969, 257–261 (teorie aromaticity), 266–276 (elektrofilní substituce).
3. J. McMurry: Organická chemie, český překlad 6. vydání, VUT Brno, VŠCHT Praha, 2007, str. 498–510 (aromaticita), 528–550 (elektrofilní substituce), 555 (oxidace), 559–561 (více krokové syntézy – úvod).

Úloha 1 Benzen a aromaticita

12 bodů

Roku 1825 izoloval Michael Faraday z ropy nový uhlovodík. Nazval jej bikarburet vodíku. O devět let později připravil tento uhlovodík berlínský profesor Eilhard Mitscherlich zahříváním kyseliny benzoové s páleným vápnem. Protože byl uhlovodík získán z kyseliny benzoové, nazval jej benzin, z čehož později vznikl název benzen. Mitscherlich také určil empirický vzorec benzenu – C_nH_n . V šedesátých letech 19. století byl kromě benzenu již znám toluen a několik dalších derivátů. Chování těchto látek bylo velmi neočekávané – sumární vzorce C_6H_6 či C_7H_8 naznačují, že se jedná o nenasycené sloučeniny. Nicméně nepodléhají adičním reakcím tak jako alkeny a alkyny.

Úkoly:

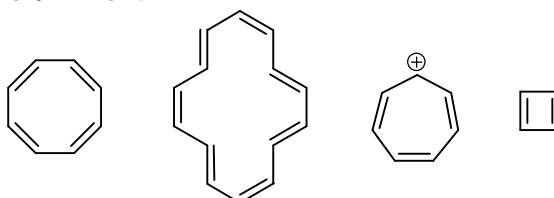
1. Napište rovnici reakce probíhající při zahřívání kyseliny benzoové s páleným vápnem.
2. Napište rovnici reakce propenu a propynu s jedním ekvivalentem bromu.
3. Napište rovnici reakce benzenu s bromem bez přítomnosti katalyzátoru. Co se stane, přidáme-li do reakční směsi bromid železitý? K jaké reakci dochází (adice, eliminace, substituce)?

Roku 1865 Friedrich August Kekulé von Stradonitz, potomek emigranta, který odešel z českých zemí po bitvě na Bílé hoře, přišel s revoluční hypotézou, že molekula benzenu je cyklická, s pravidelně se střídajícími jednoduchými a dvojnými vazbami. Aby vysvětlil, proč vzniká při bromaci benzenu do druhého stupně jediný 1,2-disubstituovaný produkt a ne dva, jak by se dalo očekávat, navrhl, že mezi oběma izomery existuje rychlá rovnováha. Dnes již víme, že všechny polohy benzenu jsou ekvivalentní a π elektrony jsou delokalizovány po celém systému.

4. Napište dva možné izomery *o*-dibrombenzenu založené na Kekulého představě střídání jednoduchých a dvojných vazeb.

Hydrogenace benzenu a dalších aromatických uhlovodíků je obtížnější než hydrogenace alkenů. Reakční teplo, které se uvolní při hydrogenaci benzenu na cyklohexan, je 208 kJ mol^{-1} . Při hydrogenaci cyklohexenu se uvolní 120 kJ mol^{-1} .

5. Na základě zjednodušené představy aditivity určete, jaké teplo se uvolní při hydrogenaci cyklohexa-1,3-dienů a cyklohexa-1,3,5-trienů.
6. Porovnejte hodnotu vypočtenou pro cyklohexatrien s hodnotou experimentálně stanovenou pro benzen (208 kJ mol^{-1}). Jak se nazývá tento rozdíl?
7. Napište, jaké podmínky musí uhlovodík splňovat, aby byl aromatický.
8. U následujících uhlovodíků určete počet π elektronů a na základě Hückelova pravidla rozhodněte, zda jsou aromatické či nikoli.



Úloha 2 Příprava látek elektrofilní substitucí

10 bodů

Při návrhu syntézy vícesubstituovaných aromatických sloučenin je třeba uvážit řídicí efekty všech skupin přítomných na aromatickém jádře a na základě toho rozhodnout, v jakém pořadí jednotlivé skupiny zavádět.

Jak byste připravili následující látky?

- 2-nitrotoluen z benzenu
- 1-chlor-3-nitrobenzen z benzenu
- p*-ethylbensulfonovou kyselinu z benzenu
- 4-brom-2-nitrotoluen z toluenu
- difenylmethan z benzenu

Požadované přípravy запиšte v chemických vzorcích podle vzoru:

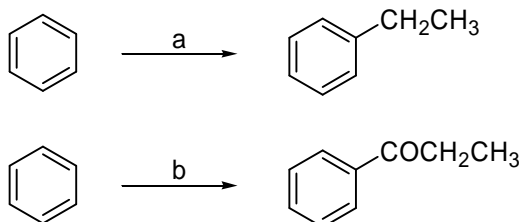


Úloha 3 Friedelovy-Craftsovy reakce

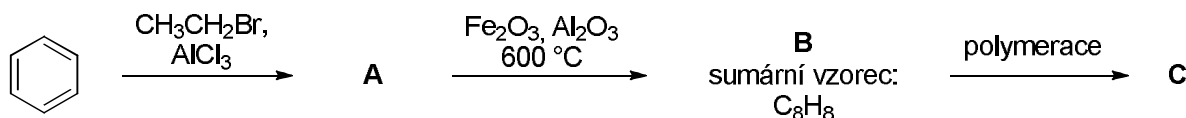
8 bodů

Píše se rok 1877 a pánové Charles Friedel a James Crafts publikují ve francouzském časopise Comptes rendus článek o zavádění alkylových a acylových skupin na aromatické jádro. V té době ještě nikdo netuší, že tím otevírají jednu z nejdůležitějších kapitol organické syntézy – tvorbu vazby uhlík-uhlík v molekulách. Pro to, aby Friedelova-Craftsova reakce proběhla, je nezbytná přítomnost Lewisovy kyseliny jako katalyzátoru. Ta interaguje s alkylačním či acylačním činidlem a usnadňuje tak tvorbu elektrofilní částice.

- Na úvod zkuste doplnit nad šipky činidla a reakční podmínky.



- Popište interakci alkylační činidlo – Lewisova kyselina na příkladě methyljodidu a chloridu hlinitého.
- Kromě alkyhalogenidů lze jako alkylační činidla využít i alkeny a alkoholy. V tomto případě slouží jako katalyzátor silná protická (Brønstedova) kyselina (např. H_2SO_4). Popište chemickou rovnici vznik elektrofilní částice z propenu a propan-2-olu.
- Friedelova-Craftsova alkylace může být využita při přípravě jednoho hojně rozšířeného plastu. Schéma výroby je ukázáno na následujícím obrázku. Doplňte vzorce látek **A** a **B** a polymeru **C**. Jak se tento polymer nazývá? Jakou zkratku používáme pro jeho označování? Uveďte alespoň jeden příklad jeho použití v běžném životě.





48. ročník
2011/2012

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie B

SOUTĚŽNÍ ÚLOHY PRAKTICKÉ ČÁSTI
časová náročnost: 120 minut

PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Autoři

Mgr. Jan Havlík

Katedra anorganické chemie, PřF UK

Bc. Luděk Míka

Katedra anorganické chemie, PřF UK

Recenzenti

Mgr. Petr Cígler, Ph.D.

Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, v.v.i.

Ing. Lucie Drábová

Ústav chemie a analýzy potravin, VŠCHT Praha

RNDr. Jiřina Svobodová (pedagogická recenze)

Gymnázium Oty Pavla, Praha 5

Úkolem analytického chemika je nejen zjišťovat, jaké látky ve vzorku jsou, ale také, kolik které látky je ve vzorku obsaženo. V první úloze na vás čeká identifikace neznámých vzorků – tedy analýza kvalitativní, v úloze druhé bude vaším úkolem stanovit množství vápenatých a hořečnatých iontů ve vzorku vody – analýza kvantitativní.

Doporučená literatura:

Kvalitativní chemie:

1. A. Okáč: Analytická chemie kvalitativní, Nakladatelství československé akademie věd, Praha 1963, třetí, rozšířené vydání, str. 159–161, 182–183, 190–191, 196, 249–256*.
2. K. Volka a kol.: Analytická chemie I., VŠCHT Praha 1995, str. 110–111, 114–116*.
3. Z. Holzbecher a kol.: Analytická chemie, SNTL Praha 1974, str. 88–91, 103, 106–108, 192–193, 200–202, 212–216, 233–235.
4. E. Adamovič, O. Liška: Analytická chemie 1 – pro 3. r. středních průmyslových škol chemických, SNTL Praha 1987, str. 25–29, 111–117.
5. D. Vondrák, J. Vulterin: Analytická chemie, SNTL 1985, str. 42–45, 72–76, 129–131.

Kvantitativní chemie:

1. K. Volka a kol.: Analytická chemie II., VŠCHT Praha 1995, str. 134–136*.
2. R. Příbyl: Komplexometrie, SNTL 1977 Praha, str. 114–117, 256–272*.
3. J. Zýka: Analytická příručka Díl I., SNTL 1979, Praha, str. 350–353.
4. M. Horáková: Analytika vody, VŠCHT 2007, str. 110–120.

* Takto označená literatura je brána jako základní a je k dispozici v elektronické podobě na stránkách Chemické olympiády. <http://www.chemicka-olympiada.cz>

Úloha 1 Patero bílých prášků

15 bodů

V pěti očíslovaných zkumavkách jste obdrželi 5 bílých prášků.

Jsou to:

- $\text{Ba}(\text{OH})_2$,
- MgSO_4 ,
- CaCO_3 ,
- SrCl_2 ,
- NaNO_3 .

Vaším úkolem je zjistit, která z těchto látek se ukrývá pod kterým číslem.

Pomůcky:

- 5× zkumavka pro přípravu roztoků
- 5× zkumavka s předkládanými vzorky
- líhový fix
- stříčka s destilovanou vodou
- 5× kapátko
- kapkovací destička
- kopistka
- pH papírky
- 2× skleněná tyčinka
- odměrný válec 10 ml

Chemikálie:

- vzorky $\text{Ba}(\text{OH})_2$, MgSO_4 , CaCO_3 , SrCl_2 a NaNO_3 v očíslovaných zkumavkách

Činidla:

(Není-li uvedeno jinak, jedná se o 5% vodné roztoky.)

- CaCl_2
- BaCl_2
- AgNO_3 (1% roztok)
- HCl
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (1% roztok)
- Na_2SO_4
- Na_2CO_3
- $(\text{COOH})_2$

Pracovní postup:

POZOR! Roztoky chloridu barnatého a dichromanu draselného jsou silně jedovaté. Se všemi roztoky v této úloze proto pracujte opatrně a s použitím ochranných pomůcek (laboratorní brýle, chemický plášť a latexové rukavice).

Nejprve s malým množstvím zkoumaných prášků zkuste, zda jsou rozpustné ve vodě: Očíslete si čisté zkumavky shodně s čísly předložených vzorků a poté do nich vpravte malá množství předložených prášků. Přidejte přibližně 5 ml destilované vody a pozorujte jejich rozpustnost. Výsledky zaznamenejte do pracovního listu. Použité zkumavky poté vypláchněte důkladně destilovanou vodou.

Z rozpustných prášků si udělejte zásobní roztoky tak, že přibližně polovinu jeho množství převedete do čisté zkumavky se shodným číslem a rozpustíte v asi 10 ml destilované vody. Nerozpustné prášky převedte do kádinky a pokuste se je rozložit opatrným přidáním 10 ml 5% HCl. Reakce může být bouřlivá. Kyselinu proto přidávejte ze začátku po malých kapkách. Výsledný roztok poté přelijte zpět do očíslované zkumavky. Průběh rozkladu si zaznamenejte do pracovního listu. (Pozn: Starší vzorky Ba(OH)₂ mohou být znečištěny malým množstvím uhličitanu.) Pomocí pH papírku následně zkontrolujte pH všech připravených roztoků (kromě roztoků připravených rozložením kyselinou chlorovodíkovou).

Následně proveďte reakce roztoků vzorků s činidly: Ke kapce roztoku neznámé látky na kapkovací destičce přidejte kapku činidla a pozorujete průběh reakce. Poté přidejte činidlo v nadbytku a pozorujte případné změny. U všech zkoušek důkladně zaznamenejte jejich výsledek (i negativní) do pracovního listu. Z poznámek pak jednoduše zjistíte, která látka je ukryta v které zkumavce.

Úkoly:

1. Přiřaďte k číslům vzorků jejich chemické složení.
2. Ke každé identifikované látce napište pomocí vyčíslené chemické rovnice jednu reakci, pomocí které jste dokázali její identitu. Pokud se domníváte, že se některá z těchto látek dostupnými činidly nedá dokázat, pokuste se u této látky své tvrzení stručně odůvodnit.

Úloha 2 Chelatometrické stanovení tvrdosti minerální vody

25 bodů

Při chelatometrii se využívá toho, že chelaton 3 (disodná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové, EDTA) tvoří s dvojmocnými, trojmocnými a čtyřmocnými kationty kovů stálé komplexy zvané chelatonáty. Tyto komplexy vznikají v poměru 1:1, tedy jeden centrální atom je komplexován jednou molekulou ligandu. Pro indikaci bodu ekvivalence se používají tzv. metalochromní indikátory, což jsou sloučeniny, které tvoří se stanovovanými ionty slabé komplexy, které mají jinou barvu než indikátory samotné.

Celková tvrdost vody je dána koncentrací kationtů dvojmocných kovů alkalických zemin, hlavně Mg²⁺ a Ca²⁺. Při stanovení jejich koncentrace se používá eriochromčern T jako indikátor, který tvoří s hořečnatými ionty slabý červenofialový komplex, zatímco indikátor samotný je modrý. Titruje se tedy do modrého zbarvení, kdy poslední kapka chelatonu 3 vyváže veškeré hořečnaté ionty z roztoku i z komplexu s indikátorem za vzniku volného, modře zbarveného indikátoru.

Pro stanovení koncentrace Ca²⁺ se provádí ještě jedna titrace, tentokrát za přídavku 1M NaOH. Při silně bazickém pH dojde k vysrážení málo rozpustného Mg(OH)₂ a v roztoku tak zůstanou pouze ionty Ca²⁺. Ty se titrují opět chelatonem 3 za přídavku indikátoru murexidu, který s vápenatými ionty tvoří oranžovočervený komplex. Titruje se do té doby, než jediná kapka odměrného činidla dokončí změnu barvy na fialovou (volný indikátor).

Pomůcky:

- kádinka 100 ml, 2× kádinka 250 ml
- pipeta 50,0 ml
- 3× titrační baňka
- stříčka s destilovanou vodou
- byreta 25 ml
- úzká nálevka nebo tulipánek
- kopistka
- odměrný válec 10 ml (použijte válec z úlohy 1)

Chemikálie:

- minerální voda Mattoni, neperlivá 500 ml
- Schwarzenbachův pufr
- ~0,01M odměrný roztok chelatonu 3 o známé přesné koncentraci
- eriochromčerní T (směs 1:100 s NaCl)
- murexid (směs 1:100 s NaCl)
- 1M roztok NaOH

Pracovní postup:

Ze vzorku minerální vody odpipetujte 50,0 ml do titrační baňky. Odměrným válcem do titrační baňky přilijte 5 ml Schwarzenbachova pufru a přidejte na špičku kopistky eriochromčerní T tak, aby barva roztoku byla zřetelná, ale ne příliš intenzivní. Směs titrujte odměrným roztokem chelatonu 3 z vínově červeného do modrého zbarvení. Stanovení opakujte třikrát a výsledky zaznamenejte do pracovního listu.

Ze vzorku minerální vody odpipetuje 50 ml do titrační baňky, přilijte odměrným válcem 5 ml 1M NaOH a přidejte na špičku kopistky indikátoru murexidu. Následně roztok titrujte odměrným roztokem chelatonu 3 z oranžovočerveného do fialového zbarvení. Stanovení opakujte třikrát a výsledky zaznamenejte do pracovního listu.

$A_r(\text{Ca}) = 40,08$; $A_r(\text{Mg}) = 24,31$

Pozn. Přesná koncentrace roztoku chelatonu 3 vám bude sdělena organizátory.

Úkoly:

1. Vypočítejte obsah Mg^{2+} a Ca^{2+} v minerální vodě jako koncentraci v $\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ a tzv. německých stupních tvrdosti ($^{\circ}\text{N}$), kde koncentraci $5,6 \text{ mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ Ca^{2+} nebo Mg^{2+} odpovídá 1°N .
Pozn. Při výpočtu předpokládejte, že hustota vzorku vody je $1000 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$.
2. Chelaton 3 není tzv. primární standard, tedy navážení přesného množství látky a její rozpuštění v přesném množství roztoku nevede k roztoku o přesné koncentraci. U takového roztoku se provádí tzv. standardizace, tedy určení přesné koncentrace pomocí jiné látky, např. $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, jejíž přesná navážka obsahuje určité látkové množství dané látky. Tato navážka se poté titruje připraveným odměrným roztokem chelatonu 3 a ze spotřeby se počítá jeho přesná koncentrace. Určete skutečnou koncentraci odměrného roztoku chelatonu 3, pokud by při titraci $0,1113 \text{ g MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ byla jeho spotřeba $16,4 \text{ ml}$.
 $M_r(\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246,48$
3. Proč se indikátory používané v této úloze připravují jako směsi s NaCl? Navrhněte nějakou jinou látku, která by se dala místo NaCl použít.

Praktická část školního kola B. ročníku ChO kategorie B

PRACOVNÍ LIST

soutěžní číslo:

body celkem:

Úloha 1 Patero bílých prášků

15 bodů

Vzorek 1 látka
rozpuštnost ve vodě
pH roztoku
rovnice důkazu

Vzorek 2 látka
rozpuštnost ve vodě
pH roztoku
rovnice důkazu

Vzorek 3 látka
rozpuštnost ve vodě
pH roztoku
rovnice důkazu

Vzorek 4 látka
rozpuštnost ve vodě
pH roztoku
rovnice důkazu

Vzorek 5 látka
rozpuštnost ve vodě
pH roztoku
rovnice důkazu

body:

Úloha 2 Chelatometrické stanovení tvrdosti vody

25 bodů

1.

Koncentrace chelatonu 3 zadaná organizátory = $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ Titrace Ca^{2+} a Mg^{2+}

Spotřeba chelatonu 3 (ml)	Koncentrace $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ($\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$)
Průměrná koncentrace:	

Titrace Ca^{2+}

Spotřeba chelatonu 3 (ml)	Koncentrace Ca^{2+} ($\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$)
Průměrná koncentrace:	

koncentrace Ca^{2+} = $\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ koncentrace Ca^{2+} = $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ koncentrace Mg^{2+} = $\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ koncentrace Mg^{2+} = $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ tvrdost vody = $^{\circ}\text{N}$

body:

2. Chelaton 3 není tzv. primární standard, tedy navážení přesného množství látky a její rozpuštění v přesném množství vody nevede k roztoku o přesné koncentraci. U takového roztoku se provádí tzv. standardizace, tedy určení přesné koncentrace pomocí jiné látky, např. $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, jejíž přesná navážka obsahuje určité látkové množství dané látky. Tato navážka se poté titruje připraveným odměrným roztokem chelatonu 3 a ze spotřeby se počítá jeho přesná koncentrace. Určete skutečnou koncentraci odměrného roztoku chelatonu 3, pokud by při titraci 0,1113 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ byla jeho spotřeba 16,4 ml.
 $M_r(\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = 246,48$

body:

3. Proč se indikátory používané v této úloze připravují jako směsi s NaCl? Navrhněte nějakou jinou látku, která by se dala místo NaCl použít.

body: