

47. ročník
2010/2011

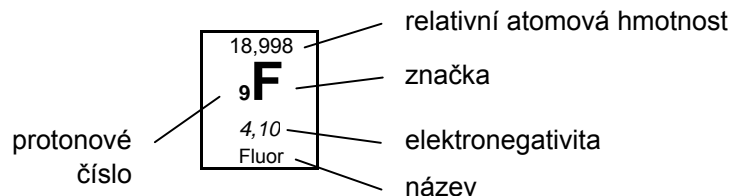
ŠKOLNÍ KOLO
kategorie B

ZADÁNÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

© Kolektiv autorů (jmenovitě viz obálka) 47. ročníku Chemické olympiády
VŠCHT Praha a MŠMT ČR

ISBN: 978-80-7080-758-3

Periodická soustava prvků



1	1,00794 1 H 2,20 Vodík	2											13	14	15	16	17	18	
	I. A		II. A										III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A	
2	6,941 3 Li 0,97 Lithium	4	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	12	24,305 12 Mg 1,20 Hořčík	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
				III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B	VIII. B	VIII. B	I. B	II. B	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A
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	
				Rutherfordium	Dubnium	Seaborgium	Bohrium	Hassium	Meitnerium	Darmstadtium	Roentgenium	Copernicium	Ununtrium	Ununquadium	Ununpentium	Ununhexium	Ununseptium	Ununoctium	

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
		Aktinium	Thorium	Protaktinium	Uran	Neptunium	Plutonium	Americium	Curium	Berkelium	Kalifornium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium	Lawrencium

**Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
ve spolupráci s Českou společností chemickou
a Českou společností průmyslové chemie
vyhlašují 47. ročník předmětové soutěže**

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2010/2011

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 Ústředního 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 www.natur.cuni.cz/faculty/studium/info/mimoradna-stipendia. 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:

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

V této brožuře jsou obsaženy soutěžní úlohy teoretické a praktické části prvního kola soutěže kategorie B. Autorská řešení těchto úloh společně s kontrolním testem a jeho řešením budou obsahem druhé brožury. Úlohy ostatních kategorií budou vydány ve zvláštních brožurách.

Třetí část prvního kola – kontrolní test bude separátní přílohou v brožuře obsahující autorská řešení prvního kola soutěže.

Vzor záhlaví vypracovaného úkolu

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

Kat.: B, 2010/2011
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.

Výňatek z organizačního řádu Chemické olympiády

Čl. 5

Úkoly soutěžících

- (1) Úkolem soutěžících je samostatně vyřešit dané 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 pověřenému učiteli, v případě vyšších soutěžních kol k příslušné komisi ChO, popřípadě ke komisi o stupeň vyšší.

Čl. 6

Organizace a propagace soutěže na škole, školní kolo ChO

- (1) Zodpovědným za uskutečnění soutěže na škole je ředitel, který pověřuje učitele chemie zabezpečením soutěže (dále jen „pověřený učitel“).
- (2) Úkolem pověřeného učitele je propagovat ChO mezi žáky, evidovat přihlášky žáků do soutěže, připravit, řídit a vyhodnotit školní kolo, předávat žákům texty soutěžních úloh a dodržovat pokyny řídicích komisí ChO, umožňovat soutěžícím práci v laboratořích, pomáhat soutěžícím odbornými radami, doporučovat vhodnou literaturu, případně jim zabezpečit další konzultace, a to i s učiteli škol vyšších stupňů nebo s odborníky z výzkumných ústavů a praxe.
- (3) Spolu s pověřeným učitelem 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.
- (5) V případě zájmu žáka o účast v soutěži je škola povinna uskutečnit školní kolo, případně zabezpečit účast žáka v ChO na jiné škole.
- (6) Školní kolo probíhá ve všech kategoriích v termínech stanovených VŠCHT Praha a ÚK ChO zpravidla ve třech částech (studijní část, laboratorní část a kontrolní test).

- (7) Pověřený učitel spolu s předmětovou komisí, je-li ustavena:
 - a) zajistí organizaci a regulérnost průběhu soutěžního kola podle zadání VŠCHT Praha a ÚK ChO,
 - b) vyhodnotí protokoly podle autorských řešení,
 - c) seznámí soutěžící s autorským řešením úloh a provede rozbor chyb,
 - d) stanoví pořadí soutěžících a vyhlásí výsledky soutěže.
- (8) Po skončení školního kola zašle ředitel školy nebo pověřený učitel:
 - a) organizátorovi vyššího kola příslušné kategorie ChO výsledkovou listinu všech účastníků s počty dosažených bodů, úplnou adresou školy a stručné hodnocení školního kola,
 - b) tajemníkovi příslušné komise ChO vyššího stupně stručné hodnocení školního kola včetně počtu soutěžících.
- (9) Protokoly soutěžících se na škole uschovávají po dobu jednoho roku. Komise ChO všech stupňů jsou oprávněny vyžádat si je k nahlédnutí.

Čl. 14

Zvláštní ustanovení

- (1) Účast žáků ve všech kolech soutěže, na soustředěních a v mezinárodních soutěžích se považuje za činnost, která přímo souvisí s vyučováním.
- (2) Pravidelná činnost při organizování soutěže, vedení zájmových útvarů žáků připravujících se na ChO a pravidelné organizační a odborné působení v komisích ChO se považuje za pedagogicky a společensky významnou činnost učitelů a ostatních odborných pracovníků, započítává se do pracovního úvazku nebo je zohledněno v osobním příplatku, případně ohodnoceno mimořádnou odměnou.
- (3) Soutěže se mohou zúčastnit i žáci studující na českých školách v zahraničí, jejichž státní příslušností je Česká republika, a to v rámci územní oblasti, která je nejbližší místu studia žáka. Žákům je v případě jejich účasti ve vyšších postupových kolech hrazeno jízdné pouze na území České republiky.

Harmonogram 47. ročníku ChO kategorie B

Studijní část školního kola:	září 2010 – březen 2011
Kontrolní test školního kola:	17. 3. 2011
Škola odešle výsledky školního kola krajské komisi ChO nejpozději do:	1. 4. 2011

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

Krajská kola: 6. – 7. 5. 2011

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 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.

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 2010/2011

Kraj	Předseda	Tajemník
Praha	doc. Ing. Jaroslav Kvíčala Ústav organické chemie, VŠCHT Praha Technická 5 166 28 Praha 6 jaroslav.kvicala@vscht.cz tel.: 220 444 278, 220 444 242	Michal Hrdina Stanice přírodovědců DDM hl.m. Prahy Drtinova 1a 150 00 Praha 5 hrdina@ddmpraha.cz tel.: 222 333 863
Středočeský	RNDr. Marie Vasilešková, 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, Ing. Zdenka Horecká; KÚ, odd. mládeže, tělov. a volného času Velká Hradební 48 400 02 Ústí nad Labem tel.: 475 657 235 soukup.k@kr-ustecky.cz 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 (zástupce Ing. Hana Malinová) DDM Větrník Riegrova 16 461 01 Liberec tel.: 485 102 433; 602 469 162 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 1.104, 777 758 439 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 sediva@gymnazium.ji.cz	RNDr. Josef Zlámalík Gymnázium Jihlava Jana Masaryka 1 586 01 Jihlava tel.: 567 303 613 zlamalik@gymnazium.ji.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 Holoušková Gymnázium Havířov Komenského 2 736 01 Havířov holouskova@gkh.cz	Mgr. Marie Kociánová Středisko 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
166 28 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 společnosti chemické 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>**.

TEORETICKÁ ČÁST (60 bodů)

I. Anorganická chemie

Autor **doc. RNDr. Václav Slovák, Ph.D.**
Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě

Recenzenti **doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.**
*Katedra anorganické chemie,
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze*

RNDr. Jiřina Svobodová (pedagogická recenze)
*Výzkumný ústav pedagogický v Praze
Gymnázium Jaroslava Heyrovského, Praha*

Mgr. Jindřiška Pátečková (pedagogická recenze)
Gymnázium Jevíčko

Jedním ze dvou nekovových prvků, které lidé odnepaměti znají v elementárním stavu, je síra (tím druhým je uhlík). Zmínky o ní lze nalézt už v Bibli obvykle ve spojení s něčím nepříjemným, což do jisté míry přetrvává dodnes (schválně si zkuste „vygooglit“ např. výraz „pekelná síra“). Ale i užitečné vlastnosti síry byly známy již dlouho před začátkem našeho letopočtu, třeba použití hořící síry k vykuřování (tedy dezinfekci). I dnes je síra prvkem všeobecně známým (i když ne každý ví, jak vypadá) a třeba vzorec kyseliny sírové patří k těm, které „dá dohromady“ nejen student chemie, ale téměř jistě i jeho rodiče či prarodiče.

Anorganická část letošního ročníku Chemické olympiády kategorie B bude tedy celá zaměřena právě na síru a její jednoduché sloučeniny. Dotkneme se nepochybně výskytu síry a její schopnosti vystupovat v různých oxidačních stavech. Nezapomeneme na nejdůležitější chemikálii na světě – kyselinu sírovou a také se seznámíme s použitím sloučenin síry ve vinařství.

K úspěšnému zvládnutí anorganických úloh tohoto ročníku budete potřebovat kromě znalostí o síře (viz vybrané kapitoly v doporučené literatuře) také „umění“ v oblasti základních chemických výpočtů (počítání s procenty, s plyny, výpočty z chemických vzorců a rovnic) a psaní chemických rovnic včetně vyčíslování rovnic oxidačně-redukčních reakcí.

Doporučená literatura:

1. N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Chemie prvků II, Informatorium Praha 1993, str. 794 – 803, 830 – 840, 856 – 860, 864 – 887.
2. A. Gažo a kol: Všeobecná a anorganická chémie, SNTL/Alfa 1981, str. 306 – 337.
3. H. Remy: Anorganická chemie I. díl, SNTL Praha 1971 (nebo 1972), str. 740 – 784.

Dále libovolná středoškolská učebnice obsahující kapitolu o síře a středoškolské učebnice obsahující vysvětlení základních chemických výpočtů (výpočty s látkovým množstvím, počítání s plyny a plynnými směsmi, výpočty na složení směsí, výpočty z chemických vzorců a rovnic).

Úloha 1 Oxidační stavy síry**10 bodů**

Jednou ze zvláštností síry je skutečnost, že jako jeden z mála prvků tvoří poměrně stálé sloučeniny prakticky ve všech teoreticky možných oxidačních stavech.

Důsledkem stability různých oxidačních stavů síry je také to, že i v přírodě se síra běžně vyskytuje celkem v pěti různých oxidačních stavech – z tohoto pohledu je síra skutečným rekordmanem mezi prvky.

Významnou skupinou reakcí, jimž síra a její sloučeniny podléhají, budou tedy reakce oxidačně-redukční.

Úkoly:

- Jakého nejnižšího a nejvyššího oxidačního stavu může síra ve sloučeninách dosahovat z hlediska jejího postavení v periodické soustavě prvků?
- U následujících látek, které lze všechny v přírodním prostředí nalézt, určete oxidační stav síry, u sloučenin c) – e) doplňte i chemický název a název příslušného minerálu.
 - S,
 - SO₂,
 - CaSO₄·2H₂O,
 - FeS₂,
 - PbS.
- Vyčíslete následující rovnice oxidačně redukčních reakcí a určete, zda se síra při reakci oxiduje nebo redukuje.
 - $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$,
 - $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$,
 - $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6 + \text{KI}$,
 - $\text{K}_2\text{SO}_3 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$.

Úloha 2 Sulfan a oxid siřičitý**10 bodů**

Sulfan a oxid siřičitý jsou nepříjemně páchnoucí a zdraví příliš neprospívající plyny (SO₂ už v nízkých koncentracích dráždí a leptá dýchací cesty, jedovatost H₂S je srovnatelná s kyanovodíkem), které s největší pravděpodobností mohou za spojení síry a pekelného „smradu“. Tomu přispívá i skutečnost, že jejich přírodní výskyt je často spojen s vulkanickými jevy (sopky, termální prameny). I ony však mají své místo nejen v chemii síry, ale i v běžném životě.

Sulfan sice žádné významné použití např. v domácnosti nemá, ale setkat se s ním můžeme. Vesměs nejde o příjemná setkání – od známých zkažených vajec přes podivný zápach některých minerálních vod až k produktům hnilobného rozkladu původně živých a posléze mrtvých organismů. Význam sulfanu je především v oblasti průmyslové výroby sloučenin síry.

Oxid siřičitý je mimo jiné používán při výrobě vína (ale také např. ve včelařství a jinde). Využívají se zde především jeho účinky antiseptické (likviduje bakterie v celém procesu výroby vína) a antioxidační (brání oxidaci vína).

Úkoly:

- Elementární síra také velmi slabě páchne a její zápach je intenzivnější, pokud ji intenzivně třeme ve třecí misce. Který z výše uvedených plynů je odpovědný za „pekelný pach“ síry?
- Většina síry obsažená v živých organismech (a posmrtně se přeměňující také na páchnoucí sulfan) je ve formě dvou biochemicky významných sloučenin. Uveďte jejich názvy a vzorce.

3. Jedním ze způsobů aplikace oxidu siřičitého ve vinařství je spalování tzv. sirných knotů (plátků) v nádobách (sudech), do kterých se následně plní víno nebo mošt ke kvašení. Sirné knoty jsou v podstatě tvořeny čistou sírou.

V prázdném dřevěném sudu na víno o objemu 100 litrů byly spáleny dva sirné knoty, každý obsahoval přesně 1,000 g síry. Vypočtete objemový zlomek a parciální tlak oxidu siřičitého v sudu, jestliže v něm panují normální podmínky (teplota 0 °C, tlak 101 325 Pa). Při výpočtu předpokládejte, že spalování síry proběhlo kvantitativně a žádný oxid siřičitý ze sudu neunikl.

Úloha 3 Kyselina sírová

10 bodů

Nejvýznamnější průmyslově vyráběnou chemikálií je kyselina sírová. Její objem výroby je tak obrovský a klíčový, že se někdy používá jako měřítko vyspělosti jednotlivých států.

Rozsah použití kyseliny sírové ani nelze popsat – používá se totiž prakticky v každém průmyslovém odvětví.

Úkoly:

1. Dnes nejrozšířenější způsob výroby kyseliny sírové je tzv. „kontaktní“ a hlavní surovinou pro výrobu je elementární síra.
 - a) Popište výrobu kyseliny sírové ze síry kontaktním způsobem ve třech jednoduchých rovnicích.
 - b) Jaký katalyzátor se při výrobě nejčastěji používá a ve které reakci?
 - c) Katalyzátory obecně urychlují chemické reakce. Chemické reakce lze ale urychlit i zvýšením teploty. Proč se tedy v případě výroby kyseliny sírové jednoduše nezvyšuje teplota provedení příslušné reakce?
2. Oxid sírový s vodou velmi snadno a rychle reaguje na kyselinu sírovou. Tato reakce se ale při výrobě kyseliny sírové přímo nevyužívá. Oxid sírový se nechává reagovat s koncentrovanou kyselinou sírovou (96 – 98%) za vzniku tzv. „olea“, které se následně „ředí“ vodou na kyselinu sírovou. Proč se používá tento zdánlivě zbytečně komplikovaný postup?
3. Kyselina sírová je velmi silná kyselina, která by tedy měla snadno rozpouštět neušlechtilé kovy. Koncentrovaná kyselina sírová se ale běžně (v průmyslovém měřítku) uchovává i přepravuje v ocelových nádobách, aniž je rozpustí (dokonce ani horká). Vysvětlíte, proč se železo v koncentrované kyselině sírové nerozpouští.

II. Organická chemie

Autoři **Ing. Petra Ménová**
Ústav organické chemie, VŠCHT Praha

Recenzenti **prof. Ing. František Liška, CSc.**
*Katedra chemie a didaktiky chemie,
Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze*

RNDr. Jiřina Svobodová (pedagogická recenze)
*Výzkumný ústav pedagogický v Praze
Gymnázium Jaroslava Heyrovského, Praha*

Mgr. Jindřiška Pátečková (pedagogická recenze)
Gymnázium Jevíčko

Organická část letošního ročníku ChO kategorie B bude věnována alkenům a dienům. Při přípravě se zaměřte na eliminační reakce vedoucí k alkenům a na typické reakce, které alkeny poskytují – elektrofilní a radikálovou adici, hydrogenaci, hydroboraci, oxidaci a ozonolýzu. Nezapomeňte ani na izomerii na dvojně vazbě (stereodeskriptory *cis/trans* a *E/Z*), Zajcevovo a Markovnikovovo pravidlo. Pro úspěšné vyřešení úloh vám budou do značné míry stačit znalosti středoškolského rozsahu. Rozšiřující informace hledejte v doporučené literatuře.

Doporučená literatura:

1. J. Pacák: Úvod do studia organické chemie, SNTL 1982, str. 67 – 68 (izomerie na dvojně vazbě), str. 94 – 98 (alkeny a cykloalkeny).
2. J. McMurry: Organická chemie, český překlad 6. vydání, VUT Brno, VŠCHT Praha, 2007, str. 170 – 237.

Středoškolské učebnice chemie.

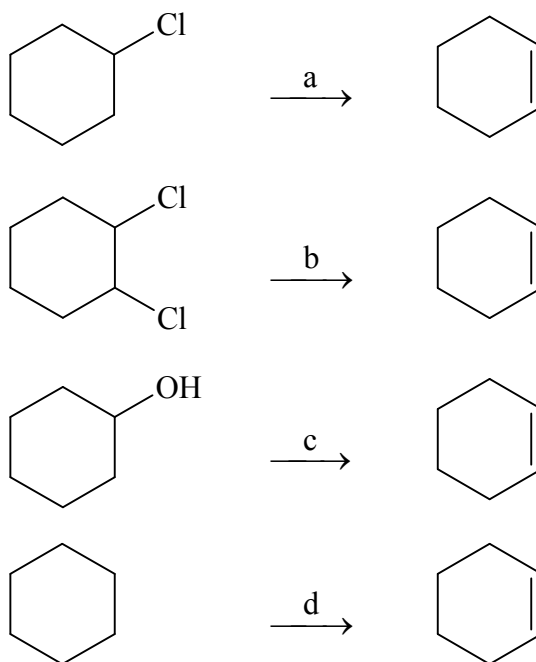
Úloha 1 Příprava a reakce alkenů

10 bodů

Nejběžnějším typem reakcí využívaných pro přípravu alkenů jsou eliminace. Eliminovat můžeme celou řadu funkčních skupin, např. halogeny, hydroxyskupinu či vodík.

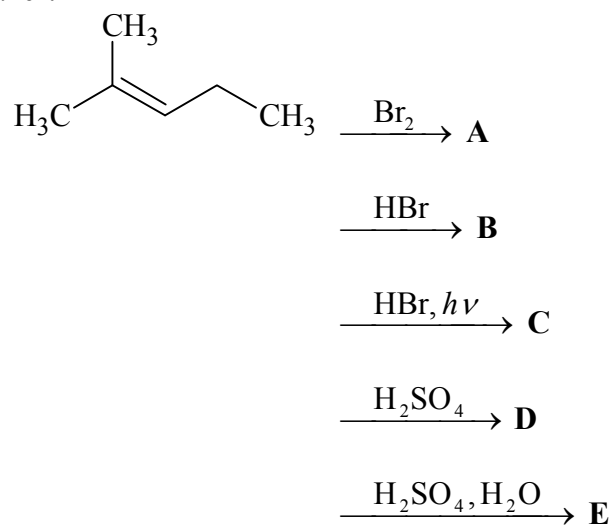
Úkoly:

1. Doplněte činidla u následujících reakcí.



Přítomnost dvojné vazby v molekule alkenů podstatně zvyšuje jejich reaktivitu ve srovnání s alkanem. Charakteristickou reakcí alkenů je adice na dvojnou vazbu, která v případě nesymetrických alkenů probíhá regioselektivně (tzn. vzniká pouze jeden ze dvou možných produktů).

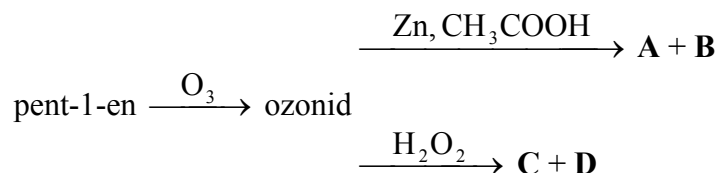
2. Napište produkty následujících adičních reakcí. U každého rozhodněte, zda se jedná o adici elektrofilní nebo radikálovou. Jak se jmenuje empirické pravidlo, které se vztahuje k regioselektivitě těchto reakcí?



Úloha 2 Ozonolýza

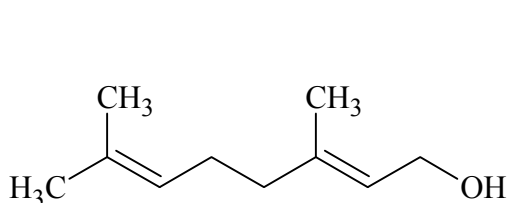
15 bodů

Reakce alkenů s ozonem patří mezi důležité metody štěpení dvojných vazeb C=C. Surový produkt reakce, tzv. ozonid, je nestálý, výbušný, a proto se ihned dále zpracovává štěpením. To může být provedeno za reduktivních nebo oxidativních podmínek.

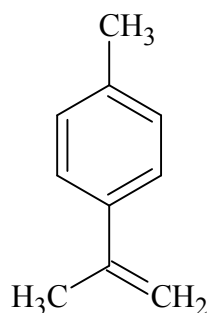
**Úkoly:**

1. Napište vzorec pent-1-enu.
2. Napište vzorec ozonidu, který vzniká ozonizací pent-1-enu.
3. Doplněte produkty ozonizace následované reduktivním (A, B) a oxidativním (C, D) štěpením a produkty pojmenujte.

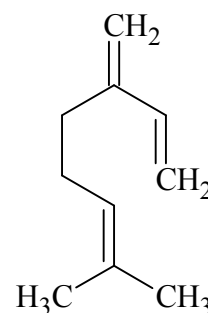
Ozonolýza byla hlavně v dřívějších dobách využívána k určení polohy dvojných vazeb u řady přírodních látek. Jednu takovou skupinu významných látek představují terpeny – přírodní oligomery a polymery odvozené od isoprenu. Nacházejí se v rostlinných silicích a pryskyřicích. Limonen silně voní po pomerančích, za svůj název vděčí hojnému výskytu v citrónové kůře. Geraniol je součástí růžového oleje, myrcen se nachází v bobkovém listu. Skvalen je významným intermediátem při syntéze steroidů v lidském organismu – steroidních hormonů, cholesterolu a vitamínu D.



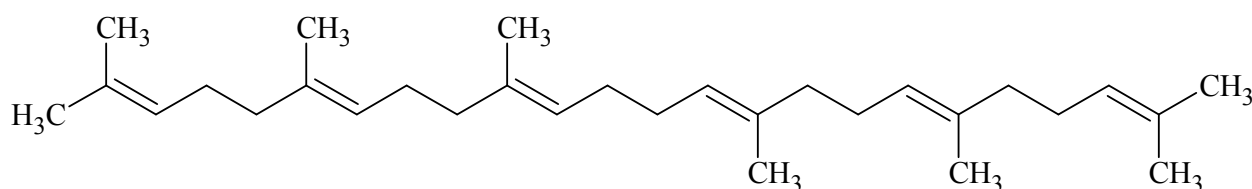
geraniol



limonen



myrcen



skvalen

4. Napište vzorec isoprenu a pojmenujte jej systematickým názvem.
5. Pojmenujte geraniol systematickým názvem (včetně stereodeskriptoru *E/Z*).
6. Napište vzorce produktů ozonolýzy následované reduktivním zpracováním (Zn v kyselině octové) výše uvedených terpenů.

Isopren snadno polymeruje. Mezi nejznámější isoprenové polymery patří kaučuk a gutaperča.

7. Napište vzorce těchto polymerů. Čím se liší jejich struktury?

Úloha 3 Neznámá látka

5 bodů

1. Látka **A** ($C_7H_{15}Br$) poskytuje při zahřátí v roztoku ethanolátu sodného v ethanolu směs dvou izomerních alkenů **B** a **C**, kde **B** je majoritní produkt. Oba tyto alkeny mají sumární vzorec C_7H_{14} . Katalytická hydrogenace obou alkenů vede k 3-ethylpentanu jako jedinému produktu. Napište vzorce a systematické názvy látek **A**, **B** a **C**.
2. Látka **D** ($C_7H_{15}Br$) není primárním alkylbromidem. Při zahřátí s ethanolátem sodným v ethanolu poskytuje jediný produkt, alken **E**. Hydrogenace sloučeniny **E** vede k 2,4-dimethylpentanu. Napište vzorce a systematické názvy látek **D** a **E**.

PRAKTICKÁ ČÁST (40 bodů)

Autoři

Mgr. Petr Cígler, Ph.D.

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

Ing. Lucie Drábová

Ústav chemie a analýzy potravin, VŠCHT Praha

Recenzenti

doc. RNDr. Pavel Coufal, Ph.D.

Katedra analytické chemie PřF UK v Praze

RNDr. Jiřina Svobodová

Gymnázium Jaroslava Heyrovského, Praha

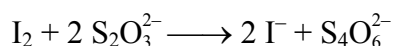
Výzkumný ústav pedagogický v Praze

Mgr. Jindřiška Pátečková (pedagogická recenze)

Gymnázium Jevíčko

Praktické úkoly letošního ročníku budou v úzké souvislosti s celkovým tématickým zaměřením 47. ročníku, chemií síry. Ke stanovení tohoto elementu je možné využít celou řadu titračních metod založených na redoxních reakcích, např. manganometrii, bromatometrii nebo bichromatometrii. My se budeme zabývat především jodometrií a speciálně možnostmi stanovení různých typů sloučenin síry touto metodou.

V jodometrii se používá odměrný roztok jódu (I_2) a odměrný roztok thiosíranu sodného ($Na_2S_2O_3$), který stechiometricky redukuje jód na jodid (I^-) a sám se oxiduje na tetrathionan sodný ($Na_2S_4O_6$). Jedna molekula jódu oxiduje dva anionty thiosíranové.



Roztok I_2 se připravuje v prostředí KI a lze jím přímo titrovat anionty obsahující síru v nižších oxidačních stavech (např. siřičitany, sulfidy, dithioničtany, disiřičitany atd.) Titr odměrných roztoků I_2 je třeba vztahovat ke vhodnému standardu, jako je například oxid arsenitý či thiosíran sodný. Při jodometrických titracích se konec titrace indikuje škrobem, neboť škrob se jódem barví intenzivně modře, popřípadě intenzivně hnědě podle druhu použitého škrobu.

Doporučená literatura:

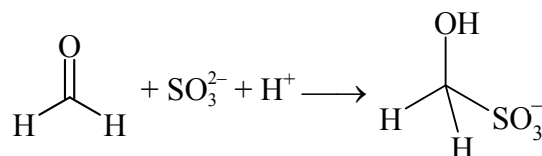
1. Berka, L. Feltl, I. Němec: Příručka k praktiku z kvantitativní analytické chemie, SNTL/Alfa, Praha 1985, str. 136 – 148. Existuje i vydání v podobě skript PřF UK.
2. Z. Holzbecher: Analytická chemie, SNTL/Alfa, Praha 1974, str. 329 – 335.
3. Z. Holzbecher, J. Churáček: Analytická chemie, SNTL/Alfa, Praha 1983, str. 118 – 121.
4. Tomíček O.: Kvantitativní analýza, Čs. chemická společnost pro vědu a průmysl, Praha 1949, str. 222 – 249.

Libovolně další učebnice kvantitativní analytické chemie, stati o jodometrii a stanovení sloučenin síry.

Úloha 1 Stanovení siřičitanu a thiosíranu ve směsi

40 bodů

Sloučeniny síry tvoří plejádu nejrůznějších aniontů a polyaniontů obsahujících síru v oxidačních stavech -2 , 4 a 6 . V přírodě i průmyslu obvykle existuje několik forem síry v systému současně, proto bylo (a dodnes je) výzvou analytické chemie jednoduše a selektivně stanovit tyto formy ve směsích. V následující úloze si vyzkoušíte oblíbené stanovení fotografů, kteří potřebují zjišťovat množství siřičitanu (resp. hydrogensířičitanu) a thiosíranu v ustalovači. Metoda je založena na selektivním převedení siřičitanu na sloučeninu, která nereaguje s jódem. Jedná se o rozpustný adukt s formaldehydem, který je stabilní v kyselém prostředí.



Po přidavku formaldehydu je tedy možné titrací jódem stanovit samotný thiosíran, bez přidavku získáme spotřebu pro thiosíran i siřičitan dohromady.

Pomůcky:

- byreta o objemu 25 ml,
- nedělená pipeta o objemu 10 ml,
- stříčka s destilovanou vodou,
- 2× odměrný válec o objemu 5 ml (nebo pipeta o objemu 5 ml),
- titrační baňka o objemu 250 ml,
- malá nálevka na doplňování byrety,
- 100ml odměrná baňka na vzorek,
- 4× kádinka o objemu 150ml,
- nástavec na pipety nebo balónek.

Chemikálie:

- směsný vzorek obsahující $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ a SO_3^{2-} ,
- vodný roztok I_2 ($c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$) v KI ($c = 0,15 \text{ mol dm}^{-3}$),
- roztok formaldehydu ($w = 0,05$),
- roztok škrobu ($w = 0,004$),
- roztok CH_3COOH ($w = 0,10$).

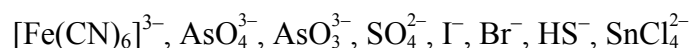
Pracovní postup

1. Stanovení thiosíranu.
 - Vzorek v odměrné baňce doplňte po rysku destilovanou vodou a promíchejte.
 - Do titrační baňky odpipetujte 10,00 ml takto připraveného vzorku přidejte pomocí odměrného válce 5 ml roztoku kyseliny octové a 5 ml roztoku formaldehydu.
 - Přidejte 3 ml roztoku škrobu jako indikátor, nařeďte roztok cca 30 ml vody a titrujte odměrným roztokem jódu do modrého popřípadě hnědého zbarvení indikujícího konec titrace.
 - Titraci proveďte celkem třikrát, hodnoty zapište do pracovního listu.

2. Stanovení thiosíranu a siřičitanu společně.
 - Ze vzorku odpipetujte do titrační baňky 10,00 ml a přidejte pomocí odměrného válce 5 ml roztoku kyseliny octové.
 - Přidejte 3 ml roztoku škrobu jako indikátor, nařeďte roztok cca 30 ml vody a titrujte odměrným roztokem jódu do modrého popřípadě hnědého zbarvení indikujícího konec titrace.
 - Titraci proveďte celkem třikrát, hodnoty zapište do pracovního listu.

Otázky a úkoly:

1. Ze získaných spotřeb titračního činidla vypočítejte:
 - a) látkovou koncentraci siřičitanu a thiosíranu ve vzorku,
 - b) hmotnost pentahydrátu thiosíranu sodného a siřičitanu sodného v původním vzorku, který jste obdrželi v odměrné baňce.
2. Nakreslete strukturu aniontů thiosíranového, tetrathionanového a disiřičitanového.
3. Které z iontů by způsobily při jodometrickém stanovení siřičitanu a thiosíranu ve vašem vzorku falešně pozitivní výsledek?



4. Napište a stechiometricky vyčíslete následující chemické rovnice reakcí užívaných v jodometrii:
 - a) Reakce sulfanu s jodem za vzniku elementární síry.
 - b) Reakce trioxofosforitanu s jódem v neutrálním prostředí.
 - c) Reakce jodistanu s jodidem v kyselém prostředí za vzniku trijodidu.
 - d) Reakce manganistanu s jodidem v kyselém prostředí za vzniku trijodidu.

Odpovědi zapište do Pracovního listu!

* Relativní molekulové hmotnosti $M_r(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,16$, $M_r(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 126,04$

Praktická část školního kola 47. ročníku ChO kategorie B

PRACOVNÍ LIST

soutěžní číslo:

body celkem:

Úloha 1 Stanovení siřičitanu a thiosíranu ve směsi

1. Stanovení thiosíranu.

Číslo stanovení	1	2	3	průměr
Spotřeba I ₂ (ml)				

body:

2. Stanovení thiosíranu a siřičitanu společně

Číslo stanovení	1	2	3	průměr
Spotřeba I ₂ (ml)				

body:

Otázky a úkoly:

1. Ze získaných spotřeb titračního činidla vypočítejte:
a) látkovou koncentraci siřičitanu a thiosíranu ve vzorku,

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ mol dm⁻³, $c(\text{Na}_2\text{SO}_3)$ mol dm⁻³.

body:

- b) hmotnost pentahydrátu thiosíranu sodného a siřičitanu sodného v původním vzorku, který jste obdrželi v odměrné baňce.

$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ g, $m(\text{Na}_2\text{SO}_3)$ g.

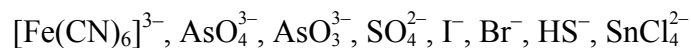
body:

2. Nakreslete strukturu aniontů thiosíranového, tetrathionanového a disiřičitanového.

--	--	--

body:

3. Které z iontů by způsobily při jodometrickém stanovení siřičitanu a thiosíranu ve vašem vzorku falešně pozitivní výsledek?



body:

4. Napište a stechiometricky vyčíslete následující chemické rovnice reakcí užívaných v jodometrii:

- a) Reakce sulfanu s jodem za vzniku elementární síry.
- b) Reakce trioxofosforitanu s jódem v neutrálním prostředí.
- c) Reakce jodistanu s jodidem v kyselém prostředí za vzniku trijodidu.
- d) Reakce manganistanu s jodidem v kyselém prostředí za vzniku trijodidu.

body:

Chemická olympiáda

Soutěžní úlohy teoretické a praktické části školního kola kategorie B
47. ročník – 2010/2011

Autoři kategorie B: Mgr. Petr Cígler, Ph.D.,
Ing. Lucie Drábová,
Ing. Petra Ménová,
doc. RNDr. Václav Slovák, Ph.D.

Odborná recenze: doc. RNDr. Pavel Coufal, Ph.D.,
doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.,
prof. Ing. František Liška, CSc.

Pedagogická recenze: Mgr. Jindřiška Pátečková,
RNDr. Jiřina Svobodová

Redakce: Bc. Ladislav Nádherný

Vydal: Vydavatelství VŠCHT Praha – 50 ks

ISBN: 978-80-7080-758-3