

52. ročník
2015/2016

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie A a E

ZADÁNÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
ve spolupráci s Českou společností chemickou
a Českou společností průmyslové chemie
vyhlašují 52. ročník předmětové soutěže

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2015/2016

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.

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

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

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

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

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

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.

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 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

Kat.: A, 2015/2016

Gymnázium, Korunní ul., Praha 2

Úkol č.: 1

3. ročník

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 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 výsledek 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 52. ROČNÍKU CHO KATEGORIE A A E

Studijní část školního kola: červenec – říjen 2015

Kontrolní test školního kola: 12. 11. 2015

Škola odešle výsledky školního kola

okresní komisi ChO nejpozději do: 16. 11. 2015

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 týdnu od 2. do 6. 11. 2015 v Praze a v Olomouci

Krajská kola: 4. 12. 2015

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 zapíší 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: 25. – 28. 1. 2016, Pardubice

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 2016

Letní odborné soustředění:

červenec 2016, Běstvína

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

KONTAKTY NA KRAJSKÉ KOMISE CHO PRO ŠKOLNÍ ROK 2015/2016

kraj	předseda tajemník	instituce	kontakt
Praha	RNDr. Jan Kratzer, Ph.D.	Ústav anal. chemie AVČR Oddělení stopové prvkové analýzy Váideňská 1083 142 20 Praha 4	tel.: 241 062 487 jkratzer@biomed.cas.cz
	Michal Hrdina	Stanice přírodovědců DDM hl.m. Prahy Drtinova 1a 150 00 Praha 5	tel.: 222 333 863 hrdina@ddmpraha.cz
Středočeský	RNDr. Marie Vasilešková, CSc.	katedra chemie PedF UK M. D. Rettigové 4 116 39 Praha 1	tel.: 221 900 256 marie.vasileska@seznam.cz
	Ing. Hana Kotoučová	katedra chemie PedF UK M. D. Rettigové 4 116 39 Praha 1	tel.: 221 900 256 hana.kotoucova@pedf.cuni.cz
Jihočeský	RNDr. Karel Lichtenberg, CSc.	Gymnázium Jírovčova 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 jazy- ková škola 5. května 42 301 00 Plzeň	tel.: 377 350 421 cais@kcvjs.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 Karlovar. kraje Závodní 353/88 360 21 Karlovy Vary	tel.: 354 222 184;736 650 096 pavel.kubecek@kr-karlovarsky.cz
Ústecký	Mgr. Tomáš Sedlák zatím nezvolen	Gymnázium Teplice Čs. dobrovolců 530/11 415 01 Teplice	tel.: 417 813 053 sedlak@gymtce.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	DDM Větrník Riegrova 16 461 01 Liberec	tel.: 485 102 433 anna.sybova@ddmliberec.cz
Královéhradecký	Mgr. Veronika Machková, Ph.D.	Přírodovědecká fakulta UHK, Roki- tanského 62 500 03 Hradec Králové	tel.: 603 539 197 Veronika.Machkova@uhk.cz
	Mgr. Dana Beráková	Školské zařízení pro DVPP KHK Štefánikova 566 500 11 Hradec Králové	tel.: 725 059 837 berakova@cvkhk.cz
Pardubický	Ing. Zdeněk Bureš	Univerzita Pardubice, FChT Katedra obecné a anorganické chemie Studentská 573 532 10 Pardubice	tel.: 466 037 253 Bures.Zdenek@seznam.cz
	Soňa Petridesová	DDM Delta Gorkého 2658 530 02 Pardubice	tel.: 777 744 954 petridesova@ddmdelta.cz

Teoretická část školního kola ChO kat. A a E 2015/2016

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	ZŠ Zlín Komenského 78 763 02 Zlín - Malenovice	tel.: 776 010 493 l.svob@seznam.cz
	RNDr. Stanislava Ulčíková (kat. D)	ZŠ Slovenská 3076 760 01 Zlín	tel.: 577 210 284 ulcikova@zsslovenska.eu
	Petra Marková	odd. mládeže, sportu a rozvoje lid. zdrojů, KÚ Zlínského kraje Třída T. Bati 21 761 90 Zlín	tel.: 577 043 744 petra.markova@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 mluk@post.cz
	RNDr. Karel Berka, Ph.D.	Univ. Palackého v Olomouci Přírodovědecká fakulta Katedra fyzikální chemie tř. 17. listopadu 1192/12 771 46 Olomouc	tel.: 585 634 769 karel.berka@upol.cz
Moravskoslezský	Mgr. Alena Adamková	Gymnázium Studentská 11 736 01 Havířov	tel.: 731 380 617 alena-adamkova@volny.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, 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 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:

3. 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
4. Po stisku tlačítka „**Registrovat**“ obdržíte e-mail potvrzující vaši registraci s rekapitulací vašeho uživatelského jména a hesla a odkazem pro aktivaci účtu.
5. 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 „neuvídí“ a nemůže ho do krajského kola pozvat.

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

Periodická soustava prvků



relativní atomová hmotnost
značka
elektronegativita
název
protonové číslo

18,998
9 F
4,10
Fluor

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	
1	6,941 3 Li 0,97 Lithium	2	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
2	22,990 11 Na 1,00 Sodík	3	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	13,003 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
3	39,10 19 K 0,91 Draslík	4	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 Cín	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
4	85,47 37 Rb 0,89 Rubidium	5	87,62 38 Sr 0,99 Stroncium	88,91 39 Y 1,10 Yttrium	91,22 40 Zr 1,20 Cirkon	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
5	132,91 55 Cs 0,86 Cesium	6	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	
6	~223 87 Fr 0,86 Francium	7	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	
7			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 1,00 Aktinium	232,04 90 Th 1,10 Thorium	231,04 91 Pa 1,10 Protaktinium	238,03 92 U 1,20 Uran	237,05 93 Np 1,20 Neptunium	{244} 94 Pu 1,20 Plutonium	~243 95 Am 1,20 Americium	~247 96 Cm 1,20 Curium	~247 97 Bk 1,20 Berkelium	~251 98 Cf 1,20 Kalifornium	~252 99 Es 1,20 Einsteinium	~257 100 Fm 1,20 Fermium	~258 101 Md 1,20 Mendelevium	~259 102 No 1,20 Nobelium	~260 103 Lr 1,20 Lawrencium

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Autoři

RNDr. Václav Kubát
Gymnázium, Brno, Videňská 47
Ústav chemie, PřF MU

RNDr. Valerie Richterová, Ph.D.
Gymnázium, Brno, Křenová 36

Recenze

RNDr. Petr Holzhauser, Ph.D. (odborná recenze)
Ústav anorganické chemie, VŠCHT Praha

doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D. (odborná recenze)
Katedra anorganické chemie, PřF UK v Praze

RNDr. Václav Soukup (pedagogická recenze)
Masarykovo gymnázium Plzeň

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)
Gymnázium Ostrov nad Ohří

Vážení a milí soutěžící,

vítejte v novém ročníku Chemické olympiády kategorie A a E. Tématem, které spojuje všechny obory letošní ChO A/E, je kyslík a jeho sloučeniny. V anorganické části (ta je nejlepší, proto bývá vždycky první ☺) budou nosným článkem oxidy prvků.

Pro řešení úloh budete potřebovat znát možnosti přípravy oxidů, jejich reaktivitu a také souvislosti s chemií příbuzných sloučenin (především kyselin a solí). Zaměřte se na oxidy chromu, ruthenia, osmia, boru, prvků 14. skupiny, síry, selenu a chloru. Kromě systému a reaktivity (acidobazické a redoxní vlastnosti oxidů v závislosti na elektronegativitě a oxidačním čísle centrálního atomu) bude část úloh zaměřena na pochopení souvislostí mezi strukturou látek (oxidů) a jejich základními fyzikálními vlastnostmi (vazebné parametry – délka vazby, vazebný úhel, tvar molekuly; teplota tání a varu; hustota; rozpustnost apod.). Nevynechejte ani typy a vlastnosti mezimolekulových sil a jejich vliv na strukturu a vlastnosti látek. Rozsah vám přiblíží druhá úloha domácí části. Seznamte se i s pojmem lanthanoidová kontrakce. V neposlední řadě nemůžeme vynechat všeobecný přehled v obecné a anorganické chemii – názvosloví anorganických sloučenin, chemické výpočty (výpočty pH silných i slabých kyselin a zásad a solí) a zápis strukturních elektronových vzorců.

Přejeme vám hodně úspěchů při řešení a mnoho radosti z poznání (nejen) v anorganické chemii.

Doporučená literatura:

- N. N. Greenwood a A. Earnshaw: Chemie prvků, Informatorium 1993, str. 246–249, 344–353, 415–421, 468–474, 784–786, 853–866, 953–959, 1039–1048, 1244–1247, 1333–1335.
- J. Klikorka, B. Hájek, J. Votinský: Obecná a anorganická chemie, SNTL/Alfa 1989, u jednotlivých kapitol pasáže týkající se oxidů uvedených prvků.

- c) C. E. Housecroft, A. G. Sharpe: Anorganická chemie, VŠCHT Praha 2014, str. 385–388, 448–461, 559–563, 599–600, z kapitol 21 a 22 pasáže týkající se oxidů výše uvedených kovů.
- d) Libovolné další učebnice anorganické chemie, internet – klíčová slova z úvodního textu

Úloha 1 Oxidy cínu a olova

6 bodů

Cín a olovo tvoří každý po dvou zajímavých oxidech (MO a MO_2 , kde $M = Sn$ nebo Pb), které se liší svými vlastnostmi.

1. Zapište chemické rovnice hoření práškového cínu a práškového olova na vzduchu.
2. Kde se v běžném životě potkáme s oxidem olovičitým?
3. V analytické chemii se oxid olovičitý používá k důkazu manganu. Vysvětlete, v čem spočívá podstata této důkazové reakce, a zapište chemickou rovnici probíhajícího děje.
4. Který oxid olova se triviálně nazývá suřík nebo minium? Napište název a vzorec.
5. Porovnejte acidobazické vlastnosti oxidů olovnatého a olovičitého: zapište rovnice reakcí těchto oxidů s kyselinou a hydroxidem.
6. Při srážení cíničité a olovičité soli sulfanem dochází k rozdílným reakcím. Vysvětlete, k čemu dochází a proč.

Úloha 2 Struktura anorganických látek

10 bodů

Důležitou informací pro každého chemika je souvislost mezi strukturou a vlastnostmi látek. Právě strukturou a souvisejícími (většinou fyzikálními) vlastnostmi se budeme zabývat nejen v této úloze, ale i v dalších kolech.

1. Vysvětlete, co znamená, když se o pevné látce prohlásí, že je:
 - a) molekulová,
 - b) polymerní,
 - c) iontová.
2. U látek s polymerní strukturou rozlišujeme:
 - a) lineární polymery,
 - b) vrstevnaté polymery a
 - c) prostorové (3D) polymery (používá se také označení kovalentní krystal).

Objasněte rozdíly mezi nimi a u každé skupiny uveďte příklad anorganické látky s uvedenou strukturou.

3. Na fyzikální vlastnosti látek (např. teplota tání a varu) mají vliv dva důležité faktory. Srovnejte teploty varu dvojic: fluor – chlor a fluorovodík – chlorovodík a vysvětlete, jaké faktory ovlivňují rozdíly.

4. Podívejme se nyní na dvě běžné sloučeniny stechiometrie AO_2 : oxid uhličitý a oxid křemičitý. Určete, o jaký typ látky se jedná (viz otázky 1 a 2). Napište strukturní vzorce těchto látek.
5. Vyhledejte v tabulkách teplotu sublimace CO_2 a teplotu tání SiO_2 (křemen), srovnajte. Jaký je rozdíl v hustotě obou látek? Uvažujte normální podmínky. Rozdíl stručně vysvětlete.
6. Odhadněte, zda bude mít oxid germaničitý (jeho struktura je podobná struktuře SiO_2) za stejných podmínek vyšší nebo nižší hustotu než oxid křemičitý. Odpověď zdůvodněte.
7. Jak lze z vodního skla připravit oxid křemičitý? Popište chemickou rovnicí.

Autor

prof. Ing. Oldřich Pytela, DrSc.
Univerzita Pardubice

Recenzenti

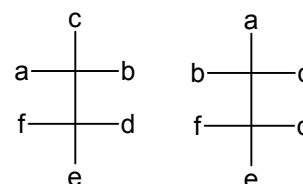
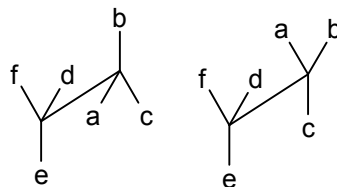
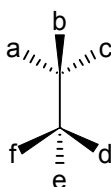
doc. RNDr. Jan Veselý, Ph.D. (odborná recenze)
Katedra organické chemie, PŘF UK v Praze

RNDr. Václav Soukup (pedagogická recenze)
Masarykovo gymnázium Plzeň

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)
Gymnázium Ostrov nad Ohří

Prostorové uspořádání organických molekul hraje výraznou roli v jejich biologické aktivitě; typickými příklady jsou léčiva nebo složitější přírodní látky. V letošním ročníku se proto v úlohách věnovaných organické chemii zaměříme na stereochemii organických sloučenin ve vazbě na alkoholy, jejich vlastnosti, reakce, syntézy a některé molekulové přesmyky. Úlohy jsou orientovány více na schopnost systematického chemického uvažování, než na rozsáhlé faktografické znalosti. Pro zvládnutí úloh se seznamte s následujícími tématy:

- názvosloví, reakce, syntézy a výroby alkoholů, včetně alkoholů vícesytných, nedílnou součástí tohoto jsou i reakční podmínky
- pojmy primární, sekundární a terciární alkohol, geminální a vicinální alkohol, rozdíly v chemických vlastnostech těchto alkoholů, nedílnou součástí popisu jsou i reakční podmínky
- vodíková vazba, intramolekulární a intermolekulární vodíková vazba
- základní mechanismy reakcí (zejména dehydratací) a syntéz (zejména z alkenů, aldehydů a ketonů) alkoholů, mechanismy přesmyků karbokationtů (též pinakolonový přesmyk), a to vše včetně stereochemie
- stereochemické vzorce (klínkový, perspektivní, Fischerův, Haworthův, Newmanův) a jejich vzájemný převod, včetně operací s Fischerovými vzorci. Pro nápovědu je pro jednu obecnou molekulu se dvěma centry chiralitě znázorněn sled úprav (zleva doprava nebo naopak), kterými lze převádět některé stereochemické vzorce mezi sebou:



klínkový, jeden z možných

perspektivní, dva konformery

Fischerův, dva z možných

- pojmy konformace, konfigurace, *cis-trans* isomerie, chiralita, absolutní konfigurace
- označování absolutní konfigurace na centrech chiralitě

- zápis chemických názvů stereoisomerů, včetně vyznačení relativní konfigurace na dvojně vazbě, konfigurace na kruhu a absolutní konfigurace
- pojem racemát a metody dělení racemátů

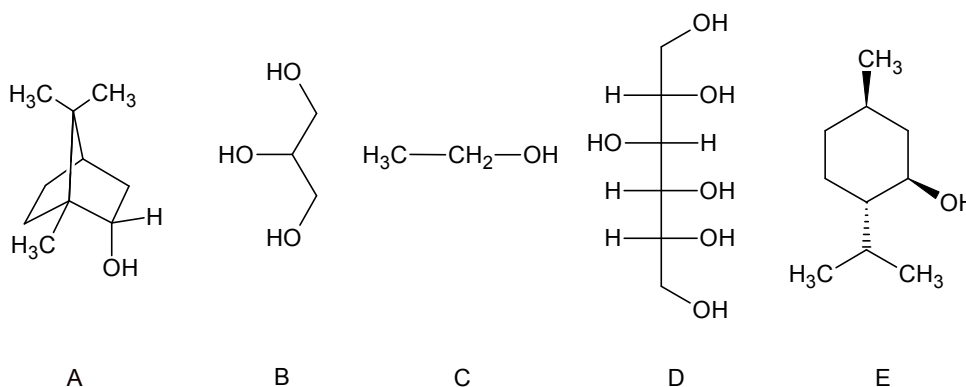
Doporučená literatura:

1. O. Pytela: Organická chemie, Názvosloví a obecné principy, 4. vydání, Univerzita Pardubice 2013, str. 32–41 (stereochemie), 56–61 (mechanismy organických reakcí). Skripta je možné zakoupit v e-shopu Univerzity Pardubice, <https://e-shop.upce.cz/>, cena 55,-Kč + balné.
2. O. Pytela: Program OPchem, <http://bures.upce.cz/OPgm/>, bezplatně ke stažení, vyžaduje instalaci, kontextová nápověda. Pro prohlížení molekul postupujte v sekvenci Visualizace/MonoMol Viewer/na horním panelu ikonku Otevřít. Možné též prohlédnout specializované složky Stereochemie/Chiralita/Bodová chiralita, popř. analogicky složku cis-trans isomerie.
3. J. McMurry: Organická chemie, český překlad 6. vydání, VUT Brno, VŠCHT Praha, 2007, str. 212–218, 224–225, 235–236, 587–613, 625–627, 676, 702–705.
4. M. Orchin, F. Kaplan, R. S. Macomber, R. M. Wilson, H. Zimmer: Organická chemie, Příruční naučný slovník. SNTL, Praha 1986.
5. O. Červinka a kol.: Chemie organických sloučenin, Díl první, Kap. 1, 10 a 15. SNTL, Praha 1985.
6. Vysokoškolská skripta nebo kniha o organické chemii, kapitola alkoholy.
7. Elektronické informační zdroje, hesla Alkoholy, Stereochemie.

Úloha 1 Stereochemie

4,5 bodu

1. Alkoholy přírodního původu jsou např. ethanol, menthol, glycerol, nerol, sorbitol, geraniol, farnesol, borneol, fytol, retinol nebo cholesterol. Vyhledejte tyto sloučeniny v literatuře nebo ve vhodných elektronických zdrojích a pokuste se k uvedeným sloučeninám přiřadit správné chemické vzorce A – E (záměrně nejsou uvedeny všechny vzorce).



- Které z uvedených alkoholů A – E jsou chirální?
- Ve vzorcích alkoholů A – E, které jsou podle vás chirální, označte centra chiralit hvězdičkou.
- Nakreslete Fischerovy vzorce obou enantiomerů butan-2-olu a na centrech chiralit vyznačte jejich absolutní konfiguraci. Ke vzorcům připište úplný chemický název (včetně vyznačení absolutní konfigurace).
- Nakreslete Fischerovy vzorce všech existujících stereoisomerů vinné kyseliny (2,3-dihydroxybutandiová kyselina) a spojnicemi vyznačte, které dvojice stereoisomerů jsou enantiomery (ke spojnici připište slovo enantiomery), diastereoizomery (ke spojnici připište slovo diastereoizomery), popř. označte mesoformu (ke vzorci připište slovo mesoforma).
- V perspektivní a Newmanově projekci nakreslete konformer *meso*-vinné kyseliny s karboxyly v antiperiplanární konformaci.
- Nakreslete vzorce všech isomerů but-2-en-1-olu. Ke vzorcům připište úplný chemický název (včetně vyznačení konfigurace na dvojně vazbě).

Úloha 2 Vlastnosti, reakce a syntézy alkoholů

11,5 bodu

- Vysvětlete, proč jsou všechny nižší alkoholy kapalné, přestože mají nízkou molekulovou (molární) hmotnost.
- Na základě studia literatury (soustřeďte se na rozlišení primárních, sekundárních a terciárních alkoholů) navrhněte jednoduchou zkušební reakci s vizuální kontrolou, kterou byste odlišili butan-1-ol a 2-methylpropan-2-ol (*tert*-butylalkohol).

3. Napište produkty:
- reakce 1-methylcyklohexan-1-olu s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou za chladu,
 - zahřívání 2-methylpentan-2-olu s kyselinou polyfosforečnou (kyselé prostředí, dehydratační činidlo),
 - reakce 1-fenylethan-1-olu s oxidem chromovým v prostředí kyseliny sírové,
 - reakce methanolu s ethanovou kyselinou za kyselé katalýzy a azeotropického oddestilování vody.
4. Při reakci 2,3-dimethylbutan-2,3-diolu s koncentrovanou kyselinou sírovou dochází k odštěpení molekuly vody a následně k přesmyku. Chemickými vzorci popište mechanismus této reakce až do stadia stabilního produktu. Pokud víte, napište i název tohoto přesmyku.
5. Reakcí 2,3-dimethylbutan-2,3-diolu s propanonem za kyselé katalýzy vzniká cyklická sloučenina. Nakreslete její vzorec v Haworthově projekci. Do jaké skupiny organických sloučenin byste ji zařadili?
6. Navrhněte a chemickými reakcemi popište syntézu 2,3-dimethylbutan-2,3-diolu (pinakolu) z běžného rozpouštědla (do reakce vstupují dvě molekuly) jako jediné výchozí organické sloučeniny, klíčový reakční krok je radikálový.
7. Navrhněte a chemickými rovnicemi popište alespoň jednu syntézu
- pentan-1-olu (jediná organická sloučenina jako produkt) z libovolné sloučeniny o stejném počtu uhlíků,
 - racemického pentan-2-olu z libovolných sloučenin o menším počtu uhlíků.

Nezapomeňte uvést podmínky a činidla.

Autoři**RNDr. Karel Berka, Ph.D.***Katedra fyzikální chemie, Univerzita Palackého v Olomouci***Mgr. Petra Kúhrová, Ph.D.***Katedra fyzikální chemie, Univerzita Palackého v Olomouci***Recenzenti****prof. RNDr. Petr Slaviček, Ph.D.***Ústav fyzikální chemie, VŠCHT Praha***RNDr. Václav Soukup***Masarykovo gymnázium Plzeň***RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)***Gymnázium Ostrov nad Ohří*

Milé studentky, milí studenti,

rychlost nám bude v tomto ročníku vším. Myslíme tím samozřejmě rychlost chemických reakcí. A to především rychlost chemických reakcí s kyslíkem a radioaktivních rozpadů. Zaměříme se na to, jak se rychlost chemické reakce zapisuje a zjišťuje, jaký má reakce řád a jak řád reakce souvisí s jejím mechanismem. Začneme ale pěkně pomalu – radioaktivním datováním, které nám poslouží jako vzorový příklad reakcí 1. řádu. Ovšem v průběhu letošní olympiády se můžete těšit i na další řády reakce a proto se Vám bude hodit orientace v řešení exponenciálních a logaritmických rovnic.

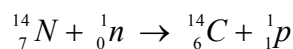
Klíčová slova: chemická kinetika, rychlost reakce, řád reakce (reakce nultého, prvního či druhého řádu, reakce řádů neceločíselných), rychlostní konstanta, poločas reakce, ovlivnění rychlosti reakce, odhadování řádu reakce z elementárních rovnic a z počátečních rychlostí, přirozená radioaktivita, zákon radioaktivní přeměny, poločas přeměny, rozpadová konstanta, jaderné reakce, grafické znázornění závislosti koncentrace látek na čase.

Doporučená literatura: Níže vybrané tituly jsou zvoleny s ohledem na jejich všeobecnou dostupnost, každá jiná učebnice fyzikální chemie vám však poslouží stejně dobře.

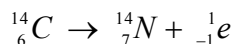
1. R. Brdička, J. Dvořák: *Základy fyzikální chemie*, Academia Praha 1977, 70–95, 658–679, 697–710.
2. P. W. Atkins, J. de Paula: *Fyzikální chemie*, VŠCHT Praha 2013, 39–41, 740–754, 759–772, 781–786.
3. J. Vacík: *Obecná chemie*, SPN Praha 1986, 31–36, 166–187.
4. Ivan Štoll: *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvěta*. Prometheus Praha 2008.
5. Internetové zdroje s vyhledáním uvedených klíčových slov.
6. Učební text od autorů na webové adrese: <http://tiny.cc/fyzchem52ChOA>. Se svými nejasnostmi se neváhejte obrátit také na autory úloh – komentáře jsou tam povoleny.

Úloha 1 *Historia carbonare***5 bodů**

Ve svrchních vrstvách atmosféry vznikají po dopadu částic primárního kosmického záření neutrony sekundárního kosmického záření. Neutrony se srážejí s částicemi dusíku v atmosféře a vytvářejí radioaktivní izotop uhlíku ^{14}C :



jehož koncentrace ve vzduchu je pak zhruba konstantní. Uhlík ^{14}C je fotosyntézou zabudováván do živých organismů, kde je tudíž jeho koncentrace také dorovnáována. Po smrti organismu pak už nedochází k výměně s okolím a koncentrace uhlíku ^{14}C se postupně snižuje radioaktivním rozpadem a úbytek se řídí kinetikou prvního řádu (poločas reakce je 5730 let):



1. Určete rychlostní konstantu rozpadu (označovanou také jako přeměnová (rozpadová) konstanta) uhlíku ^{14}C v jednotkách reciprokých let.
2. Určete, za jaký čas bude mít vzorek z právě zesnulé myši osminovou koncentraci uhlíku ^{14}C .

Rovnovážný poměr dostupného uhlíku ^{14}C v atmosféře ovlivňuje v poslední době i člověk.

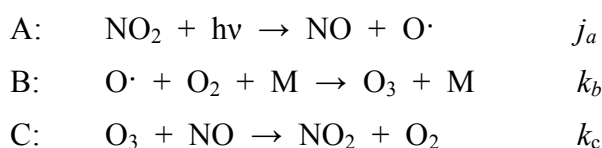
3. Určete jaký vliv na poměr uhlíku ^{14}C vůči ostatnímu uhlíku mají následující činnosti:
 - a) spalování fosilních paliv
 - b) testy jaderných zbraní v atmosféře

Tyto změny vedou k tomu, že je datování uhlíkem novější než 200 let nepřesné. I při datování starších vzorků pomocí radioaktivního uhlíku ^{14}C je experimentální chyba stanovení cca jedno promile původní koncentrace.

4. Stanovte, jak moc přesně lze stanovit stáří u následujících artefaktů (tj. o kolik let by „omládly“ artefakty přidáním jednoho promile původní koncentrace ^{14}C k přesné koncentraci odpovídající věku):
 - a) Zlatá bula sicilská
 - b) Kostra Ötziho (3300 př.n.l.)
 - c) Kostra Evy – jak se označují pozůstatky první *Homo sapiens* (160 000 př.n.l.)

Úloha 2 *Automobily a smog***6 bodů**

Automobily produkují při spalování oxidy dusíku, které vytvářejí tzv. fotochemický smog, jehož nejvýznamnější toxickou složkou je ozón. Nejjednodušší sadu elementárních reakcí vedoucí k tvorbě ozónu v atmosféře navrhl F. E. Blacet (*Ind. Eng. Chem.* 44, 1339 (1952)):



Konstanty k_a , k_b a k_c jsou rychlostními konstantami reakcí A – C (u fotochemických procesů tyto konstanty značíme písmenem j). Reakce začíná absorpcí fotonu oxidem dusičitým, který se následně rozpadá na NO a O \cdot (reakce A). Kyslíkový radikál O \cdot reaguje s kyslíkem a s libovolnou molekulou M „odnášející“ přebytečnou energii za vzniku ozónu. Ozón je zároveň odstraňován reakcí s oxidem dusnatým.

1. Jaká je molekularita reakcí A, B a C?
2. Zapište podmínku stacionární koncentrace kyslíkového radikálu a ozónu.
3. Vyjádřete stacionární koncentraci ozónu dle navrženého mechanismu (pomocí koncentrací NO $_2$ a NO).
4. Načrtněte graf vývoje koncentrace smogového ozónu v průběhu dne.
5. Jaký je řád reakce C vůči O $_3$, NO, NO $_2$ a celkový řád reakce?

Úloha 3 Oxidace železa I

5 bodů

Je dobře známo, že železo podléhá vlivu kyslíku a tím ztrácí na své pevnosti a pružnosti.

1. Napište vyčíslenou rovnici oxidace železa. Jak se tato reakce triviálně nazývá?
2. Železný neochráněný hřebík v kyslíkové komoře postupně těžkne:

den	hmotnost [g]
0.	5,2
1.	5,3
3.	5,4
9.	5,9

Určete řád reakce a rychlostní konstantu oxidace vyjádřenou v jednotkách úbytku čistého železa pomocí kombinace jednotek mol a den.

3. Jak rychle „shoří“ na vzduchu nanočástice tzv. nulmocného železa kulovitěho tvaru o průměru 200 nm? (Tj. jak rychle dojde k oxidaci veškerého železa obsaženého v částici, pro zjednodušení počítejte s tím, že změna povrchu nanočástice rychlost oxidace neovlivní, $A_r(\text{Fe}) = 55,85$; $\rho(\text{Fe}) = 7,87 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.)

Zatímco železo se postupně prooxiduje celé, na galvanizací ochráněném kovovém povrchu se na vzduchu postupně tvoří vrstvička oxidu, dokud nemá tloušťku nejvýše 0,1 mm.

4. Jestliže film oxidu dosáhl tloušťky 0,03 mm za 40 dní, za jak dlouho bude dosaženo tloušťky 0,065 mm? Vrstvička oxidu se vytváří procesem řídicím se kinetikou prvního řádu.

Autor**Ing. Zdeněk Bureš***Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Hradci Králové,
Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice***Recenzenti****Mgr. Martin Hrubý, Ph.D.***Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.***RNDr. Petr Holzhauser, Ph.D.** (odborná recenze)*Ústav anorganické chemie, VŠCHT Praha***RNDr. Václav Soukup** (pedagogická recenze)*Masarykovo gymnázium Plzeň***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov nad Ohří*

Milé soutěžící a milí soutěžící,

v letošní biochemické části se dozvíte mnoho zajímavého o jedné životně důležité tekutině. Tato zázračná disperze se začíná, společně s primitivním základem kardiovaskulárního (srdečně-cévního) systému, vyvíjet ve 3. týdnu nitroděložního vývoje zárodku, v místě tzv. krevních ostrůvků. Ano, jak správně tušíte, jde o – krev.

Proto, abyste úspěšně prošli světem biochemie krve v letošních úlohách, budete muset prostudovat jaké krevní elementy lze v periferní krvi člověka nalézt, také zjistit jakou strategickou výbavu pro boj s patogenními vetřelci v sobě ukrývají bílé krvinky, zejména neutrofilů a makrofágů. A přestože ošizen o jádro, tak ani zralý erytrocyt, tedy červená krvinka se nenechá zastínit. Ukáže se vám jako důmyslný systém, který není jen nositelem hemoglobinu, ale může třeba posloužit jako pomocník detektiva v pátrání po otravách. I v tuto chvíli, kdy možná někteří přemýšlíte nad tím, co všechno budete muset přečíst pro letošní úlohy z biochemie, protéká vašim mozkiem $520 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ krve a mozek tak spotřebovává asi 20 % kyslíku z jeho celkové tělesné spotřeby, což by bez hemoglobinu nebylo možné zajistit. Bohužel asi po 120 dnech poctivé služby červené krvinky končí svůj osud nejčastěji v „hromadném hrobě“ ve slezině a játrech. Ovšem část z každého erytrocytu se znovu využije, je to velmi efektní způsob recyklace. Rozpadové produkty červených krvinek mají svou úlohu také, mohou posloužit např. jako indikátor onemocnění jater.

Během přípravy se také zaměřte na oxidoreduktázy ve vztahu ke krevnímu prostředí, na princip biosyntézy hemu a hemoproteiny obecně. Jestliže pochopíte základní souvislosti a úspěšně absolvujete školní kolo, pak do vyšších kol soutěže už vystačíte pouze s chemickým uvažováním. I pečlivé prostudování řešení nižších kol vám pomůže při řešení kol vyšších.

Nezbývá než vám popřát mnoho zábavy při řešení letošních úloh a také hodně štěstí do vyšších kol soutěže!

Základní doporučená literatura:

1. Kol. autorů: Krev pro soutěžící ChO, VŠCHT Praha 2015 (přípravný text bude k dispozici 1. 9. 2015).
2. www.wikipedia.org – do anglické Wikipedie zadejte příslušná hesla.
3. Z. Šípal a kol.: Biochemie, 1. vyd., SPN Praha 1992, str. 90–98.

4. S. Trojan, et al: Lékařská fyziologie, 4. vyd., Grada 2003, str. 121–137, 306–310.
5. <https://www.youtube.com/watch?v=BVXikm-Hgkw>, “Hříšní lidé města pražského – 03”, cit. 18. 4. 2015

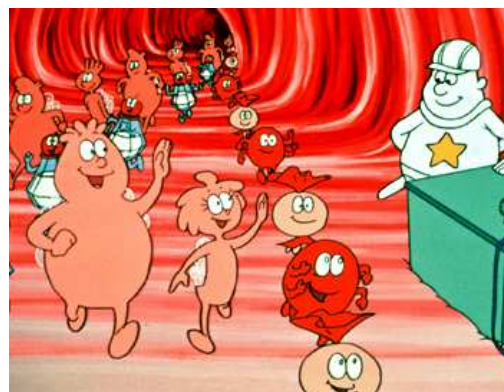
Alternativní a rozšiřující literatura:

6. R. K. Murray: Harperova biochemie, 3. vyd. v ČR, H&H 2001, str. 53–64, 65–136, 725–742.
7. M. Ledvina, A. Stoklasová, J. Cerman: Biochemie pro studující medicíny I. a II. díl, 2. vyd., Karolinum 2009, str. 33–55, 85–99, 101–106, 132–136, 330–358.
8. D. Voet, J. G. Voetová: Biochemie, 1. vyd., Victoria Publishing 1995, str. 226–263.

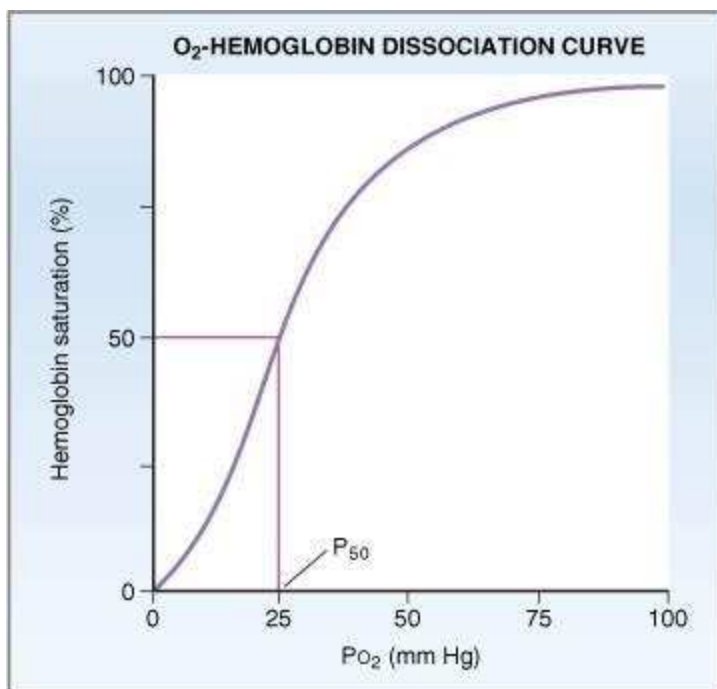
Úloha 1 Bez hemoglobinu to zkrátka nejde

7 bodů

Hemoglobin (Hb) je unikátní molekula, pomáhá nejen svým specifickým a důmyslným způsobem přenášet kyslík, ale jeho vlastnosti se dokáží velmi efektivně měnit s ohledem na pH prostředí, ve kterém se nachází, parciální tlaku CO_2 ($p(\text{CO}_2)$), teplotě a na koncentraci 2,3-bisfosfoglycerátu (2,3-BPG). Každou molekulu hemoglobinu si musí tělo od základu nasyntetizovat. Hb se spolupodílí také na pufrací kapacitě krve tím, že je sám schopen vázat jisté množství protonů (H^+), resp. CO_2 .



- Na uvedeném obrázku (Obr. 1) je znázorněna disociační (vazebná) křivka kyslíku pro hemoglobin, popisující afinitu hemoglobinu ke kyslíku. Určete, jak se bude její průběh měnit při snížení/zvýšení koncentrace 2,3-BPG, $p(\text{CO}_2)$, pH a teploty (použijte termíny: *posun doleva*, *posun doprava*). Co je to *Bohrův efekt*?



© Elsevier. Costanzo: Physiology 3E www.studentconsult.com

Obr. 1: Stupeň nasycení (saturace) hemoglobinu (v %) v závislosti na parciálním tlaku kyslíku ($p(\text{O}_2)$, v mm Hg⁴)

- V okamžiku, kdy krvinka přicházející drobnou tepénkou do tkáně, předá kyslík a spolupodílí se vzápětí na odchodu nahromaděného CO_2 , který v tkáních vznikl metabolickými procesy. Vyu-

⁴ 1 mm Hg = 133 Pa, jednotka pochází z doby, kdy se tlak měřil standardně rtuťovým manometrem a odpovídá hydrostatickému tlaku 1 mm vysokého rtuťového sloupce

žívá k tomu enzym karboanhydrázu, následně ale dojde k situaci, které se říká *Hamburgerův efekt* (posun). Co je jeho podstatou? Jak se tento efekt projeví na hematokritu (tj. poměru objemu erytrocytů ku celkovému objemu krve) této odtékající, nyní žilní krve ve srovnání s přitékající tepennou krví?

3. Stupeň nasycení krve kyslíkem se běžně označuje jako saturace SaO_2 . Proč nemůže být nikdy saturace Hb v krvi člověka zcela 100%? Jak se jmenují produkty reakce hemoglobinu, které jsou přítomny v krvi, při otravě CO, HCN respektive H_2S ?
4. Cesta k hemoglobinu vede přes α -amino- β -ketoacidovou (2-amino-3-oxohexan-1,6-diovou) kyselinu, δ -aminolevulovou (5-amino-4-oxopentanovou) kyselinu až po první pyrrolový prekurzor – porfobilinogen. Napište sled těchto tří reakcí s tím, že výchozími látkami jsou glycin a sukcinyl-CoA. Nad šipky doplňte příslušné enzymy a kofaktory, které jsou pro tyto reakce nutné. Odkud pochází potřebný sukcinyl-CoA? Co jsou to kofaktory?
5. V cyklu příběhů policejního rady Vacátka „*Hříšní lidé města pražského*“ se v jednom z dílů setkáváme s otravou olovem. Jaký je název uvedeného dílu? Laborant odhalil otravu olovem pomocí mikroskopu, našel v krevním roztěru speciální „tělíska“. Jak se tato tělíska jmenují? Zjistěte, kde je lze nalézt a čím jsou ve skutečnosti tvořena (pozor, laborant se mýlil, tato tělíska nejsou zmiňovaný „fosfát olova“ na povrchu, ale...). Jaká sloučenina olova byla k otravě použita? Napište její vzorec. Jak si vysvětlujete, že zubní kartáček oběti měl černé zbarvení?

Úloha 2 Byl jednou jeden – fagocyt

5 bodů

Krev obsahuje mimo „nosičů kyslíku“, tedy červených krvinek, i množství jiných buněk, které mají pozoruhodnou výbavu. Patří k nim zejména neutrofilové a monocytové. Jsou to právě ti bojovníci, kteří nám pomáhají aktivně čelit útoku při bakteriální či plísňové invazi. To, že jsou perfektně vybaveni i po chemické stránce, si ukážeme v této úloze. Neutrofilové obsahují množství granul, ve kterých skladují své „bojové látky“. Jejich tvorbě napomáhají speciální enzymy těchto buněk, je to hlavně NADPH-oxidáza, myeloperoxidáza a superoxiddismutáza. S jejich využitím dokáží tyto buňky vytvořit široké spektrum vysoce reaktivních látek, které jsou schopny vniknout patogeny zlikvidovat (při vlastní fagocytóze dochází k tzv. respiračnímu vzplanutí).



1. Popište rovnicí reakci probíhající v neutrofilech při respiračním vzplanutí. Reakce se účastní chloridové ionty a je katalyzována myeloperoxidázou. Myslíte, že vzniklý produkt je dostatečně efektivním nástrojem k likvidaci patogenů? Kde se můžeme s takovou látkou setkat v běžném životě?
2. Napište sumární rovnici Haber-Weissovy reakce a Fentonovy reakce pro Fe^{2+} . Jakou roli hrají ionty železa v uvedených reakcích? Na základě znalosti průběhu Fentonovy reakce zdůvodněte, co by se stalo kdyby bylo v těle přítomné zvýšené množství volného železnatého kationtu (organismus se jej vždy snaží oxidovat na Fe^{3+})?

3. Produktům reakcí výše uvedených enzymů se často říká ROS (Reactive Oxygen Species) – reaktivní formy kyslíku. Za den vznikne v těle ohromné množství těchto látek a tělo, aby se udrželo v oxido-redukční rovnováze, se dokáže efektivně bránit. Využívá k tomu například několik enzymů: superoxiddismutázu (SOD), glutathionperoxidázu (GPx) a katalázu. Napište příklady reakcí, kterých se tyto enzymy účastní.

4. Jak už jsme si řekli v úvodu, je erytrocyt ochuzen o jádro i mitochondrie a má velmi úspornou, ale nesmírně významnou enzymatickou výbavu. Aby odolal působení ROS, má erytrocyt ještě zvláštní systém ochrany (kromě SOD a katalázy) vůči oxidačnímu stresu, jaký? Jaký enzym schází u pacientů trpících favismem a podle kterého rostlinného plodu tato nemoc získala jméno?

PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Autoři

doc. Ing. Martin Adam, Ph.D.

*Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická,
Katedra analytické chemie, Studentská 573, 532 10 Pardubice*

prof. Ing. Karel Ventura, CSc.

*Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická,
Katedra analytické chemie, Studentská 573, 532 10 Pardubice*

Recenzenti

RNDr. Jakub Hraníček, Ph.D. (odborná recenze)

Katedra analytické chemie, PřF UK v Praze

RNDr. Václav Soukup (pedagogická recenze)

Masarykovo gymnázium Plzeň

RNDr. Vladimír Vít (pedagogická recenze)

Gymnázium Ostrov nad Ohří

Praktická část letošního ročníku chemické olympiády kategorie A bude zaměřena na využití protolytických reakcí v odměrné analýze, a to především se zaměřením na vícesytné kyseliny či zásady, popř. směsi kyselin či směsi zásad. V doporučené literatuře se seznámte s příslušnými partiemi týkajícími se protolytických (neutralizačních) reakcí v odměrné analýze a zejména s pojmy: *pH*, disociační konstanta, silné a slabé protolyty, jejich směsi, teorie acidobazických indikátorů, oblasti barevných přechodů, bod ekvivalence a jeho indikace, titrační křivka a standardizace odměrných roztoků. Věnujte pozornost i praktické stránce provádění experimentů, zacházení s odměrným nádobím a vyhodnocení experimentu.

Základními studijními pomůckami pro všechna kola 52. ročníku Chemické olympiády pro vás budou libovolné učebnice nebo příručky analytické chemie, ve kterých si podle rejstříku prostudujete hesla „*alkalimetrie*“ a „*acidimetrie*“ s důrazem na pochopení principů jednotlivých stanovení, správného provedení a vyhodnocení experimentu. V seznamu literatury je uvedeno několik možností, avšak základní pojmy naleznete v kterékoliv vysokoškolské učebnici analytické chemie.

Doporučená literatura:

1. Z. Holzbecher, J. Churáček: Analytická chemie, SNTL Praha 1987.
2. A. Berka, L. Feltl, I. Němec: Příručka k praktiku z kvantitativní analytické chemie, SNTL Praha 1985.
3. D. Vondrák, J. Vulterin: Analytická chemie, SNTL Praha 1985.
4. M. Čakrt a kol.: Praktikum z analytické chemie, ALFA Bratislava 1989.
5. F. Vlášil a kol.: Příklady z chemické a instrumentální analýzy, Informatorium Praha 1991.
6. J. Zýka (Ed.): Analytická příručka I, SNTL Praha 1979.
7. L. Sommer: Základy teorie analytické chemie II, SPN Praha 1990.
8. K. Volka a kol.: Příklady z analytické chemie, Sešit 1, VŠCHT Praha 1997.
9. M. Bartoš, J. Šrámková, V. Staněk, F. Renger, J. Kalous: Analytická chemie I, Univerzita Pardubice 2004, dostupné na: <http://meloun.upce.cz/docs/analchem1/skripta.pdf>
10. M. Bartoš, I. Švancara, J. Šrámková: Laboratorní cvičení z analytické chemie I., Univerzita Pardubice 2004, dostupné na: http://www.chemici.borec.cz/txt/anal_lab.pdf
11. Libovolné další učebnice kvantitativní analytické chemie, stati o acidobazických titracích.

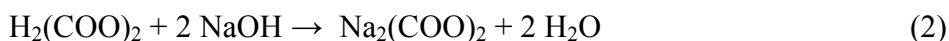
Úloha 1 Neutralizační stanovení silné vícesytné kyseliny**20 bodů**

Při alkalimetrickém stanovení silných kyselin je změna pH v okolí bodu ekvivalence dostatečně výrazná a proto lze bez problémů využít vizuální indikaci. Přiměřeně zředěné kyseliny se stanovují za použití indikátorů, jejichž oblasti přechodu se nacházejí v rozmezí pH 4 až 10. Titrujeme-li roztokem hydroxidu, který obsahuje uhličitan, je třeba použít jako indikátor methyloranž, případně jiný ekvivalentní indikátor s obdobnou funkční oblastí.

Při titraci vícesytného protolytu závisí průběh titrační křivky na rozdílu hodnot pK jednotlivých disociačních stupňů. Silná vícesytná kyselina, např. kyselina sírová, která je ve vodném roztoku úplně disociována, poskytne titrační křivku s jediným titračním skokem (obdobně jako silná jednosytná kyselina). Reakci lze popsat následující rovnicí (1):



Standardizace odměrného roztoku NaOH se obvykle provádí podle Bruhnse pomocí základní látky kyseliny šťavelové, což je ve své podstatě slabá vícesytná kyselina. Reakce probíhá dle rovnice (2):



Obě výše uvedené titrace lze provádět s pomocí vizuální indikace na směsný indikátor Tashiro, jehož barevná změna v okolí bodu ekvivalence je výraznější než v případě methyloranže.

Pomůcky a chemikálie:

- 2 ks titrační baňka 250 ml
- byreta 25 ml + malá nálevka
- nedělená pipeta 10 ml + pipetovací nástavec (popř. pipetovací balonek)
- odměrný válec 10 ml
- kádinka 50 a 250 ml
- stříčka s destilovanou vodou
- odměrný roztok NaOH ($c \sim 0,1 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$)
- zásobní roztok $\text{H}_2(\text{COO})_2$ ($c \sim 0,05 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$, známé koncentrace)
- indikátor Tashiro
- CaCl_2 (20% vodný roztok)
- vzorek H_2SO_4 v odměrné baňce 100 ml
- ochranné brýle a rukavice

Pracovní postup:

A. Standardizace odměrného roztoku NaOH podle Bruhnse

Do 250 ml titrační baňky odměřte přesně 10,00 ml standardního roztoku kyseliny šťavelové (přesná koncentrace bude uvedena organizátory), přidejte několik kapek indikátoru Tashiro a cca 50 ml destilované vody.

Titrujte odměrným roztokem NaOH z fialového zbarvení do prvního šedého nádechu (resp. první postřehnutelné změny roztoku). Ihned přidejte 10 ml 20% CaCl₂ a roztok opatrně dotitrujte do zeleného zbarvení.

(Pozn.: Pokud roztok zezelená již po přidání CaCl₂, pak je třeba titraci zopakovat a roztok CaCl₂ přidat o několik kapek dříve).

Standardizaci proveďte dle potřeby třikrát a do pracovního listu uveďte jak jednotlivé, tak i průměrnou spotřebu odměrného roztoku NaOH.

B. Stanovení H₂SO₄ v předloženém vzorku

Předložený vzorek kyseliny sírové v odměrné baňce doplňte destilovanou vodou po rysku a řádně promíchejte.

Do 250 ml titrační baňky odpipetujte 10,00 ml vzorku H₂SO₄, přidejte několik kapek indikátoru Tashiro a zřeďte cca 50 ml destilované vody.

Titrujte odměrným roztokem NaOH z fialového do zeleného zbarvení indikátoru.

Stanovení proveďte dle potřeby třikrát a jednotlivé spotřeby spolu s průměrnou spotřebou odměrného roztoku NaOH napište do pracovního listu.

Úloha 2 Kontrolní otázky

20 bodů

1. Na základě spotřeby NaOH při standardizaci spočítejte přesnou koncentraci odměrného roztoku NaOH (v mol·l⁻¹) s přesností na 4 desetinná místa.
 $M(\text{H}_2(\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
2. Z příslušných spotřeb odměrného roztoku NaOH spočítejte hmotnost H₂SO₄ v předložené 100 ml odměrné baňce. Výsledek uveďte v mg/100 ml s přesností na 0,1 mg.
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
3. Nakreslete průběh titrační křivky včetně popisu os při alkalimetrickém stanovení kyseliny sírové a vyznačte příslušný bod ekvivalence.
4. Uveďte alespoň dvě instrumentální metody, kterými by bylo možné indikovat bod ekvivalence při acidobazických titracích.
5. Spočítejte pH následujících roztoků:
 - a) H₂SO₄ o koncentraci 0,0504 mol·l⁻¹
 - b) NaOH o koncentraci 0,1023 mol·l⁻¹

Praktická část školního kola 52. ročníku ChO kategorie A a E PRACOVNÍ LIST

Soutěžní číslo:

Body celkem:

Úloha 1 Neutralizační stanovení silné vícesytné kyseliny

A. Standardizace odměrného roztoku NaOH podle Bruhnse

Standardizace číslo	1	2	3	průměr
Spotřeba NaOH [ml]				

Body:

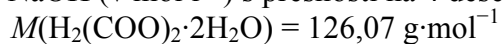
B. Stanovení H₂SO₄ v předloženém vzorku

Stanovení číslo	1	2	3	průměr
Spotřeba NaOH [ml]				

Body:

Úloha 2 Kontrolní otázky

- Na základě spotřeby NaOH při standardizaci spočítejte přesnou koncentraci odměrného roztoku NaOH (v mol·l⁻¹) s přesností na 4 desetinná místa.



Body:

2. Z příslušných spotřeb odměrného roztoku NaOH spočítejte hmotnost H_2SO_4 v předložené 100 ml odměrné baňce. Výsledek uveďte v mg/100 ml s přesností na 0,1 mg.
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Body:

3. Nakreslete průběh titrační křivky včetně popisu os při alkalimetrickém stanovení kyseliny sírové a vyznačte příslušný bod ekvivalence.

Body:

4. Uveďte alespoň dvě instrumentální metody, kterými by bylo možné indikovat bod ekvivalence při acidobazických titracích.

Body:

5. Spočítejte pH následujících roztoků:
a) H_2SO_4 o koncentraci $0,0504 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$

Body:

- b) NaOH o koncentraci $0,1023 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$