

**48. ročník**  
**2011/2012**

**ŠKOLNÍ KOLO**  
**kategorie A a E**

**ZADÁNÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH**

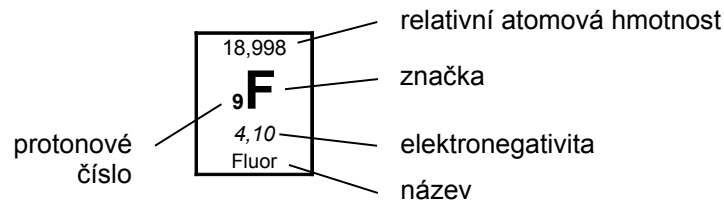
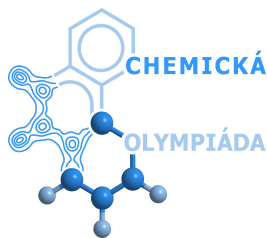


Vydání tohoto textu bylo podpořeno rozvojovým programem MŠMT ČR  
„Podpora soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání pro školní rok 2011/2012

© Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011

**ISBN 978-80-7080-785-9**

# Periodická soustava prvků



1	1 I. A	2	13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A										
1	1,01 <b>1 H</b> 2,20 Vodík	2 II. A	13	14	15	16	17	4,003 <b>2 He</b> Helium										
2	6,941 <b>3 Li</b> 0,97 Lithium	9,012 <b>4 Be</b> 1,50 Beryllium	13	14	15	16	17	20,179 <b>10 Ne</b> Neon										
3	22,990 <b>11 Na</b> 1,00 Sodík	24,305 <b>12 Mg</b> 1,20 Hořčík	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	39,948 <b>18 Ar</b> Argon										
4	39,10 <b>19 K</b> 0,91 Draslík	40,08 <b>20 Ca</b> 1,00 Vápník	44,96 <b>21 Sc</b> 1,20 Skandium	47,88 <b>22 Ti</b> 1,30 Titan	50,94 <b>23 V</b> 1,50 Vanad	52,00 <b>24 Cr</b> 1,60 Chrom	54,94 <b>25 Mn</b> 1,60 Mangan	55,85 <b>26 Fe</b> 1,60 Železo	58,93 <b>27 Co</b> 1,70 Kobalt	58,69 <b>28 Ni</b> 1,70 Nikl	63,55 <b>29 Cu</b> 1,70 Měď	65,38 <b>30 Zn</b> 1,70 Zinek	69,72 <b>31 Ga</b> 1,80 Gallium	72,61 <b>32 Ge</b> 2,00 Germanium	74,92 <b>33 As</b> 2,20 Arsen	78,96 <b>34 Se</b> 2,50 Selen	79,90 <b>35 Br</b> 2,70 Brom	83,80 <b>36 Kr</b> Krypton
5	85,47 <b>37 Rb</b> 0,89 Rubidium	87,62 <b>38 Sr</b> 0,99 Stroncium	88,91 <b>39 Y</b> 1,10 Yttrium	91,22 <b>40 Zr</b> 1,20 Zirkonium	92,91 <b>41 Nb</b> 1,20 Niob	95,94 <b>42 Mo</b> 1,30 Molybden	~98 <b>43 Tc</b> 1,40 Technecium	101,07 <b>44 Ru</b> 1,40 Ruthenium	102,91 <b>45 Rh</b> 1,40 Rhodium	106,42 <b>46 Pd</b> 1,30 Palladium	107,87 <b>47 Ag</b> 1,40 Stříbro	112,41 <b>48 Cd</b> 1,50 Kadmium	114,82 <b>49 In</b> 1,50 Indium	118,71 <b>50 Sn</b> 1,70 Cín	121,75 <b>51 Sb</b> 1,80 Antimon	127,60 <b>52 Te</b> 2,00 Tellur	126,90 <b>53 I</b> 2,20 Jod	131,29 <b>54 Xe</b> Xenon
6	132,91 <b>55 Cs</b> 0,86 Cesium	137,33 <b>56 Ba</b> 0,97 Barium		178,49 <b>72 Hf</b> 1,20 Hafnium	180,95 <b>73 Ta</b> 1,30 Tantal	183,85 <b>74 W</b> 1,30 Wolfram	186,21 <b>75 Re</b> 1,50 Rhenium	190,20 <b>76 Os</b> 1,50 Osmium	192,22 <b>77 Ir</b> 1,50 Iridium	195,08 <b>78 Pt</b> 1,40 Platina	196,97 <b>79 Au</b> 1,40 Zlato	200,59 <b>80 Hg</b> 1,40 Rtuť	204,38 <b>81 Tl</b> 1,40 Thallium	207,20 <b>82 Pb</b> 1,50 Olovo	208,98 <b>83 Bi</b> 1,70 Bismut	~209 <b>84 Po</b> 1,80 Polonium	~210 <b>85 At</b> 1,90 Astat	~222 <b>86 Rn</b> Radon
7	~223 <b>87 Fr</b> 0,86 Francium	226,03 <b>88 Ra</b> 0,97 Radium		261,11 <b>104 Rf</b>	262,11 <b>105 Db</b>	263,12 <b>106 Sg</b>	262,12 <b>107 Bh</b>	270 <b>108 Hs</b>	268 <b>109 Mt</b>	281 <b>110 Ds</b>	280 <b>111 Rg</b>	277 <b>112 Cp</b>	~287 <b>113 Uut</b>	289 <b>114 Uuq</b>	~288 <b>115 Uup</b>	~289 <b>116 Uuh</b>	~291 <b>117 Uus</b>	293 <b>118 Uuo</b>

6	Lanthanoidy	138,91 <b>57 La</b> 1,10 Lanthan	140,12 <b>58 Ce</b> 1,10 Cer	140,91 <b>59 Pr</b> 1,10 Praseodym	144,24 <b>60 Nd</b> 1,10 Neodym	~145 <b>61 Pm</b> 1,10 Promethium	150,36 <b>62 Sm</b> 1,10 Samarium	151,96 <b>63 Eu</b> 1,00 Europium	157,25 <b>64 Gd</b> 1,10 Gadolinium	158,93 <b>65 Tb</b> 1,10 Terbium	162,50 <b>66 Dy</b> 1,10 Dysprosium	164,93 <b>67 Ho</b> 1,10 Holmium	167,26 <b>68 Er</b> 1,10 Erbium	168,93 <b>69 Tm</b> 1,10 Thulium	173,04 <b>70 Yb</b> 1,10 Ytterbium	174,04 <b>71 Lu</b> 1,10 Lutecium
7	Aktinoidy	227,03 <b>89 Ac</b> 1,00 Aktinium	232,04 <b>90 Th</b> 1,10 Thorium	231,04 <b>91 Pa</b> 1,10 Protaktinium	238,03 <b>92 U</b> 1,20 Uran	237,05 <b>93 Np</b> 1,20 Neptunium	{244} <b>94 Pu</b> 1,20 Plutonium	~243 <b>95 Am</b> 1,20 Americium	~247 <b>96 Cm</b> 1,20 Curium	~247 <b>97 Bk</b> 1,20 Berkelium	~251 <b>98 Cf</b> 1,20 Kalifornium	~252 <b>99 Es</b> 1,20 Einsteinium	~257 <b>100 Fm</b> 1,20 Fermium	~258 <b>101 Md</b> 1,20 Mendelevium	~259 <b>102 No</b> 1,20 Nobelium	~260 <b>103 Lr</b> 1,20 Lawrencium

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky  
ve spolupráci s Českou společností chemickou  
a Českou společností průmyslové chemie  
vyhlašují 48. ročník předmětové soutěže

## CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

2011/2012

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 zaměřením<sup>1</sup>

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

Soutěž je jednotná pro celé území České republiky a pořádá se každoročně. Člení se na kategorie a soutěžní kola. Vyvrcholením soutěže pro kategorii A je účast vítězů Národního kola ChO na *Mezinárodní chemické olympiádě* a pro kategorii E na evropské soutěži *Grand Prix Chimique*, která se koná jednou za 2 roky.

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

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

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.<sup>3</sup>

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.

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Podrobnější informace o tomto stipendiu jsou uvedeny na webových stránkách fakulty [www.natur.cuni.cz/faculty/studium/info/mimoradna-stipendia](http://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:

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

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

### **Vzor záhlaví vypracovaného úkolu**

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

Kat.: A, 2011/2012  
Úkol č.: 1  
Hodnocení:

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

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

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

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

Pověřený učitel spolu s ředitelem školy nebo jeho zástupcem:

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

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

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

## 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 výsledky soutěže.
- (7) Po skončení školního kola zašle ředitel školy nebo pověřený učitel:
  - a) organizátorovi vyššího kola příslušné kategorie Chemické olympiády výsledkovou listinu všech účastníků s počty dosažených bodů, úplnou adresou školy a stručné hodnocení školního kola,
  - b) tajemníkovi příslušné komise Chemické olympiády vyššího stupně stručné hodnocení školního kola včetně počtu soutěžících.
- (8) Protokoly soutěžících se na škole uschovávají po dobu jednoho roku. Komise Chemické olympiády všech stupňů jsou oprávněny vyžádat si je k nahlédnutí.

## HARMONOGRAM 48. ROČNÍKU CHO KATEGORIE A A E

<b>Studijní část školního kola:</b>	červen – říjen 2011
Kontrolní test školního kola:	10. 11. 2011
Škola odešle výsledky školního kola okresní komisi ChO nejpozději do:	18. 11. 2011

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

Soustředění před krajskými koly:	jednodenní v týdnech 24. 10. – 4. 11. 2011 Praha a Brno
----------------------------------	--

<b>Krajská kola:</b>	9. 12. 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](http://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](mailto:zuzana.kotkova@vscht.cz).

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

<b>Národní kolo:</b>	30. 1. – 2. 2. 2012, Univerzita Palackého v Olomouci
----------------------	--

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.

<b>Mezinárodní olympiáda pro kategorii A:</b>	červenec 2012, Washington, USA
---	--------------------------------

<b>Letní odborné soustředění:</b>	červenec 2012, Běstvína
-----------------------------------	-------------------------

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



## KONTAKTY NA KRAJSKÉ KOMISE CHO PRO ŠKOLNÍ ROK 2011/2012

Kraj	Předseda	Tajemník
Praha	RNDr. Jan Kratzer, Ph.D. Department of Trace Element Analysis Václavská 1083 142 00 Praha 4 jkratzer@biomed.cas.cz tel.: 241 062 474, 241 062 487	Michal Hrdina Stanice přírodovědců DDM hl.m. Prahy Drtinova 1a 150 00 Praha 5 hrdina@ddmpraaha.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, 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 Pertlová Masarykovo Gymnázium Petáková 2 301 00 Plzeň tel.: 377 270 874 pertlova@mgplzen.cz	RNDr. Jiří Cais Krajské centrum vzdělávání a jazyková škola PC Koperníková 26 301 25 Plzeň tel.: 377 350 421 cais@kevjs.cz
Karlovarský	Ing. Miloš Krejčí Gymnázium Ostrov Studentská 1205 363 01 Ostrov tel.: 353 612 753; 353 433 761 milos.krejci@centrum.cz	Ing. Radim Adamec odbor školství, mládeže a tělovýchovy Závodní 353/88 360 21 Karlovy Vary tel.: 353 502 410; 736 650 331 radim.adamec@kr-karlovarsky.cz
Ústecký	Mgr. Tomáš Sedlák Gymnázium Teplice Čs. dobrovolců 530/11 415 01 Teplice tel.: 417 813 053 sedlak@gymtce.cz	Ing. Květoslav Soukup, KÚ, odd. mládeže, tělov. a volného času Velká Hradební 48 400 02 Ústí nad Labem tel.: 475 657 235 soukup.k@kr-ustecky.cz Ing. Zdenka Horecká Velká Hradební 48 400 02 Ústí nad Labem tel.: 475 657 913 horecka.z@kr-ustecky.cz
Liberecký	PhDr. Bořivoj Jodas, Ph.D. katedra chemie FP TU Hájkova 6 461 17 Liberec tel.: 485 104 412 borivoj.jodas@volny.cz	Ing. Anna Sýbová (zást. Ing. Hana Malinová) DDM Větrník Riegrova 16 461 01 Liberec tel.: 485 102 433 anna.sybova@ddmliberec.cz

Kraj	Předseda	Tajemník
Královéhradecký	PaedDr. Ivan Holý, CSc. Pedagogická fakulta UHK Rokitanského 62 500 03 Hradec Králové tel.: 493 331 161 ivan.holy@uhk.cz	Mgr. Lucie Černohousová Dům dětí a mládeže Rautenkraucova 1241 500 03 Hradec Králové tel.: 495 514 531, l. 104 l.cernohousova@barak.cz
Pardubický	doc. Ing. Jiří Kulhánek, Ph.D. FChT UPce, katedra org. chemie Studentská 573 532 10 Pardubice jiri.kulhanek@upce.cz	Mgr. Klára Jelinková DDM Delta Gorkého 2658 530 02 Pardubice tel.: 466 301 010 jelinkova@ddmdelta.cz
Vysočina	RNDr. Jitka Šedivá Gymnázium Jihlava Jana Masaryka 1 586 01 Jihlava tel.: 567 303 613 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 Grabovská Gymnázium Havířov Komenského 2 736 01 Havířov holouskova@gkh.cz	Mgr. Marie Kociánová Stanice přírodovědců Čkalova 1881 708 00 Ostrava – Poruba tel.: 599 527 321 marie.kocianova@svc-korunka.cz

Další informace získáte na této adrese.

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

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

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

Významným chemickým odborným časopisem vydávaným v češtině jsou Chemické listy.

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

## TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

### ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

#### Autoři

**prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc.**  
*Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc*

**doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.**  
*Katedra anorganické chemie PřF UP Olomouc*

#### Recenzenti

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

**RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)  
*Gymnázium Ostrov*

#### Doporučená literatura:

1. F. Březina a kol.: Stereochemie a některé fyzikálně chemické metody studia anorganických látek, UP Olomouc 1997, str. 67–140.
2. J. Rosický: Termická analýza, MON Praha 1989.
3. K. Györyová, V. Bálek: Termická analýza, UJPS Košice 1992.
4. P. Šulcová, L. Beneš: Experimentální metody v anorganické technologii, Univerzita Pardubice 2008, str. 135–204.

#### Termická analýza (TA) – teoretický úvod

##### *Princip metody:*

Termická analýza obecně studuje změny vlastností látek v závislosti na měnící se teplotě. Nejčastější případy v praxi jsou termogravimetrie a diferenční termická analýza.

##### *Termogravimetrie (TG)*

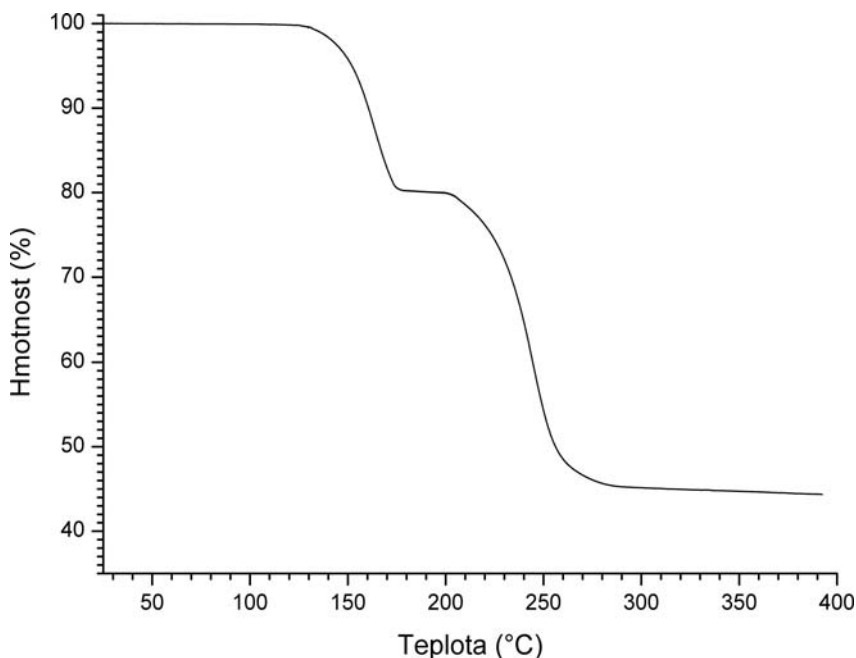
Termogravimetrie je jednou z metod termické analýzy, umožňující sledovat hmotnostní změny probíhající při postupném zahřívání (výjimečně i ochlazování) látek za přesně definovaných podmínek, zejména tlaku a složení atmosféry, teplotního gradientu (rychlosti růstu teploty), způsobu ohřevu apod. Změna hmotnosti látky je tudíž funkcí teploty:  $\Delta m = f(T)$ . Z termogravimetrické křivky můžeme odečíst změnu hmotnosti látky při určité teplotě nebo v daném rozmezí teplot, popř. i prodle-  
vy na TG-křivce (tzv. plata), odpovídající meziproductům tepelného rozkladu.

##### *Diferenční termická analýza (DTA)*

Tato metoda sleduje změny teploty vzorku v závislosti na teplotě srovnávací látky:  $\Delta T = f(T)$ . Srovnávací látka (např.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) se volí tak, aby v rozmezí teplot, při kterém dochází u vzorku k enthalpickým změnám, byla sama termicky stálá. Vedle změn hmotnosti vzorku, které jsou současně provázeny změnami entalpie (vyjadřující energetické změny za stálého tlaku), je možno touto metodou sledovat též fázové změny, změny krystalové struktury, rozklad, oxidaci vzorku aj. Znamenává se rozdíl teploty analyzovaného vzorku a srovnávací látky  $\Delta T$  v závislosti na měnící se teplotě  $T$ , který může být kladný (jde o tzv. exoeфекt, „horní“ pík – např. u oxidace vzorku, hoření) nebo záporný (endoeфекt, „spodní“ pík – např. při fázových změnách, jako je tání látky). Sami si s pomocí doporučené literatury nastudujte základní pojmy z termické analýzy:

- teplota a způsoby jejího měření
- teplotní gradient
- teplo a možnosti jeho měření

Na závěr si probereme *vzorový příklad* – vyhodnocení TG-křivky dihydrátu šťavelanu železnatého,  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (viz Obr. 1).



Obr. 1: TG-křivka  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Z grafu (Obr. 1) odečteno:

Počátek rozkladu  $t_0$  cca 130 °C.

Plato: 180–200 °C odpovídá úbytku hmotnosti cca  $\Delta m_1 = 100 - 80 = 20 \%$ .

Konec rozkladu  $t_k$  odečten při 290 °C; úbytek hmotnosti cca  $\Delta m_2 = 100 - 45 = 55 \%$ .

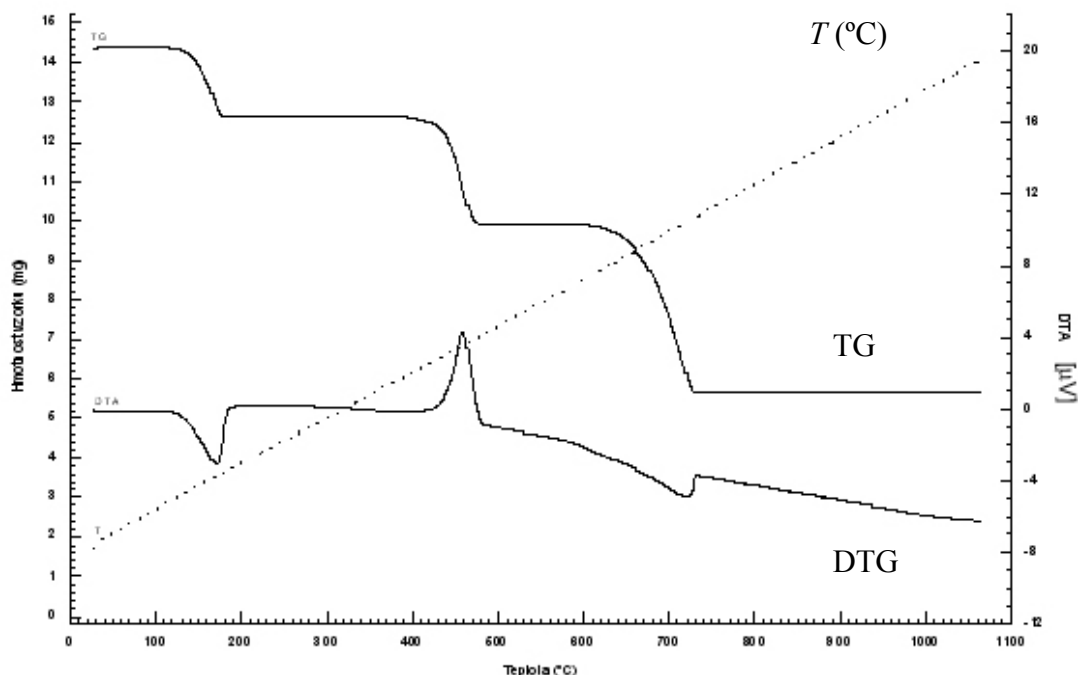
*Teorie:*  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M_r = 179,9$ );  $2\text{H}_2\text{O}$  ( $M_r = 36,0$ );  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $M_r = 159,6$ , na 1 Fe nutno brát 79,8)

Plato odpovídá úbytku obou molekul hydrátové vody ( $2\text{H}_2\text{O}$ ), neboť úbytek hmotnosti vychází  $\Delta m_1 = 36,0/179,9 = 0,200$  (**20,0 %**).

Konečným produktem rozkladu je pak  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , protože  $\Delta m_2 = (179,9 - 79,8)/179,9 = 0,556$  (**55,6 %**).

*Závěr:* Dobrá shoda teorie (výpočet ze vzorců) a experimentu (graf – TG-křivka).

*Poznámka:* Uvedený termický rozklad  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  je ve skutečnosti komplikovanější v závislosti na podmínkách experimentu (teplotní gradient, atmosféra). Reakce je prakticky využívána např. k přípravě nanočástic oxidů železa.

Termická analýza  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Obr. 2: TG/DTA křivky  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ **Úloha 1 Termická analýza (TA) – rozbor předloženého termogramu (Obr. 2) 8 bodů**

1. Zapište chemickými rovnicemi průběh termického rozkladu  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  až po konečný produkt.
2. Odečtěte z TG křivky: Počáteční teplotu rozkladu  $t_0$ ; dále odečtěte intervaly teplot (tzv. plata), kdy jsou jednotlivé látky (výchozí látka a meziprodukty rozkladu) termicky stabilní (nemění hmotnost); uveďte vzorce termicky stabilních meziproduktů a konečného produktu.

**Úloha 2 TA – vyhodnocení TG a DTA křivky****7 bodů**

Vyhodnořte TG křivku – odečtěte změny hmotnosti vzorku (s přesností na 0,2 mg) odpovídající jednotlivým stupňům rozkladu – platům křivky – a srovnajte je s teoreticky vypočítanými hodnotami pro danou navážku 14,4 mg  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Výsledky přepočtěte na hmotnostní %.

$M_r(\text{Ca}) = 40,1$ ;  $M_r(\text{C}) = 12,0$ ;  $M_r(\text{O}) = 16,0$ ;  $M_r(\text{H}) = 1,0$ . Vyhodnořte DTA křivku – odečtěte teploty odpovídající vrcholům exoefektů i endoefektů a pokuste se je interpretovat (popište, o jaký děj se jedná).

**Úloha 3 TA – určení konečného produktu a % obsahu vápníku****1 bod**

1. Odečtenou hmotnost konečného produktu rozkladu z TG-křivky srovnajte s teoretickým výpočtem z rovnice termického rozkladu.
2. Vypočítejte hmotnostní zlomek (vyjádřete v %) vápníku v analyzovaném vzorku z TG-křivky a srovnajte s teoretickou hodnotou určenou z chemického vzorce. K výpočtu využijte předpoklad, že konečný produkt rozkladu je chemicky čistý.

**Autoři****RNDr. Lucie Brulíková, Ph.D.***Katedra organické chemie PřF UP Olomouc***doc. RNDr. Jan Hlaváč, Ph.D.***Katedra organické chemie PřF UP Olomouc***Recenzenti****prof. Ing. František Liška, CSc.** (odborná recenze)*Katedra chemie a didaktiky chemie PdF UK v Praze***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov*

Úlohy z organické chemie 48. ročníku Chemické olympiády budou v obecné rovině zaměřeny na skupinu biomolekul – *sacharidy*. Pozornost bude věnována zejména reaktivitě monosacharidů a jejich poměrně složitému prostorovému zobrazení pomocí různých typů vzorců. Doporučujeme věnovat se důkladně následujícím tématům, které by měly přispět ke snadnějšímu zvládnutí všech úkolů v jednotlivých kategoriích.

**Témata úloh:**

- názvosloví monosacharidů, generická řada monosacharidů
- konstituce, konfigurace, konformace sacharidů
- Fischerovy projekční vzorce, Haworthovy cyklické vzorce
- způsoby vyjadřování relativní a absolutní konfigurace
- cyklické formy monosacharidů – tvorba, konformace a jejich přeměny
- vznik esterů a etherů odvozených od sacharidů
- tvorba glykosidů
- redukce a oxidace sacharidů
- výstavba a odbourání sacharidů
- disacharidy
- sacharidy jako složky nukleových kyselin, syntéza oligonukleotidů

**Doporučená literatura:**

1. Středoškolské učebnice chemie.
2. J. McMurry: Organická chemie, VUTIUM Brno a VŠCHT Praha 2007, str. 942–984, 282–286, 115–122.
3. S. McMurry: Studijní příručka a řešené příklady k českému vydání učebnice John McMurry: Organická chemie, VŠCHT Praha 2009, str. 552–576, 153–155, 56–57.
4. O. Červinka, V. Dědek, M. Ferles: Organická chemie, Informatorium Praha 1991, str. 550–584.
5. O. Červinka: Chemie organických sloučenin II, SNTL/ALFA 1987, str. 405–469.
6. M. Černý, T. Trnka, M. Buděšínský: Sacharidy, ČSCH v edici Chemické listy Praha 2010.
7. Z. Šípál, P. Anzenbacher, P. Peč, J. Pospíšil, I. Růžička: Biochemie, SPN Praha 1992, str. 356–363.

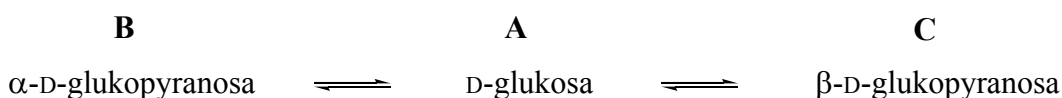
## Úloha 1 Vznik hemiacetalů

4 body

Hemiacetaly vznikají v obecné rovině rychlou a reverzibilní kyselé katalyzovanou reakcí mezi karbonylovou skupinou a alkoholem. Pokud tyto skupiny reagují v rámci jedné molekuly, např. D-glukosy, dochází k intramolekulární nukleofilní adici hydroxylové skupiny na uhlík karbonylové skupiny a tato reakce vede ke vzniku cyklické struktury. Vzhledem k vysoké stabilitě pětičlenných a šestičlenných cyklických hemiacetalů můžeme u celé řady monosacharidů hovořit o rovnováze mezi cyklickou a necyklickou formou.

## Úkoly:

- Níže uvedené schéma znázorňuje rovnovážnou reakci přechodu necyklické formy D-glukosy (**A**) na cyklickou  $\alpha$ -D-glukopyranosu (**B**) a  $\beta$ -D-glukopyranosu (**C**). Doplňte strukturální vzorce **A** – **C**, přičemž necyklickou strukturu znázorníte ve Fischerově projekci a cyklické formy pomocí Haworthových vzorců. U cyklických forem pak označte anomerní atom uhlíku.



- Pomocí Fischerovy projekce znázorníte L-glukosu.

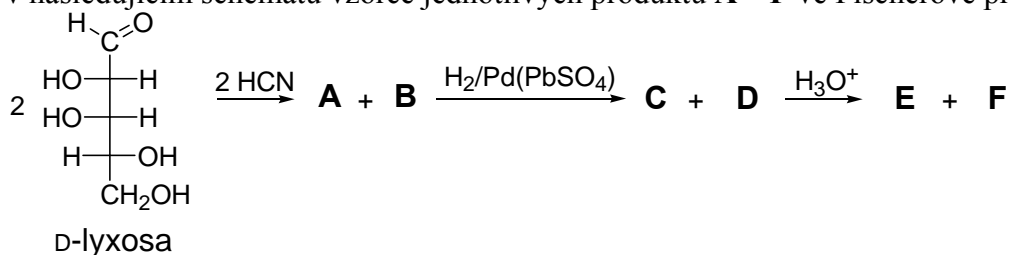
## Úloha 2 Reaktivita sacharidů

6 bodů

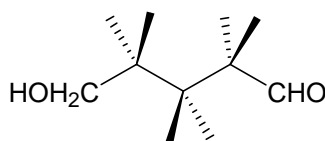
Velice významným objevem v chemii sacharidů byla reakce, na jejímž počátku stál výzkum profesora Heinricha Kilianiho, který již v roce 1886 popsal nukleofilní adici HCN na aldehydickou skupinu aldosa za vzniku tzv. kyanhydrinů. Na tento objev poté navázal Emil Fischer a zrodila se tak tzv. Kilianiho-Fischerova syntéza, která umožňuje prodloužení uhlíkatého řetězce aldosa o jeden atom uhlíku. Tento typ syntézy využívá ve svých jednotlivých krocích i níže uvedené reakční schéma (viz úkoly).

## Úkoly:

- Doplňte v následujícím schématu vzorce jednotlivých produktů **A** – **F** ve Fischerově projekci.



- Jak obecně nazýváme skupinu organických sloučenin, které obsahují stejnou dusíkatou funkční skupinu jako látky **C** a **D**?
- Správně pojmenujte nově vzniklé sacharidy **E** a **F**.
- Překreslete D-lyxosu z Fischerovy projekce do níže uvedeného prostorového vzorce tak, že k vazbám vyznačeným symboly  $\text{---}$  a  $\text{.....}$  doplníte jednotlivé hydroxylové skupiny a atomy vodíku.





**Úloha 3 Oxidace sacharidů**

**6 bodů**

Oxidace aldosa vede za použití vhodného oxidačního činidla ke vzniku tzv. aldonových kyselin. Při reakci s oxidačním činidlem, např. Tollensovým, Benedictovým či Fehlingovým, dochází zároveň k redukci činidla projevující se pozorovatelnou změnou, proto tyto reakce našly uplatnění v chemických testech na přítomnost tzv. redukujících sacharidů. Pro kvantitativní oxidaci aldehydické skupiny u aldosa se používá pufrovaný vodný roztok bromu.

**Úkoly:**

1. Fischerovými vzorci znázorněte oxidaci D-talosu vodným roztokem bromu při pH 6. Správně pojmenujte vzniklý produkt oxidace.
2. Díky oxo-enol tautomerii může být i sladidlo D-tagatosa (ketosa) redukujícím sacharidem a redukovat Tollensovo činidlo. V alkalickém prostředí přesmykuje D-tagatosa přes odpovídající enolformu na směs dvou epimerních aldohexos, které se poté oxidují Tollensovým činidlem na odpovídající aldonové kyseliny. Ve Fischerově projekci znázorněte obě epimerní aldohexosy a jejich odpovídající aldonové kyseliny.
3. Můžeme trehalosu řadit mezi redukující cukry? Vysvětlete.

**Autoři****RNDr. Karel Berka, Ph.D.***Katedra fyzikální chemie PřF UP Olomouc***RNDr. Karolína Šišková, Ph.D.***Katedra fyzikální chemie PřF UP Olomouc***Bc. Kateřina Holá***Katedra fyzikální chemie PřF UP Olomouc***Recenzenti****doc. RNDr. Petr Slavíček, Ph.D.** (odborná recenze)*Ústav fyzikální chemie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov*

Milé studentky, milí studenti,

fyzikálně-chemická část 48. ročníku Chemické olympiády se vás bude snažit provést nano-světlem, tj. světem velmi malých rozměrů. Abychom byli fyzikálně přesní, provedeme vás světem částic o velikosti  $10^{-7}$ – $10^{-9}$  m, světem dříve zvaných koloidních systémů [1, 2, 3]. Budeme se zabývat nanočásticemi a jejich využitím v energetice. Není potřeba se uvedených tématik vůbec obávat, ačkoliv jste se dosud ve školních lavicích dozvídali spíše o atomech, molekulách a o makroskopických projevech látek.

Určitě se mnohému z vás stalo, že jste potřebovali ošetřit nějaké ríznutí či rozbité koleno a sáhli jste po antibakteriální náplasti. Zkoumali jste někdy, co způsobuje její antibakteriální účinky? Ne, to ještě není soutěžní otázka. Hned si můžeme prozradit, že stříbrné ionty jsou známy těmito účinky již velmi dlouhou dobu. Kromě toho se v poslední době objevily i mnohé přípravky založené na koloidním stříbře. Jak asi tušíte, zaměříme se letos právě na nanočástice ušlechtilých kovů, jmenovitě na nanočástice stříbra a zlata. Právě nanočástice ušlechtilých kovů byly známy už v dobách starověkého Říma, kdy byly použité např. v Lykurgových pohárech [3]. Sice tehdy Římané nevěděli, že pracují s nanočásticemi, neboť neměli k dispozici transmisní elektronovou mikroskopii, ale již je používali. Dalšími běžně používanými nanočásticemi jsou polovodivé nanočástice  $\text{TiO}_2$ , používané například jako součást opalovacích krémů nebo solárních článků.

A jak výše zmiňované nanočástice souvisí s energetikou? Nanočástice zlata a stříbra jsou opticky aktivní ve viditelné oblasti, tj. jejich roztoky se nám jeví barevné, protože interagují se slunečními paprsky. Dokonce mají jednu báječnou vlastnost, a to, že mohou za určitých podmínek fungovat jako zesilovače záření. Oproti tomu  $\text{TiO}_2$  nanočástice, aktivní v ultrafialové oblasti, vykazují fotokatalytické účinky, které mohou být využity například k fotokatalytickému štěpení vody, tj. důležitému kroku při produkci vodíku a jeho následnému využití opět k výrobě energie.

Jak je patrné, řešitel fyzikálně-chemických úloh by měl mít v malíku vyčíslování redoxních rovnic, výpočty z těchto rovnic, elektrodové děje, termochemii, výpočty energie a výkonu. Dále pak by měl mít jasno v základních pojmech, jako jsou: foton, vlnová délka a frekvence záření, energie fotonu, absorpce, emise a rozptyl záření, Lambertův-Beerův zákon a jeho aplikace, barevnost látek (barva světla ve viditelné oblasti), komplementarita barev, donor a akceptor elektronu či energie, elektrodový potenciál [4].

Mnoho chuti k poznávání, zábavy a úspěchů při řešení úloh vám přeje

autoři.

**Doporučená literatura:**

1. J. Vacík a kol.: Přehled středoškolské chemie, SPN 1990, str. 31–64 a 148–151.
2. R. Brdička a J. Dvořák: Základy fyzikální chemie, Academia Praha 1977, str. 635–642, 731–740, 775–780, 803–808.
3. <http://ksicht.natur.cuni.cz/serialy/nanocastice/1>; <http://ksicht.natur.cuni.cz/pdf/ksicht-7-2.a5.pdf> str. 30–38.
4. [www.vscht.cz/fch/cz/pomucky/BREVALL.pdf](http://www.vscht.cz/fch/cz/pomucky/BREVALL.pdf) – Kapitoly 1, 2.2, 3.1, 3.2.1–3, 3.5.1–7, 11.1, 11.8, 12.1.9., 12.3.

**Úloha 1 Ponožky s nanostříbrem**

**4 body**



Antimikrobiální aktivita stříbra je známa již od dob starých Egyptů a od té doby se také používalo stříbrné nádoby. Sloučeniny stříbra byly následně používány k léčbě infekcí ještě během první poloviny 20. stol., kdy byly postupně vytlačeny antibiotiky. Vzhledem k rostoucí rezistenci bakterií vůči klasickým antibiotikům ovšem začíná stříbro zažívat svou renesanci, zvláště ve formě nanočástic. Popularita nanočástic stříbra nicméně poněkud předběhla vědecký výzkum, a tak i přes dosud nejasný mechanismus jejich působení na životní prostředí i na člověka lze zakoupit poměrně široký sortiment výrobků modifikovaných nanočásticemi stříbra nejen ve formě léčivých přípravků, ale i předmětů denní potřeby, jako jsou například ponožky.

**Úkoly:**

1. Toxicita stříbra je hlavně způsobována ionty stříbra. Jak se jmenuje choroba způsobená ionty stříbra a jak se projevuje?
2. Oproti iontům stříbra jsou nanočástice stříbra méně toxické a přitom si udržují svou antimikrobiální aktivitu. Lze je připravit například redukcí stříbrných iontů pomocí zředěných roztoků redukujících cukrů v amoniakálním alkalickém prostředí. Napište rovnici této přípravy nanočástic stříbra. Jako obecný vzorec redukujících cukrů použijte R-CHO.
3. K výrobě ponožek s nanostříbrem se používá pokrytí ponožek suspenzí nanočástic stříbra ve vodě s molárním zlomkem 200 ppm. Na pokrytí 1 m<sup>2</sup> se používá 1 dl této suspenze s hustotou  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Pár ponožek má plochu cca 15 dm<sup>2</sup>. Vypočtěte, kolik miligramů stříbra se na ponožky použije.  $A_r(\text{Ag}) = 107,9$ .
4. Bohužel nanostříbro se na textil v ponožkách většinou špatně váže a z ponožek se vyplavuje. Nicméně i roztoky nanočástic stříbra mají zajímavé chování, kdy velikost nanočástic určuje jejich optické vlastnosti. Například kulové nanočástice o průměru 12 nm po osvětlení UV světlem fluoreskují modře (s maximem při vlnové délce 448 nm). Kulové nanočástice o průměru 50 nm po osvětlení bílým světlem zase fluoreskují červeně (s maximem při vlnové délce 680 nm). Odhadněte, jaký průměr mají částice, které budou svítit zeleně s vlnovou délkou kolem 540 nm, za předpokladu, že závislost vlnové délky na průměru částic je lineární.
5. Vysvětlete, proč muselo být použito UV světlo k osvětlení nejmenších částic, aby svítily modře.

## Úloha 2 Světlo

6 bodů

1. Co to je absorpce, emise, elastický a neelastický rozptyl záření molekulou? Slovně popište a zakreslete jednotlivé děje do diagramu na obr. 1.

$$E_{N0} \text{ —————}$$

$$E_{M1} \text{ —————}$$

$$E_{M0} \text{ —————}$$

Obr. 1:  $E_{M0}$  odpovídá energii základního energetického stavu,  $E_{N0}$  je energie excitovaného stavu, energetická hladina  $E_{M1}$  je první vibrační hladina základního energetického stavu. Pozn.: energetickou hladinu  $E_{M1}$  použijte jen pro zakreslení neelastického rozptylu záření molekulou.

2. Za použití Lambertova-Beerova zákona určete molární absorpční koeficient azulenu při použití světla o vlnové délce 340 nm. Bylo změřeno, že 0,01 M roztok azulenu v 10,0mm kyvetě absorbuje 12 % dopadajícího světelného toku. Uveďte hodnotu tohoto koeficientu v základních jednotkách SI. Kolik procent světelného toku bude pohlceno v téže kyvetě a při téže vlnové délce roztokem 10krát koncentrovanějším?
3. Definujte donor a akceptor elektronu a donor a akceptor energie.
4. Jakou barvu budeme pozorovat, pohltí-li objekt záření
- a) červené barvy (kolem 700 nm, např.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuCO}_3$ ),
  - b) fialové barvy (kolem 390 nm, např.  $\text{As}_2\text{S}_3$ )?
- Zdůvodněte proč.

## Úloha 3 Elektrolyza

6 bodů

1. Jak nabitá, tj. kladně nebo záporně, je katoda, jak anoda? Jaké ionty, tj. kladně nabitě nebo záporně nabitě, tyto elektrody přitahují? Na jaké elektrodě dochází k redukci, na jaké k oxidaci?
2. Při galvanickém poměďování se nejčastěji užívá vodný roztok  $\text{CuSO}_4$ . Jedna elektroda je tvořena vodivým pokovovaným předmětem a druhá elektroda je z mědi. Proč se při této elektrodové reakci nemění koncentrace  $\text{CuSO}_4$ ? Své tvrzení doložte vyčíslenými rovnicemi pro jednotlivé elektrodové děje.
3. O kolik se zvětší poloměr pokovovaného předmětu ve tvaru koule ( $r = 0,400$  cm), bude-li výše uvedeným systémem procházet proud o velikosti 0,200 A po dobu 2,00 hodin? Hustota mědi je  $8,96 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .
4. Při elektrolyze vodného roztoku NaOH se na jedné elektrodě uvolňuje vodík a na druhé kyslík. Doložte toto tvrzení vyčíslenými rovnicemi pro jednotlivé elektrody. Kolik  $\text{cm}^3$  vodíku se vyloučilo, pokud elektrolyza tohoto roztoku probíhala 20 minut a elektrody byly připojeny ke zdroji stejnosměrného proudu 150 mA s dostatečným napětím? Elektrolyza probíhala při  $20^\circ\text{C}$  a tlak uvolněného vodíku byl 96,7 kPa.
5. K jaké reakci dojde po ponoření železného hřebíku do vodného roztoku  $\text{CuSO}_4$ ? Napište rovnici této reakce a její standardní Gibbsovu energii ( $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0}^\circ = -0,447 \text{ V}$ ,  $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0}^\circ = 0,3419 \text{ V}$ )?

**Autoři****prof. RNDr. Pavel Peč, CSc.***Katedra biochemie PřF UP Olomouc***Mgr. Marek Petřivalský, Dr.***Katedra biochemie PřF UP Olomouc***Recenzenti****Mgr. Martin Hrubý, Ph.D.** (odborná recenze)*Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.***RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)*Gymnázium Ostrov***Doporučená literatura:**

1. Donald Voet, Judith G. Voet: Biochemie, Victoria Publishing a.s. Praha 1995, ISBN: 80-85605-44-9. Kapitola 20, str. 590–628.
2. Pavel Peč: Základy biochemie, webcasty a slide, modul „Centrální metabolické děje“ <http://ibiochemie.upol.cz>.
3. Milan Kodíček: Biochemické pojmy (výkladový slovník); [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-002/ebook.help.htm](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/ebook.help.htm).
4. Donald Voet, Voet Judith G. and Charlotte W. Pratt: Fundamentals of Biochemistry, Life at the Molecular Level, J.Wiley and Sons, New York 2006 (2<sup>nd</sup> ed.). ISBN 0-471-21495-7 (Kapitola 17, Electron Transport and Oxidative Phosphorylation. Str. 545–589. [www.wiley.com/college/voet](http://www.wiley.com/college/voet)).
5. Rodney Boyer: Interactive Concepts in Biochemistry, Wiley. Kapitola 17.1 a 17.3, příp. 17.5. [http://www.wiley.com/legacy/college/boyer/0470003790/chapter/chapter\\_list.htm](http://www.wiley.com/legacy/college/boyer/0470003790/chapter/chapter_list.htm).

Historie objevu mechanismu tvorby energetického platidla všeho živého, adenosintrifosfátu (ATP), aerobní metabolickou drahou, sahá do padesátých a šedesátých let minulého století. Zlomovým rokem se stal rok 1961, kdy P. Mitchel postuloval tzv. „Chemiosmotickou teorii tvorby a přenosu energie“. Po obsáhlé diskusi přívrženců a odpůrců byl P. Mitchel v roce 1978 oceněn Nobelovou cenou za lékařství a fyziologii. Dalším příspěvkem založeným na chemiosmotické hypotéze bylo objasnění bakteriálního fotosyntetického reakčního centra (tvorba energie ve formě ATP pro syntézu sacharidů). Nobelova cena za chemii v roce 1988 byla udělena právě „za určení trojrozměrné struktury center fotosyntézy“ (Johan Deisenhofer, Robert Huber, Hartmut Michel).

Třetí Nobelova cena na tomto poli byla udělena v roce 1997 Paulu Boyerovi a Johnu Walkerovi za práce na objasnění struktury a funkce ATPsynthasy (ATPasy), která reprezentuje otáčivý systém – nanomotorek obsažený v každé mitochondrii a produkující energii ve formě ATP.

Tvorba ATP (energetického platidla všeho živého) je spřažena s tzv. dýchacím řetězcem (elektro-  
nový transportní řetězec) lokalizovaným ve vnitřní mitochondriální membráně.

Jedná se o oxidačně-redukční řetězec přenášející kaskádovitě elektrony a protony z redukovaných sloučenin až na kyslík za tvorby vody. Přitom jsou protony pumpovány z matrix mitochondrie do mezimembránového prostoru mitochondrií. Studium oxidačně-redukčních reakcí řetězce se provádí, mimo jiné, použitím inhibitorů ATPasy a inhibitorů elektronového transportního řetězce, které zasahují a blokují reakci některého ze čtyř komplexů (I až IV) řetězce. Některé látky, jako např. 2,4-dinitrofenol, ruší pH gradient mezi matrix mitochondrie a mezimembránovým prostorem a odpojují (rozpojují) od sebe oxidačně-redukční řetězec a tvorbu ATP.

ATPasa (nanomotorek) je enzym, zabudovaný do vnitřní mitochondriální membrány.

Celý koncept syntézy energetického platidla všech buněk, ATP, je realizován tímto nanomotorkem, jehož rotor se otáčí zpětným tokem protonů do matrix mitochondrie a přitom vytváří ATP z adenosindifosfátu (ADP) a fosfátu.

Takto je postulován nový rozměr chemických reakcí – enzymové komplexy dýchacího řetězce lokalizované ve vnitřní mitochondriální membráně jsou organizovány tak, že pumpují protony přes membránu (protonmotivní síla) a vytváří tak rozdíl chemického a elektrického potenciálu mezi matrix mitochondrie a mezimembránovým prostorem v buňce.

Zde probíhající chemické reakce mají kromě skalární veličiny (rovnováha) – směr (vektor)!!!

**Úloha 1 Inhibice elektronového transportního řetězce**

**6 bodů**

Popište jednotlivé mechanismy, jakými následující látky způsobují inhibici elektronového transportního řetězce ve vnitřní mitochondriální membráně:

- a) azid,
- b) atractylosid,
- c) rotenon,
- d) dinitrofenol (DNP),
- e) oxid uhelnatý,
- f) antimycin A.

**Úloha 2 Rozlišení mezi inhibitorem ATPasy a inhibitorem elektronového transportního řetězce**

**6 bodů**

Máte chemikálii, u které byste se měli experimentem pokusit zjistit, jestli se jedná o inhibitor elektronového transportního řetězce nebo inhibitor ATPasy. Popište experiment, který rozhodne o místě této inhibice.

Kromě zkoumané látky máte k provedení pokusu k dispozici: suspenzi mitochondrií, substrát dýchacího řetězce, rozpojovač, inhibitor ATPasy a přístroj pro měření spotřeby kyslíku v suspenzi mitochondrií.

## PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

### Autoři

**doc. RNDr. Petr Barták, Ph.D.**

*Katedra analytické chemie PŘF UP Olomouc*

**RNDr. Jana Skopalová, Ph.D.**

*Katedra analytické chemie PŘF UP Olomouc*

**RNDr. Lukáš Müller, Ph.D.**

*Katedra analytické chemie PŘF UP Olomouc;  
Gymnázium Jevíčko*

### Recenzenti

**Ing. Zdeněk Bureš** (odborná recenze)

*Katedra obecné a anorganické chemie, Fakulta chemicko-  
technologická, Univerzita Pardubice;  
Lékařská fakulta UK v Hradci Králové*

**RNDr. Vladimír Vít** (pedagogická recenze)

*Gymnázium Ostrov*

V roce 2011 si připomínáme 170. výročí narození Bernharda Tollense (1841–1918). Bernhard Christian Gottfried Tollens se narodil 30. července 1841 v Hamburku, kořeny měl ovšem holandské. Vystudoval místní reálku (slavné Johanneum), kde se projevil jeho vyhraněný zájem o přírodní vědy, zejména o chemii, což patrně přispělo k jeho rozhodnutí stát se lékárníkem. Potřebné zkoušky složil v září roku 1862 a hned v říjnu nastoupil na univerzitu v Göttingenu. Pracoval ve slavné Wöhlerově laboratoři, v níž v té době působil také například Friedrich Konrad Beilstein a Rudolph Fittig. Zejména s Fittigem potom Tollens spolupracoval i v pozdějších letech. Již v květnu roku 1864 získal doktorský diplom a od října téhož roku působil jako asistent u Emila Erlenmeyera v Heidelbergu. Více než dva roky pracoval v chemické továrně v Bonnu. Přesvědčil se však, že ho více zajímá práce vědecká. Odešel proto do Paříže a později do Portugalska na starobylou univerzitu v Coimbre. Zde ho v roce 1870 zastihla nabídka místa a možnost návratu zpět do Göttingenu. Nabídku přijal a do Göttingenu přesídlil už natrvalo. V květnu roku 1873 byl jmenován profesorem a v červenci téhož roku ředitelem zemědělsko-chemických laboratoří. V čele velmi progresivního, a zejména díky Tollensovi, moderně vybaveného institutu vydržel až do odchodu do penze v roce 1911. I nadále však do ústavu docházel a věnoval se studentům i vlastnímu výzkumu prakticky až do své smrti v roce 1918. Přestože měl rád spíše ticho a klid, účastnil se aktivně společenského života. Pořádal přednášky prakticky při všech důležitých akcích v Göttingenu, vedle odborných publikací psal i do zemských novin, pravidelně navštěvoval setkání chemické společnosti. Nositel Nobelovy ceny Otto Wallach v Tollensově nekrologu zveřejněném v roce 1918 v časopise *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* neopomněl zdůraznit Tollensovu přátelskou a vlídnou povahu a nevšední nadšení, s nímž se věnoval svým studentům.

S rozmanitostí a šíří životopisných událostí souvisí i neobyčejná šíře vědeckého zájmu Bernharda Tollense. S jistým zjednodušením bychom snad mohli říci, že v období svého působení v Göttingenu se soustředil převážně na výzkum v oblasti chemie cukrů. Jeho jméno si dnes spojujeme hlavně s Tollensovým činidlem či Tollensovou reakcí, které detailně popsal a zavedl (stěžejní práce publikoval Tollens v „*Berichtech*“ v letech 1881 a 1882). Tollensovým činidlem dnes většinou rozumíme amoniakální roztok oxidu stříbrného, tedy činidlo obsahující v silně alkalickém prostředí komplexní částici  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ . Oxidační účinky centrálního stříbrného iontu se projeví při důkazu aldehydů, redukujících sacharidů a jiných redukčních činidel za vyloučení elementárního stříbra, nejčastěji v podobě lesklého zrcátka na stěně použité (skleněné) nádoby. Tollensovo činidlo se připravuje



smísením stejných objemů 10% roztoků dusičnanu stříbrného a hydroxidu sodného. Vyloučená sraženina oxidu stříbrného se právě rozpustí přikapáváním vodného roztoku amoniaku (koncentrovaného nebo zředěného 1 : 1). Někdy se pro zjednodušení přípravy místo hydroxidu sodného používá vodný roztok amoniaku i pro srážení oxidu stříbrného. Přechodně vznikající oxid stříbrný se dalším přídatkem amoniaku zcela rozpustí. Takto připravené činidlo lze pro běžné účely rovněž použít, ovšem s rostoucím obsahem amoniaku klesá citlivost reakce, jak připomíná např. Miroslav Jureček ve druhém svazku své vynikající monografie z roku 1957 a dodává, že vlastním oxidačním agens není diamminstříbrný kation, ale stříbrný ion vzniklý částečnou hydrolýzou komplexu.

Kromě analytického důkazu redukujících látek se modifikovaná Tollensova reakce s oblibou využívá všude tam, kde je třeba připravit jemné struktury z kovového stříbra, od stříbrění vánočních ozdob, malých zrcátek i přesných zrcadel pro astronomické dalekohledy, plastových výlisků a jiných nevodivých materiálů, až po cílenou přípravu tolik žádaných stříbrných nanočástic. Modifikovaná Tollensova reakce dovoluje vhodnou volbou reakčních podmínek definovat v jistých mezích velikost, a tedy i vlastnosti vznikajících nanočástic stříbra. 130 let po svém zavedení do praxe je Tollensova reakce stále aktuální a nesmírně důležitá pro přípravu těch nejmodernějších materiálů. V praktické části se pokusíme využít Tollensovy reakce k důkazu redukujících sacharidů za vzniku stříbrného zrcátka, postříbríme si zkumavku nebo jiný skleněný předmět a pokusíme se o přípravu jemně rozptýlených koloidních nanočástic stříbra. Kritickým předpokladem pro vyloučení stříbra v žádané formě je pečlivé provedení pokusu a použití čistého laboratorního nádobí a chemikálií.

Při práci je třeba dbát všech bezpečnostních opatření a používat předepsané ochranné pomůcky. Všechny roztoky obsahující amoniak a stříbrné ionty je nutné připravit těsně před použitím a ihned po skončení pokusu je zředit a předepsaným způsobem zlikvidovat. Delším stáním se z Tollensova činidla i z použitých roztoků vylučuje velmi nebezpečné „třaskavé stříbro“. Třaskavé stříbro připravil Claude Louis Berthollet v roce 1788 působením vodného roztoku amoniaku na oxid stříbrný a důkladně je popsal. Substance ovšem byla známa už dříve. Přes jistou nejednotnost v názorech na přesné složení třaskavého stříbra (na vině jsou tu patrně hlavně příčiny jazykové, podpořené nepřesnými překlady) odpovídá chemické složení vznikající substance dle převládajícího názoru nitridu stříbrnému  $\text{Ag}_3\text{N}$ , který může obsahovat jisté množství imidu stříbrného  $\text{Ag}_2\text{NH}$ . Třaskavé stříbro se z roztoků obsahujících amoniak a stříbrné ionty vylučuje v podobě malých černých krystalů, které mají impozantní schopnost naprosto nekontrolovaně explodovat. Exploze mívají v laboratorním prostředí velmi vážné následky.

#### **Použitá literatura:**

1. O. Wallach: Bernhard Tollens. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 51 (1918) 1539–1555.
2. B. Tollens: Ueber ammon-alkalische Silberlösung als Reagens auf Aldehyd. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 15 (1882) 1635–1639.
3. C. A. Browne: Bernhard Tollens (1841–1918) and Some American Students of his School of Agricultural Chemistry. J. Chem. Educ. 19 (1942) 253–259.
4. I. D. Jenkins: Tollens's test, fulminating silver, and silver fulminate. J. Chem. Educ., 64 (1987) 164.

#### **Doporučená literatura:**

1. M. Jureček: Organická analýza, Československá společnost chemická, Praha 1950, str. 346–347.
2. M. Jureček: Organická analýza I a II, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1955 a 1957, str. 196–197 (I), str. 296–299 (II).
3. M. Schulenburg: Nanotechnologie – Inovace pro zítřejší svět. Evropská komise 2007. <http://cordis.europa.eu/nanotechnology/>, [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nanotechnology\\_bat\\_cs.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nanotechnology_bat_cs.pdf).
4. P. Klusoň, M. Drobek, H. Bartková, I. Budil: Vítejte v „nanosvětě“. Chem. Listy 101 (2007) 262–272.

### Úloha 1 Tollensova reakce – důkaz redukujících látek

20 bodů

K 1 ml 10% roztoku dusičnanu stříbrného ve zkumavce opatrně přidejte 1 ml 10% roztoku hydroxidu sodného. Vyloučenou sraženinu oxidu stříbrného rozpustíte opatrným přikapáváním právě postačujícího množství zředěného (1:1) roztoku amoniaku. Polovinu připraveného činidla odlijte do čisté zkumavky. Do jedné ze zkumavek přidejte malé množství roztoku glukosy nebo fruktosy, druhou ponechte jako kontrolní („slepý pokus“). Pozorujte změny. Obě zkumavky mírně zahřejte na vodní lázni. Pozorování запиšte do tabulky. Stejným způsobem proveďte zkoušku s roztokem sacharosy (běžného řepného cukru), ovocným džusem, kouskem jablka v malém množství vody a s medem rozmíchaným ve vodě. Svá pozorování zdůvodněte.

### Úloha 2 Příprava koloidního stříbra

20 bodů

V malé kádince smíchejte v uvedeném pořadí:

- 5 ml destilované vody
- 5 ml roztoku dusičnanu stříbrného o koncentraci  $0,005 \text{ mol dm}^{-3}$
- 5 ml roztoku amoniaku o koncentraci  $0,025 \text{ mol dm}^{-3}$
- 5 ml roztoku hydroxidu sodného o koncentraci  $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$
- 5 ml roztoku maltosy (redukujícího cukru) o koncentraci  $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$

V roztoku by se mělo během několika minut již za laboratorní teploty začít vylučovat jemně rozptýlené koloidní stříbro. Vznik koloidu se projeví nejprve opalescencí, která se postupně prohlubuje a zpravidla přechází přes nažloutlé tóny do žlutého až hnědého zbarvení. Jak se změní průběh reakce, jestliže se koncentrace amoniaku v reakční směsi zdvojnásobí? (Ověřte experimentálně.)

Máte-li k dispozici laserové ukazovátko, můžete se snadno přesvědčit o koloidní povaze preparátu na základě Tyndallova jevu. Necháte-li paprsek procházet koloidním prostředím, je v důsledku rozptylu záření na koloidních částicích jeho dráha dobře viditelná při pohledu ze strany. V homogenním prostředí jako je čistá voda nebo pravý (barevný) roztok paprsek vidět není.

1. Kolik kulových stříbrných nanočástic o průměru 50 nm by bylo možné připravit z 1 g stříbra?
2. Kolik molů kulových stříbrných nanočástic o průměru 50 nm by bylo možné připravit z 1 g stříbra?
3. Kolik kulových stříbrných nanočástic o průměru 50 nm by bylo možné připravit z 5 ml roztoku dusičnanu stříbrného o koncentraci  $0,005 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ ?  
(chybějící údaje vyhledejte v tabulkách)

## Praktická část školního kola 48. ročníku ChO kategorie A a E

### PRACOVNÍ LIST

soutěžní číslo:

*body celkem:*

**Úloha 1 Tollensova reakce – důkaz redukujících látek**

**20 bodů**

Vzorek	Pozorování	Zdůvodnění
Slepý pokus		
Glukosa		
Sacharosa		
Ovocný džus		
Jablko		
Med		

*body:*

**Úloha 2 Příprava koloidního stříbra**

**20 bodů**

Zapište vlastní pozorování:

*body:*

*Otázky:*

*body:*

### Doplňková úloha kategorie E

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

*Autor*

**doc. RNDr. Pavel Coufal. Ph.D.**

*Katedra analytické chemie PŘF UK Praha*

*Recenzent*

**doc. RNDr. Jan Kotek. Ph.D.**

*Katedra anorganické chemie PŘF UK Praha*

Redukující cukry vylučují z alkalického roztoku měďnatých solí oxid měďný. Kromě kvalitativního důkazu, kdy se této reakce využívá při Fehlingově testu, lze tento proces použít i pro kvantitativní stanovení redukujících sacharidů. Reakce však neprobíhá v přesných stechiometrických poměrech a její průběh je ovlivněn například teplotou, složením činidla, druhem cukru, apod. Pro dosažení reprodukovatelných výsledků je tedy nutné přesně dodržovat reakční podmínky a provést kalibraci metody pomocí redukujícího cukru o známém složení, tedy pomocí standardu. V této úloze stanovíme obsah glukosy v tabletě Intact s hroznovým cukrem.

#### **Použitá literatura:**

1. A. Berka, L. Feltl, I. Němec: Příručka k praktiku z kvantitativní analytické chemie, SNTL, Praha, 1985, str. 147–148.
2. A. Berka, L. Feltl, I. Němec: Příručka k praktiku z kvantitativní analytické chemie, skripta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 1982, str. 178–180.

**Úloha 3 Stanovení glukosy podle Schoorla****20 bodů**

Zvažte předloženou tabletu Intact. Tabletou převed'te kvantitativně do 500ml odměrné baňky, pečlivě rozpust'te v destilované vodě a roztok doplňte destilovanou vodou po rysku na celkový objem 500,0 ml. Obsah baňky řádně promíchejte. Do jiné 500ml odměrné baňky vložte filtrační nálevku s dlouhou stopkou, do ústí nálevky vložte smotek vaty a kalný roztok připravený v předcházejícím kroku přes vatu přefiltrujte, aby se vyčeřil. Přestože získaný roztok může mít méně než 500,0 ml, již jej nedoplňujte po rysku v nové odměrné baňce. Tímto postupem jste získali roztok vzorku tablety Intact pro stanovení glukosy. Odvažte přesně asi 0,4 g glukosy jako standardu a navážku převed'te kvantitativně do 50ml odměrné baňky. Glukosu rozpust'te v destilované vodě a baňku doplňte destilovanou vodou po rysku na celkový objem 50,0 ml. Do 250ml Erlenmeyerovy baňky odpipetujte nedělenou pipetou 5,00 ml Fehlingova roztoku A, 5,00 ml Fehlingova roztoku B a 5,00 ml připraveného roztoku glukosy jako standardu. Do hrdla baňky vložte skleněnou nálevku a roztok v baňce ohřejte na elektrickém vařiči či na síťce nad kahanem k varu a var udržujte přesně 2,0 minuty. Během varu se v baňce vytvoří červenohnědý nerozpustný oxid měďný, který vzniká redukcí měďnatých iontů glukosou. Baňku ochlad'te studenou vodou na laboratorní teplotu, směs okysel'te přidávkem 10 ml 2,5M kyseliny sírové a přidejte roztok 2,0 g KI v 10 ml destilované vody, čímž vznikne v baňce bílý nerozpustný CuI zabarvený dohněda vyloučeným I<sub>2</sub>. Ihned za intenzivního míchání titrujte jod 0,0500M odměrným roztokem thiosíranu sodného do jemně žlutého zabarvení titrovaného roztoku, poté přidejte 3 ml roztoku škrobového mazu jako indikátoru, čímž dojde ke zmodrání či zhnědnutí titrovaného roztoku. Roztok dotitrujte do úplného odbarvení bílého nerozpustného jodidu měďného. Titraci proved'te nejméně dvakrát (pokud jsou hodnoty spotřeb příliš odlišné, titraci zopakujte potřetí). Stejný postup nejméně dvou opakovaných titrací proved'te s přefiltrovaným roztokem vzorku tablety Intact, kterého budete pro titraci pipetovat také 5,00 ml. Na závěr proved'te i slepou titraci, při které stanovíte obsah měďnatých iontů ve Fehlingově roztoku. Pro slepé stanovení odměřte po 5,00 ml Fehlingova roztoku A a B, avšak místo roztoku vzorku přidejte 5,00 ml destilované vody. Titraci takto vzniklého roztoku po příslušném povaření roztoku po dobu 2,0 minut proved'te opět podle výše uvedeného postupu nejméně dvakrát. Spotřeby titračního činidla z jednotlivých titrací zprůměrujte a odeč'tete od spotřeby slepého pokusu spotřebu na titraci glukosy jako standardu a dále pak od spotřeby slepého pokusu spotřebu na titraci vzorku tablety. Rozdíl spotřeb odpovídá množství měďnatých iontů zredukovaných glukosou. Z titrace glukosy jako standardu zjistíte empirickou hodnotu množství glukosy v mg odpovídající 10 ml 0,0500M odměrného roztoku Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ze spotřeby odměrného činidla na titraci roztoku vzorku pak na základě výše vypočítané empirické hodnoty titru vypočítejte obsah glukosy v předložené tabletě Intact.

## Praktická část školního kola 48. ročníku ChO kategorie E

### PRACOVNÍ LIST

soutěžní číslo:

*body celkem:*

#### Úloha 3 Stanovení glukosy podle Schoorla

**20 bodů**

Hmotnost tablety Intact: ..... g

Hmotnost navážky glukosy: ..... g

Spotřeby odměrného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

	Spotřeba 1 [ml]	Spotřeba 2 [ml]	(Spotřeba 3 [ml])	Průměr [ml]
Titrace standardu				
Titrace vzorku				
Slepé titrace				

Rozdíl spotřeb pro standard: ..... ml

Rozdíl spotřeb pro vzorek: ..... ml

Výpočet empirické hodnoty titru:

10,0 ml 0,0500M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  odpovídá: ..... mg glukosy

Výpočet obsahu glukosy v tabletě Intact:

Tableta obsahuje: ..... g glukosy

To odpovídá obsahu: ..... % (hmotnostních)

**body:**



## CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

Soutěžní úlohy studijní a praktické části a Autorská řešení soutěžních úloh kategorií A a E  
48. ročník – 2011/2012

---

<b>Vydala:</b>	Vysoká škola chemicko-technologické v Praze, Vydavatelství VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6
<b>Autoři kategorií A a E:</b>	doc. RNDr. Petr Barták, Ph.D. RNDr. Karel Berka, Ph.D. RNDr. Lucie Brulíková, Ph.D. doc. RNDr. Pavel Coufal, Ph.D. doc. RNDr. Jan Hlaváč, Ph.D. Bc. Kateřina Holá prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc. doc. RNDr. Marta Klečková, CSc. RNDr. Lukáš Müller, Ph.D. prof. RNDr. Pavel Peč, CSc. Mgr. Marek Petřivalský, Dr. RNDr. Jana Skopalová, Ph.D. RNDr. Karolína Šišková, Ph.D.
<b>Odborná recenze:</b>	Ing. Zdeněk Bureš Mgr. Martin Hrubý, Ph.D. doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D. prof. Ing. František Liška, CSc. doc. RNDr. Petr Slaviček, Ph.D.
<b>Pedagogická recenze:</b>	RNDr. Vladimír Vít
<b>Redakce:</b>	RNDr. Zuzana Kotková
<b>Rok vydání:</b>	2011
<b>Počet stran:</b>	32
<b>Náklad:</b>	50 ks