



Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 11 (2012/2013)

Řešení série 4



Korespondenční seminář
probíhá pod záštitou
Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy
Hlavova 2030
128 43 Praha 2

Milí příznivci chemie i ostatních přírodovědných oborů!

Právě držíte v rukou řešení úloh poslední letošní série Korespondenčního Semináře Inspirovaného Chemickou Tematikou, KSICHTu. Už jedenáctým rokem pro vás, středoškoláky, KSICHT připravují zaměstnanci a studenti Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, Univerzity Palackého v Olomouci, Technické univerzity v Liberci a Univerzity Pardubice.

Anketa

Nejprve bych chtěl všem poděkovat za vyplnění ankety. Sešlo se nám jich 36. Stejně jako loni jste se letos nejčastěji seznámili se seminářem ve škole (9), pomyslnou druhou příčku ale letos obsadilo seznámení na internetu škole (6) a na Běstvině se s KSICHTem seznámili tři z vás. Zbylí respondenti řešící KSICHT letos poprvé se k semináři dostali různě přes sourozence a kamarády. Většina ale už KSICHT řešila loni, takže vybrat nejoblíbenější úlohu 10. ročníku nebylo složité. Na prvním a druhém místě se shodně umístily úlohy *Hádanky ve tmě* a *Dýmkové koření* se čtyřmi hlasy. Třetí a čtvrté místo obsadily úlohy *Lembas – energie sbalená na cesty* a *Pohádka* se třemi hlasy. V letošním ročníku vás nejvíce zaujala úloha *Pečeme s KSICHTem* se sedmi hlasy, na druhém místě s pěti hlasy se umístila úloha *Kód života* a třetí místo se čtyřmi hlasy obsadila úloha *Bez vodíku to nikdy nebude ono – anebo ano?* A teď to nejdůležitější, v příštím ročníku vás čeká seriál s názvem *Metabolismus léčiv*.

Závěrem mnohokrát děkujeme za vaše názory, připomínky i děkované dopisy. Budeme se i nadále snažit vést KSICHT k vaší spokojenosti.

Přihláška do dvanáctého ročníku KSICHTu

Do dalšího ročníku KSICHTu se můžete přihlásit počínaje 1. červencem 2013 registrací¹ na našich webových stránkách. První sérii 12. ročníku očekávejte ve svých schránkách začátkem října.

Staňte se KSICHTím organizátorem

Pro ty z vás, kteří již teď litují, že se s KSICHTem již víckrát nesetkají, neboť již opouštějí řady středoškoláků, máme dobrou zprávu. Stačí se stát KSICHTím organizátorem a KSICHT z vašeho života nezmizí. Co pro to stačí udělat? Kontaktujte nás² a nebo ještě lépe: zkuste napsat krátkou úlohu o něčem, co vás poslední dobou zaujalo, a pošlete nám ji. Nebojte se, pomůžeme vám s ní a ještě se přitom naučíte, jak funguje vědecké peer-review recenzní řízení, což se vám může do života hodit. Už teď se na vaše úlohy těšíme.

Přejeme vám zdárné zakončení školního roku, příjemné prožití letních prázdnin a s mladšími řešiteli se těšíme na shledanou v příštím ročníku KSICHTu. Vám, odrostlejšími řešiteli, přejeme hodně úspěchů a doufáme, že řešení našeho semináře vám pomůže při dalším studiu a práci.

Vaši organizátoři

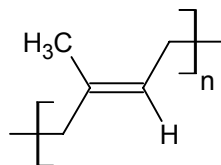
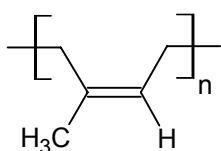
¹ <http://ksicht.natur.cuni.cz/prihlaska>

² ksicht@natur.cuni.cz

Řešení úloh 4. série 11. ročníku KSICHTU**Úloha č. 1: Osmisměrka****(7 bodů)**

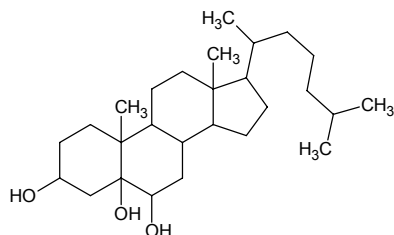
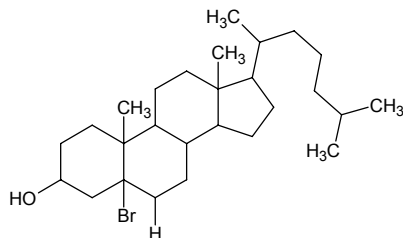
Autoři: Eva Vrzáčková a Petr Distler

1. Tajenka: Sedí dvě blechy na patníku u silnice a hulí cigarety. V tom jedna vidí, jak se z dálky blíží pes, a povídá té druhé: „Hele, típni to, už nám to jede!“
2. Struktura polymerního kaučuku a gutaperči:



Jedná se o *cis/trans* (*Z/E*) isomerii; kaučuk – kaučukovník, gutaperča – perčovník; síra se používá k zesíťování makromolekul kaučuku sírnými můstky.

3. steran (gonan, cyklopentanoperhydrofenanthren)
4. vitamin D₃ se tvoří účinkem UV záření na 7-dehydrocholesterol
5. Produkty reakce a) a b):



6. Pýthie – hyoscyamin, Sokrates – koniin
7. theobromin – psi nemají enzym pro jeho odbourávání
8. atropin – rulík zlomocný (*Atropa belladonna*), kolchicin – ocún jesenní (*Colchicum autumnale*), akonitin – oměj šalamounek (*Aconitum plicatum* nebo *A. napellus*), kurare – kulčiba jedodárná (*Strychnos toxifera*)

9. výpočet:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M = 52 \cdot 10^{-3} \cdot 194 = 10,1 \text{ g}$$

2 litry 0,2 g kofeinu

x litrů 10,1 g kofeinu*x* = 101 litrůpočet plechovek: 101/0,33 = 306 plechovek

Vámi zvolená předpokládaná cena: 1 plechovka stojí přibližně 17 Kč; celkem: 5 202 Kč

Otázka 1 – 2 body, 2 – 1 bod, 3 – 0,1 bodu, 4 – 0,4 bodu, 5 – 0,8 bodu, 6 – 0,2 bodu, 7 – 0,2 bodu, 8 – 0,8 bodu, 9 – 1,5 bodu. Celkem 7 bodů.

Úloha č. 2: Vzkaz od organizátorů KSICHTu (IV/IV)**(5 bodů)****Instrukce**

Autor: Pavel Řezanka

1.

1. série	2a. série	2b. série	3a. série	3b. série
6	16	1	3	12
5	20	3	5	1
9	11	3	4	9
15	13	2	9	5
3	14	2	6	3
7	30	4	7	2
22	4	2	10	6
4	1	2	11	3
27	37	1	2	4
1	26	3	8	1
21	13	4	1	1

2. Vzkaz má 11 slov.

3. Přiřazení k proběhlým sériím je následující:

1. série: strana

2a. série: řádek

2b. série: série

3a. série: ročník

3b. série: pořadí slova na daném řádku

4. „Každý, kdo úspěšně vyřešil tento vzkaz, dostane na závěrečném soustředění dárek.“

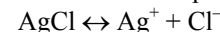
5. Na uvedené otázky odpovědělo 59 řešitelů. Přes 50 % z vás řeší KSICHT, protože vás baví a dozvídáte se nové informace. 25 % řeší KSICHT pro jeho doprovodné aktivity a pro bonusy, které díky řešením získáváte (zlepšení prospěchu, prominutí přijímacích zkoušek, apod.) Nejraději (po cca 30 %) máte organiku, biochemii a anorganiku. Polovina z vás hledá informace v knihách, všichni pak hledáte na internetu. Přes 75 % ověřuje získané informace. Ve škole využije nově získané informace asi polovina z vás.

*Otázka 1 – 1,1 bodu, 2 – 0,4 bodu, 3 – 0,5 bodu, 4 – 2 body a 5 – 1 bod. Celkem 5 bodů.***Úloha č. 3: Princezna Stříbrovláska****(9 bodů)**

Autorka: Marie Martinisková

1. $3 \text{ Ag} + 4 \text{ HNO}_3 \rightarrow 3 \text{ AgNO}_3 + \text{NO} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ nebo2. AgCl (bílá), AgI (žlutá), Ag₂CrO₄ (červenohnědá), Ag₂S (černá), AgIO₃ (bílá)3. Modelový výpočet – koncentrace Ag⁺ nad sraženinou AgCl:

Sraženina se rozpouští podle rovnice:

Z toho vyplývá, že koncentrace Ag⁺ a Cl⁻ nad sraženinou se musí rovnat:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] \quad (1)$$

Součin rozpustnosti pro AgCl je definován jako:

$$K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \quad (2)$$

Po dosazení vztahu (1) do vztahu (2) dostaneme

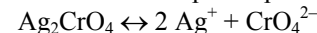
$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 \quad (3)$$

Koncentrace Ag⁺ pak je:

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad (4)$$

Výpočet koncentrace Ag⁺ nad sraženinou AgI, AgIO₃ je analogický.Modelový výpočet – koncentrace Ag⁺ nad sraženinou Ag₂CrO₄:

Sraženina se rozpouští podle rovnice:

Z toho vyplývá, že poměr koncentrací Ag⁺ a CrO₄²⁻ nad sraženinou se musí rovnat:

$$\frac{1}{2} [\text{Ag}^+] = [\text{CrO}_4^{2-}] \quad (5)$$

Součin rozpustnosti pro Ag₂CrO₄ je definován jako:

$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] \quad (6)$$

Po dosazení vztahu (5) do vztahu (6) dostaneme

$$K_s = [\text{Ag}^+]^3 / 2 \quad (7)$$

Koncentrace Ag⁺ pak je:

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt[3]{2 \cdot K_s} = \sqrt[3]{2 \cdot 2,45 \cdot 10^{-12}} = 1,70 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \quad (8)$$

Výpočet koncentrace Ag⁺ nad sraženinou Ag₂S je analogický.Výsledné koncentrace Ag⁺ po srážení:

- KCl: [Ag⁺] = 1,33 · 10⁻⁵ mol/l
- KI: [Ag⁺] = 9,12 · 10⁻⁹ mol/l
- K₂CrO₄: [Ag⁺] = 1,70 · 10⁻⁴ mol/l
- Na₂S: [Ag⁺] = 5,01 · 10⁻¹⁷ mol/l
- KIO₃: [Ag⁺] = 1,76 · 10⁻⁴ mol/l

Nejvíce stříbra je tedy v kádince nad sraženinou AgIO₃.

4. Látkové množství Cl^- v 100 mg NaCl ($M_{\text{NaCl}} = 58,4 \text{ g/mol}$):

$$n_{\text{Cl}^-} = m_{\text{NaCl}} / M_{\text{NaCl}} = 0,1 / 58,4 = 1,71 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Koncentrace Cl^- tedy bude:

$$[\text{Cl}^-] = n_{\text{Cl}^-} / V = 1,71 \cdot 10^{-3} / 0,020 = 8,56 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

Koncentrace Ag^+ pak je:

$$[\text{Ag}^+] = K_s / [\text{Cl}^-] = 1,78 \cdot 10^{-10} / 8,56 \cdot 10^{-2} = 2,08 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

5. Hmotnost stříbra v kádince s roztokem nad sraženinou AgIO_3 se vypočítá:

$$m_{\text{Ag}} = [\text{Ag}^+] \cdot V \cdot M_{\text{Ag}} = 1,76 \cdot 10^{-4} \cdot 0,020 \cdot 107,87 = 3,79 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

Jiřík má dostat milionkrát více, tedy přibližně 380 g, což odpovídá 17,5 Tolarům.

6. Vlas bereme jako válec o délce l a průměru D . Objem jednoho vlasu spočítáme z hustoty stříbra a hmotnosti jednoho vlasu, tedy:

$$m_{\text{vlas}} = 0,2/5 = 0,04 \text{ g}$$

$$\rho_{\text{Ag}} = 10\,490 \text{ kg/m}^3 = 0,01049 \text{ g/mm}^3$$

$$V_{\text{vlas}} = m_{\text{vlas}} / \rho_{\text{Ag}} = 3,81 \text{ mm}^3$$

$$l_{\text{vlas}} = V_{\text{vlas}} / S_{\text{vlas}} = V_{\text{vlas}} / [\pi \cdot (0,5 \cdot D)^2] = 3,81 / [\pi \cdot (0,5 \cdot 60 \cdot 10^{-3})^2] = 1\,347,5 \text{ mm} = 1,35 \text{ m}$$

Hmotnost všech vlasů:

$$m_{\text{vlas}} = m_{\text{vlas}} \cdot n, \text{ kde } n \text{ udává počet vlasů, tedy}$$

$$m_{\text{vlas}} = 0,04 \cdot 140\,000 = 5600 \text{ g} = 5,6 \text{ kg}$$

7. Za předpokladu, že Zlatovláska má vlasy též dlouhé 1,35 m, stejný počet vlasů a vlas má stejný průměr, je objem jednoho vlasu V_{vlas} stejný jako v předchozím případě, tedy $V_{\text{vlas}} = 3,81 \text{ mm}^3$. Hmotnost všech vlasů se tedy spočítá:

$$m_{\text{vlas}} = n \cdot m_{\text{vlas}} = n \cdot \rho_{\text{Au}} \cdot V_{\text{vlas}} = 140\,000 \cdot 0,0193 \cdot 3,81 = 10\,294,6 \text{ g} = 10,3 \text{ kg}$$

Zlatovlásčiny vlasy jsou tedy 1,8krát těžší než vlasy princezny Stříbrovlásky.

8. Královna bude kralovat celkem 60 let.

$$l_{\text{vlas}} = 0,3 \cdot 60 \cdot 365,25 = 6574,25 \text{ mm}$$

$$V_{\text{vlas}} = l_{\text{vlas}} \cdot S_{\text{vlas}} = l_{\text{vlas}} \cdot \pi \cdot (0,5 \cdot D)^2 = 6574,25 \cdot \pi \cdot (30 \cdot 10^{-3})^2 = 18,588 \text{ mm}^3$$

$$m_{\text{vlas}} = V_{\text{vlas}} \cdot \rho_{\text{Ag}} = 18,588 \cdot 0,01049 = 0,195 \text{ g}$$

$$m_{\text{vlas}} = m_{\text{vlas}} \cdot n = 272\,98,3 \text{ g} = 27,29 \text{ kg stříbra}$$

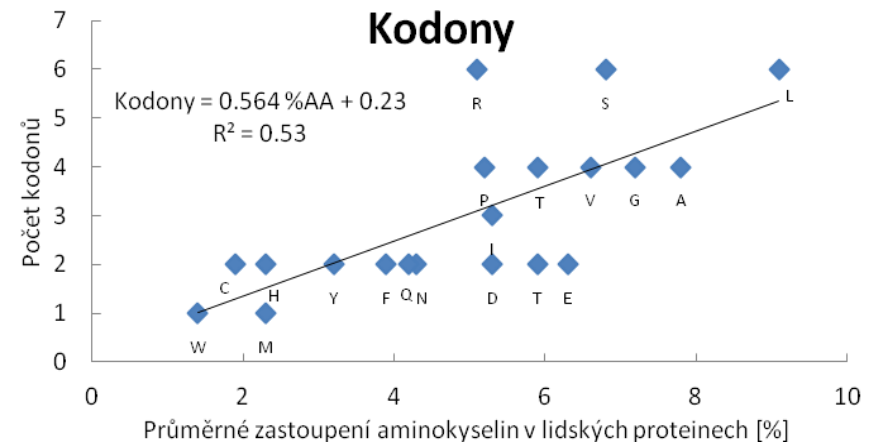
- Otázka 1 – 0,5 bodu, 2 – 1 bod, 3 – 3 body, 4 – 1 bod, 5 – 0,5 bodu, 6 – 1,5 bodů, 7 – 1 bod, 8 – 0,5 bodu. Celkem 9 bodů.

Úloha č. 4: Kód života

(12 bodů)

Autor: Karel Berka

- a) replikace DNA
b) transkripce DNA do RNA
c) translace RNA do proteinu
- U dubletu by to bylo 4^2 tedy 16 aminokyselin (ev. 14 + start a stop).
- Ano, je to tak. Nejčastější aminokyselina leucin má celkem 6 tripletů, které ji kódují, a naproti tomu nejméně častá aminokyselina tryptofan je kódována pouze 1 tripletem (viz graf).



- Jednotlivé pozice nejsou stejně důležité. Třetí nukleotid se v mnoha případech dá nahradit a aminokyselina zůstane stejná. Ribozom tento nukleotid také nekontroluje tak striktně jako předchozí dva nukleotidy.
- Startovní kodon je AUG (kódující methionin).
- Jde o čtení z kódujícího vlákna od 2. nukleotidu:
KSICHT
- Řetězec by držel s komplementárním vláknem 47 vodíkovými vazbami.
- Reverzní transkripce.
- Správná orientace DNA bude:
 $5' - \text{tacta gttta} - 3'$

10. RNA na rozdíl od DNA má na pozici 2' hydroxylovou skupinu navíc a tato skupina je schopna účastnit se reakcí. RNA má díky této skupině a díky přítomnosti uracilu místo thyminu také schopnost tvořit další párování a tedy různé další struktury. Uracil nemá methyl na pyrimidinovém kruhu, který by mu stericky bránil interakcím na tzv. Hoogstenovské hraně. Thymin je v DNA využíván i kvůli opravným mechanismům proti poškození.
11. Jak DNA, tak RNA obsahují fosfátové skupiny, které jsou kyselé a na rozdíl od bází vystavené na povrchu molekul. Proto se nukleové kyseliny chovají jako kyseliny.
12. Messenger RNA (mRNA) – kodon, poly(A)konec
Transferová RNA (tRNA) – antikodon
Ribozomální RNA (rRNA) – katalytické centrum, výstupní ribozomální kanál.
13. Nejlepší vzkaz KSICHTu:
- Jeden [KSICHT-VLADNE] všem,
jeden jim všem káže,
jeden všechny přivede,
do řetězců sváže.*
- Otázka 1 – 1,5 bodu, 2 – 1 bod, 3 – 1,5 bod, 4 – 1 bod, 5 – 0,5 bodu, 6 – 1 bod, 7 – 0,5 bodu, 8 – 0,5 bodu, 9 – 1 bod, 10 – 1 bod, 11 – 0,5 bodu, 12 – 2 body, 13 – bonus – max 1 bod. Celkem 12 bodů.*

Úloha č. 5: Úloha seriálová**(11 bodů)**

Autoři: Luděk Míka, Václav Kubát

1. V jedné kádince byl roztok nějakého redukčního činidla (například Na_2SO_3) ve vodě spolu s redoxním indikátorem methylenovou modří. Redukovaná forma methylenové modří je bezbarvá, proto není v roztoku patrná. Ve druhé kádince je roztok slabého oxidačního činidla (např. H_2O_2). Druhou možností skýtá acidobazický indikátor thymolftalein v roztoku kyseliny a báze v kádince druhé.
2. Přilitím obsahu první kádinky k druhé došlo ke zoxidování redukčního činidla nadbytkem činidla oxidačního a ke změně barvy indikátoru. Množství redukčního činidla ale bylo větší než množství činidla oxidačního a po vyčerpání veškerého oxidačního činidla v druhé kádince došlo opět ke změně barvy indikátoru. Obdobně pokus funguje při použití thymolftaleinu, dochází ke změně barvy indikátoru v závislosti na pH a neutralizaci báze kyselinou.
3. Video bylo převzato z přednášky Chemical Curiosities na University of Cambridge. Celá přednáška dostupná na: http://youtu.be/ti_E2ZKZpC4, doporučujeme shlédnout, video obsahuje mnoho zajímavých pokusů.

4. Důkaz kyslíku provedeme tak, že zapálíme hořčičkovou pásku ve vysoké kádince. (Kádinku je vhodné přikrýt hodinovým sklem, aby nám neunikaly produkty spalování.) Po shoření veškeré hořčičkové pásky přilijeme do kádinky vodu. Oxid hořečnatý přítomný v kádince jako produkt hoření reaguje s vodou za vzniku hydroxidu hořečnatého. Hydroxid dokážeme fenolftaleinem.
- $$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO} \quad 2\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Mg(OH)}_2$$
5. Důkaz dusíku začíná stejně jako důkaz kyslíku. Po spálení hořčičkové pásky přilijeme do kádinky vodu, nitrid hořečnatý vzniklý reakcí hořčičku s dusíkem zhydrolizuje na amoniak, který lze dokázat Nesslerovým činidlem.
- $$3\text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 \quad \text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + 3\text{Mg(OH)}_2$$
- $$4\text{NH}_3 + 2\text{K}_2[\text{HgI}_4] + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Hg}_2\text{NI(H}_2\text{O)}] + 3\text{NH}_4\text{I} + 4\text{KI}$$
6. Vznik oranžové sraženiny: $\text{Hg}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{HgI}_2$
Rozpuštění oranžové sraženiny: $\text{HgI}_2 + 2\text{I}^- \rightarrow [\text{HgI}_4]^{2-}$
7. Takové látky se označují jako termokolory, teplotlivé barvy.
8. Polštářek většinou obsahuje pentahydrát thiosíranu sodného nebo trihydrát octanu sodného. Při ohřívání obě látky uvolňují svou krystalovou vodu a taví se v ní. Rozehřátý polštářek tedy obsahuje (přesycený) roztok jedné nebo druhé látky. Při aktivaci zlomením plíšku dojde k dodání vzruchu přesycenému roztoku. Roztok začne krystalizovat a uvolňovat krystalizační teplo do okolí.
9. Jakmile se kapalina dotkne čehokoli, začne ihned krystalizovat, stačilo by tedy jen chvíli počkat a pak pevnou látku zamést. Jak thiosíran sodný, tak octan sodný jsou látky absolutně nejedovaté a bezpečné pro životní prostředí, můžeme je tedy spláchnout do výlevky nebo vysypat do komunálního odpadu.
10. V prvním případě po ochlazení plechovky dojde „pouze“ k ochlazení vzduchu uvnitř plechovky – změní se objem vzduchu podle stavové rovnice ideálního plynu. Tato změna není příliš velká a zvládne ji vyrovnat voda vnikající do plechovky otvorem. V druhém případě ale nedojde pouze k zmenšení objemu plynu, ale ke z kondenzování vodní páry v plechovce, tedy k drastickému zmenšení objemu plynu v plechovce. Z 300 ml plynu v mžiku zbude jen pár μl vody, baňka se tudíž bude chovat jako evakuovaná a imploduje.
11. Pokud bychom začali zahřívát plechovku plnou kapaliny (a ještě navíc s bublinkami), postupně by uvnitř plechovky rostl tlak až do té doby, kdy by to její obal nevydržel. Plechovka by vybuchla a rozmetala svůj sladký, lepivý, obezitu přinášející obsah po okolí.
- Otázka 1 – 1 bod, 2 – 1 bod, 3 – 1 bod, 4 – 2 body, 5 – 1 bod, 6 – 0,5 bodu, 7 – 1 bod, 8 – 1 bod, 9 – 2 body, 10 – 0,5 bodu. Celkem 11 bodů.*