



Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 15 (2016/2017)

Série 4



Chemie je všude: je ve vodě, je v půdě, je ve vzduchu a je i v nás samotných. Veškeré materiály jsou tvořeny chemickými látkami, chemické reakce nám každodenně pomáhají s tvarováním světa kolem sebe a biochemické reakce nás vlastně utvářejí: katalytické reakce umožňují každodenní běh našich těl, neurotransmitery jsou nositeli našich emocí a naše DNA může dát vzniknout novým generacím. Avšak bez porozumění tajemným nebezpečnostvům s chemií spojeným jsme jí vydáni napospas, proto stojí za to ji poznat blíže a hlouběji, aby se stala naším dobrým sluhou a ne obávaným pánem.

**Termín pro odeslání řešení 4. série:
29. 5. 2017**

Elektronicky (PDF)	Papírově
http://ksicht.natur.cuni.cz/odeslani-reseni	KSICHT Přírodovědecká fakulta UK Hlavova 2030 128 43, Praha 2

Anketa

Milí řešitelé, jsme rádi, že se účastníte KSICHTu. Snažíme se, aby vám řešení úloh nepřineslo jen pochvalu vyučujícího chemie, protože jste řešili úlohy zrovna z jeho předmětu, ale aby vám seminář přinášel co nejvíce znalostí, možností k zamyšlení a snad i trochu zábavy. Potřebujeme proto znát váš názor. Byli bychom velmi rádi, kdybyste si našli chvílku na zodpovězení několika málo otázek¹. Předem vám děkujeme za pomoc a přejeme vám hodně úspěchů nejen při řešení úloh KSICHTu.

Závěrečné soustředění KSICHTu

Od 18. do 23. června se v Praze na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy uskuteční soustředění KSICHTu. Na programu budou přednášky z různých oblastí chemie a práce v laboratoři. Laboratorní úlohy se budeme snažit sestavit tak, aby si na své přišel jak začátečník, tak i zkušený chemik. Samozřejmě nebudou chybět ani hry na odreagování. Ubytování a strava budou hrazeny. Máme kapacitu pro 30 účastníků, pokud se vás přihlásí víc, bude rozhodovat počet bodů po třetí sérii. Máte-li zájem, neváhejte se přihlásit² bez ohledu na to, jak si ve výsledkové listině stojíte, nejpozději do 22. 5. Podrobnosti o soustředění zveřejníme na odkazované stránce v květnu, kdy vás rovněž budeme informovat e-mailem.

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

² <http://ksicht.natur.cuni.cz/akce-ksichtu>

Úvodníček

Milé řešitelky, milí řešitelé,

dovolte mi na úvod citovat článek „Klobouk“ z české wikipedie: „Klobouk je součást oblečení, slouží jako pokrývka hlavy. Ve srovnání s čepicí je větší a propracovanější, a především se dělí na tři části: střecha či korpus má ploché dýnko, spodní okraj je široký, plochý nebo zvlněný, zvaný krempa, obepíná celý obvod klobouku jako okružít. Nemá-li klobouk krempu, může mít čelní štítek.“

Klobouky patří do našich šatníků už velmi dlouho, zřejmě už od neolitu. Pokrývky hlavy mající původně výhradně praktický význam se v průběhu staletí staly symbolem společenského statusu. První plstěné klobouky podobné dnešním se objevily během renesance a největší oblibě se těšily u italské a francouzské šlechty. Další století patřila módě bicornů a tricornů, jejichž nejslavnějším nositelem byl zřejmě Napoleon Bonaparte. V předminulém století se zejména v Anglii rozšířily elegantní cylindry. Následovalo množství nových typů klobouků rozličných tvarů a velikostí. Mezi nejznámější patří panama, fedora, trilby a sombrero. I v Čechách má výroba klobouků dlouhou tradici, nejznámější je firma TONAK (tedy TOvárna NA Klobouky).

Určitě také máte nošení různých klobouků pevně spjaté s konkrétními osobami a osobnostními stereotypy. Buřinka náleží pravému gentlemanovi, sombrero temperamentnímu Zorrovi, panama nejlépe slušela prezidentu Masarykovi, fedoru oblíbeně nechvalně proslulý Al Capone a žádný cowboy nedá dopustit na stetson. Zdobná pokrývka hlavy ovšem vůbec není jen mužskou záležitostí. V minulosti měla každá správná dáma svou modistku, která jí byla schopna vyrobit ten pravý klobouk pro každou příležitost. V posledních letech se dámské klobouky opět vrací do módy, je však místo, kde nikdy z módy nevyšly. Dostihy vždy byly událostí, při které ženy mohly ukázat svou originalitu pomocí výstředního klobouku, či fascinátoru.

To je jistě krásné, říkáte si, ale jak to souvisí s chemickým korespondenčním seminářem? To vám hned ozřejmím. Během letního soustředění, které nás čeká právě za dva měsíce, bude klobouk patřit k povinné výbavě, nutné k tomu, abyste si soustředění plnohodnotně užili. Doufám, že po superrychlokurzu historie a teorie klobouků, pro vás nebude žádný problém si nějaký pěkný a pohodlný kousek ulovit, nebo aspoň vypůjčit.

Kromě shánění klobouků na vás ale samozřejmě čeká také řešení pětice úloh ze všech koutů chemie. Izomerická poodkryje svět asymetrických molekul v organické chemii, Kyselá snoubí organickou a fyzikální chemii, s Alliem se zatouláte do prostředí biochemie, konkrétně antibiotik a purifikace proteinů, Seriálová naservíruje výbušnou směs pyrotechnických úkolů, a to vše nakonec využijete při skládání FCC – prvního certifikátu z chemie.

Krásné jarní dny vám za všechny orgy přeje

Ifka Hrubá

Zadání úloh 4. série 15. ročníku KSICHTu

Úloha č. 1: Izomerická

(9 bodů)

Autorka: Soňa Ondrušová

Elektrárenský technik Richard Nelson provádí kontrolu moderního generátoru, nachází se zrovna uprostřed šachty, když vlivem přetížení dojde ke zkratu na kontaktu s odpojeným generátorem, kterým proběhne silný impuls elektrické energie. Nelson je nalezen nehybný.



Ačkoliv se zdá, že trpěl pouze značný šok, je toho více. Už nedokáže normálně číst, zato to zvládne bez nejmenších obtíží v zrcadle. Stejně tak býval vždy pravák a teď je z něj levák, nejen to, i zubní plomby jsou na druhé straně chrupu. Největším překvapením jsou drobné předměty, které měl Nelson v době nehody u sebe, zápiskník a mince – obojí je zrcadlově obrácené.

Za dva týdny je informován doktorem, že umírá hladu, není schopen přijímat stravu. Jeho metabolismus nedokáže zpracovat stereoizomery sacharidů, které také mají specifické rozložení atomů v prostoru.

– Arthur C. Clarke: Technická chyba (ze sbírky Směr času)

1. Z jakého důvodu nebyl Nelson schopen zpracovat stereoizomery sacharidů vyskytující se ve stravě?

Než se dostaneme k samotnému způsobu, jak pomoci Nelsonovi, je nejprve potřeba izomerii procvičit obecně.

2. Jaký je rozdíl mezi konstitučním izomerem a stereoizomerem?

V organické chemii mohou molekuly s dostatečně velkým počtem atomů vytvořit pro nás nepředstavitelné množství izomerů. My si však zatím vystačíme s látkou atomově nepřilíš početnou.

3. Nakreslete všechny konstituční izomery molekuly C_4H_8O .
4. Které z nakreslených izomerů na sebe mohou ve vhodném roztoku snadno přecházet? Vyznačte alespoň dvě takové dvojice.
5. Jak se tento typ izomerie nazývá?

Nakreslili jste jistě nemálo molekul, ale určitě tušíte, že se započítáním stereoizomerie bude celkové množství izomerů výrazně vyšší.

6. Které z vámi nakreslených konstitučních izomerů budou mít ještě stereoizomery? Jaký bude celkový počet izomerů?
7. Vyberte příklad jedné látky, která tvoří optické izomery, a oba tyto izomery nakreslete a pojmenujte. Stejným způsobem najděte dvojici geometrických izomerů a tu opět zakreslete a pojmenujte.

Nyní se můžeme přesunout k již v úvodu zmiňovaným sacharidům. Pod sumárním vzorcem $C_6H_{12}O_6$ se asi každému vybaví jako první glukosa, poté obecně skupina monosacharidů. Množství látek zaštitěných tímto vzorcem je ale samozřejmě podstatně větší. Pro úsporu papíru si vystačíme právě s monosacharidy.

8. Nakreslete ve Fischerově projekci všechny přírodní monosacharidy, které se mohou skrývat pod sumárním vzorcem $C_6H_{12}O_6$, a pojmenujte je.
9. Samotná glukosa (stejně jako ostatní monosacharidy) má v cyklické formě čtyři diastereoizomery, které na sebe mohou ve vodném prostředí snadno přecházet. Nakreslete všechny tyto izomery a pojmenujte je. Jak se jejich vzájemný přechod nazývá?
10. V cyklické formě má význam ještě jedna podskupina stereoizomerů – konformery. Nakreslete příklad dvou konformačních izomerů glukosy.
11. Nakreslete dva příklady konformačních izomerů necyklických molekul.

Nyní, když jste si udělali přehled o všech izomerech monosacharidů, určitě je zvládnete všechny spočítat a pomoci Nelsonovi.

12. Kolik celkem různých monosacharidů v cyklické formě (nepočítejte konformery) se teoreticky může skrývat pod vzorem $C_6H_{12}O_6$?
13. Jakou látku byste podali Nelsonovi, aby měla na jeho organismus stejný účinek, jako na něj původně měla v potravě běžně dostupná glukosa?

Úloha č. 2: Kyselá

(11 bodů)

Autor: Jan Hrubeš

Kyselá Prdel (v originále Bad Ass) je malá vesnička v království Lancre. Leží v horách Beraní hlavy velmi blízko k Okraji. Její poněkud neobvyklé jméno přiřadili lidé vesničce kvůli zdejší kulinářské specialitě: králičímu zadku na kyselo. Narodily se zde dvě ženy, které významně pohnuly osudy Zeměplochy: čarodějka Bábi Zlopočasná a magyně Eskarina Kovářová.



1. Napište název knihy, ve které je popisováno narození Eskariny Kovářové ve vesničce Kyselá Prdel. Uveďte též jméno autora knihy a překladatele této knihy do českého jazyka.

V chemii má adjektivum „kyselý“ poněkud odlišný význam od toho, na nějž jsme navyklí z běžného života. Dlužno ale podotknout, že většina kyselin opravdu chutná kysele. Doba, kdy chemici porovnávali chemikálie podle chuti, je však nenávratně pryč. Dnes chemici pro porovnávání kyselosti u různých roztoků používají veličinu pH.

2. Definujte, co je to pH, nejlépe pomocí okomentovaného vztahu.

Pojem kyselina zahrnoval v průběhu času rozdílné množství látek. Nejstarší Arrheniova teorie kyselin a bází považuje za kyselinu látku, která ve vodném roztoku odštěpuje H^+ ionty, zásady jsou pak podle Arrhenia látky odštěpující OH^- ionty. Brønstedova teorie rozšiřuje definici zásad na látky, které jsou schopny přijmout vodíkový kation. Nejnovější Lewisova teorie pak vůbec nepracuje s ionty, místo toho definuje kyselinu jako látku s volnými orbitaly a jako zásadu látku s nevazebnými elektronovými páry.

3. Uveďte u každé z těchto molekul, zda podle Brønstedovy teorie představuje zásadu. Pokud ano, napište její reakci s vodíkovým kationtem.

hydroxid sodný fenylalanin chloridový anion pyridin

Kyselost roztoků mohou způsobovat rozličné látky. Je nám například jasné, že kyselina sírová bude silnější kyselinou než kyselina citronová. Sílu kyselin porovnáваме veličinou, která se jmenuje pK_a . Tato veličina je záporně vzatým dekadickým logaritmem rovnovážné disociační konstanty kyseliny. Její hodnoty jsou většinou tabelovány, můžete se ale setkat i s tím, že po vás bude požadováno vyčíslit pK_a na základě experimentálních dat.

4. Spočítejte, jaké je pK_a neznámé organické kyseliny, pokud vodný roztok její sodné soli o koncentraci 0,01 mol/l vykazuje $pH = 9,2$.

Častým úkolem chemiků je připravit roztok o určitém pH. K tomu se velmi často používají tzv. pufrы, tedy roztoky, které dokážou udržet prakticky konstantní pH i po přidavku silné kyseliny či zásady. Pufr je možné připravit například smícháním slabé kyseliny a její soli se silnou zásadou v odpovídajícím poměru. Velmi časté jsou tzv. fosfátové pufrы, tedy směsi různě protonovaných fosforečnanů. Vzhledem k průběhu disociace kyseliny fosforečné jsou vhodné k použití v širokém rozmezí pH.

5. Napište aspoň dvě další používané pufráční směsi a rozmezí pH, pro které jsou vhodné.
6. Navrhněte poměry koncentrací příslušných sodných či draselných fosforečnanů, ve kterých je tyto třeba smíchat, aby vznikl fosfátový pufr o $\text{pH} = 7,2$. Můžete použít fosforečnany (3^-), ale i mono- a dihydrogenfosforečnany. Potřebné údaje dohledejte v tabulkách.

Acidobazické reakce mohou ale probíhat i v nevodných roztocích, čehož jsme svědky v organické chemii. Celá řada organických kyselin může být rozpuštěna i v jiných látkách, než je voda. Standardní vzorce pro výpočet pH zde selhávají, místo nich je nutno použít speciální výpočet, tzv. Hammetovu funkci. To zde po vás ale samozřejmě nebudeme chtít.

7. Napište, která z každé dvojice látek je kyselejší, a uveďte důvod.
 - a) Benzoová kyselina – hexadekanová kyselina
 - b) Ethanová kyselina – trifluoethanová kyselina
 - c) 3,5-dinitrobenzoová kyselina – 2,4,6-trinitrobenzoová kyselina
 - d) Methanová kyselina – propanová kyselina

Při syntézách, kde se používají organokovové sloučeniny (např. Grignardova činidla), nesmí být v roztocích přítomny žádné kyselé látky, které by příslušný organokov rozložily. Za kyselou látku se zde přitom považuje voda, alkoholy, i některé jiné sloučeniny (terminární alkyny). Reakce proto musí probíhat ve voděprostých rozpouštědlech (např. v diethyletheru sušeném sodíkem). Tuto reakci také nelze provádět na látkách, které jsou samy o sobě kyselé.

Tato skutečnost je zapříčiněna faktem, že samotné Grignardovo činidlo většinou představuje „sůl“ nějakého alkanu, alkenu či arenu. Jakákoliv silnější kyselina pak tento uhlovodík vytěsni. Kyselinou ale zde můžeme rozumět i látku, ke které za normálních okolností přistupujeme jako k zásadě!

8. Napište, které látky by s allylmagnesiumbromidem ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{MgBr}$) významně acidobazicky reagovaly, tedy které látky jsou významně silnější kyseliny než propen. Máte následující výběr:

- *tert*-butanol
- amoniak
- isobutan
- piperidin
- propyn
- benzen
- diethyl-malonát
- cyklopentadien
- diethylamin
- tetrahydrofuran
- methan
- SbF_5 rozpuštěný v bezvodém fluorovodíku

Úloha č. 3: Allium

(11 bodů)

Autor: Adam Tywoniak



Three nickels will get you on the subway, but garlic will get you a seat.

– přísloví z New Yorku

Without effective antibiotics, the success of major surgery and cancer chemotherapy would be compromised. (...) Globally, 480 000 people develop multi-drug resistant TB each year, and drug resistance is starting to complicate the fight against HIV and malaria, as well.

Antimicrobial resistance – Fact sheet.

World Health Organization (WHO), 2016.

Biochemik Jardík se při brouzdání po internetu dočetl o problému, který představuje stále častější rezistence bakterií vůči běžně používaným antibiotikům³.

1. Běžně používaná antibiotika lze podle strukturních motivů v jejich molekule rozdělit do několika základních tříd. Uveďte pro tyto příklady antibiotik, do které třídy se řadí, a doplňte obecný strukturní vzorec společný pro danou skupinu.

amoxicilin sulfamethoxazol ciprofloxacin doxycyklin

2. Kdo všechno obdržel v průběhu let Nobelovu cenu za práci související s antibiotiky?

Přítom narazil na zmínku o látce běžně označované jako allicin, schopné potlačovat růst i mnoha kmenů jinak rezistentních bakterií. Po chvíli hledání se mu zobrazila tabulka 1⁴:

Tabulka 1. Antibakteriální účinky allicinu

Bakteriální linie	LD ₅₀ allicinu [μg/ml]
<i>Escherichia coli</i> senzitivní	15
<i>Escherichia coli</i> multirezistentní	15
<i>Staphylococcus aureus</i> senzitivní	12
<i>Staphylococcus aureus</i> methicilin-rezistentní	12

³ <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/>

⁴ Podle Ankri, S., Mirelman D. *Antimicrobial properties of allicin from garlic.* Microbes and Infection, 1999. 1 (2): p. 125–129.

Co Jardík překvapilo ještě víc než schopnost allicinu působit proti rezistentním bakteriím, byl výrok, že proti allicinu bakterie prakticky nejsou schopny vyvinout rezistenci.

3. Jakým způsobem vzniká rezistence proti antibiotikům například betalaktamového typu? Proč nejsou bakterie schopny tímto mechanismem vyvinout odolnost proti allicinu?

Jardík pátral dále a dočetl se, že allicin byl objeven jako složka extraktu z rozdrčených stroužků česneku setého, odkud jej v roce 1944 izolovali Chester J. Cavallito a John H. Bailey.

4. Z čeho a jak allicin vzniká? Napište rovnici nebo schéma jeho vzniku. Rozhodněte také, zda je allicin chirální molekulou. Pokud ano, napište, kolik stereoisomerů a v jakém zastoupení byste očekávali u allicinu rostlinného původu.

Protože si Jardík už dlouho chtěl vyzkoušet postupy izolace a přečišťování enzymů, které do té doby znal jen teoreticky, rozhodl se, že zkusí česnek napodobit v laboratoři. Při snaze o získání alliinasy postupoval podle protokolu, který našel v článku. Podle něj měl pro získání alliinasy homogenizovat stroužky česneku ve fosfátovém pufru o koncentraci 20 mmol/dm^3 a pH 6,5, v jiném publikovaném protokolu se doporučuje použít pufr označený jako HEPES. Ten patří mezi tzv. Goodovy pufrы, používané v biochemii a molekulární biologii od 60. let 20. století.

5. Proč jsou běžné anorganické tlumivé roztoky méně vhodné pro použití v těchto oblastech? Uveďte alespoň tři požadavky, se kterými byly Goodovy pufrы vyvinuty.

Podle doporučeného postupu se má do pufru použitého pro získání proteinu z rostlinné hmoty přidat pyridoxal-5'-fosfát.

6. Jaký je význam pyridoxalfosfátu pro alliinasy? Pokud byste chtěli doplnit jeho zásoby ve svém organismu, jakou účinnou látku byste žádali v lékárně?

V dalším návodu se doporučuje přidat do pufru také Pefabloc a azid sodný.

7. Před jakými vlivy mají tato činidla proteiny v lyzátu ochránit?

Po několika hodinách práce, kdy za stálého chlazení na $4 \text{ }^\circ\text{C}$ rozmixovanou hmotu centrifugací zbavil zbytků rostlinných pletiv, přidavkem poly(ethylenglykolu) z ní vysrážel proteiny, ty druhou centrifugací odebral z roztoku a převedl je do dalšího pufru, Jardík nevěděl, co vlastně získal.

Z přednášek si ale pamatoval, že proteiny v roztoku je možné stanovit spektrofotometricky změřením absorbance při vlnové délce 280 nm. Protože

neměl po ruce standardní roztoky o definované koncentraci, chtěl pro výpočet použít tabelovaný molární absorpční koeficient. Hodnotu molárního absorpčního koeficientu pro proteiny ale v databázi hledal marně.

8. Proč neexistuje všeobecně použitelná konstanta pro přepočet absorbance při 280 nm na koncentraci proteinu v roztoku?
9. Je spektrofotometrické stanovení vůbec vhodné konkrétně pro alliinasu?⁵

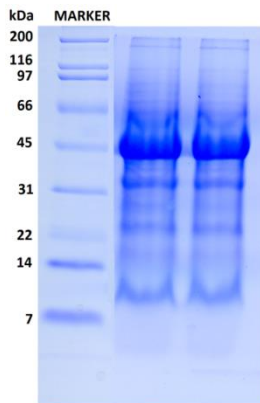
Místo toho se Jardík rozhodl zobrazit proteiny pomocí polyakrylamidové elektroforézy. Od kolegy si půjčil návod na přípravu gelu, podle kterého měl použít: akrylamid, *N,N*-metylenbis(akrylamid), tetramethylethyldiamin, peroxidisíran amonný, glycerol a roztok označený jako Tricin/KOH.

10. Napište nebo zakreslete vzorce jednotlivých látek a napište, k čemu při přípravě separačního gelu slouží.

Na připravený gel v soupravě naněsl vzorek získané směsi připravený povarením s dodecylsíránem sodným a 2-merkptoethanolem, zapnul zdroj stejnosměrného napětí a nechal probíhat elektroforézu asi 40 minut.

11. Jaký význam má dodecylsírán sodný (SDS) a jaký 2-merkptoethanol? Co by se stalo, pokud by na celu pro elektroforézu vložil místo stejnosměrného napětí střídavé?

Po rozebrání cely a obarvení polymerního gelu viděl Jardík takovouto řadu proužků:



12. Navrhněte Jardíkovi, jaký dodatečný purifikační krok má zařadit, aby oddělil alliinasu od ostatních proteinů v lyzátu. Napovíme, že alliinasa je (na rozdíl od ostatních proteinů v česnekové buňce) glykoprotein obsahující asi 6 hm. % mannosy.

Poté, co Jardík použitím vhodné zvolené techniky získal přečištěnou alliinasu, začal hledat způsob stanovení její enzymatické aktivity a přemýšlet nad možností demonstrace antibiotického účinku allicinu v laboratorních podmínkách. Pak si ale vzpomněl, že je pátek odpoledne, pohledem z okna zjistil, že venku vypuklo jaro, a do příštího týdne Jardíka v laborce nikdo neviděl.

⁵ Nápověda: vyhledejte si sekvenci alliinasy (EC 4.4.1.4) například na RCSB Protein Data Bank <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>.

Úloha č. 4: H205

(12 bodů)

Autor: Luděk Míka

Všeobecné pokyny: Veškeré práce spojené s výrobou pyrotechnických potřeb, hlavně mísení snadno výbušných lučebnin jako chlorečnanů, chloristanů a persíranu s prachovými kovy má se díti pro velké nebezpečí výbuchu a požáru stranou uzavřených místností, nejlépe na volném prostranství, pod lehkou kolnou. Rovněž plnění do papírových kartonů nebo luštín vyžaduje nejvyšší opatrnosti.



Mísení se provádí v dřevěné nebo porcelánové míse za mírného a pozvolného tření jednotlivých složek, které přidáváme vždy po sobě nikoliv najednou. Jednotlivé soli podle možnosti navlhčíme a po smísení vysušíme.⁶

Již první literární zmínky o pyrotechnice v sobě nesou jistá varování („... a jejich tváře a ruce byly popáleny a domy, ve kterých pracovali, lehly popelem...“). Proto je vhodné každé povídání o pyrotechnice začít bezpečností práce.

1. V úvodu této úlohy se píše, že je nutné jednotlivé složky pyrotechnických směsí roztírat zvlášť. Uveďte, co by se stalo, kdybychom se tohoto nedrželi, a vysvětlíte, čím je to způsobeno.

Na obalu všech pyrotechnických výrobků je poučení, že selhávky mají být ponořeny do kýble s vodou a následně mohou být zlikvidovány.

2. Napište, co se s pyrotechnikou při tomto zacházení stane a proč je pak neškodná.

Výsledný efekt, který po zapálení pyrotechnická směs produkuje, závisí na tom, jaké složky jsou smíchány, na jejich poměru a také na velikosti částic.

3. Popište, jaké chování byste očekávali od následujících směsí po zapálení (jedná se o hmotnostní díly).
 - 30 dílů KClO_3 , 25 dílů laktosy, 30 dílů salmiaku, 15 dílů auraminu
 - 1 díl KClO_4 , 1 díl magnalia (slitina $\text{Al}:\text{Mg} = 1:1$); vše jenně práškové
 - 37 dílů KNO_3 , 30 dílů šťavelanu sodného, 30 dílů Mg , 3 díly pojiva

Kromě složení směsi závisí výsledný efekt pyrotechnické směsi také na způsobu jejího zpracování. Jako poměrně univerzální směs si vezmeme směs

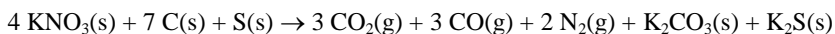
⁶ Upraveno podle Josef Brož. *Receptář chemickotechnický*, 1942

KClO_4 s práškovým Mg (v poměru 1:1). Obě složky jsou rozemlety na velmi jemný prášek a dokonale smíseny. Tato směs je zapálena v několika různých uspořádáních:

- Malé množství směsi je nasypáno v tenké vrstvě na rovnou podložku.
 - Malé množství směsi je nasypáno dovnitř papírové roličky.
 - Směs je pomocí lepidla zformována do tvaru válečků o průměru asi 1 cm.
4. Popište, jak se budou jednotlivé směsi po zapálení chovat. Popište efekt, optické i zvukové projevy, rychlost hoření.

Podívejme se nyní trochu blíže na jednotlivé typy zábavní pyrotechniky. Začneme těmi nejstaršími, tedy petardami.

5. Vypočítejte objem plynu, který se uvolní při odpálení petardy obsahující 1 g střelného prachu. Vycházejte ze zjednodušené rovnice hoření střelného prachu:



Předpokládejte, že plyny se chovají ideálně a mají při měření teplotu 25 °C a standardní tlak.

6. Vypočítejte, jaký tlak teoreticky může být uvnitř obyčejné petardy. Počítejte, že 1 g střelného prachu je uzavřen v prostoru o objemu 2 ml. Teplota, na kterou se vznikající plyny zahřejí, je asi 2500 K.

Efekty dělané kulovými pumami patří k nejlepšímu, co umí pyrotechnici na obloze vykouzlit. S vidinou úžasného a neopakovatelného soukromého silvestrovského ohňostroje jste navštívili před Vánoci asijskou tržnici a skupili všechno, co mělo dostatečnou velikost. Až doma jste si uvědomili, že na rozdíl od legální pyrotechniky na obalech nejsou obrázky, ale jen nějaké nápisy (ještě, že jsou aspoň v angličtině).

7. Popište (a případně nakreslete), jak budou vypadat následující efekty:
- Titan salute
 - Half green half red chrysanthemum
 - Blue shell with yellow pistil
 - Green willow

8. Nakreslete vnitřní strukturu kulové pumy, která na obloze udělala následující efekty:

- <https://youtu.be/yo9csxnkDs8>
- <https://youtu.be/USI6Oj2E4x8>
- <https://youtu.be/TgWVXoFrHgs>
- <https://youtu.be/aGIpscZeZ-w> (Pozor, celý efekt způsobila jediná kulová puma.)

Ohňostroje se často používají při oslavách různých důležitých událostí. Takovou událostí by mohlo být i spočinutí člověka na povrchu Měsíce. Je sice nepravděpodobné, že by si kosmonauti s sebou na Měsíc vzli něco tak zbytečného a nebezpečného jako je pyrotechnika, ale náš hypotetický kosmonaut na palubu propašoval stříbrnou fontánku, petardu a kulovou pumu s efektem Red chrysanthemum.

9. Popište, jak budou jednotlivé efekty vypadat při použití na povrchu Měsíce (Předpokládejte, že se je podaří zapálit i v nepřítomnosti atmosféry na Měsíci.). Hlavně se zaměřte na porovnání s tím, jak by to vypadalo na Zemi.

Když jste listovali touto KSICHTí brožurkou, možná jste se podivili nad zvláštním názvem této úlohy. Ale i ten má něco společného s pyrotechnikou.

10. Vysvětlete název úlohy a napište, co má společného s pyrotechnikou.

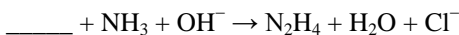
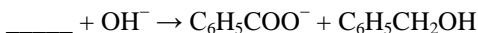
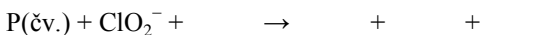
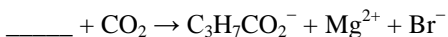
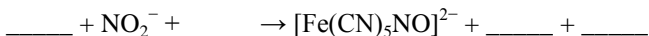
Úloha č. 5: FCC (First Certificate in Chemistry)**(12 bodů)**

Autor: Alan Liška



Jedna z populárních cambridgeských zkoušek z angličtiny se nazývá First Certificate in English (FCE) a bývá považována za osvědčení o zvládnutí potřebného „minima“ komunikačních dovedností kandidáta napříč kariérním spektrem. Pojd'te se přesvědčit, že podobným způsobem ovládáte také chemii.

1. Doplňte reakce a vyčíslíte je:



2. Přiřaďte následujícím částicím z nabídky jejich barvy ve vodných roztocích (jednu barvu nebudete k řešení potřebovat):

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	červená	žlutá
$[\text{CoCl}_4]^{2-}$	$[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$	oranžověhnědá	bezbarvá
$[\text{AuCl}_4]^-$	$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	oranžová	hnědá
I_3^-	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	fialová	světle fialová
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$	$[\text{Hg}_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$	modrá	růžová
		zelená	

3. Z každé řady uvedené níže vyberte vždy jednu sloučeninu, která do dané řady logicky nepatří. Dále uveďte, na základě jakého kritéria jste tak rozhodli (1-2 slova).

TlBr, Na₂SO₄, BaCO₃, AgSCNKH₂PO₄, (CH₃)₂Hg, NaN₃, NH₄CNH₂NC₆H₄C₆H₄NH₂, K₂Cr₂O₇, C₆H₆, Mg(OH)₂CuSO₄·5 H₂O, ClO₂, N₂O₄, NO₂

$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$, SmI_2 , O_3 , K_2FeO_4

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$, HCN , $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$

4. Doplňte správné výsledky následujících jednoduchých příkladů.

(a) Objem 1 mol ideálního plynu při $500\text{ }^\circ\text{C}$ a za atmosferického tlaku je _____ m^3 .

(b) Plastová láhev naplněná vzduchem se při ochlazení z $25,0\text{ }^\circ\text{C}$ na $0,0\text{ }^\circ\text{C}$ v rámci aproximace ideálního plynu a za předpokladu, že jsou tlaky na obou stranách stěny vyrovnány, smrští na _____ % svého původního objemu. (V praxi by to pravděpodobně kvůli mechanickému odporu materiálu láhve nenastalo.)

(c) K posypu komunikací se v zimě používá močovina, NaCl nebo CaCl_2 . Jako nejvýhodnější se z hlediska snížení bodu tuhnutí o $1,00\text{ }^\circ\text{C}$ jeví _____ s pouhými _____ g/kg vody. Následují _____ (_____ g/kg vody) a _____ (_____ g/kg vody). $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 6,008\text{ kJ/mol}$.

(d) Hodnota součinu rozpustnosti vyjádřená jako pK_s , je podobná pro AlF_3 (19,2), $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (19,25) i $(\text{Hg}_2)_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ (20,07; všechny tři údaje platné při $25\text{ }^\circ\text{C}$), ale vlivem rozdílných stechiometrií jsou koncentrace nasycených roztoků těchto solí po řadě _____ mol/l, _____ mol/l a _____ mol/l, tedy nejvíce rozpustnou sloučeninou je _____.

(e) Termy degenerovaných elektronových konfigurací volných iontů Cr^{2+} a Fe^{2+} ve vakuu nebo kulově symetrickém elektrostatickém poli jsou v obou případech _____, ale díky rozdílné obsazenosti elektrony je v důsledku třetího Hundova pravidla základní stav Cr^{2+} popsán mikrostavem _____, zatímco v případě Fe^{2+} _____ (v aproximaci Russell-Saundersovy vazby).

(f) Nahradíme-li v tetraoxoarseničnanovém aniontu, který je popsán bodovou grupou _____, jeden atom kyslíku za atom síry, dojde k snížení symetrie na _____. Při náhradě druhého atomu kyslíku nastane ještě výraznější snížení symetrie na _____. Pokud bychom z částice $\text{AsO}_2\text{S}_2^{3-}$ myšlenkově odstranili jeden atom kyslíku, vzniklý dithioarsenitan by byl popsán bodovou grupou _____ o ještě nižším řádu _____.

5. Doplňte následující text výběrem vždy pouze jedné správné možnosti.

Glykolýza je základní _____ (1) děj, který probíhá ve všech buňkách _____ (2). Zdrojem glukosy u živočichů může být zásobní polysacharid _____ (3). Konečným produktem glykolýzy je _____ (4), který je dále odbouráván buď energeticky méně efektivními fermentačními procesy vedoucími ke vzniku _____ (5) (např. ve svalcích při zvýšené námaze), nebo aerobně na

_____ (6), který dále vstupuje do _____ (7) cyklu, lokalizovaného v buňkách do _____ (8). Energetický zisk cyklu spočívá ve vzniku makroergických sloučenin _____ (9), jejichž hydrolyza umožňuje průběh endergonických reakcí, s nimiž je spřažena. Energie se též ukládá do redukováných kofaktorů _____ (10), které jsou následně zhodnoceny reoxidací _____ (11). Celkový energetický zisk oxidace 1 molekuly glukosy až na H_2O a CO_2 lze vyjádřit jako _____ (12) ATP.

- (1) (a) anabolický (b) amfibolický (c) katabolický (d) anaplerotický
- (2) (a) na ribosomech (b) v mitochondriích
(c) v Golgiho aparátu (d) v cytoplasmě
- (3) (a) glykogen (b) škrob (c) agar (d) celulóza
- (4) (a) malát (b) pyruvát (c) ureát (d) oxalacetát
- (5) (a) laktátu (b) glukonátu (c) 3-fosfoglycerátu
(d) glycerinaldehydu
- (6) (a) acetyl-CoA (b) propionyl-CoA (c) pyruvát (d) aspartát
- (7) (a) Calvinova (b) Krebsova (c) glyoxylátového (d) pentosového
- (8) (a) cytoplasmy (b) endopl. retikula (c) glyoxysomů
(d) mitochondrií
- (9) (a) NADH a $FADH_2$ (b) NADPH a $FADH_2$ (c) ATP a NADH
(d) ATP a GTP
- (10) (a) NADH a $FADH_2$ (b) NADPH a $FADH_2$ (c) ATP a NADH
(d) ATP a GTP
- (11) (a) při fotosyntéze (b) v dýchacím řetězci
(c) v močovinném cyklu (d) při proteosyntéze
- (12) (a) 32 (b) 34 (c) 36 (d) 38


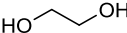

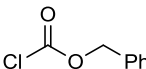



Řešení úloh 3. série 15. ročníku KSICHTu

Úloha č. 1: Chemičtí bodyguardi

(11 bodů)

Autor: Ondřej Šimůnek

1. Struktury a názvy látek **A-H** uvádí následující tabulka:

	název	struktura
A	trifenylochlořmethan (tritylchlorid)	
B	ethan-1,2-diol	
C	aceton	
D	benzyl-chlorformiát	
E	3,4-dihydro-2H-pyran	
F*	terc-butanol	
G	chlortrimethylsilan	$(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$
H	chlormethyl(methyl)ether	

*Vzhledem k tomu, že dle uvedeného popisu mohl být látkou **F** nejen terc-butanol, ale i kyselina octová, byla i ta uznávána jako správné řešení.

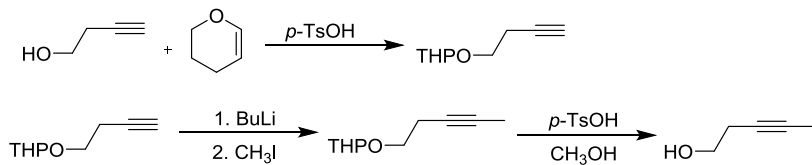
2. Skupiny látek, které je možné uvedenými činidly ochránit, shrnuje následující tabulka:

	skupiny látek
A	alkoholy
B	aldehydy, ketony
C	vicinální dioly
D	aminy, aniliny
E	alkoholy
F	karboxylové kyseliny
G	alkoholy, fenoly, terminární alkyny
H	alkoholy, fenoly

3. Zkratky příslušných chránících skupin jsou uvedeny v tabulce:

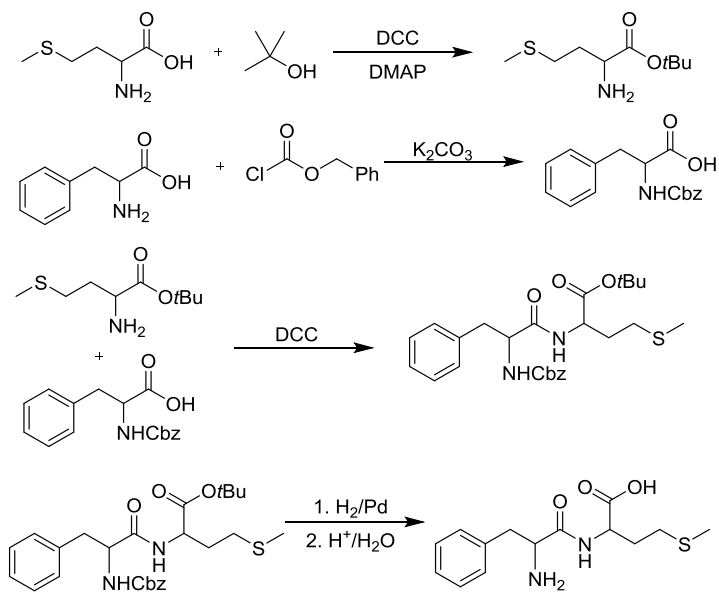
	zkratka chránící skupiny		zkratka chránící skupiny
A	Trt	E	THP
B	-	F	<i>t</i> BuO
C	-	G	TMS
D	Cbz, Z	H	MOM

4. a)

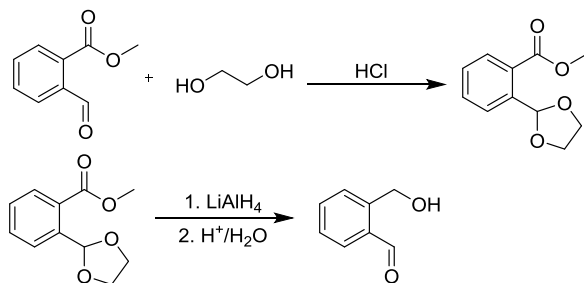


Lze také chránit pomocí Trt, MOM, TMS.

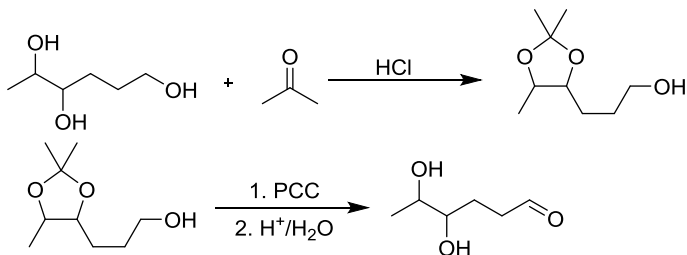
b)



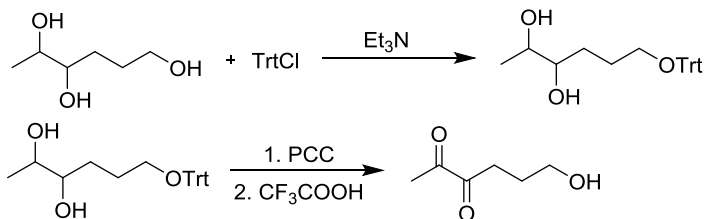
c)



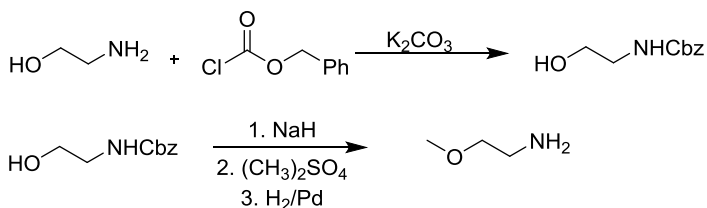
d)



e)



f)



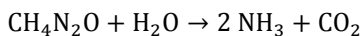
Otázka 1 – 4 body, 2 – 1,6 bodu, 3 – 0,6 bodu, 4 – 4,8 bodu. Celkem 11 bodů.

Úloha č. 2: DALŠÍ KRIZE!

(6 bodů)

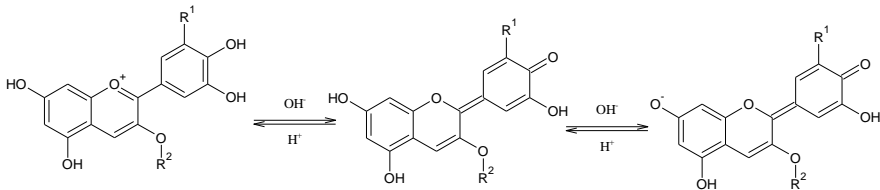
Autorka: Aneta Pospíšilová

- Vzorek s močí mění barvu z červenofialové na světle modrou, vzorek s nápojem barvu nemění.
- Rozklad močoviny (A) na čpavek (B) a oxid uhličitý (C) za katalýzy ureázou.



Vzniklý amoniak zvyšuje pH roztoku, šťáva z červeného zelí funguje jako pH indikátor.

3. Antokyany.



4.

$$a) \quad c_B = 2 \cdot c_A = 2 \cdot \frac{m}{MV} = 2 \cdot \frac{20}{60 \cdot 1} = 0,67 \text{ mol/l}$$

- b) Pro výpočty pH vodných roztoků jsou vždy čtyři rovnice vyjadřující základní vztahy: vztah pro rovnovážnou konstantu/konstanty, definice iontového součinu vody, rovnice vyjadřující celkovou koncentraci rozpuštěné látky/látek a podmínka elektroneutality. V našem případě:

$$K_B = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

$$c_B = [\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3]$$

$$[\text{NH}_4^+] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$$

Jelikož víme, že roztok je bazický díky reakci amoniaku a vody za vzniku NH_4^+ a OH^- , a proto lze pokládat koncentraci H^+ za zanedbatelnou v porovnání s koncentracemi NH_4^+ a OH^- , nabývá vztah pro elektroneutralitu tvaru:

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$$

Po úpravách řešíme rovnici:

$$K_B = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c_B - [\text{OH}^-]}$$

Jelikož je amoniak slabá báze, lze navíc předpokládat, že koncentrace amoniaku je podstatně vyšší než koncentrace amonných iontů. Tím se vztah zjednoduší:

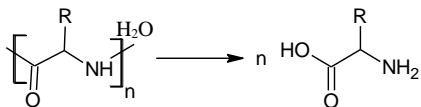
$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c_B}$$

V obou případech po úpravě a dosazení vyjde $[\text{OH}^-] = 0,00345$, pH pak vypočítáme z definičního vztahu a ze vztahu pro iontový součin vody:

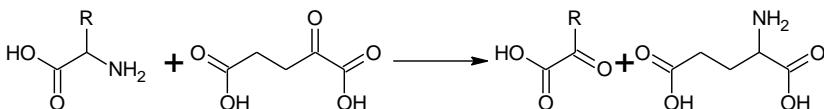
$$\text{pH} = -\log([\text{H}^+]) = -\log\left(\frac{K_w}{[\text{OH}^-]}\right) = 11,5$$

5. Z bílkovin. Proto by bylo vhodné před experimentem obohatit stravu o maso, vejce, mléčné výrobky, luštěniny nebo další potraviny bohaté na proteiny. Další možností je jíst přímo potraviny obsahující močovinu nebo amoniak.

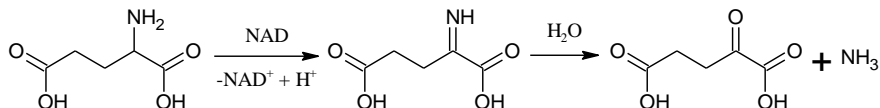
6. Hydrolyza bílkovin:



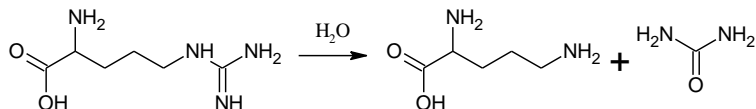
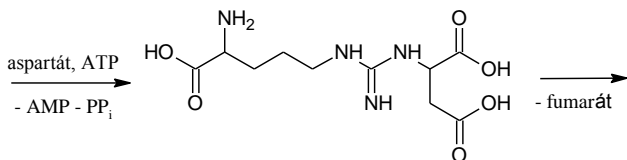
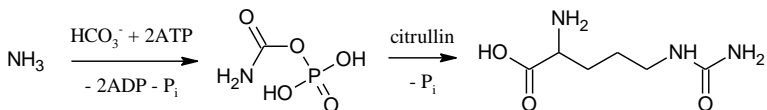
Transaminace:



Deaminace:



Ornithinový cyklus:



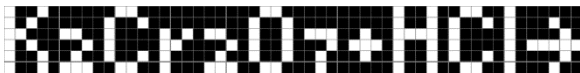
Otázka 1 – 0,05 bodu, 2 – 0,75 bodu, 3 – 0,95 bodu, 4 – 2,75 bodu, 5 – 0,5 bodu, 6 – 1 bod. Celkem 6 bodů.

Úloha č. 3: Malované křížovky

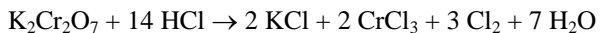
(7 bodů)

Autoři: Luděk Míka, Barbora Szmolková

1.

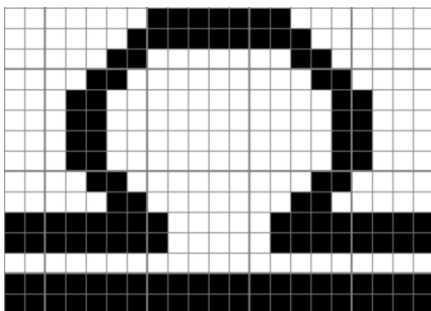


2. Správným luštěním se dostanete k začátku chemické rovnice, která po vyčíslení vypadá následovně:

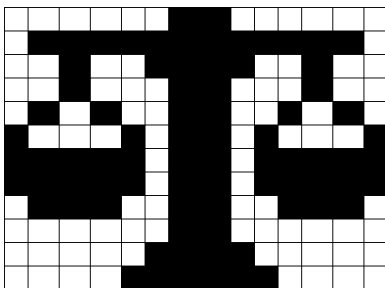


3. Z původně oranžového roztoku se stane roztok tmavě zelený a zároveň bude vznikat žlutozelený plyn.

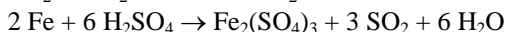
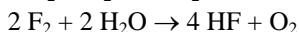
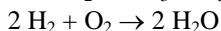
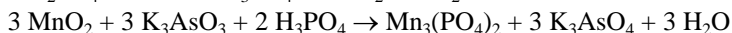
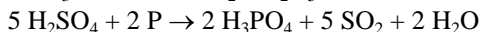
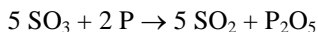
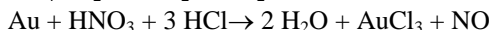
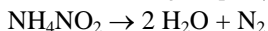
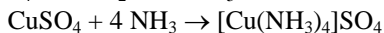
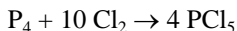
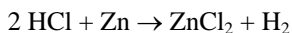
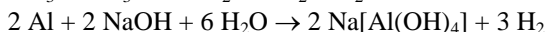
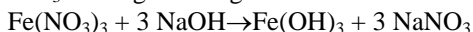
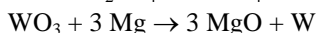
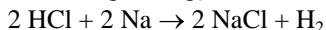
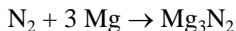
4.



5.



6. $\text{AuCl}_3 + 3 \text{FeCl}_2 \rightarrow 3 \text{FeCl}_3 + \text{Au}$
 $3 \text{HNO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
 $5 \text{KI} + \text{KIO}_3 + 6 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow 3 \text{I}_2 + 6 \text{CH}_3\text{COOK} + 3 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{HNO}_3 + 3 \text{HCl} \rightarrow \text{NOCl} + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$



7. Na obou obrázcích je to samé – váhy.

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

Úloha č. 4: Zaostrěno na speciaci I**(16 bodů)**

Autor: Alan Liška

Všechna zde uvedená řešení byla vypracována pomocí databáze llnl.dat. V případě, že řešitelé použijí jinou databázi (a uvedou ji do odpovědi), budou jejich výsledky hodnoceny v souladu s touto skutečností. Mnohdy lze ke správnému řešení dospět i jinou kombinací dílčích výpočetních operací, resp. použitím jiných klíčových slov a/nebo jejich sekvencí. Z tohoto důvodu se bude každé řešení v případě potřeby posuzovat zvlášť s ohledem na úplnost a věcnou správnost.

1. Zadání lze provést např. ve tvaru:

```

DATABASE c:/phreeqc/database/llnl.dat
SOLUTION 1
    units mol/L
    pH      7.00  charge      # hledáme pH
    temp    25.0
S(6)      0.100              # 0.100M H2SO4
END
SOLUTION 2
    units mol/L
    pH      7.00  charge      # hledáme pH
    temp    25.0
N(-3)     0.0300            # NH3, NH4+ (dle databáze
llnl.dat "N(-3)")
F         0.0300            # F-, HF apod.
END
SOLUTION 3
    units mol/L
    pH      7.00  charge      # hledáme pH
    temp    25.0
Na        0.0500            # Na+
B(3)      0.100             # 0.0250M B4O7-2 odpovídá
0.100 M H3BO3, BO2- atp.
END
SOLUTION 4
    units mol/L
    pH      7.00  charge      # hledáme pH
    temp    25.0
Cl(-1)    0.100            # 0.100M HCl
END
MIX 1                                           # míchání roztoků

```

3 0.100 # 0.100 l roztoku č. 3 mícháno
s 0.0232 l
4 0.0232 # roztoku č. 4, zanedbány
objemové změny
END

Roztok (a) má pH 1,00, (b) 6,22 a (c) 8,73 (shoduje se s tabelovanou hodnotou), iontová síla je pro roztoky (a) $1,40 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, (b) $3,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ a (c) $3,95 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$.

2. Zahrnutím bloku

```
EQUILIBRIUM_PHASES 3
O2 (g) -0.68 # SI = log 0.21
CO2 (g) -3.4 # SI = log 4e-4
```

vyjde pro pufr (c) pH 8,63, což je očekávatelné vzhledem ke kyselým vlastnostem absorbovaného CO₂.

3. Hodnota pH pufru (c) klesne na 8,45. Kvalitativně lze na základě van't Hoffovy rovnice (1)

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^{\circ}}{RT^2} \quad (1)$$

odhadnout klesající trend s rostoucí teplotou s ohledem na skutečnost, že ΔH° pro rovnováhu (2) je kladné ($\Delta H^{\circ} = 55,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$).



Při vyšší teplotě lze tedy očekávat vyšší (méně zápornou) hodnotu log K, a tudíž nižší aktivity H⁺ a OH⁻.

4. Zadání může mít obecný tvar

```
DATABASE c:/phreeqc/database/llnl.dat
SOLUTION 1
units mol/L
pH 7.00 charge # zjišťujeme pH
temp 25.0
EQUILIBRIUM_PHASES 1 # viz bod 2
O2 (g) -0.68
CO2 (g) -3.4
[název minerálu] 0 [moly] # nasycený roztok
výchozího minerálu; tolik molů, aby část zůstala
nerozpuštěna
```

```

SAVE SOLUTION 1
END
USE SOLUTION 1
EQUILIBRIUM_PHASES 2
Zincite 0 # ZnO v databázi llnl.dat
[název minerálu] 0 # další minerály, které vznikly
přesrážením
END

```

Tabulka 1. Výsledky výpočtů bodu 4

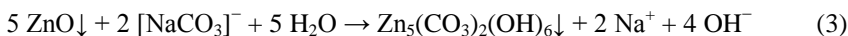
Prostředí	H ₂ O	nas. Na ₂ CO ₃	nas. KNO ₃	nas. NaCl
$c_m(\text{Zn}^{2+}) / \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$	$1,00 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-6}$	$1,07 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$

Voda

Výsledek: viz tabulku 1.

Nasyčený roztok Na₂CO₃

V roztoku je vlivem hydrolyzy Na₂CO₃ zvýšena aktivita iontů OH⁻ přibližně společných s oxidovým aniontem v ZnO, přičemž pH není až tolik alkalické, aby se plně projevil opačný efekt daný amfoterními vlastnostmi oxidů a hydroxidů zinečnatých (tvorba rozpustných hydroxokomplexů). Současně dochází k přesrážení ZnO na Zn₅(CO₃)₂(OH)₆ podle rovnice (3).

**Nasyčený roztok KNO₃**

Rozpustnost se velmi mírně zvýšila oproti čisté vodě v důsledku zvýšené iontové síly prostředí, a tudíž snížení aktivitních koeficientů všech částic.

Nasyčený roztok NaCl

Vyšší rozpustnost ZnO je způsobena zejména komplexací vznikajících iontů Zn²⁺ chloridovými ionty za vzniku [ZnCl₄]²⁻. Další faktor zvyšující rozpustnost ZnO je také zvýšení iontové síly (viz bod 4(c)).

5. Teoretickou stechiometrii rozpouštění lze popsat jako (4),



takže k rozpouštění by bylo potřeba 0,212 g HCl, tj. 0,523 ml 35% HCl a tolik vody, aby výsledná směs měla 100 ml. Ve skutečnosti bude třeba 0,742 g HCl, tj. 1,83 ml 35% HCl a voda do celkového objemu 100 ml. Výsledný roztok bude mít pH 0,94 (způsobený nadbytečnou kyselinou chlorovodíkovou).

6. Po nastřelení prvního výpočtu:

```

DATABASE c:/phreeqc/database/llnl.dat
SOLUTION 1
    units mol/kgw
    pH      7.00 charge
    temp    25.0
K      0.400 # 0.200 mol/kg K2CrO4   (smíchaný roztoky
o pův. molalitě
Cr(6) 0.200 # 0.200 mol/kg K2CrO4   0.4 mol/kg v obj.
poměru 1:1,
Mn(2) 0.200 # 0.200 mol/kg MnSO4    výsledná molalita
je poloviční,
S(6)  0.200 # 0.200 mol/kg MnSO4    tj. 0.2 mol/kg)
EQUILIBRIUM_PHASES 1                # viz bod 2
O2(g) -0.68 0
END

```

ve výstupním souboru nalezneme kladné log SI pro fáze "CrO₂", "Eskolaite" a "Pyrolusite". Nastavíme je tedy na nulu:

```

...
Pyrolusite 0      0
Eskolaite  0      0
CrO2       0      0
...

```

a po doběhnutí druhého výpočtu nalezneme poměr látkových množství vyloučených sraženin CrO₂ a MnO₂ zhruba 1:1 (Cr₂O₃ vzniká pouze minoritně). Protože pozorujeme úbytek reaktantů ve stejném poměru, můžeme psát rovnici děje (5)



V případě okyselení bude zadání analogické s tím rozdílem, že píšeme:

```
S(6)      1.20
```

a z výsledků vyčteme, že se změnila pouze látková množství u chromanu a kyslíku, a to v poměru 4:3. Reakce se tedy dá zapsat jako (6), sloučeniny Mn v ní nevystupují, jedná se pouze o reakci oxidace vody dichromany a chromany.

Otázka 1 – 3,1 bod, 2 – 1,1 bodu, 3 – 1,3 bodu, 4 – 5,3 bodu, 5 – 1,8 bodu, 6 – 3,4 bodu. Celkem 16 bodů.

Úloha č. 5: Zelená**(10 bodů)**

Autoři: Štefan Stanko a Štefan Malatínek

1. Vzorec $(\text{CH}_2\text{O})_n$ obecně reprezentuje monosacharidy, dříve označované také jako uhlovodany. Potřebné je světlo o vlnových délkách 700 nm (pro FS 1) a 680 nm (pro FS 2).
2. Všechny typy chlorofylu obsahují kation hořčíku. Jejich společnou organickou strukturou je chlorin nebo porfin.
3. U obratlovců je to hem, sloužící k transportu molekul kyslíku a také hemin: součást cytochromu, účastní se redoxních reakcí. Oba obsahují kation železa. Jejich organická struktura (bez kationtu kovu) se nazývá porfin.

$$4. r_{\text{chloroplast}} = 5 \mu\text{m} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$r_{\text{thylakoid}} = 3 \mu\text{m} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$N_{\text{lumen}} = 700\,000$$

$$N_{\text{stroma}} = 2\,500$$

$$V_{\text{chloroplast}} = \frac{4}{3} \pi r_{\text{chloroplast}}^3 = \frac{4}{3} \pi (5 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 = 5,236 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{thylakoid}} = \frac{4}{3} \pi r_{\text{thylakoid}}^3 = \frac{4}{3} \pi (3 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 = 1,131 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{stroma}} = V_{\text{chloroplast}} - V_{\text{thylakoid}} = (5,236 \cdot 10^{-16} - 1,131 \cdot 10^{-16}) \text{ m}^3 \\ = 4,105 \cdot 10^{-16} \text{ m}^3$$

$$c_{\text{thylakoid}} = \frac{N_{\text{lumen}}}{N_{\text{A}} V_{\text{thylakoid}}} = \frac{700000}{N_{\text{A}} \cdot 1,131 \cdot 10^{-16}} = 0,01028 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \\ = 1,028 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$pH_{\text{thylakoid}} = -\log(c_{\text{thylakoid}}) = -\log(1,028 \cdot 10^{-5}) = 5$$

$$c_{\text{stroma}} = \frac{N_{\text{stroma}}}{N_{\text{A}} V_{\text{stroma}}} = \frac{2500}{N_{\text{A}} \cdot 4,105 \cdot 10^{-16}} = 1,011 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \\ = 1,011 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$pH_{\text{stroma}} = -\log(c_{\text{stroma}}) = -\log(1,011 \cdot 10^{-8}) = 8$$

$$5. \Delta G = -2,303 \cdot R \cdot T \cdot \Delta pH = -2,303 \cdot R \cdot 298,15 \cdot 3 = -17,127 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$6. I_{\text{zem}} = \frac{P_{\text{Slunce}}}{4\pi R^2} = \frac{3,827 \cdot 10^{26}}{4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2} = 1354 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$S_{\text{zem}} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (6,378 \cdot 10^6)^2 = 1,278 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$$

$$P_{\text{total}} = I_{\text{zem}} \cdot S_{\text{zem}} = 1354 \cdot 1,278 \cdot 10^{14} = 1,730 \cdot 10^{17} \text{ W}$$

$$E = P_{\text{total}} \cdot t = 1,730 \cdot 10^{17} \cdot 3,154 \cdot 10^7 = 5,456 \cdot 10^{24} \text{ J}$$

7. Ve fotosyntéze jsou využity 2 % energie dopadající na Zem (energie z úlohy 6). Tato energie je rovná celkové Gibbsově energii pro reakci fotosyntézy a podílem celkové energie a molární Gibbsovy energie je látkové množství vzniklé glukózy. Ze stechiometrie plyne šestinásobné látkové množství CH_2O .

$$n(\text{CH}_2\text{O}) = \frac{6 \cdot 0,02 \cdot E}{-\Delta G} = \frac{6 \cdot 0,02 \cdot 5,456 \cdot 10^{24}}{2,863 \cdot 10^6} = 2,287 \cdot 10^{17} \text{ mol}$$

$$M(\text{CH}_2\text{O}) = M_{\text{C}} + 2 \cdot M_{\text{H}} + M_{\text{O}} = 12,011 + 2 \cdot 1,008 + 15,999 \\ = 30,026 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{CH}_2\text{O}) = n(\text{CH}_2\text{O}) \cdot M(\text{CH}_2\text{O}) = 2,287 \cdot 10^{17} \cdot 30,026 = 6,867 \cdot 10^{18} \text{ g} \\ = 6,867 \text{ Tt}$$

Otázka 1 – 0,3 bodu, 2 – 0,2 bodu, 3 – 0,4 bodu, 4 – 3 body, 5 – 0,6 bodu, 6 – 3,5 bodu, 7 – 2 body. Celkem 10 bodů.

Seriál: Historie ohněstrůjství aneb základy pyrotechniky

4. díl: Jak se dělá ohňostroj

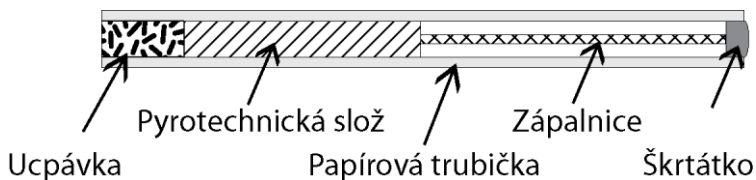
Autor: Luděk Míka

V minulých dílech seriálu jsme se podívali do starověké Číny, naučili se připravovat střelný prach a seznámili se se způsoby, jak udělat pyrotechniku co nejefektivněji. Nyní nastal čas kouknout se na konstrukci konkrétních kousků zábavní pyrotechniky.

Petardy

Petardy patří k vůbec nejstarším typům zábavní pyrotechniky. Existují záznamy o tom, že je starověcí Číňané odpalovali na slavnostech, neboť věřili, že to odhání zlé duchy. Stejně tak se můžeme ve spisech velkého filozofa Rogera Bacona dočíst o výrostcích, kteří děsili pokojné spoluobčany tím, že vyvolávali hromy a blesky pomocí pergamenových válečků naplněných střelným prachem.

V průběhu staletí se měnily používané materiály, konstrukce petard ale zůstala stejná. Výchozím materiálem pro výrobu petard jsou různě velké tlustostěnné papírové trubičky. Ty se nejprve na jednom konci zalepí hmotou na bázi hlíny a lepidla – vytvoří se ucpávka. Následně se dovnitř nasype pyrotechnická slož, která se s druhým koncem petardy spojí časovací zápalnicí. Pro jednodušší zapalování se na konec petardy dá snadno zapalitelná směs, nebo rovnou škrťátko.



Obrázek 1: Schéma konstrukce petardy

Princip funkce petardy je takový, že po zapálení nejprve pomalu hoří časovací zápalnice. Jakmile se plamen přenesení až k pyrotechnické složi, zapálí se i ta. Protože hoří v uzavřeném prostoru, dochází k prudkému nárůstu teploty, tlaku a také rychlosti hoření. Protože plynné produkty hoření nemají z papírové trubičky kam utéci, tlakuje se petarda tak dlouho, dokud nepovolí její papírové stěny (trvá to jen několik tisícín sekund). Jakmile se to stane, uvolní se do prostoru velké množství plynu a tím se vytvoří tlaková vlna, kterou lidské ucho vyhodnocuje jako silný zvuk – třesk, výbuch.

Z předchozího je zřejmé, jaké vlastnosti má mít pyrotechnická slož uvnitř petardy. Je potřeba, aby hořela co nejrychleji (malé částičky, jemný prach), musí být volně sypaná (aby mohla hořet v co největším objemu najednou), a při hoření produkovat co největší objem plynů. Tyto parametry splňuje jemně zrněný střelný

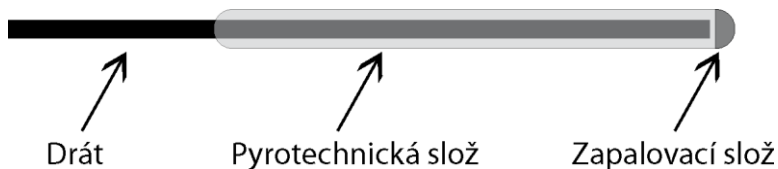
prach, který se také dřív využíval. V dnešní době se ale s výhodou používají směsi označované jako bleskové prášky (flash powder). Jedná se o směsi práškových kovů (Mg, Al, slitina Mg a Al, Ti) s oxidačním činidlem, kterým je nejčastěji chloristan draselný. Tyto směsi sice při hoření nevytvářejí plynné produkty, ale jejich hoření probíhá za teplot až 3000 °C, uvolňuje se obrovské množství energie a výbuch je navíc doprovázen efektním zábleskem. Jejich hlavní výhoda ale spočívá v rychlosti hoření, která je daleko větší než u střelného prachu: uvádí se, že nedochází k explozivnímu hoření, ale rovnou k detonaci.

Můžeme se také setkat s „pískajícími petardami“, které před vlastním výbuchem pískají. Tohoto efektu se dosahuje použitím zápalnice produkující při hoření velké množství plynných produktů, které unikají vymodelovanou tryskou s funkcí píšťaly

Prskavky a fontány

Prskavky patří k té zábavní pyrotechnice, kterou si dopřejí i jinak bojácní jedinci. Pokud je porovnáme s jinými výrobky, vypadají velmi neškodně, od prskavek se neočekávají šlehající plameny ani dunivé rány. Jinak je tomu u fontánek, u kterých se vysoké barevné plameny doprovázené spoustou jisker prostě očekávají. Co se chemického složení směsí týče, jsou si dosti podobné.

Hlavním účelem pyrotechnické směsi používané v prskavkách je zapálit kousky kovu, které jsou do ní přimíšené, a tyto kousky rozmetat do nejbližšího okolí. Dalším požadavkem je, že při hoření smí vznikat jen plyny nebo pevné produkty, které zůstanou nalepené na drátu. V žádném případě nesmí z prskavky nic odlétávat nebo odkapávat.

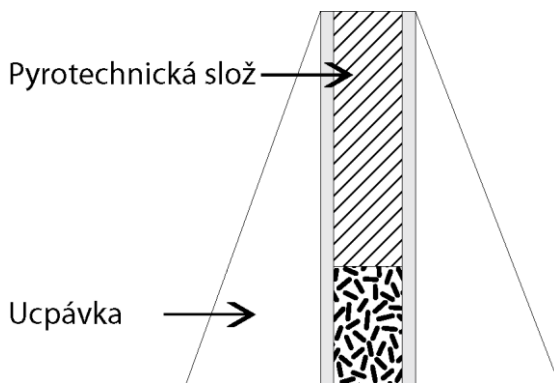


Obrázek 2: Schéma konstrukce prskavky

Z tohoto důvodu se jako oxidační činidlo do prskavek používá dusičnan barnatý (takže prskavky vzhledem k obsahu těžkých kovů nelze považovat za zcela neškodné). Palivem je práškový hliník a dextrin, který zároveň slouží jako lepidlo držící směs na kovovém drátě. Poslední složkou, vynecháme-li různé stabilizátory, jsou špony dalších kovů, které po zapálení vytvářejí vlastní jiskřivý efekt. Železo vytváří žluté („zlaté“) jiskřičky, hliník a titan pak bílé. Při hoření musí také vznikat dostatečné množství plynů, které rozptýlí hořící kousky kovů do okolí.

Použití dusičnanu barnatého je sice důležité pro správnou konzistenci produktů hoření, přináší s sebou ale problémy. Tím hlavním je vysoká teplota, na kterou se musí směs zahřát, aby začala hořet (o tom se můžeme přesvědčit, pokud se pokusíme zapálit prskavku z prostředka pouhou sirkou). Z tohoto důvodu se na špičku prskavky přidává ještě zapalovací směs.

Konstrukce různých fontánek je obdobně jednoduchá jako u petard – papírový váleček, na jedné straně zalepený, je naplněn pyrotechnickou směsí. Rozdíl je jen v průměru trubičky a pyrotechnické směsi. Ta, když je zapálena, vystřeluje proudem vznikajícího plynu ven hořící kousky kovů, případně doplněné barevným plamenem, spolu s kousky směsi, která ve vzduchu vybuchuje.



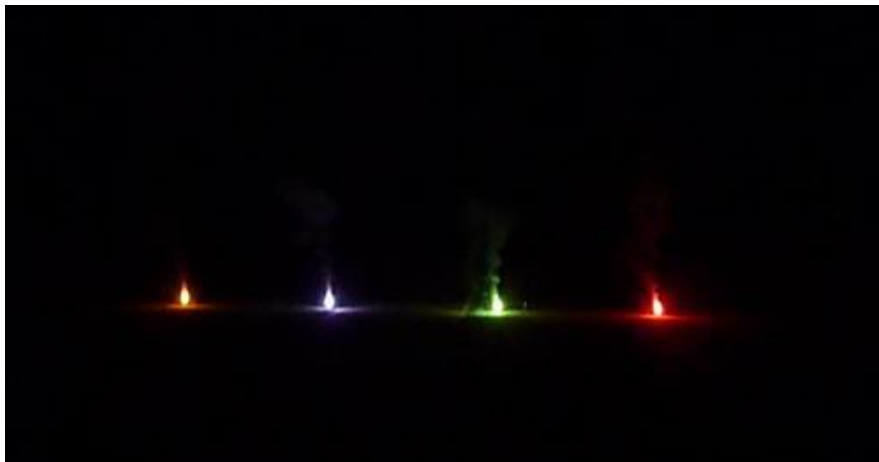
Obrázek 3: Schéma konstrukce fontánky

Na rozdíl od petard je potřeba, aby směs odhořívala postupně – směs se proto do trubiček pěchuje. Pokud by reakce začala probíhat příliš rychle, fontánka by mohla vybuchnout. Také nesmí při hoření směsi vznikat pevné produkty, které by ucpaly hrdlo fontánky, čímž by došlo k natlakování trubičky a následnému výbuchu. Fontánky jsou často opatřeny obalem ve tvaru kuželu, který má zajistit vyšší stabilitu při postavení na zem.

Fontánky, které během hoření mění barvu, je možné vyrobit navrstvením různých směsí do trubičky.

Oxidovadly ve směsích jsou pak dusičnany alkalických kovů, případně chloristany, jako palivo slouží zpravidla hliníkový prach. Pro tvorbu jisker se využívá opět hliník, hořčík, titan či železo.

Bengálské ohně



Obrázek 4: Barevné bengálské ohně

(Převzato z <http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/foto/foto-efektu/foto-efektu-bengalske-ohne>)

Jako bengálské ohně se označují takové pyrotechnické složky, které produkují barevné světlo. Většinou se jedná o sypké směsi, které se zapalují v papírových trubicích, případně jde o válečky nebo kuličky spleené pojivem. Základem je oxidizační činidlo (většinou chlorečnan nebo chloristan draselný) a palivo: s výhodou se používá práškový PVC obsahující atomy chloru, které prohlubují barvu. Barvu plamene pak dodávají chloridy, dusičnany nebo uhličitany alkalických kovů, kovů alkalických zemin či mědi. Jedná se většinou o pomalu hořící směs. Jako pojivo se pak používá šelak, dextrin nebo přírodní lepidla na bázi latexu. Tyto směsi se kromě samotných barevných ohňů využívají pro výrobu světlic, které jsou součástí kulových pum.

Tabulka 1: Složení vybraných barev Bengálských ohňů, uvedeno v hmotnostních procentech (převzato z literatury[1])

	červená	žlutá	zelená	modrá	fialová
KClO ₄	67			68,5	70
PVC		27	22	6	10
SrCO ₃	13,5				9
Ba(NO ₃) ₂			59		
NaNO ₃		56			
CuO				15	6
Mg		17	19		
červená guma				7,5	5
smůla	13,5				
rýžový škrob	6			+ 5 %	+ 5 %

Kulové pumy

Kulové pumy patří k tomu nejlepšímu, co zábavní pyrotechnika nabízí. Výsledkem kulových pum jsou obrovské různobarevné symetrické palmy, nakreslené vysoko na obloze.

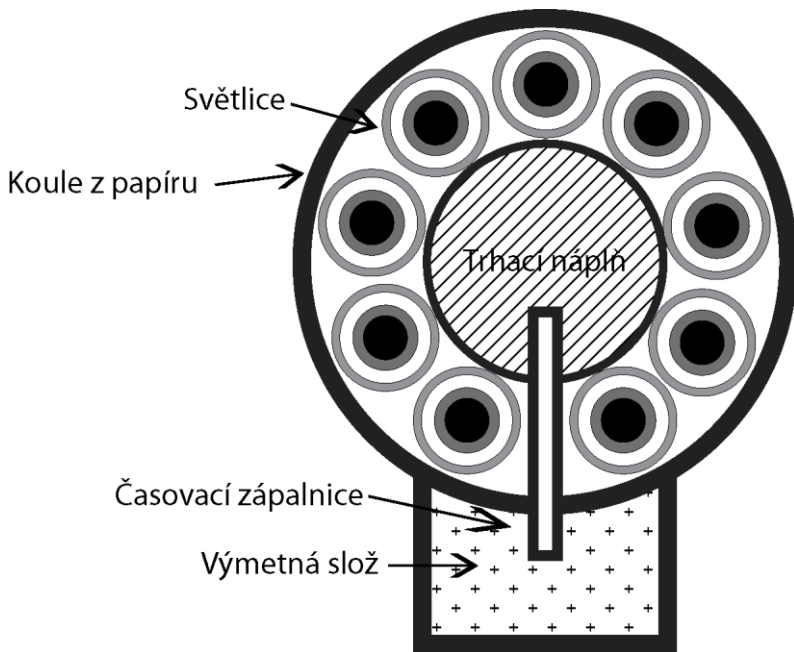
Konstrukce kulové pumy má dvě základní části. Vršek pumy tvoří papírová koule (v některých případech válec), skrývající vše potřebné k vykreslení ohnivých obrazců na obloze. Ve spodní části se pak nachází menší papírový válec, který má za úkol dopravit pumu do potřebné výše. Uvnitř válce je výmetná slož – hrubozrnný stříelný prach. Z této části také vystupuje zápalnice, kterou se kulová puma odpaluje.



Obrázek 5: Moždíře na odpalování kulových pum o průměru 100 mm
(Převzato z <http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/mozdire/mozdire-4-100mm>)

Princip, jakým se kulové pumy dostávají na oblohu, je stejný jako palných zbraní. Kulové pumy se naládují do moždířů (trubky z tlustostěnného papíru, sklolaminátu nebo polyethylenu) ukotvených v dřevěných rámech a pomocí zápalnice se zapálí výmetná slož. Ta vystřelí vlastní pumu do vzduchu jako z kanonu. Na rozdíl od pum je moždíře většinou možné použít opakovaně.

Jakmile se odpálí výmetná slož a kulová puma začne stoupat do vzduchu, začne zároveň hořet časovací zápalnice, která vede z prostoru výmetné slože až doprostřed kulové pumy. Délka zápalnice je taková, aby prohoření trvalo přesně tak dlouho, než kulová puma dosáhne nejvyššího bodu svého letu. Zápalnice je konstruována tak, aby plamen nemohl během hoření prošlehnout z jejího boku, ale jen z konce.



Obrázek 6: Schéma kulové pumy

Časovací zápalnice končí přesně uprostřed kulové pumy, kde je obklopena směsí označovanou jako trhací náplň. Většinou se jedná o střelný prach nalepený na rýžové plevy. (Plevy proto, aby se snížila váha pumy; rýžové proto, že se většina zábavní pyrotechniky i dnes vyrábí v Číně nebo v Japonsku). Pro některé efekty se jako trhací náplň místo střelného prachu používá bleskový prach.

Okolo balíčku s trhací náplní jsou pak umístěny samotné světlice – pyrotechnická slož slepená do formy kuliček nebo válečků. V okamžiku, kdy se uvnitř kulové pumy zapálí trhací náplň, dochází k natlakování kulové pumy vznikajícími horkými plyny, které zapálí jednotlivé světlice. Jakmile tlak uvnitř pumy naroste natolik, že jej papírový obal neudrží, puma vybuchne a hořící světlice se rozletí po okolí. V letu pak vykreslují svou dráhu, případně dělají různé efekty.



Obrázek 7: Řez kulovou pumou

(Převzato z <http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/kulove-pumy>)

Výsledný efekt kulové pumy závisí na tom, jak jsou světlice uvnitř kulové pumy rozloženy. Světlice stejného typu symetricky rozložené po kulové ploše vedou ke kulovému efektu, je ale možné udělat například každou polokouli ze světlic jiné barvy, výsledný efekt pak bude dvoubarevný. Pomocí správně rozmístěných světlic lze také vytvářet na obloze různé obrazce – například hvězdičky, smajlíky, nebo srdíčka. (Protože se letící puma ve vzduchu otáčí, je její natočení v okamžiku výbuchu zcela náhodné. Nápis vytvořený pomocí kulových pum tak zůstávají jen nesplněným snem.)

Samozřejmě nic nebrání tomu, aby se do kulových pum používaly různé typy světlic, stejně tak je možné světlice dávat do několika vrstev na sebe – výsledkem jsou pak různé kombinace efektů. Pokud má kulová puma dostatečný průměr, dají

se dokonce dovnitř umístit menší kulové pumičky se zpořďovačem, na obloze se pak v jednom okamžiku rozprskne mnoho menších ohnivých koulí přes sebe.

(Vnitřní konstrukce kulové pumy a její vnitřní struktura je dobře viditelná na obrázcích umístěných na stránce

<http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/pyrotechnicke-vyrobyky-v-rezu.>)

Kromě kombinací jednotlivých světlic uvnitř jedné pumy je možné vytvářet i vícevrstvé světlice. Světlice se běžně vyrábí v zařízení, které na první pohled připomíná stavební míchačku, jen uvnitř bubnu nemá žádné lopatky. Do bubnu se sype prášková pyrotechnická směs, která se vlhčí vodou. Jak se buben otáčí, formuje se slož do formy kuliček, které se následně suší. Do bubnu ale můžeme také nasypat již hotové světlice a přidat směs jiné barvy, která pak na světlici vytvoří další vrstvu. Takovýchto vrstev lze vytvořit i několik, které za letu světlice postupně prohoří vrstev a světlice tak může projít několika různými fázemi (z nichž ne všechny musí svítit). Více o světlicích se můžete dozvědět zde: <http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/svetlice>).



Obrázek 8: Přístroj na výrobu světlic do kulových pum (Převzato z [2])

Výsledný obrazec vykreslený kulovou pumou na obloze je limitován jen velikostí pumy a představivostí tvůrce, který ji navrhl. V tomto odvětví jsou tradičně na špičce výrobci z Japonska. Malou ochutnávku toho, jak mohou vypadat kulové pumy je možno vidět zde: <https://youtu.be/SRVYagcmQnQ>. Pozor, vždy se jedná o jednu jedinou kulovou pumu!

Jednotlivé efekty mají samozřejmě svá speciální označení. Kromě popisu v čínských znacích se ustálilo používání různých anglických slov. Označení efektu je pak kombinací několika pojmů, které říkají, jak bude daný efekt vypadat a v jakých barvách bude proveden: např. GREEN PEONY – zelená pivoňka – zelené světlice se rozletí do všech stran. V tabulce 2 jsou vysvětleny některé běžné výrazy, komplexnější slovník včetně náhledů můžete najít zde: <http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/slovnicek-pojmu>.

Tabulka 2: Označení efektů

(Převzato z <http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/slovnicek-pojmu>)

crackling	prskavý	prskavý zvuk s malými záblesky
glittering	třpitivý	světlice se rozpadne na velké množství malých jiskřiček
flash	záblesk	intenzivní záblesk
strobe	blikavý	stroboskopicky blikající světlice
whistle	pískací	při letu píská
bee	včela	jiskřičky se rozletí náhodnými směry
peony	pivoňka	barevně svítící světlice se rozletí od sebe
chrysanthemum	chryzantéma	barevně svítící světlice s ohonem se rozletí od sebe
titanium salute	titanový pozdrav	intenzivní rána a záblesk, používá sena začátku ohňostroje na upoutání pozornosti

Kulové pumy se vyrábějí v různých velikostech, přičemž na průměru pumy závisí výška, ve které puma vybuchne, vzdálenost, do které se světlice rozletí a samozřejmě i množství náplně. Pro neprofesionální použití se dají (legálně) zakoupit kulové pumy o průměru 50 mm. Tyto pumy vybuchují ve výšce kolem 50 m s rozptylem asi 25 m. Profesionální odpalovači ohňostrojů ale používají i pumy větší, běžné jsou pumy o průměru 100 mm (výška 100 m, rozptyl 60 m) ale i 200 mm (výška 200 m, rozptyl 160 m). Pro použití této kategorie pyrotechniky je ale třeba mít povolení od báňského úřadu. V Guinnessově knize rekordů je jako největší kulová puma zapsána puma o průměru 48 palců (tedy asi 1200 mm, výška 850 m, rozptyl 800 m), na záznam její zářné kariéry se můžete podívat zde: <https://youtu.be/D4k3bX0ydJg>.

Pro představu, jak vypadají ohňostroje, když je dělají mistři s téměř neomezeným rozpočtem: <https://youtu.be/9SHUKE6vF2w>. S většinou efektů ukázaných v tomto videu se v našich končinách pravděpodobně nesetkáte. Za povšimnutí stojí zejména množství barev a krásná kulová symetrie kulových pum, jakož i preciznost a dokonalé načasování jednotlivých efektů.

Kompakty

Kompakty patří k zábavní pyrotechnice dostupné i běžnému smrtelníkovi (i když jde o dražší výrobky). Co se konstrukce týče, jedná se o baterii moždířů naplněných kulovými pumami. Jednotlivé moždíře jsou propojené zápalnicí, takže po zapálení kompaktu jsou v přesně daných časových intervalech postupně odpalovány jednotlivé kulové pumy. Výhodou kompaktů je, že se člověk nemusí o nic starat, pouze zapálí zápalnici a pak se může několik desítek vteřin kochat. Všechny pumy v kompaktu mohou být stejné nebo vzájemně odlišné pro dosažení ohňostroje s choreografií.



Obrázek 9: Kompakt

(Převzato z <http://www.ohnostroje-zvonek.cz/index.php/kompakty>)

Rakety

Rakety patří hned po petardách k nejstarším typům pyrotechniky. Prakticky jde o méně dokonalé předchůdce kulových pum. Rakety, respektive raketové motorky jsou alternativním způsobem, jak dostat pumu se světlicemi do vzduchu. Rakety se skládají ze tří částí: raketového motoru, prostoru s efekty a stabilizátoru. Raketový motor je opět papírová trubička, ve které je nalisovaná směs, produkující při hoření velké množství plynu. Před touto složí je v trubičce zalisována tryska, která uvnitř raketového motoru udržuje tlak. Horké plyny pak velkou rychlostí tryskají ven, což pohání raketu kupředu. Když dojde k vyhoření celého motoru, prohoří časovací zápalnice dovnitř komory s efekty a hořící světlice jsou rozmetány po okolí. Stabilizátorem je dřevěná tyčka nebo špejle, zabráňující nekontrolovatelnému přetáčení rakety během pohybu.

Rakety jsou i dnes široce oblíbené, v profesionálních ohňostrojích se s nimi nesetkáte. Problém u raket nastává, pokud během produkce fouká vítr: mají totiž tendenci natáčet se proti němu, kdežto pumy létají po větru. Plocha, kam dopadají zbytky pyrotechniky je pak větší a hůře predikovatelná. Druhým problémem je

poměrně velké množství zbytků, které dopadají na zem po úspěšném letu rakety (zbytky motoru, stabilizátor).

Dýmovnice a denní ohňostroje

Běžná představa ohňostroje je taková, že se jedná o záležitost provozovanou ve tmě. Na tmavém pozadí noční oblohy dobře vynikají svítící barevné jiskřičky a další efekty, které jsou za dne nepoužitelné. Poslední dobou se ale rozmáhají denní ohňostroje. Za dne jsou totiž naopak dobře vidět různé barevné kouřové efekty či ohnivé koule. Také dunivé rány a intenzivní záblesky jsou použitelné i při denních ohňostrojích.

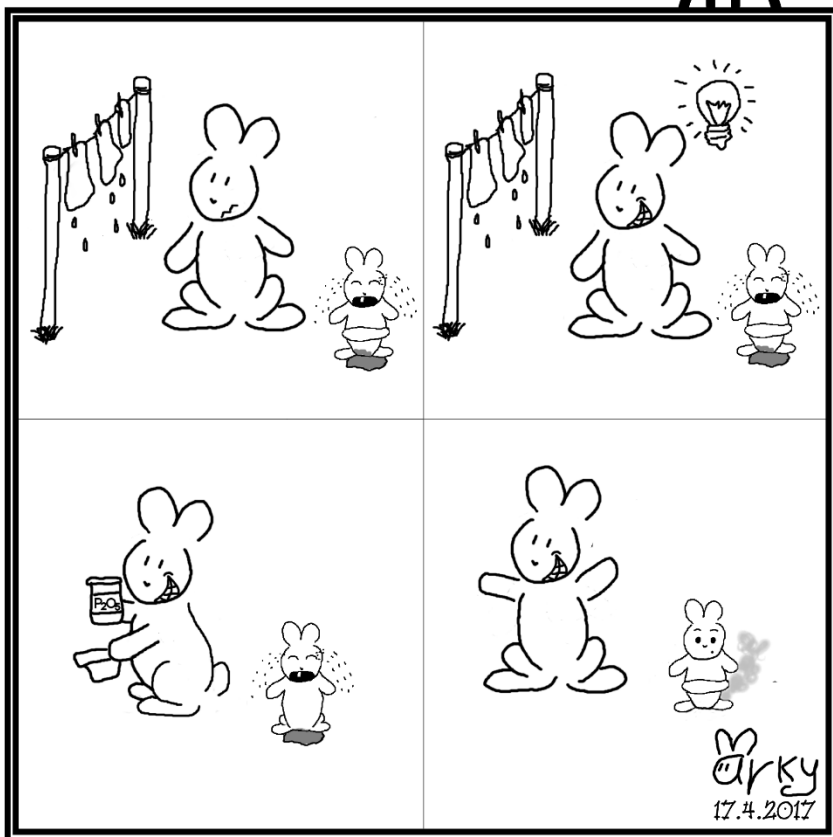
Pyrotechnické směsi produkující kouř se od ostatních směsí poněkud liší. Zatímco u bengálských ohňů chceme, aby ze směsi šlehaly co největší a nejbarevnější plameny, u dýmovnic se plameny snažíme potlačit. Dýmotvorné směsi musí obsahovat několik složek, z nichž každá plní trochu jinou funkci. Směs okysličovadla (náš oblíbený chlorečnan draselný, případně některý z dusičnanů) a paliva (často se využívá laktóza) po zapálení vydává teplo, které se využívá na sublimaci dalších látek ve směsi. Pro bílý dým se využívá salmiak, barevné dýmy se vytvářejí pomocí různých sublimujících organických barviv, jako je třeba indigo nebo rhodamin B. Dále je třeba do slože přidat nějakou látku, která se postará o uhašení plamenů, například hydrogenuhličitan sodný. Sublimující barviva jsou totiž poměrně nestálá a v plamenu by shořela.

Jak může vypadat takový denní ohňostroj, je vidět zde: <https://youtu.be/GM0IG542cu8>

Literatura:[1]–[4]

- [1] J. A. Conkling a C. Mocella, *Chemistry of pyrotechnics: basic principles and theory*, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011.
- [2] M. Russell, *The Chemistry of Fireworks*. 2008.
- [3] T. L. Davis, *The Chemistry of Powder and Explosives*, Reprint edition. Hollywood, Calif.: Angriff Press, 2012.
- [4] A. Zvonek, *Ohňostroje Zvonek*, www.ohnostroje-zvonek.cz. Navštíveno 14.3.2017.

Zajíček chemik



Arky
17.4.2017