



Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

ročník 8, série 3

2009/2010



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 zadání úloh Korespondenčního Semináře Inspirovaného Chemickou Tematikou, KSICHTu. Už osmým rokem pro vás, středoškoláky, KSICHT připravují studenti Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Vysoké školy chemicko-technologické a Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.

Jak KSICHT probíhá?

Korespondenční seminář je soutěž, při níž si vy, řešitelé KSICHTu, dopisujete s námi, autory, a naopak. Vy nám pošlete řešení zadaných úloh, my vše opravíme, ohodnotíme a zašleme vám je zpátky s přiloženým autorským řešením a pěti úlohami nové série. To všechno se za celý školní rok čtyřikrát zopakuje.

Proč řešit KSICHT?

V rámci tohoto semináře se zdokonalíte nejen v chemii samotné, ale i v mnoha dalších užitečných schopnostech. Za všechny jmenujme zlepšení logického myšlení, schopnosti vyhledávat informace, třídit je a zařazovat je do kontextu. Ačkoli to zní možná hrozně, nebojte, ono to půjde vlastně samo.

Na *výletech* se můžete seznámit s dalšími řešiteli KSICHTu a námi, autory, studenty vysokých škol. Máte šanci rozšířit si své obzory, ale taky se bavit a užít si. Uvidíte, že chemici nejsou suchaři v bílých pláštích.

Na konci školního roku pořádáme na Přírodovědecké fakultě UK *odborné soustředění*, kde si vyzkoušíte práci v laboratoři, seznámíte se s moderními přístroji a poslechnete si zajímavé přednášky. Pro nejlepší řešitele jsou připraveny hodnotné ceny!

Pro letošní akademický rok se nám navíc podařilo zajistit **promíjení přijímacích zkoušek** do chemických (a některých dalších) studijních oborů **na Přírodovědecké fakultě UK**. Bez přijímací zkoušky budou přijati řešitelé, kteří ve školním roce 2008/2009 získali alespoň 50 % z celkového počtu bodů nebo ve školním roce 2009/2010 v 1.–3. sérii získají alespoň 50 % z celkového počtu bodů za tyto série.

Jaké úlohy na vás čekají?

Úlohy se týkají různých odvětví chemie a snažíme se, aby si v nich každý z vás přišel na své. Jsou tu úločky hravé i pravé lahůdky, jejichž vyřešení už dá práci. Nechceme jen suše prověřovat vaše znalosti, procvičíte si i chemickou logiku a v experimentální úloze prokážete též svou chemickou zručnost. Pokud nezvládnete vyřešit všechny úlohy, vůbec to nevadí, byli bychom moc rádi, kdybyste si z řešení úloh odnesli nejen poučení, ale hlavně abyste se při řešení KSICHTu dobře bavili. Jak se nám naše snažení daří, to už musíte posoudit sami.

KSICHT vám přináší s každou sérií i seriál, čtení na pokračování. V letošním ročníku zařazujeme na vaše přání seriál o sensorické analýze. Dozvíte se spoustu zajímavých a užitečných informací, které pak můžete použít nejen při řešení úloh KSICHTu, ale i při dalším studiu chemie.

Jak se tedy můžete stát řešiteli KSICHTu?

Není nic jednoduššího! Stačí se jen *zaregistrovat*¹ na našich webových stránkách. Řešení nám poté můžete posílat buď klasicky na adresu **KSICHT, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Hlavova 2030, 128 43 Praha 2** nebo elektronicky přes *webový formulář*² jako soubory typu PDF.

V případě jakýchkoliv dotazů či nejasností se na nás prosím kdykoliv obraťte e-mailem ksicht@natur.cuni.cz.

Každou úlohu vypracujte na zvláštní papír (aspoň formátu A5, menší kusy papíru mají totiž tendenci se ztrácet), *uvedte svoje celé jméno, název a číslo úlohy!* Řešení pište čitelně, vezte, že nemůžeme považovat za správné něco, co nelze přečíst.

V případě, že posíláte úlohy přes webový formulář, uložte každou úlohu do *samostatného souboru typu PDF* a nezapomeňte v záhlaví každé stránky uvést *svoje celé jméno, název a číslo úlohy!* Více informací o elektronickém odeslání řešení naleznete přímo na stránce s formulářem. *Neposílejte nám prosím naskenovaná řešení*, neboť jsou často velice špatně čitelná. Výjimkou jsou nakreslené a naskenované obrázky, které připojíte k řešení napsanému na počítači.

Do řešení také pište všechny vaše postupy, kterými jste dospěli k výsledku, neboť i ty bodujeme. Uvedte raději více než méně, protože se může stát, že za strohou odpověď nemůžeme dát téměř žádné body, ačkoli je správná. Řešení vypracovávejte samostatně, neboť při společném řešení se spoluřešitelé podělí o získané body rovným dílem.

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

²<http://ksicht.natur.cuni.cz/odeslani-reseni>

Tipy, triky

Pro kreslení chemických vzorců doporučujeme používat programy dostupné zdarma: MDL ISIS/Draw 2.5 (freeware s povinnou registrací; Windows, Mac OS), ChemSketch 10.0 Freeware (freeware s povinnou registrací; Windows) a Chemtool (GPL; Linux).

KSICHT na Internetu

Na [webových stránkách KSICHTu](#)³ naleznete brožurku ve formátu PDF a rovněž aktuální informace o připravovaných akcích.

Pokud máte dotaz k úloze, můžete se zeptat přímo autora na e-mailové adrese ve tvaru jmeno.prijmeni@ksicht.natur.cuni.cz. Jestliže má úloha více autorů, pište prvnímu uvedenému.

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 zamýšlení a snad i trochu zábavy. Potřebujeme proto znát váš názor.

Byli bychom velmi rádi, kdybyste si našli chvílku na zodpovězení [několika málo otázek](#)⁴. Předem vám děkujeme za pomoc a přejeme vám hodně úspěchů nejen při řešení úloh KSICHTu.

Výlet s KSICHTem

Pozor, pozor! [Jarní výlet](#)⁵ s KSICHTem se uskuteční o víkendu 16.–18. dubna v Kladně. Zaregistrujte se na našich webových stránkách co nejdříve.

Termín odeslání 3. série

Série bude ukončena **8. března 2010**. Vyřešené úlohy je třeba odeslat nejpozději v tento den (rozhoduje datum poštovního razítka či čas na serveru KSICHTu).

³<http://ksicht.natur.cuni.cz>

⁴<http://ksicht.natur.cuni.cz/anketa>

⁵<http://ksicht.natur.cuni.cz/akce-ksichtu>

Úvodníček

Drazí Ksichtáci, milé Ksichtačky!

Sedím právě v autobuse na cestě do Prahy a na svém notebooku připojeném k mobilnímu internetu procházím prostřednictvím G-mailu zadání úloh nové série. Ze spodní lišty na mě poblikává okno Facebooku a já přemýšlím o tom, jak rychle se svět kolem nás mění. V době, kdy KSICHT začínal, by byly všechny tyto věci, které se mi dnes zdají samozřejmé, nemožné, nebo přinejmenším pro studenta cenově naprosto nedostupné. V době, kdy jsem nastupoval na základní školu, se internet rodil kdesi v tajemných laboratořích CERNu. V gymnaziálních časech pak začal ve formě placatých bílých krabiček zpívajících svoji připojovací modlitbu pronikat do domácností. Dnes se stal součástí našeho všedního života stejně jako telefon nebo pračka se všemi důsledky. Internetová encyklopedie Wikipedia, mimochodem stejně stará jako KSICHT, se stává čím dál více obsáhlejší a je proto pro nás autory stále komplikovanější vymyslet otázku, které nepůjdou jen tak „vygooglit“. Přesto se o to stále pokoušíme a i nadále pokoušet budeme. I přes všechny pokroky se totiž některé věci stále musí vymyslet hlavou a ani sebelepší připojení vás tak nemůže připravit o potěchu z řešení chemických problémů, které jsme si pro vás připravili tentokrát.

Zaznamenali jsme, že někteří řešitelé jsou již unaveni neustálým psaním dalších a dalších řešení. Pavel s Ludkem si pro vás proto nachystali speciální úlohu, ve které pro vás již řešení dopředu pečlivě vypracovali. V průběhu prací vám to však tato dvojka poněkud zavařila, protože schovala pro změnu zadání. Dokážete ho zpětně rekonstruovat? U vaření zůstaneme i v úloze druhé, ve které společně s autory budete vyrábět látku do hřejivých polštářků. Pokud se vám podaří vaření octa přežít, pak pro vás už nebude problém ani úloha třetí, ve které budete mít společně se skřítkem Pivískem za úkol dát dopořádku popletené postupy při výrobě piva. Kdo byl s námi na výletě v Jihlavě, bude to mít o to jednodušší. Jak každý správný vyznavač tvrdé hudby ví, tak pivo a metal patří neodmyslitelně dohromady. A protože jsme seminář chemický, bude se v našem případě jednat o pořádný organokovový nářez. Pokud jste nadšení úlohami již nyní, počkejte si určitě i na úlohu poslední. Autoři si pro vás totiž nachystali opravdovou bombu. Sice špinavou, ale jak se říká, důležité jsou výsledky. Doufám, že i tentokrát vás řešení našich úloh poskytne zábavu na mnoho hodin a těším se s vámi nashledanou na jarním ksichtím výletu.

Honza Havlík

Zadání úloh 3. série 8. ročníku KSICHTu**Úloha č. 1: Úloha naruby****5 bodů**

Autoři: Luděk Míka a Pavel Řezanka

Ač se to při několikanásobné kontrole brožurky těžko může stát, „omylem“ jsme zaměnili řešení a zadání a vy tak dostáváte do rukou řešení úlohy. Na vás je vymyslet otázku tak, aby na uvedené odpovědi přesně pasovaly.

V zadání by samozřejmě neměl chybět název úlohy (vámi vymyšlený), ilustrační obrázek a úvodní odstavec psaný kurzívou. Pro inspiraci se podívejte na ostatní úlohy v této a dřívějších sériích. Protože se v úloze vyskytují i výpočty, nezapomeňte k vašemu řešení (tedy zadání) připojit i tabulku s potřebnými konstantami. Nejlepší zadání bude zveřejněno.



1. Voda má při teplotě 3,98 °C největší hustotu, tj. 1,0000 g cm⁻³. Při zvýšení i snížení teploty dochází ke snížení hustoty.
2. Díky tomu, že led má nižší hustotu než kapalina, mohou přežít na dně rybníka či vodních toků v relativně teplé vodě.
3. Bylo to v roce 1912 a mrtvých bylo víc než 1500.
4. 7,00.
5. Dosazením do rovnice (1) ze zadání

$$\log K_{\text{H}_2\text{O}} = -4471,33/T + 6,0846 - 0,01705T \quad (1)$$

získáváme

(a) pro 0 °C

$$-\log K_{\text{H}_2\text{O}} = -4471,33/273,15 + 6,0846 - 0,01705 \cdot 273,15 = -14,94$$

$$\text{pH} = -\log K_{\text{H}_2\text{O}}/2 = 7,47$$

(b) pro 100 °C

$$-\log K_{\text{H}_2\text{O}} = -4471,33/373,15 + 6,0846 - 0,01705 \cdot 373,15 = -12,26$$

$$\text{pH} = -\log K_{\text{H}_2\text{O}}/2 = 6,13$$

6. Rozpuštěný CO₂ disociuje na hydrogenuhličitan, čímž se uvolňují H⁺, které snižují pH.

7. $T = 273,16 \text{ K}, p = 611,73 \text{ Pa}$

8. $t_1 = -15 \text{ }^\circ\text{C}, t_2 = 8 \text{ }^\circ\text{C}, t_3 = 100 \text{ }^\circ\text{C}, m_1 = 750 \text{ g}, V_2 = 800 \text{ ml}, P = 2000 \text{ W}$
a $\eta = 76 \%$

$$t = \frac{(0 \text{ }^\circ\text{C} - t_1)c_{\text{led}}m_1 + l_t m_1 + (t_3 - 0 \text{ }^\circ\text{C})c_{\text{voda}}m_1 + (t_3 - t_2)c_{\text{voda}}\rho_{\text{voda}, 8 \text{ }^\circ\text{C}}V_2}{P\eta}$$

$$t = \frac{(0 - (-15)) \cdot 2090 \cdot 0,75 + 332 \cdot 10^3 \cdot 0,75 + (100 - 0) \cdot 4180 \cdot 0,75 + (100 - 8) \cdot 4180 \cdot 0,75}{2000 \cdot 0,76}$$

Voda s ledem se v rychlovarné konvici uvaří za 9,8 minut.

9. Ano, samozřejmě.

Úloha č. 2: Vaříme s Luďkem a Pavlem**8 bodů**

Autoři: Luděk Míka a Pavel Řezanka

Jako každým rokem, letos poprvé, se setkáváte s vaším oblíbeným pořadem Vaříme s Luďkem a Pavlem! Pro ty, kteří se s naším pořadem setkávají prvně, bychom rádi uvedli, že náplní pořadu je syntéza, kterou můžete provést u vás doma v kuchyni jen s použitím běžně dostupných prostředků.

**Chemikálie**

100 ml octa, 5 tabletek aktivního uhlí (koupíte jako živočišné uhlí v lékárně v balení po 20 tabletkách), 15 g jedlé sody (koupíte v samoobsluze jako prášek v balení o 100 g; dostupné je i balení s tabletkami, to ale nekupujte).

Chemické pomůcky

Varič nebo sporák (plynový nebo elektrický), trychtýř, papírová kuchyňská utěrka nebo ubrousek, dva hrnce s pokličkou (např. 1 l), dvě menší nádoby (např. skleněné misky).

Postup

Do hrnce nadržte 5 tabletek aktivního uhlí, přidejte 100 ml octa, důkladně zamíchejte, přikryjte pokličkou a přiveďte k varu. Roztok přefiltrujte do druhého hrnce pomocí filtru z papírové kuchyňské utěrky nebo ubrousku (viz obrázek 1), který je umístěný v trychtýři. Filtr se rychle ucpává, takže ho bude potřeba v průběhu filtrace vyměnit. Filtraci opakujte tak dlouho, dokud není filtrát bezbarvý. *Velmi* pomalu po malých dávkách přidávejte za míchání jedlou sodu, dokud roztok nepřestane pění. Výslednou směs krátce zahřejte a zfiltrujte (opět přes papírovou kuchyňskou utěrku nebo ubrousek) do menší nádoby, např. skleněné misky. Tu pak dejte na topení a nechejte volně krystalizovat. Rozhodně nezahušťujte na vařiči! Po vytvoření husté kaše zahřejte nádobku na vodní lázni (hrnec s vodou) a udržujte takovou teplotu, aby se voda těsně nevařila. Za této teploty po malých dávkách přidávejte ke „kaši“ za míchání vodu, dokud není roztok čirý. (Na dně nádoby zůstane pravděpodobně prášek, který není rozpustný.) Roztok následně za horka zfiltrujte a nechte volně krystalizovat za pokojové teploty. Pokud se vytvoří kaše, postup zopakujte. V případě tvorby krystalků nechte vodu odpařit na několik mililitrů, přefiltrujte vzniklé krystalky (pokud se na filtru utvoří slepenec, pokračujte klidně dál) a nechte doschnout za pokojové teploty.



Obrázek 1: Postup při tvorbě filtru

- Napište protokol (váš pracovní postup), ze kterého bude jasné, jaké náčiní jste používali a jak. Nezapomeňte, že podle protokolu by mělo být možné váš postup do nejmenších detailů zopakovat.
 - Získané krystalky přesypte do přiloženého pytlíčku a pošlete nám ho spolu s řešením.⁶
- Pojmenujte výsledný produkt.
- Spočtete teoretickou navážku jedlé sody na 100 ml octa, uvažujte 10 % nadbytek vůči kyselině octové.
- Spočtete teoretický výtěžek výsledného produktu. Uvažujte hustotu octa 1 g cm^{-3} .
- Proč se ocet vaří s aktivním uhlím?
- Proč se při krystalizaci neodpařuje směs s produktem dosucha? Jaký smysl má ponechání matečného louhu?
- Jak byste z domácích surovin připravili $\text{Ca}(\text{AcO})_2$?
- Navrhněte (nakreslete a popište) podomácku vyrobenou aparaturu, na které byste byli schopni vydestilovat např. z vína ethanol. Zaměřte se hlavně na realizovatelnost a použitelnost. Použité pomůcky by měly být dostupné v klasické domácnosti.

A jedno upozornění na závěr: Nenechávejte provedení této úlohy na poslední den, samotné krystalizace a sušení krystalků vám zaberou několik dní.

⁶I když nám posíláte řešení elektronicky, je nutné zaslat krystalky poštou, jinak nemůže být kvalita vašeho produktu bodově ohodnocena.

Úloha č. 3: Pivísek**14 bodů**

Autoři: Karel Berka a Jiří Kysilka

Žil byl jeden skřítek naschválniček. A protože bydlel v pivovaru, tak se jmenoval Pivísek. Pletl se sládkům do řemesla a občas i někde lehce poupravil kvalitu dodávaného národního nápoje.



Jak jste zajisté poznali, v této úloze se budeme věnovat pivu a jeho výrobě.

Pivísek se jednou připlctl k jednání vrcholného managementu pivovaru a v prezentaci obchodního ředitele společně s kolegou tiskařským Šotkem úplně pomíchali jednotlivé části výrobního procesu i jednotlivých surovin. Obchodní ředitel jsa sice hrdým majitelem titulu inženýra (bohužel inženýra ekonomie), byl na tuto chybu upozorněn až vrchním sládkem. Ale vy to jistě zvládnete taky.

1. Seřadte chronologicky jednotlivé části výrobního procesu:

dokvašování, filtrace křemelinou, hvozďení, chmelovar, chlazení, klíčení, kvašení, máčení, odkalení hořkých kalů, odklíčení, rmutování, scezování, stáčení, vystírání, výčep

2. Seřadte chronologicky názvy hlavní suroviny, jak se postupně proměňuje v pivo:

ječmen, ležák, mladina, rmut, slad, sladina

Pivísek je neuvěřitelně zvědavý skřítek i na skřítkčí poměry, a tak ho samozřejmě zajímá i to, co se děje v jednotlivých krocích. A u přípravy mu není úplně jasné, proč ječmen nechávají v pivovaru nejprve klíčit a tedy žít, aby ho posléze usušili a tím ho usmrtili. Vysvětlíte mu to zodpovězením následujících otázek:

3. V semínku ječmene je energie uskladněná ve formě polysacharidu – škrobu. Jaké dvě složky škrob tvoří a jaká je jejich chemická povaha?
4. Proč je energie v semínku uskladněná právě ve formě polysacharidu a ne třeba v podobě jednoduchého cukru – glukosy?
5. Které látky se tvoří v klíčících zrnech a přežijí jejich smrt?
6. Proč buňky posléze zabíjíme sušením? Jakému procesu tím zabraňujeme?

Při následujícím procesu se slad s vodou třikrát zahřívá na teplotu 52, 63 a 72 °C.

7. Při zahřívání na nižší teplotu probíhá v reakční směsi jistý biochemický proces. Jaký? K čemu potom dojde při zahřátí na 72 °C?

Pivísek si všiml, že sládek v průběhu posledního procesu odebírá vzorky a kape do nich jód a podivně si při tom pobrukuje a kroutí hlavou. A pak když se Pivísek podíval blíž a všiml si, že se při kápnutí vlastně nic neděje, sládek najednou zavelel k dalšímu kroku.

8. Co sládek s pomocí jódu zkoumá? Jaká změna ho přiměla k spuštění dalšího výrobního kroku?

Sládek si dál pobrukoval a zatímco se zbavoval roztok mláta, počítal si, kolik má přidat vody při přidávání chmele, aby mu po považení vznikla požadovaná stupňovitost. Pivísek odposlechnul následující útržky:

„Takže měli jsme půl tuny sladu... Postupně jsme přidali třicet hektolitrů vody... teď tam přidáme šest kilo chmelového extraktu a dorovnáme vyvažovací ztráty objemu vody... to nám snad dá správnou míru...“

Pivísek poslouchal dál, ale už se nic dalšího nedozvěděl. Protože ale byl opravdu zvědavý, jaké pivo se vařilo, tak si zjistil, že k prasatům z téhle šarže putovalo 200 kg mláta, které mělo 70 % sušiny. A po krátké návštěvě spilky zjistil, že konečný objem tekutiny v tamním CK tanku je 30 hl o hustotě 1 g cm^{-3} . Ale protože mu tam byla zima, odběhl si to spočítat do laboratoře kontroly kvality. Než tam ale Pivísek doběhne, určitě to zvládnete spočítat taky.

9. Jakou má výsledné pivo stupňovitost? (Stupňovitost odpovídá hmotnostním procentům cukru v extraktu původní mladiny.)
10. Který cukr tvoří hlavní složku extraktu původní mladiny?
11. Když už jsme zabrousili k CK tankům a kvasinkám, které v nich dokončují poslední kroky výroby piva, vysvětlete, jakým biochemickým dějem vzniká při kvašení alkohol.
12. Kvasinky se přece používají i v pekárně. Jaký je vlastně rozdíl mezi chlebovými a pivními kvasinkami? A čím se tedy pečení liší?
13. Napište chemickou rovnici kvašení zmíněného cukru na alkohol.
14. S pomocí rovnice z předchozího bodu odhadněte, jakou koncentraci bude mít alkohol z tanku, do kterého sládek nalil 10% extrakt původní mladiny. Předpokládejte, že zreagovalo 80 % dostupného cukru na alkohol a že se výrazně nezměnila váha kapaliny. Dále aproximujte extrakt pomocí jeho nejčastějšího cukru (viz otázka 10).

Pivísek zatím doběhl do laboratoře kontroly kvality a rychle vše spočítal, což ho natolik uklidnilo, že si ještě chvilku zdrímnul a teď už ho zajímala kvalita piva a její ovlivňování.

15. Proč se musí odpustit z kvasného tanku po čase kvasnice? Co by se s pivem stalo, kdybychom to neudělali? Ovlivnilo by to nějak jeho pěnu?

Pivo má ale mnoho variací a Pivíška zaujalo, jak se dají vyrábět jeho různé druhy.

16. Například z jedné 12% várky byly vyrobeny různou dobou kvašení dvě odlišné šarže. Jedna z nich byla taková sladší a slabší druhá byla silnější, říznější a hořčí. Lišily se jen dobou kvašení (14, nebo 10 dní). Jenže Pivísek si po těch dnech nebyl s to vzpomenout, která z šarží se kvasila jak dlouho. Přiřadíte je vy? Své přiřazení vysvětlete!
17. Jak byste vyrobili černé pivo?
18. Při výrobě nealkoholického piva nesmí pivo obsahovat víc než 0,5 % alkoholu. Bohužel ale není možné naředit prostě extrakt původní mladiny vodou, protože by se nepříznivě ovlivnila chuť a pivo by bylo příliš vodnaté a bez hořké chuti. Navrhněte alespoň 3 způsoby, jak vyrobit nealkoholické pivo, které by mělo chuť bližší normálnímu pivu (hořkost, dostatečně nasládlé) a vypíchněte, v čem je jejich slabina.

Úloha č. 4: Špinavá bomba**14 bodů**

Autoři: Jiří Vrána a Michal Maryška



Jednoho rána se naskytl obyvatelům pražských Hrdlořež nebývalý pohled. Pražská kriminálka a speciální jednotka obklíčily zdejší garážový komplex na základě údajů nasvědčujících tomu, že se zde ukrývá anarchistická organizace „Smrt svobodě“, plánující údajný teroristický útok na Prahu. Samotný záťah proběhl rychle a profesionálně, všichni podezřelí byli zadrženi bez újmy na zdraví,

ale po prozkoumání objektu se potvrdily nejhorší představy vyšetřovatelů. Akce teroristů totiž už začala a z nalezených nákrešů experti zjistili, že má jít o explozi špinavé bomby – zjištěné údaje o ní jsou shrnuty v tabulce.

„To vůbec nevypadá dobře,“ říká šéf kriminálky Novotný. „Musíme z těch šmejdu dostat, kde to je a kdy to svinstvo hodlá vybuchnout...“ Nakonec ve výslechových místnostech, po použití osvědčených triků, jeden z podezřelých promluvil, ale řekl pouze, kde bomba je – a to na Václavském náměstí. „No aspoň něco,“ podotknul asistent šéfa Janata, „ale musíme zjistit, i kdy to vybuchne.“ „Přemyslejte, Janata... počkat, co je dneska za den?“ „28. října, šéfe... vy snad myslíte, že to chtěj odpálit dneska?“ „Přesně tak, dneska večer mají být přeci na Václaváku oslavy vzniku svobodného Československa... dává to smysl, že?“ „Šéfe, vy jste hlava. Ale tak co budeme dělat?“ Novotný si sedl do svého křesla, sundal brýle a pronesl: „Nejdřív počítat, potom jednat.“

Je potřeba rychle spočítat parametry území, kde můžeme očekávat spad radioaktivního materiálu na základě dat, které byly o bombě nalezeny (viz tabulku 1). Špinavá bomba je tvořena konvenční náloží a pláštěm z radioaktivního materiálu, který je rozmetán do okolí a působí škody svou radioaktivní přeměnou, při které je vysíláno radioaktivní záření.

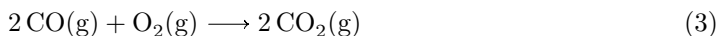
	složení	hmotnost	hustota
konvenční nálož	$C_7H_5N_3O_6$	300 kg	
radioaktivní materiál	^{60}Co (86 %)	300 kg	9120 kg m^{-3}

Tabulka 1: Složení bomby

- Jednou ze součástí bomby je konvenční nálož tvořená trhavinou o sumárním vzorci uvedeném v tabulce 1. Tuto látku objevil v roce 1863 Joseph Wilbrand. Napište název a strukturní vzorec látky.
- Sestavte a vyčíslete rovnici výbuchu látky, uveďte skupenství reaktantů i produktů. Dva z produktů mají shodnou molekulovou hmotnost, pokud

se zaokrouhlí na celá čísla. Jeden z produktů je pevného skupenství. Dusík se vyskytuje jen v jednom produktu.

3. (a) Nyní na základě vámi sestavené rovnice, níže uvedených reakcí a termochemických dat spočítejte standardní reakční entalpii výbuchu.
- (b) Na základě vypočtené standardní reakční entalpie určete, kolik tepla se maximálně může uvolnit při výbuchu bomby? Předpokládejte, že teplota bomby těsně před explozí byla standardní (25 °C).

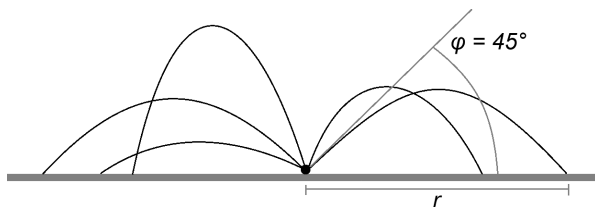


$$\Delta H^\circ(1) = -13\,272 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ(2) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ(3) = -566 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Nyní už se můžete pustit do samotného výpočtu zamořené zóny. Předpokládejte, že plášť se při výbuchu rozletí na stejně velké malé kousky (přibližně kuličky) o průměru 0,4 cm, které se rozletí všemi směry. Nejdále doletí projektily, jež jsou vystřeleny pod elevačním úhlem 45°. Zanedbejte odpor vzduchu (tzn. neuvažujte, že kuličky letí po balistické křivce). Poloměr zamořené zóny vezměte jako vodorovnou vzdálenost místa dopadu těchto projektilů. Předpokládejte, že 5,8 % energie, která se uvolní při výbuchu, je předáno projektilům ve formě kinetické energie (zbytek energie se využije na roztržení pláště, ohřev okolí apod.) a že všechny kuličky mají kinetickou energii stejnou.



Obrázek 1: Trajektorie šrapnelů s vyznačením elevačního úhlu pro nejvzdálenější dopad – poloměr zamořené oblasti

4. (a) Určete, na kolik kuliček se roztrhne plášť bomby. Určete kinetickou energii, kterou získá každá kulička.

- (b) Vypočítejte poloměr zamořené oblasti. Byla by zamořena převážná část Prahy?

Zatímco se policejní jednotky snažily evakuovat obyvatelstvo z potenciálně postižené oblasti, pyrotechnický tým hledal na Václavském náměstí bombu. Přesto, že se jedná o celkem velkou oblast, podařilo se mu nálož najít a odpojit časovač. Teroristický útok byl tedy zmařen a všichni si mohli oddechnout.

5. Jakou efektivní metodou mohl pyrotechnický tým po bombě pátrat?

Pokud by se nepodařilo bombu nalézt a zneškodnit, byli by lidé dlouhodobě vystaveni nebezpečnému radioaktivnímu záření. Izotop ^{60}Co podléhá rozpadu za uvolnění β^- a γ záření. Poločas rozpadu je 5,24 let.

6. (a) Napište reakci radioaktivního rozpadu izotopu ^{60}Co .
(b) Vypočítejte, kolik molů kobaltu by se rozložilo za 7,00 let od případné exploze?
7. Dovedete si představit, co byste dělali, kdyby se skutečně Praha stala terčem podobného teroristického útoku? Co si myslíte, že by se poté dělo?

Úloha č. 5: Úloha pro ty, co jsou v organice kovaní**13 bodů**

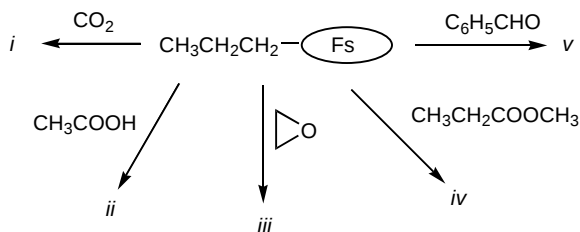
Autor: Pavla Spáčilová

Organická chemie není jen chemie uhlíku, jak se často říká. Zvláště v moderní organické chemii bychom pouze s nekovovými s- a p- prvky nevystačili. K čemu všemu se kovy a organokovové sloučeniny dají v využít, na to odpoví následující úloha.



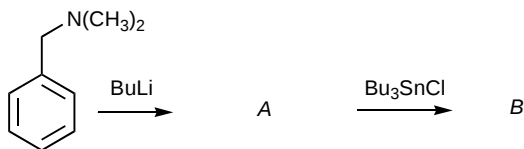
Organokovové sloučeniny nejsou ničím novým. Zde je důkaz: Malý Victor se narodil v roce 1871 v Cherbourgu ve Francii. Přestože studoval matematiku, zběhl k chemii a objevil třídu sloučenin, které umožnily snadnou tvorbu vazeb uhlík-uhlík. Tyto sloučeniny se připravují např. reakcí určitého kovu s alkylněbo arylbromidy v bezvodém etheru. Činidla, která Victor objevil, jsou velmi reaktivní a poskytují produkty s celou řadou sloučenin. Za svůj objev Victor získal Nobelovu cenu.

1. Jak se Victor jmenoval celým jménem a kdy mu byla Nobelova cena udělena?
2. Doplňte za *Fs* funkční skupinu typickou pro Victorovy reagenty a produkty *i*–*v*. Předpokládejte kyselé zpracování reakční směsi.



Ne vždy se při přípravě organokovových sloučenin využívá reakce halogenidů s kovy. Pro přípravu organolithných sloučenin se dá využít substituce kovu za vodík aromatických sloučenin. Jako činidlo se dá použít butyllithium (roztok je komerčně dostupný). V případě tzv. ortholithiace určují funkční skupiny vázané na aromatickém jádře, kam se lithium naváže. Další způsob přípravy organokovových sloučenin je výměna kovu za kov, tzv. transmetalace.

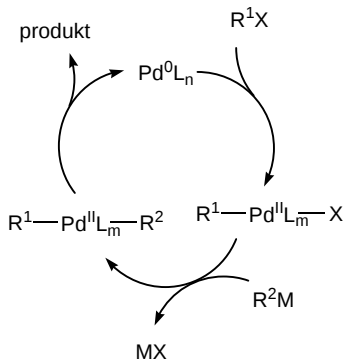
3. Vysvětlete princip ortholithiace.
4. Doplňte produkty **A** a **B** v následujícím schématu:



Kovy se významně uplatňují i v katalýze organických reakcí. Typickým příkladem homogenního hydrogenačního katalyzátoru je $\text{RhCl}(\text{PPh}_3)_3$.

5. Které kovy se využívají pro heterogenní katalytickou hydrogenaci?
6. Jak se $\text{RhCl}(\text{PPh}_3)_3$ nazývá triviálním názvem a jaké je prostorové uspořádání tohoto komplexu?
7. Jaké jsou výhody a nevýhody homogenní katalýzy komplexu přechodných kovů pro přípravu látek s biologickou aktivitou, např. léčiv?

Homogenní katalýza přechodnými kovy se využívá i pro snadnou tvorbu vazeb uhlík-uhlík. V sedmdesátých letech minulého století byla vyvinuta řada tzv. cross-coupling reakcí. Obecný mechanismus cross-couplingu katalyzovaného palladiovým komplexem vidíte níže. L značí ligand, např. PPh_3 , a M kov.



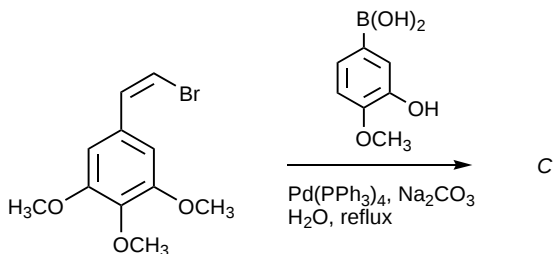
8. Jaký je produkt cross-couplingu sloučeniny **B** s fenylbromidem?

Provedení couplingu není vždy úplně jednoduché, neboť ligandy ovlivňují elektronovou hustotu na palladiu a mění tím jeho reaktivitu. Vyšší elektronová hustota usnadňuje oxidativní adici a zpomaluje reductivní eliminaci.

9. Seřadte následující ligandy podle toho, jak usnadňují oxidativní adici: PMe_3 , PPh_3 , $\text{P}(t\text{-Bu})_3$?

10. Jaký vliv bude mít vysoká nebo příliš nízká elektronová hustota na palladiu na průběh cross-couplingu?

Cross-coupling reakce nemusí probíhat pouze mezi halogenidy a organokovovými sloučeninami. Příkladem může být následující reakce.

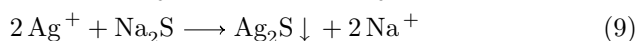
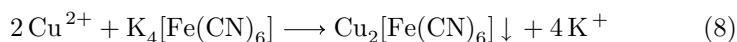
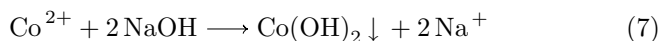
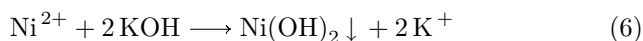
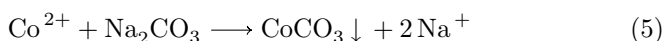
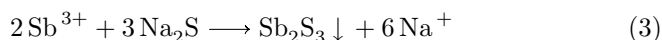
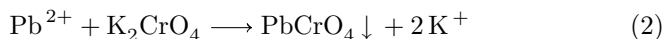
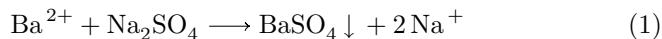


11. Napište systematický název reagentu obsahujícího bor.
12. Nakreslete vzorec látky **C**. Vzniká *E*- nebo *Z*-izomer?
13. Sloučenina **C** je silný inhibitor polymerizace tubulinu. Na základě této informace odhadněte, k léčbě jakých chorob by sloučenina **C** mohla být užitečná.

Řešení úloh 2. série 8. ročníku KSICHTU**Úloha č. 1: Malujeme malovánky****8 bodů**

Autor: Eva Vrzáčková

1.



látka	barva	látka	barva
$\text{BaSO}_4 \downarrow$	bílá	$\text{Ni}(\text{OH})_2 \downarrow$	zelená
$\text{PbCrO}_4 \downarrow$	žlutá	$\text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow$	modrá
$\text{Sb}_2\text{S}_3 \downarrow$	žlutooranžová	$\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$	hnědá
$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$	červená	$\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$	černá
$\text{CoCO}_3 \downarrow$	růžovofialová		

Tabulka 1: Barvy produktů reakcí

- Odlišuje se $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$, jelikož se nejedná o sraženinu, ale o krvavě červené zbarvení roztoku.
- Rozšířované názvy sloučenin a jejich barvy jsou uvedeny v tabulce 2.
- Rozšířované vzorce sloučenin a jejich barvy jsou uvedeny v tabulce 3.

Každý prvek je zašifrovaný zvlášť, první číslo udává vodorovnou pozici (periodu), druhé číslo udává svislou pozici (skupinu římskou číslicí); pokud jsou v kódu tři čísla, tak první udává počet atomů daného prvku ve sloučenině, poté následují souřadnice daného prvku v periodické soustavě prvků.

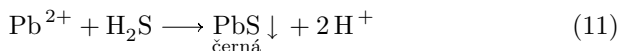
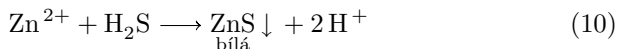
	látka	barva
(1)	jodid olovnatý	žlutá
(2)	sulfid arseničný	oranžová
(3)	jodid rtuťnatý	červená
(4)	fosforečnan chromitý	zelená
(5)	hydroxid měďnatý	modrá
(6)	chroman měďnatý	hnědožlutá
(7)	oxid stříbrný	šedá
(8)	sulfid olovnatý	černá

Tabulka 2: Rozšířované názvy sloučenin a jejich barvy

	látka	barva		látka	barva
(1)	AgCl	bílá	(6)	$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	modrá
(2)	CdS	žlutá	(7)	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	šedozelená
(3)	$(\text{BiO})_2\text{CrO}_4$	oranžová	(8)	Bi_2S_3	hnědá
(4)	MnS	béžová	(9)	CuS	černá
(5)	NiCO_3	zelená			

Tabulka 3: Rozšířované vzorce sloučenin a jejich barvy

5. Maková panenka má modrou sukýnku – měla by být červená. Roztok červené barvy vytváří komplexní částice $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$, kde phen značí 1,10-fenanthrolin. Redoxní indikátor se nazývá ferroin (redukováná forma, je červená) / ferriin (oxidovaná forma, je modrá).
6. Zinková běloba je oxid zinečnatý, ZnO . Olověná běloba má vzorec PbCO_3 – uhličitan olovnatý. Výhodnější je použít zinkovou bělobu, protože reakci se sulfanem ze vzduchu vznikají sulfidy: ZnS má bílou barvu, PbS je černě zbarvený.



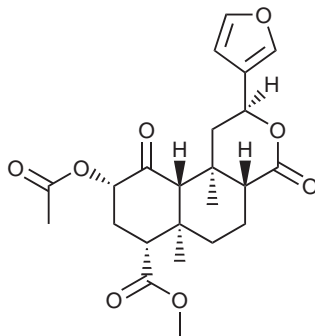
7. Nejvíce řešitelů považuje za svou oblíbenou večerníčkovou postavku Krtečka. Hodně z vás má také rádo Boba a Bobka, Maxipsa Fíka a Rákosníčka. Mezi vaše vyvolené také patří Křemílek s Vochomůrkou (na Slovensku nazývaní Kremienok a Chochoľúšik). Jelikož KSICHT také řeší zahraniční studenti, v anketě se objevily postavičky Maťko (z večerníčku Maťko a Kubko) a vlk z Jen počkej, zajíci!

Otázka 1 – 2,2 bodu, otázka 2 – 0,2 bodu, otázka 3 – 2 body, otázka 4 – 2,2 bodu, otázka 5 – 0,6 bodu, otázka 6 – 0,8 bodu a otázka 7 nebodována. Celkem 8 bodů.

Úloha č. 2: Jako zámek a klíč**9 bodů**

Autor: Ondřej Šimůnek

1. Látka **Z** se triviálně nazývá salvinorin A (obrázek 1).



Obrázek 1: Salvinorin A

2. Opioidní dualisté se používají proto, že nastolí slabý účinek (což vede k uspokojení závislosti) a zároveň receptor blokuje pro potenciální přístup silných agonistů typu morfin.
3. Salvinorin A je agonistou κ -opioidních receptorů.
4. Receptory se nachází především v míše a supraspinálních oblastech, proto při podání do mozkomíšního moku stačí mnohem menší dávka (dochází k mnohem menším ztrátám při „putování“ opiátu k receptoru, neboť musí „urazit“ kratší cestu).
5. Opiáty snižují motilitu gastrointestinálního traktu (hlavně prostřednictvím MOR a DOR). Vzhledem k tomu, že trávenina delší dobu setrvává ve střevech, dochází k intenzivnější resorpci vody z tráveniny a ta se tak zahušťuje.
6. Tolerance je jev, kdy opakované podání jedné a téže látky vyžaduje stále větší a větší dávku pro dosažení stejného efektu. Naproti tomu tachyfylyxe je jev, kdy podávání látky ve velmi krátkých časových úsecích (hodiny) vyžaduje mnohokrát větší dávku pro dosažení stejného efektu, ovšem po přerušení podávání této látky se situace zase velmi rychle vrací do normálu (na rozdíl od tolerance). K tachyfylyxi dochází např. při podávání efedrinu.

7. Antagonisté jsou seřazeni od nevhodnějšího po nejméně vhodný:

- GNTI (5'-guanidinaltrindol) – nejselektivnější antagonista κ -opioidních receptorů
- norBNI (norbinalotrofin) – antagonist a κ -opioidních receptorů, asi $500\times$ méně selektivní než GNTI
- nalmefen – antagonist a κ - a μ -opioidních receptorů
- naloxon – neselektivní antagonist a opioidních receptorů
- M-CAM (methocinnamox) – antagonist a μ -opioidních receptorů (pro naše použití zcela nevhodný)

8. Správná úvaha je následující: spočítat, jaké množství salvinorinu A bylo extrahováno z lístků šalvěže; vypočítat koncentraci salvinorinu A v krevním řečišti po podání této dávky; převést počáteční a efektivní koncentraci salvinorinu A na stejné jednotky (např. $\mu\text{g/l}$) a spočítat, za jak dlouho klesne koncentrace salvinorinu A v krvi pod hodnotu efektivní koncentrace.

- Bylo použito 103 mg lístků, obsah salvinorinu A v nich je 0,2 %, ovšem extrakce proběhla pouze s 67% úspěšností. Bylo tedy získáno $103 \cdot 0,002 \cdot 0,67 = 138 \mu\text{g}$ salvinorinu A.
- $138 \mu\text{g}$ salvinorinu A bylo podáno člověku s 6 litry krve. Pokud distribučním prostorem uvažujeme pouze krevní řečiště, pak počáteční koncentrace bude $c_0 = 138/6 = 23 \mu\text{g/l}$.
- Efektivní koncentrace salvinorinu A v krevním řečišti činí $4,6 \text{ nmol/l}$, což při molární hmotnosti salvinorinu A $432,46 \text{ g/mol}$ činí $1,989 \mu\text{g/l}$.
- Nyní musíme spočítat, za jak dlouho klesne koncentrace salvinorinu A pod hodnotu efektivní koncentrace. Biotransformace a vylučování xenobiotika z organismu je popsáno kinetickou rovnicí prvního řádu (1), jejíž integrací dostaneme rovnici (2). Tu dále upravíme do tvaru (3), abychom z ní vyjádřili čas t . Pro určení eliminační konstanty k použijeme vztah (4), který upravíme na tvar (5). Do něj můžeme dosadit, protože poločas eliminace $t_{1/2}$ známe ze zadání.

$$\frac{dc}{dt} = -kc \quad (1)$$

$$c_t = c_0 e^{-kt} \quad (2)$$

$$t = -\frac{\ln \frac{c}{c_0}}{k} \quad (3)$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \quad (4)$$

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{35 \text{ min}} = 0,020 \text{ min}^{-1} \quad (5)$$

Nyní již známe všechny potřebné údaje, a můžeme tedy dosadit do rovnice (6). Koncentrace dosazujeme ve stejných jednotkách.

$$t = -\frac{\ln \frac{1,989}{23}}{0,020} = 123 \text{ min} \quad (6)$$

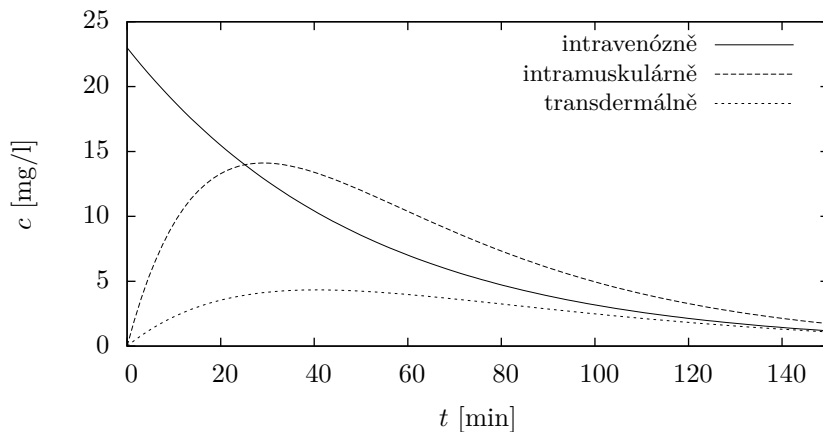
9. Vazba látky na krevní bílkoviny (např. albumin) způsobuje vznik komplexu látka-bílkovina, který není biologicky aktivní (tzn. neváže se na příslušné receptory). Protože je reakce, při níž tento komplex vzniká, většinou rovnovážná, látka **Z** se z tohoto komplexu postupně vyváže. Stejně tak i nasednutí na enterohepatální cyklus způsobuje dlouhodobé setrvání látky v organismu. V této hypotetické situaci by tedy látka zůstávala v těle déle oproti skutečnosti, její účinek by byl menší avšak maximálního účinku by se dosáhlo po stejné době, jako je tomu ve skutečnosti. Tento maximální účinek by ovšem velmi pomalu odezníval.
10. Na obrázku 2 je znázorněna časová závislost koncentrace salvinorinu A v krevním řečišti dobrovolníka. Křivka pro intravenózním podání salvinorinu A vychází ze zadání této úlohy. Při intramuskulárním podání je biologická dostupnost látky menší oproti intravenóznímu podání, proto je i menší maximální účinek. Navíc není látka podána přímo do krevního řečiště, proto nástup účinku trvá déle. Při transdermálním podání je biologická dostupnost o hodně menší než při podání intravenózním a stejně tak i maximální účinek je časově opožděn, neboť trvá ještě déle, než se látka dostane přes kůži do krevního řečiště. (Poslední dvě závislosti jsou zakresleny pouze přibližně.)
11. Clearance vypočteme podle vztahu (7), v němž V_d značí distribuční objem, k eliminační konstantu (5).

$$CL = kV_d \quad (7)$$

$$CL = 0,020 \cdot 6 = 0,12 \text{ l/min} \quad (8)$$

Clearance udává v tomto případě objem krve vyčištěný od salvinorinu A za jednotku času.

AUC (plochu pod křivkou grafu závislosti koncentrace xenobiotika v krvi na čase) vypočteme ze vzorce (9), v němž D značí dávku xenobiotika (zde



Obrázek 2: Časová závislost koncentrace salivatorinu A v krvi při intravenózním, intramuskulárním a transdermálním podání (poslední dvě křivky jsou pouze přibližné)

salivatorinu A).

$$AUC = \frac{D}{CL} \quad (9)$$

$$AUC = \frac{138}{0,12} = 1,2 \text{ mg min dm}^{-3} \quad (10)$$

Máme-li z experimentálního měření časový průběh koncentrací xenobiotika v krvi, pak tuto závislost proložíme vhodnou funkcí. AUC pak spočítáme jako určitý integrál této funkce podle času v rozumných mezích.

Otázka 1 – 0,2 bodu, otázka 2 – 0,2 bodu, otázka 3 – 0,2 bodu, otázka 4 – 0,4 bodu, otázka 5 – 0,4 bodu, otázka 6 – 0,6 bodu, otázka 7 – 2 body, otázka 8 – 3 body, otázka 9 – 0,8 bodu, otázka 10 – 0,6 bodu a otázka 11 – 0,6 bodu. Celkem 9 bodů.

Úloha č. 3: Elementární analýza plná překvapení**8 bodů**

Autor: Zbyněk Rohlík

1. Sumární vzorce látek **A–F** jsou uvedeny v tabulce 1.

A	$\text{CoN}_{12}\text{H}_9$	$[\text{Co}(\text{NH}_3)][\text{Co}(\text{N}_3)_6]$
B	$\text{CoN}_{21}\text{H}_{12}$	$(\text{NH}_4)_3[\text{Co}(\text{N}_3)_6]$
C	$\text{CoN}_{12}\text{H}_9$	<i>cis, trans</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{N}_3)_2][\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{N}_3)_4]$
D	$\text{CoN}_{15}\text{H}_{18}$	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{N}_3)_3$
E	$\text{CoN}_{12}\text{H}_9$	<i>trans, trans</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{N}_3)_2][\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{N}_3)_4]$
F	$\text{CoN}_{12}\text{H}_9$	<i>fac</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{N}_3)_3]$

Tabulka 1: Sumární a funkční vzorce látek **A–F**

2. Názvy látek **A–F** jsou uvedeny v tabulce 2. Látka o sumárním vzorci HN je azid amonný.

A	hexaazidokobaltitan hexaamminkobaltitý
B	hexaazidokobaltitan amonný
C	<i>trans</i> -diammin-tetraazidokobaltitan <i>cis</i> -tetraammin-diazidokobaltitý
D	azid hexaamminkobaltitý
E	<i>trans</i> -diammin-tetraazidokobaltitan <i>trans</i> -tetraammin-diazidokobaltitý
F	<i>fac</i> -triammin-triazidokobaltitý komplex

Tabulka 2: Názvy látek **A–F**

3. (a) „polymerační izomerie“
 (b) geometrická izomerie
 (c) koordinační izomerie
4. například $(\text{N}_2\text{H}_5)_3[\text{Co}(\text{N}_3)_6]$ (82 %)

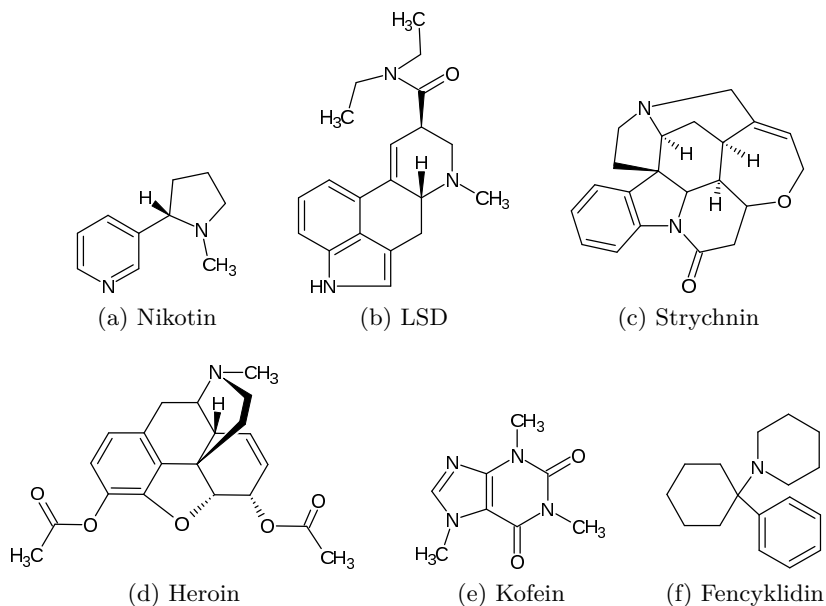
Otázka 1 – 1,8 bodu, otázka 2 – 4,2 bodu, otázka 3 – 1,5 bodu a otázka 4 – 0,5 bodu. Celkem 8 bodů.

Úloha č. 4: Nové principy v pašování

9 bodů

Autor: Milan Jakubek

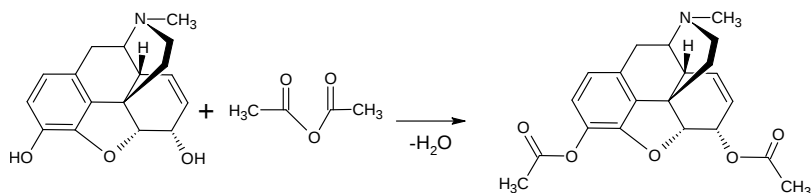
1. Názvy látek jsou přiřazeny ke vzorcům na obrázku 1. Látka **A** je heroin.



Obrázek 1: Názvy látek přiřazené k jejich vzorcům

2. Separace se provede například odpařením benzínu a případným přečištěním malých dávek pro vyšší čistotu „dávky“ pomocí chromatografie.

3.



Látka **C** je acetanhydrid. Látka **B** je morfin. Směs se po reakci převede do alkalického prostředí například uhličitanem sodným a přečistí aktivním uhlím s ethanolem. Tento roztok se za horka zfiltruje a ethanol se nechá odpařit. Nakonec lze heroin případně převést na hydrochlorid.

4. Jedná se o mák setý neboli *Papaver somniferum*.
5. LD₅₀ (i.v., myš) je 21,789 mg/kg. Toxická dávka pro člověka je třetinová oproti LD₅₀ (i.v., myš), takže pro osmdesátikilového narkomana činí $21,789/3 \text{ mg/kg} \cdot 80 \text{ kg} = 581 \text{ mg}$. „Psaníčko“ obsahuje padesátinu tohoto množství: 11,6 mg.

Objem cisterny je 8000 galonů, což se rovná $30,28 \text{ m}^3$ (jeden galon je 3,785412 litru). Hmotnost heroinu po separaci s účinností 85 % je $m = 0,85V\rho = 0,85 \cdot 30,28 \text{ m}^3 \cdot 850 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,05 = 1094,0 \text{ kg}$.

To znamená $1094,0 \text{ kg}/11,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = 94,3$ milionu „psaníček“, tj. 941 milionů dolarů pro mafii. Nepřijde vám trochu riskantní naložit takové jmění do jediné cisterny?

6. Město se jmenuje Kingman.

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

Úloha č. 5: Variace na kvantové téma**16 bodů**

Autoři: Karel Berka, Ondřej Demel a Kateřina Holá

1. Elektron v orbitalu $1s^1$, má vedlejší kvantové číslo $l_1 = 0$. Druhý elektron v orbitalu $2s^1$ má $l_2 = 0$. Orbitální moment hybnosti \mathbf{L} tedy může nabývat pouze jedné hodnoty, a to

$$\mathbf{L} = \mathbf{l}_1 + \mathbf{l}_2 = \mathbf{l}_1 - \mathbf{l}_2 = 0 \quad (1)$$

Magnetické spinové číslo m_s pro každý elektron může nabývat hodnot $+\frac{1}{2}$ nebo $-\frac{1}{2}$. Kombinací těchto hodnot nám vyjde, že celkový magnetický spinový moment hybnosti \mathbf{M}_S může nabývat hodnot 1, 0 a -1 :

$$\mathbf{M}_S = m_{s,1} + m_{s,2} = +\frac{1}{2} + \frac{1}{2}, +\frac{1}{2} - \frac{1}{2}, -\frac{1}{2} + \frac{1}{2}, -\frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 1, 0, 0, -1, \quad (2)$$

což odpovídá hodnotám spinu $\mathbf{S} = 0, 1$.

2. Na základě určených hodnot \mathbf{L} a \mathbf{S} už snadno určíme termy: $^1\mathbf{S}_0$ a $^3\mathbf{S}_1$.
3. Magnetická kvantová čísla mohou nabývat následujících hodnot:

	M_L	M_S		M_L	M_S		M_L	M_S
(a)	-2	0	(b)	0	0	(c)	+2	0
(d)	-1	+1	(e)	0	+1	(f)	+1	+1
(g)	-1	-1	(h)	0	-1	(i)	+1	-1
(j)	-1	0	(k)	0	0	(l)	+1	0
(m)	-1	0	(n)	0	0	(o)	+1	0

4. U jednotlivých atomů bylo tolik možností obsazení valenčního orbitalu:
(a) H – 2, (b) B – 6, (c) C – 15, (d) N – 20, (e) O – 15.
5. Termy pro jednotlivé elektronové konfigurace jsou následující:

$$p^1 - ^2\mathbf{P}_{3/2}, ^2\mathbf{P}_{1/2}$$

$$p^3 - ^2\mathbf{D}_{5/2}, ^2\mathbf{D}_{3/2}, ^2\mathbf{P}_{3/2}, ^2\mathbf{P}_{1/2}, ^4\mathbf{S}_{3/2}$$

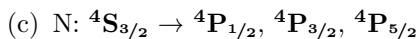
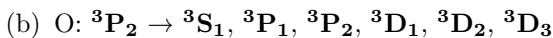
$$p^4 - ^1\mathbf{D}_2, ^3\mathbf{P}_0, ^3\mathbf{P}_1, ^3\mathbf{P}_2, ^1\mathbf{S}_0 \text{ (je stejné jako } p^2)$$

6. Na základě Hundových pravidel můžeme určit, že základní termy jsou
(a) C – $^3\mathbf{P}_0$, (b) N – $^4\mathbf{S}_{3/2}$, (c) O – $^3\mathbf{P}_2$.

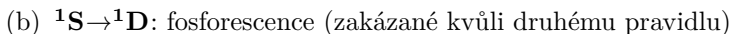
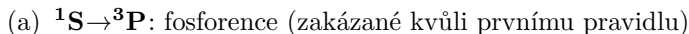
7. Energie termů roste dle tohoto pořadí $^3\mathbf{P}_0, ^3\mathbf{P}_1, ^3\mathbf{P}_2, ^3\mathbf{S}_0, ^1\mathbf{D}_2$.

8. Povoleny jsou následující přechody:

$$(a) \text{ C: } ^3\mathbf{P}_0 \rightarrow ^3\mathbf{S}_1, ^3\mathbf{P}_1, ^3\mathbf{D}_1$$



9. Jednotlivé přechody:

10. Termy pro jednotlivé konfigurace: $3p^1$: ${}^2\text{P}_{3/2}, {}^2\text{P}_{1/2}$; $3s^1$: ${}^2\text{S}_{1/2}$ Povolené přechody jsou tedy dva: ${}^2\text{P}_{3/2} \rightarrow {}^2\text{S}_{1/2}$ a ${}^2\text{P}_{1/2} \rightarrow {}^2\text{S}_{1/2}$

Protože jsou termy pro $3p^1$ dva, jsou pro tuto elektronovou konfiguraci k dispozici dvě energeticky velice blízké hladiny lišící se pouze celkovým momentem hybnosti \mathbf{J} . Proto jsou rozdílné i energie zářivého přechodu z těchto hladin na hladinu základního stavu a ve spektru se to projeví dvěma čarami (dubletem) vzdálenými od sebe ve spektru o 0,5967 nm.

11. Přechod v sodíkovém dubletu má energii odpovídající střední vlnové délce 589,3 nm, což odpovídá žluté barvě.

12. Nejlepší básnické pokusy následují.

Píseň zamilované chemičky

Hana Marvanová

Vždy, když mne voda umyje,
je v tom ta holka chemie.

Když někdo zimou naříká,
má to na triku termika.

Nebo když myslíš, že mě chceš,
je to jen hormon. Láska? Lež!

Když Tě pak bouchnu po kebuli,
nebolí nic než molekuly.

Třeba Tě potom bolí srdce.
Kdo myslíš, že za to může přece?

„Chemie,“ chytrý namítne.
Chemie Tě teď odmítne!

Bez ní i víno nemá chuť,
chemie-Manon, buď jak buď.

Sonet pro kvantovou chemii

Aneta Pospíšilová

Proč má láska tajemná,
svoji krásu skrýváš,
proč mě trápíš, zrazuješ,
zle se na mě díváš?

Odedávna Tě miluji,
pro tebe v noci nespím,
šipky do čtverců maluji,
až do úsvitu kreslím.

Však krutě drápy vytasíš,
na tvé nehty krátká slova
když trpí kočka Schrödingerova.

Ať zlá či dobrá zdáš se být,
jen tobě patří duše má,
má láska kvantová.

(beze jména)

Zuzana Vonková

Od doby, jenž chemii mám ráda,
mám nového kamaráda.
Těž nepřítel tu ovšem je,
kvantovka se jmenuje.
Term a šipka či barva dubletu,
ať dělám, co dělám, všechno popletu.

Cukroví už dobré není,
v životě se všechno mění.
Silvestr jsem měla slavit?
Vždyť už nemůžu se ani bavit.
Vše je lepší než s kvantovkou žít
– vidím to na kokain, heroin a pít.

Otázka 1 – 0,5 bodu, otázka 2 – 0,5 bodu, otázka 3 – 1,5 bodu, otázka 4 – 2 body, otázka 5 – 3,5 bodu, otázka 6 – 1,5 bodu, otázka 7 – 1 bod, otázka 8 – 1,5 bodu, otázka 9 – 1 bod, otázka 10 – 1,5 bodu, otázka 11 – 0,5 bodu a otázka 12 – 1 bod. Celkem 16 bodů.

Seriál – Senzorická analýza III

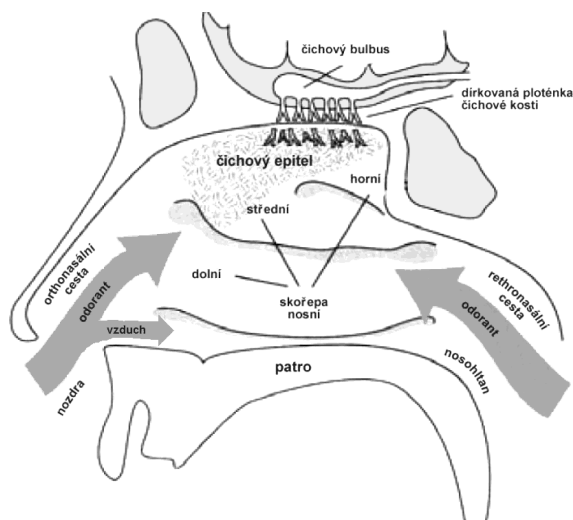
Autor: Jana Zikmundová

V tomto dílu se podíváme blíže na další lidský smysl významný pro senzorické hodnocení – čich.

Čich jako smysl

Popisování čichových vjemů je dosti složité. Nejen kvalita vjemu, ale už základní pojmy jsou dosti zmatené. Příjemné vjemy po vdechnutí nosem se označují jako vůně, po příchodu z ústní dutiny je to aroma. Nepříjemné vjemy jsou zápachy. Neutrální by měl být pojem pach. Jenže co dělá pach? Páchne. A to už moc neutrální pozici nenavozuje.

Receptory čichu jsou v horní části nosní dutiny. Při normálním dýchání k nim proniká jen část vdechovaného vzduchu, většina prochází spodní částí (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Schéma nosní dutiny

Vonné látky mohou přicházet do nosní dutiny nosem, nebo také, jak již bylo zmíněno, z úst nosohltanem. Tento přenos je intenzivnější, protože dochází k menšímu naředění vonných látek vzduchem a také je vzduch z úst do nosní dutiny při žvýkání téměř pumpován. Čich je tak důležitý i pro vnímání chutí, hlavně kovové (pro ty, co si ji neumí rovnou představit, je to taková ta mýdlo-

vá chuť některých minerálek). Vlastními receptory jsou přímo nervové buňky, jejichž dendrity vyčnívají nad podpůrnou tkáň. Velmi krátké axony neuronů prochází dírkami v čichové kosti do čichového bulbu a po ověření podnětu z ostatních buněk pak odchází informace do mozku.

Náš čich je asi desettisíckrát citlivější než chuť a trénování dospělí dokáží rozlišit až desítky tisíc pachů, ale i tak je lidský čich poměrně nedokonalý. Lidé mají okolo 25 milionů čichových buněk. Je to hodně málo, pokud se porovnáme například s německým ovčákem, který jich má 225 milionů. Takový jezevčík má čichových buněk „jen“ 125 milionů.

Jak bylo rozdělení základních chutí jednoduché, tak je to u pachů složité. A to tak, že žádné jednoduché rozdělení neexistuje. Spousta autorů se pokoušela identifikovat ty opravdu základní pachy, ze kterých by se pak měly skládat desetitisíce možných pachů, ale co autor, to názor (viz tabulka 1). Nejvíce přijímané jsou systémy podle Henninga nebo Zwaardemakera.

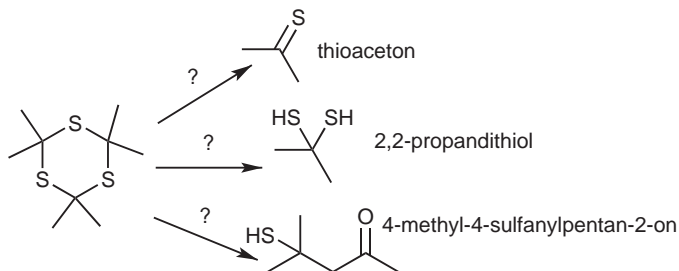
Linné 1794	Zwaardemaker 1895	Henning 1895	Amoore 1962
aromatický	aromatický	kořeněný	etherový
vonný	etherový	květinový	květinový
lahodný	vonný	ovocný	mátový
cibuločesnekový	květinový	pryskyřičný	kafrový
kozlí	lahodný	spálený	pižmový
dráždivý	cibuločesnekový	hnilobný	hnilobný
omamný	kozlí		pražný
	připálený		
	omamný		
	odporný		

Tabulka 1: Systémy pachů podle autora a roku vzniku

Nemoci čichového smyslu se jmenují osmie. V tomto ročním období je velmi častá kryptosmie, kdy je citlivost receptorů sice normální, ale jsou překryty vrstvou hlenu a tudíž nic necítíme. Stará známá rýma. A dále je to podobné jako u chuti – anosmie (celková či částečná) je ztráta schopnosti cítit. O něco lepší je hemiosmie, kdy je tato schopnost jen snížena. Opačně se projevuje hyperosmie, kdy, jak název napovídá, je citlivost k pachům zvýšená. Věkem se citlivost k vonným látkám přirozeně snižuje a nazývá se merosmie.

Zajímavější jsou další nemoci. Například při heterosmii vnímáme pach, který ale vyvolala jiná látka, než by měla. Abychom něco cítili při autosmii, není dokonce ani potřeba nějaké interagující látky.

Nejvíce cítit jsou patrně látky s obsahem síry. Vzpomeňte si jen na zkažená vejce nebo nastrouhanou brukvovitou zeleninu. Látky se sírou aspirují i na titul nejsmradlavější látky vůbec. Která látka to přesně je (možní kandidáti jsou na obrázku 2), je ale tak trochu záhada, k jejímuž rozluštění se nikdo moc nemá. Není také divu.



Obrázek 2: Možné reakce trithioacetonu

V roce 1889 chtěla skupina chemiků v německém městě Freiburg získat volný thioacetone. Ten se normálně vyskytuje jen jako trimer. Zkusili tedy zahřát několik gramů této látky. Od dalších pokusů záhy upustili, protože se městem začal šířit tak strašný zápach, že lidé v okolních ulicích zvraceli, omdlávali a v panice prchali. Celé město muselo být evakuováno.

Další pokus byl proveden v Oxfordu roku 1967 při hledání vhodných látek k výrobě polymerů. Po odzátkování reakční baňky si lidé v laboratoři ničeho nevšimli (kvůli přesycení receptorů, podobné je to například s kyselinou máselnou), ale jejich kolegové v budově o 200 metrů dál si začali stěžovat na nevolnost a bolesti hlavy. Ti, co s reakční směsí pracovali, ale veškerou vinu popírali. Aby byli přesvědčeni i „pachatelé“, byli postaveni asi 400 metrů od budovy a do digestoře byla kápnuta jedna kapka matečného roztoku. Zápach byl po větru cítit během několika sekund⁷.

Schopnost sírných látek intenzivně smrdět je naopak výhodná pro odorizaci zemního plynu. Ten je z většiny přírodních zdrojů zcela bez zápachu. Aby se snížilo nebezpečí výbuchu po náhodném úniku, přidávají se do něj sírné sloučeniny (butanthiol, *tert*-butylthiol, tetrahydrothiofen atd.) tak, aby byl plyn cítit už při koncentraci 1 %. Obsahy těchto látek jsou velmi nízké, *tert*-butylthiol je cítit už při koncentraci 20 ppt (1:50 000 000 000).

⁷Prosím, nezkoušejte to.

Vůně a parfémy

Toto téma je asi ohledně čichu nejzajímavější a také se nejvíce vědecky zkoumá. Aby dělení pachů nebylo tak jednoduché, rozdělují se pachy v parfémeh jinak než v systémech zmíněných výše. Samozřejmě že se nepoužívají hnilobné a spálené pachy, ale jak si třeba představíte zelenou vůni? Parfémy se pak dělí podle zákazníků a převažující vůně do několika kategorií a jejich variant (tabulka 2). Nejčastěji se používá systém H&R (Haarmann a Reiner).

dámské		pánské	
vůně	varianta	vůně	varianta
květinová	zelená ovocná svěží	levandulová	svěží kořeněná
	květinová aldehydová sladká	fougere ⁸	svěží květinová dřevo ambrová
orientální	ambrová kořeněná	orientální	ambrová sladká
cypřišová	ovocná květinovo-animální květinová svěží zelená	cypřišová	dřevo kůže jehličí svěží zelená
		citrusová	květinová fantazijní svěží zelená

Tabulka 2: Dělení parfémů podle systému H&R

Zařadit parfém do systému je bezesporu umění, stejně jako ho namíchat. Počet složek se liší – může jich být několik desítek až stovek. Možných složek jsou ale tisíce, vyskytují se ve více kategoriích, a když má být parfém ještě osobitý... Například zelené vůně mají evokovat trávu a zelené rostliny. Cypřišové (takže strom) vůně jsou charakteristické citrusy, dubovým mechem a pačuli. A pak je tu ještě pánské fougere (kapradí), které má kromě mechu i levanduli a kumariny.

⁸Fougere je francouzsky kapradí.

Použité složky mají různou těkavost, takže parfém se po nanesení mění. Nejdříve se uvolňují ty nejtěkavější, takzvané vůně hlavy. Velmi často to jsou esenciální oleje získané z citrusů, některého koření (koriandr, bazalka) nebo ovoce (broskev, meruňka). Pak se několik minut rozvíjí vůně srdce. Obvykle to jsou těžší květinové vůně jako růže, konvalinka, jasmín. Poslední jsou vůně základu, které se uvolňují několik hodin. Kromě rostlinných látek (vanilka, mech, santalové dřevo, pačuli) se zde uplatňují dokonce vonné látky živočišného původu (pižmo, ambra).

Vonné přípravky se liší koncentrací použitých esencí a tudíž i cenou. Zajímavé je, že se liší i koncentrací alkoholu, kterým se ředí (tabulka 3). Je vcelku logické, že nižší koncentrace lze použít více a snadněji se tak aplikuje každý den (nehledě na příznivější cenu).

přípravek	vonná esence (%)	použitý alkohol (%)
Parfum de Toilette	15–30	90–96
Eau de Parfum	8–15	85–90
Eau de Toilette	4–8	asi 80
Eau de Cologne	3–5	asi 70
Splash Cologne	1–3	50–70

Tabulka 3: Složení vonných přípravků

Aromata

Nevoníme pouze sebe, ale velmi často se snažíme navonět i potraviny. K dodání vůně a chuti se používají tzv. aromata, která jsou povolena vyhláškou 447/2004 Sb. Přestože se obvykle přidávají v množství 1–2 g na kilogram výrobku, jsou to asi z technologického hlediska nejvýznamnější přídavné látky. Přidávají se kvůli ztrátám přirozeného aroma při zpracování, kvůli rozdílnému obsahu aromatických látek ve výchozích surovinách během roku nebo pro větší atraktivitu pro zákazníky.

Za aromata se nepovažují potraviny a látky, které mají výlučně některou ze základních chutí. Takže aromatem není třeba cukr, ocet nebo sušené hříby. Vlastní aromata, tj. přípravky, které se přímo přidávají do potravin, se mohou skládat z různě čistých složek. Aromatické látky jsou chemicky definované a podle původu se dělí na přírodní, přírodně identické a umělé. Přírodní aromatické látky musí být minimálně z 95 % z přírodních zdrojů.

Oproti tomu aromatické přípravky jsou směsi a definují se spíš způsobem získání z konkrétní suroviny. Mohou být i reakční, což znamená že vznikají

z nearomatických látek Maillardovou reakcí. Je to reakce cukrů a látek s aminokupinou, při které vzniká mnohdy ne zcela přesně známými mechanismy mnoho barevných a aromatických látek. Příkladem může být hnědá chlebová kůrka. Další aromatické přípravy jsou kouřové, získávané extrakcí pyrolytických produktů z dřeva používaného pro uzení. Uzená klobása tak třeba vůbec žádný kouř nemusela potkat (a neobsahuje tolik polyaromatických uhlovodíků).

S aromaty je to podobné jako s parfémami. Každý výrobce si jejich složení pečlivě hlídá, a tak složení lze jen odhadovat. Navíc nejdůležitější složky mohou být v minimálních koncentracích (blíže v prvním dílu tohoto seriálu). O věrnosti napodobované chuti a vůni by se toho také dalo napsat mnoho. Některá jsou poměrně povedená i v nižších cenových kategoriích, takže je potkáváme často (citrusy, maliny, kokos, vanilka). Jiná aromata se kvalitou podstatně liší. Jen si vzpomeňte na chuť „chemických“ jahod v pudingu. Dobrou zprávou je, že existuje i věrnější jahodové aroma. Obsahuje ale více než 400 látek...

Literatura

1. Pokorný J. et al.: Senzorická analýza potravin, Vydavatelství VŠCHT Praha, 1999.
2. Könyvkiadó G.: Parfémy století, Ikar, 2000.
3. Clayden J.: Organic chemistry, Oxford University Press, New York 2001.
4. Vyhláška č. 447/2004 Sb., o požadavcích na množství a druhy látek určených k aromatizaci potravin, podmínky jejich použití, požadavky na jejich zdravotní nezávadnost a podmínky použití chininu a kofeinu

Zajíček chemik

