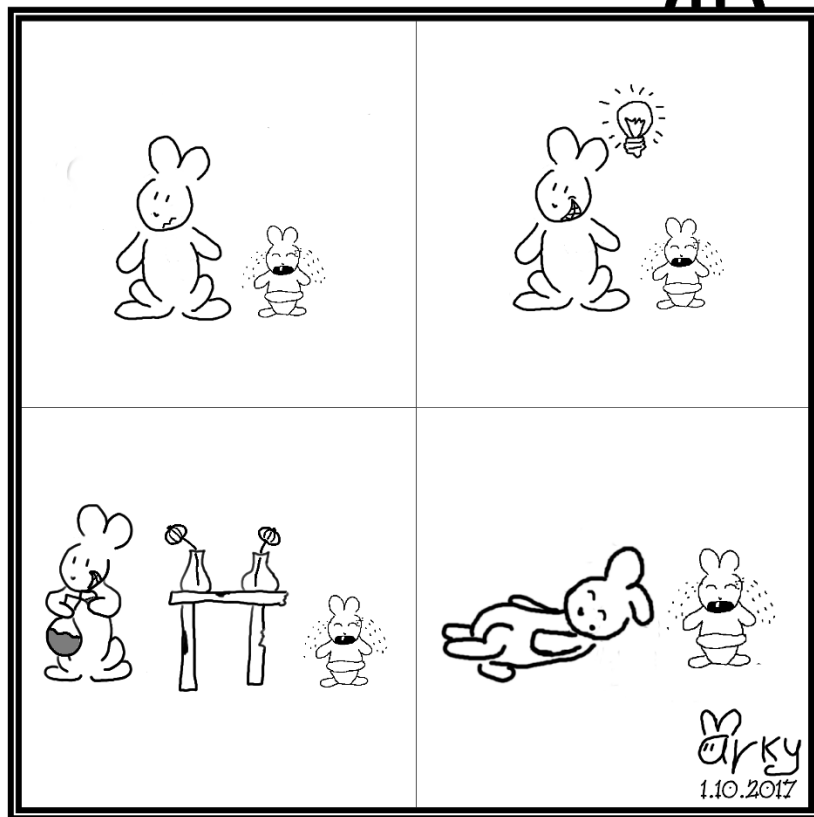


Zajíček chemik



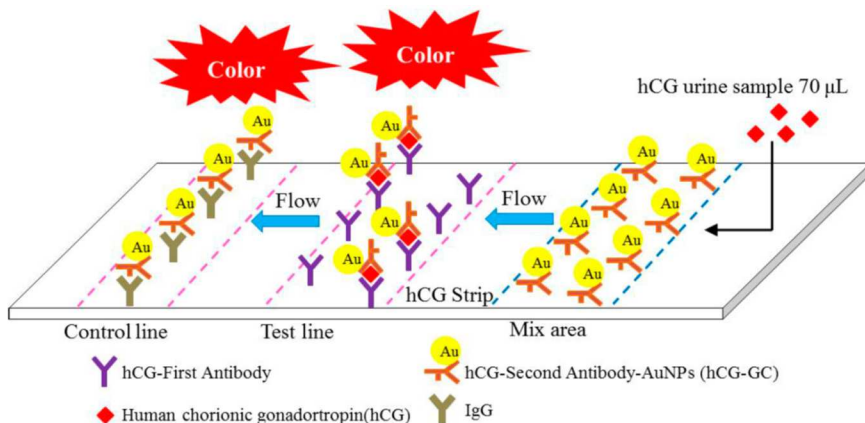
Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 16 (2017/2018)

Série 1

Literatura:

- (1) Rao, C. N. R.; Kulkarni, G. U.; Thomas, P. J.; Edwards, P. P. *Chem. – Eur. J.* **2002**, *8* (1), 28–35.
- (2) Reibold, M.; Paufler, P.; Levin, A. A.; Kochmann, W.; Pätzke, N.; Meyer, D. C. *Nature* **2006**, *444* (7117), 286–286.
- (3) Freestone, I.; Meeks, N.; Sax, M.; Higgitt, C. *Gold Bull.* **2007**, *40* (4), 270–277.
- (4) Daniel, M.-C.; Astruc, D. *Chem. Rev.* **2004**, *104* (1), 293–346.
- (5) Sapsford, K. E.; Algar, W. R.; Berti, L.; Gemmill, K. B.; Casey, B. J.; Oh, E.; Stewart, M. H.; Medintz, I. L. *Chem. Rev.* **2013**, *113* (3), 1904–2074.
- (6) Yeh, C.-H.; Zhao, Z.-Q.; Shen, P.-L.; Lin, Y.-C. *Sensors* **2014**, *14* (9), 16148–16158.

Obrázek 4: Těhotenský test. Převzato z lit.⁽⁶⁾

Pokud je žena těhotná, projeví se to obsahem hormonu choriogonadotropinu v moči. V soupravě pro těhotenský test jsou na proužek umožňující vzlínání kapaliny (vzorku moči) nanесeny zlaté nanočástice, které jsou na povrchu modifikovány protilátkou na zmíněný choriogonadotropin. Na proužku jsou dále nanесeny dvě linie, jedna testovací a druhá kontrolní (obrázek 4). Testovací linie obsahuje další (odlišnou) protilátku na choriogonadotropin, zatímco kontrolní linie obsahuje imunoglobulin: tedy nespecifickou protilátku, která je schopna vázat leccos včetně modifikovaných nanočástic.

Podívejme se na oba možné případy: pozitivní a negativní. V pozitivním případě je konec těhotenského testu namočen do vzorku moči obsahující choriogonadotropin. Roztok postupně vzlíná a po dosažení oblasti s nanočásticemi je na nich hormon zachycen. Roztok vzlíná spolu s nanočásticemi dál až k testovací linii. Zde je část nanočástic (ta, která obsahuje navázaný choriogonadotropin) zachycena a již se dál nepohybuje. Zbylé nanočástice jsou unášeny dál až ke kontrolní linii s imunoglobuliny. Výsledkem jsou tedy dvě tmavě červené linky (zbarvené od zlatých nanočástic) na těhotenském testu.

V negativním případě probíhá vše podobně, ovšem z důvodu nepřítomnosti choriogonadotropinu se nanočástice nezachytí na testovací linii a všechny projdou až ke kontrolní linii. Negativní těhotenský test tedy ukazuje pouze jednu tmavě červenou čárku.

A to je z dnešního seriálu vše. Příště se detailněji podíváme na různé nanočástice. Dvoučárkovým těhotenským testům zdar!⁷

⁷ Poznámka editora: autor seriálu je čerstvým tatínkem. Blahopřejeme!



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 nebezpečnostem 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.

Proč řešit KSICHT?

Milí řešitelé, KSICHT je zde již 16 let proto, aby vám ukázal různá zákoutí chemie a přivedl vás k jejich objevování. V průběhu školního roku k vám doputují čtyři brožurky s úlohami z různých oblastí chemie, při jejichž řešení se naučíte mnoho nového a navíc si užijete kopu srandy, protože úkoly jsou mnohdy poněkud... neortodoxní. Prostřednictvím našeho seriálu se pak můžete seznámit s některými velkými chemickými tématy, která se vám pokusíme předstířit stravitelně, zábavně a užitečně. V letošním ročníku to bude seriál s názvem *Nanomateriály*, jehož název mluví za vše. V neposlední řadě můžete v každé brožurce sledovat osudy skutečně neohroženého komiksového hrdiny, a sice Zajíčka chemika.

V průběhu ročníku KSICHT pořádá dva výlety, na kterých je možné se setkat s ostatními řešiteli, s organizátory a autory úloh. Celý ročník je zakončen týdenním soustředěním na Přírodovědecké fakultě UK, kde si mimo jiné vyzkoušíte práci v laboratořích a vyslechnete přednášky předních českých a světových vědců.

Mimo to, úspěšní řešitelé získávají i možnost prominutí přijímacích zkoušek na PŘF UK a Univerzitě Palackého v Olomouci¹, a ti nejúspěšnější z vás mohou dosáhnout na motivační stipendium na PŘF UK nebo VŠCHT.

¹ KSICHT je brán jako předmětová soutěž v chemii podobná olympiádě.

Jak řešit KSICHT?<http://ksicht.natur.cuni.cz/>

V každé brožurce je pro vás připraveno 5 úloh k vyřešení. Jsou mezi nimi zábavné hříčky i opravdové oříšky. Pokuste se poradit si s nimi, jak nejlépe umíte, ale pokud je nevyřešíte všechny, nic se nestane. Budeme rádi, když nám pošlete odpovědi byť jen na část úkolů, které úloha obsahuje. Dbejte však, aby vaše odpovědi byly srozumitelné a aby bylo zřejmé (zejména u výpočtů), jak jste k řešení dospěli.

Každou úlohu vypracujte **samostatně** na list formátu A4, na němž bude uvedeno **vaše jméno, název a číslo úlohy**. V případě, že posíláte úlohy přes webový formulář, uložte každou úlohu do samostatného souboru PDF.² Pro kreslení chemických vzorců doporučujeme používat programy dostupné zdarma: MDL ISIS/Draw, ChemSketch (freeware s povinnou registrací) nebo Chemtool.

Vypracované řešení úlohy odešlete organizátorům nejpozději do data uvedeného na následující stránce elektronicky nebo papírově (rozhoduje čas na serveru KSICHTu či datum poštovního razítka).

Autoři poté vaše řešení opraví, ohodnotí je a pošlou vám je zpět společně s následující brožurkou a dalšími úlohami k řešení. Řešitelé, kteří získají alespoň 50 % bodů z celého ročníku, obdrží certifikát o úspěšném absolvování semináře.

Celkové pořadí je také kritériem pro účast na závěrečném soustředění.

V případě jakýchkoliv dotazů se na nás neváhejte obrátit na e-mail ksicht@natur.cuni.cz nebo v případě dotazu ohledně úlohy napište autorovi úlohy na jmeno.prijmeni@ksicht.natur.cuni.cz.

Letáček

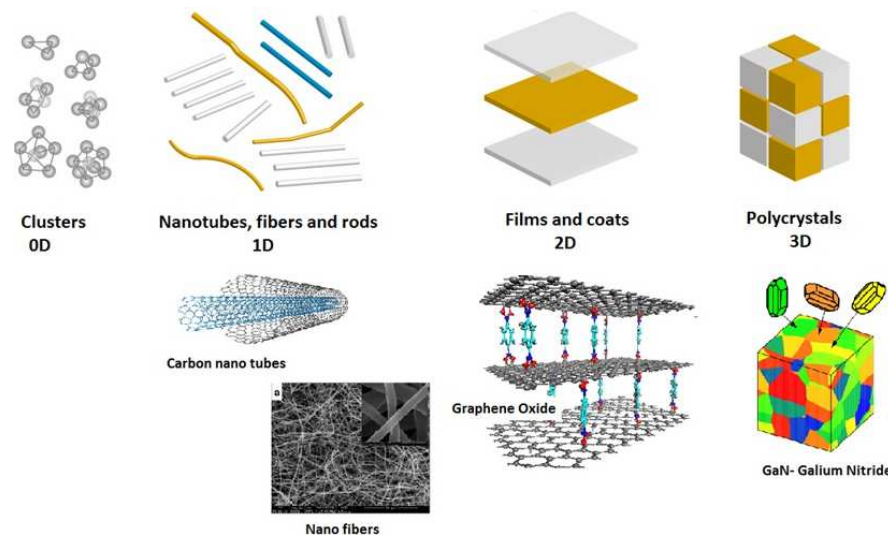
Přiložený letáček prosím vyvěste na viditelné místo ve vaší škole, aby si ho mohli prohlédnout všichni studenti. Děkujeme.

Podzimní výlet s KSICHTem

V listopadu proběhne první výlet tohoto ročníku, který již pro vás intenzivně připravujeme. Nezapomeňte proto sledovat webové stránky,³ kde se brzy objeví konkrétní informace.

² Neposílejte naskenovaná řešení s výjimkou obrázků, text bývá špatně čitelný.

³ <https://ksicht.natur.cuni.cz/akce-ksichtu>



Obrázek 3: Typy nanomateriálů.

Upraveno z <https://ninithi.files.wordpress.com/2015/07/nanomaterials.jpg>

Použití nanomateriálů zatím není masově rozšířeno, ale v dnešní době se s nimi můžete setkat v různých běžně dostupných výrobcích. Když budete chtít, dojdete do obchodu nebo kliknete na e-shop a koupíte si bez problémů výrobek s nanomateriálem. A kde je tedy můžeme najít? Nanovlákna se používají v protiroztočových lůžkovinách nebo antivirových rouškách, jelikož póry nanotkaniny okolo 80 nm jsou schopny zachytit roztoče (velikost 300–400 μm), jejich alergeny (enzymy) ve výměšcích o velikosti 1–20 μm nebo i některé viry. Nanočástice najdeme například v opalovacích krémech, kde oxid titaničitý či zinečnatý odráží UV záření. Autokosmetika a čisticí prostředky pro domácnost obsahují nanočástice vosku nebo oxidu křemičitého, zirkoničitého či titaničitého. Pokud zabrousíme do oblasti drahých kovů, zjistíme, že nanočástice stříbra se díky svým antibakteriálním vlastnostem používají v ponožkách či vložkách do bot. Výčet zakončíme tím nejlepší, tedy nanočásticemi zlata. Ty najdete, možná nečekaně, v těhotenském testu. Pravděpodobně jste ještě žádný neměli v ruce, a proto neuškodí, když se podíváme blíže na jeho fungování.

Tabulka 2: Nobelovy ceny v oblasti nanotechnologií

| rok | obor | laureát | objev |
|------|--------|--|--------------------------------|
| 1925 | chemie | R. A. Zsigmondy | základy koloidní chemie |
| 1932 | chemie | I. Langmuir | monomolekulární vrstvy |
| 1986 | fyzika | G. Binnig a H. Rohrer | skenovací tunelovací mikroskop |
| 1996 | chemie | R. F. Curl Jr., H. W. Kroto a R. E. Smalley | fullereny |
| 2016 | chemie | J.-P. Sauvage, J. F. Stoddart a B. L. Feringa | molekulární stroje |

Kromě výše zmíněných osobností nesmíme zapomenout ani na Richarda Feynmana, nositele Nobelovy ceny za fyziku z roku 1965, který proslul inspirativní přednáškou „There's Plenty of Room at the Bottom“, Noria Taniguchiho, který v roce 1974 poprvé použil termín „nano-technology“, a Erica Drexlera, který položil základy molekulární nanotechnologie.

Typy nanomateriálů

Nanomateriály rozlišujeme podle počtu dimenzí, ve kterých mají makroskopický rozměr (obrázek 3). 0D materiály mají všechny rozměry v nanoměřítku a nejčastěji k nim řadíme nanočástice, kvantové tečky, klastry atomů a fullereny. 1D útvary mají vláknitou strukturu (tzn. dva rozměry „nano“ a jeden velký). Patří sem především nanovláknna a uhlíkové nanotrubičky. Třetí skupinou útvarů, tedy 2D, jsou různé tenké filmy na povrchu jiných materiálů či grafen (představte si sloupnutý jeden plátek tuhy) a jeho deriváty. Do poslední skupiny 3D útvarů pak patří polykrystaly které jsou jako celek makroskopické, ale jejich jednotlivé domény mají rozměry v nanometrech.

Toto je základní rozdělení materiálů. V dalších dílech seriálu si ukážeme, že v dnešní době není problém připravit leccjaké tvary – počínaje nanorýží a nanomrkví, pokračuje přes nanokrychličky a konče třeba u inspirace vesmírem – nanohvězdiček.

Nanomateriály v běžném denním životě

Podívali jsme se tedy do historie, ukázali si základní vlastnosti nanomateriálů a jejich rozdělení a teď už jste jistě všichni jako na trní a kladete si otázky: No a k čemu jsou nám tedy nanočástice dobré? Není to jenom vrtoch potrhých vědců? Můžu jít normálně do supermarketu a koupit si třeba nanočástice? Odpovédím na podobné otázky se budeme věnovat v této kapitole.

Termín pro odeslání řešení 1. série:

20. 11. 2017

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

KSICHTÍ desatero řešení úloh

Vzhledem k tomu, že se opakovaně někteří řešitelé dopouští neodpustitelných či méně závažných prohřešků, kvůli kterým zbytečně přicházejí o body, vytvořili jsme pro Vás seznam zásad, kterých je dobré se držet.

1. Jen jeden KSICHT řešiti budeš.
2. Nebudeš si zoufat, že nevyřešíš všechno a správně.
3. Nebudeš se klanět **Güghlu** ni jiným vyhledávačům. Informaci svou si vždy ověříš.
4. Nezkopíruješ **Wikipedi** českou ni anglickou ni v jazyku jiném psanou.
5. Pamatuj na den odeslání, že ti má být svatý. Čtyři týdny řešiti budeš, dne (před)posledního odesláno míti budeš.
6. Cti organizátory své.
7. Neudáš výsledku bez výpočtu.
8. Neopíšeš nadbytek číslíc z kalkulátoru svého.⁴
9. Nepožádáš o řešení bližního svého.
10. KSICHTÍ jméno důsledně šířiti budeš.

⁴ Tzv. kalkulátorový syndrom: „Svět byl stvořen za 6,999999999942 dní.“ Toto není ani správná, ani přesná hodnota.

Úvodníček

Milé řešitelky, milí řešitelé,

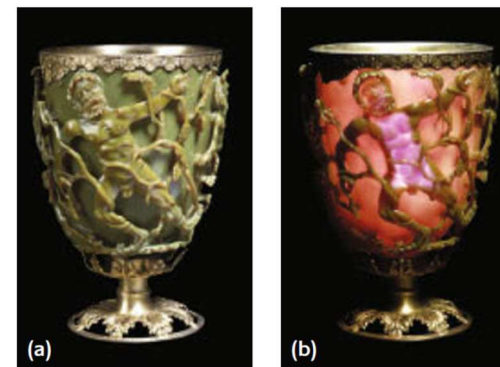
od konce prázdnin uplynulo už pár týdnů a s podzimem přichází i nová KSICHTí brožurka.

V první úloze se budete muset vžít do role baňkologů a prozkoumat dvanáct znamení chemikruhu. Při tom vám rozhodně pomůže dobrá znalost chemického nádobí a vlastností prvků. Další úloha vám přiblíží problematiku kokosového oleje a tuků obecně. Zároveň budete moci zhodnotit, zda je vaše strava v tomto směru vyvážená. Třetí úloha se zaměřuje na polymery, které nás dnes obklopují v mnoha různých podobách. Kromě chemické stránky úloha nabízí i náhled na ekologický rozměr používání umělých hmot. Další úloha je praktická a můžete si být jisti, že název je více než vypovídající. Mám neblahé tušení, že autor má s pojídáním mýdla nemalé zkušenosti a je proto tím nejpovolanějším, aby vás seznámil s chemií mýdla a tenzidů. V poslední úloze na vás čeká nefalšovaná organická syntéza, navíc ozvláštněná cizojazyčným zadáním. Zahrajte si na syntetika a odhadněte, jak bude reakce probíhat! Poté si na závěr můžete odpočinout při čtení seriálu o nanomateriálech od Michala Řezanky.

Doufám, že jste v létě všichni načerpali novou sílu pro další studium i pro řešení hravých KSICHTích úložek. Za sebe i autory vám přeji mnoho zdaru

Ifka Hrubá

pohár má při průchodu světla jinou barvu, než když se světlo odráží od něj směrem k pozorovateli. Tato unikátní vlastnost je způsobena nanočásticemi zlata a stříbra přítomnými ve skle, přičemž zlato způsobuje převážně červenou barvu při průchodu světla a stříbro zelenou při odrazu.⁽³⁾ Na světě existuje pouze velmi omezené množství předmětů vyrobených z podobného skla, což nahrává teorii, že výroba takto zbarveného skla byla činěna metodou pokus-omyl (přičemž omylů bylo nesrovnatelně více). Zlaté a stříbrné nanočástice jsou ve skle přítomny v množstvích 40 a 300 ppm a jejich velikost se pohybuje v rozmezí 50 až 100 nm.

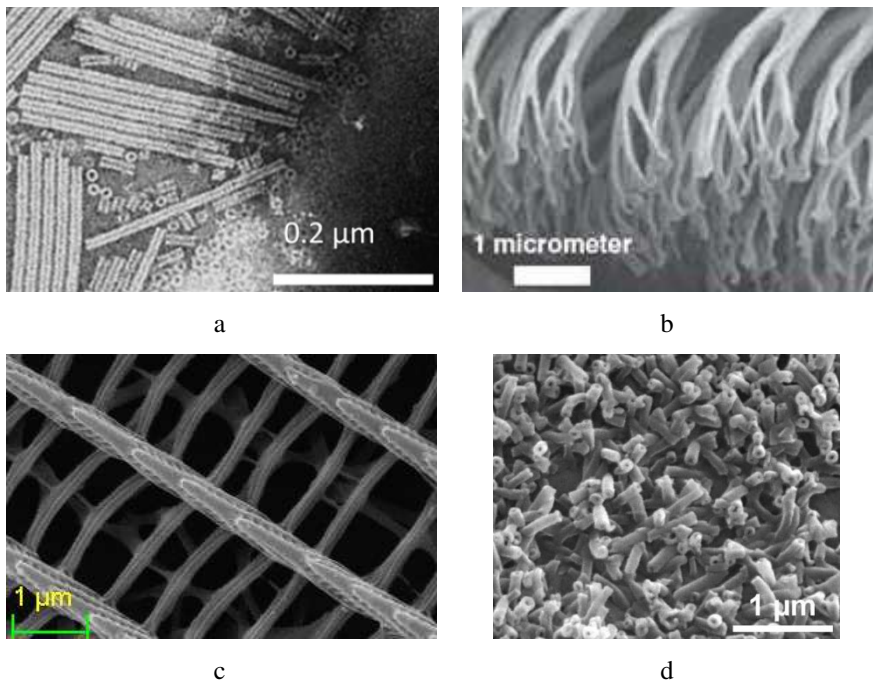


Obrázek 2: Lykurgův pohár v (a) odraženém a (b) průchozím světle.

Převzato z lit.³

Zlaté nanočástice ve vodném roztoku (tzv. rozpustné zlato) se poprvé objevují v Egyptě a v Číně mezi 4. a 5. stol. př. n. l. Z počátku se užívaly pro dekorativní účely – barvení skla a keramiky. Ve středověku našlo koloidní zlato využití v medicíně, například při léčbě srdečních a cévních onemocnění, epilepsie, úplavice a dokonce i při diagnostice syfilidy. Tato použití poprvé písemně zaznamenal roku 1618 lékař Franciscus Antonius, avšak z pohledu dnešního lékařství se jednalo pouze o placebo efekt, jelikož tyto léčebné účinky nebyly prokázány. Roku 1718 byla poprvé popsána Hansem Heinrichem Helcherem funkcionalizace zlatých nanočástic pomocí roztoku škrobu, který zvýšil jejich stabilitu. Za první dokumentovanou přípravu zlatých nanočástic se považuje pokus Michaela Faradaye, který roku 1857 redukoval vodný roztok tetrachloridozlatitanu fosforem v sirouhlíku.^(4,5)

20. století je pak provázeno významným pokrokem v porozumění nanomateriálům. Dokladem toho je množství Nobelových cen udělených za objevy v této oblasti, které shrnuje tabulka 2.



Obrázek 1: a – kapsida viru tabákové mozaiky, b – lamely na tlapičce gekona, c – motýlí křídlo, d – voskové tubuly na lotosovém listu. Upraveno z:

<http://avs.scitation.org/doi/abs/10.1116/1.4816584>

https://en.wikipedia.org/wiki/Gecko_feet ;

<http://www.optics.rochester.edu/workgroups/cml/opt307/spr14/Rui/2.jpg>

<http://www.beilstein-journals.org/bjnano/articles/2/19>

Damascéská ocel byla poprvé vyrobena v jižní Indii v 6. století př. n. l. Sečné zbraně se pak z dovezené oceli vyráběly či prodávaly v hlavním městě Sýrie – Damašku. Tyto meče s charakteristickými vrstevnicemi byly ceněny pro svou ostrost a tvrdost při zachování pružnosti s velkou odolností vůči zlomení. V roce 2006 byla v prestižním časopisu Nature publikována studie,⁽²⁾ kde autoři podrobili úloemek z damascéské šavle analýze a ve struktuře objevili cementitová nanovlákná a dokonce i uhlíkové nanotrubičky. Podle některých vědců jsou právě tyto uhlíkové nanotrubičky být příčinou výjimečné tvrdosti.

Lykurgův pohár (obrázek 2) byl patrně vyroben ve 4. století n. l. buď v Alexandrii, nebo na území dnešní Itálie. Jak si můžete všimnout na obrázku,

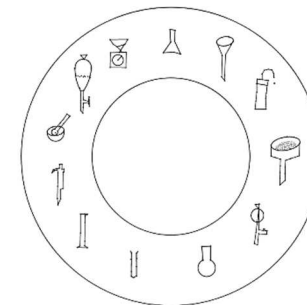
Zadání úloh 1. série 16. ročníku KSICHTU

Úloha č. 1: Znamení chemikruhu

(10 bodů)

Autoři: Lenka Šimonová, Jan Bartoň, Karolína Lavičková

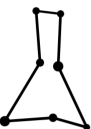
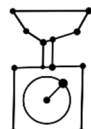


Od dávných dob známe dvanáct znamení chemikruhu. Tento systém vytvořili první baňkologové již před lety. Znamení chemikruhu jsou odvozena od polohy centrálního atomu Slunce na nebeském chemikruhu v určený čas a datum. Ke každému znamení byly přiřazeny chemické prvky podle jejich vlastností a chování vůči ostatním prvkům. Bohužel došlo k částečnému zničení starých textů s charakteristikami jednotlivých znamení – na několika místech byly propáleny Bunsenovým kahanem, jinde zas polité kyselinou solnou.



1. Pomoz baňkologům přiřadit jednotlivé prvky do znamení chemikruhu podle jejich charakteristik. Poznámka: Znamení může obsahovat i jen jeden prvek.

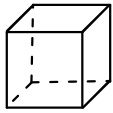
Prvky k rozřazení: Al, B, Be, Br, C, Cl, Co, Cs, F, Fe, H, He, Hg, Ir, K, Li, N, Na, Ni, Np, O, Pd, Pt, Pu, Si, U.

| č. | znamení | charakteristika |
|----|---------|---|
| 1 | | Jsou to sukničkáři. Poskytnou elektron, kdykoliv můžou. Po odhození elektronu se jim zapalují lýtká a láskou zahoří pro kdejakou barvu. Mohou se zdát kovově chladní, ale nejsou to žádní tvrdí chlapi. Pro cizí se nechají klidně rozkrájet. Aby si uchovali dobrou náladu, musí být dobře naložení. Nejsou to žádní chlapi do nepohody, jelikož je rozhodí i sebemenší přehánka. Jsou velmi zásadoví (A). |
| 2 | | Spustí se s každým, ale sebe mají nejraději. Achillovou patou jsou jim malí záletníci. Dají se snadno ovlivnit, a proto lehce přijdou do jiného stavu, s tlakem okolí dokonce změní i vizáž. Na rozdíl od ostatních se často obklopují sami sebou nebo sobě rovnými a vytvářejí potom rozsáhlá společenství. Když na to ale přijde, můžou změnit i pohlaví. Jsou typickými zástupci bisexuálů. |

| | | |
|---|---|--|
| 3 |  | <p>Snadno se spárují a nelehko se jich partner zbaví. Jsou to jednoduše elektronkopky. Když nemají, o koho by zakoply, tvoří nestálé svazky se sebou nebo svojí rodinou. Nicméně tyto <u>lesbické či incestní vztahy (B)</u> jsou prudce nestabilní, pokud se v okolí objeví nějaký přitažlivý chlap (což je skoro každý).</p> <p>Závisí se celé zbarví, některá dokonce zezelená. V deštivém počasí se vždycky <u>tváří kysele (C)</u> a v zimě skapou. Jedna z nich je dominantní a má vždycky navrch. Bere si od každého, co se jí zlíbí. Každému dá, ale málokomu něco dá.</p> |
| 4 |  | <p>Ve svých sociálních skupinách jsou podivní a těžko zařaditelní. Ostatní je považují za bezpohlavní. Ve své čisté podobě se až na výjimku <u>chovají velmi tvrdě (D)</u>, přesto je každý považuje za <u>lehkovážné (E)</u>. Občas se můžou tvářit kysele, ale mají tvrdé zásady.</p> <p>Pár z nich se umí rozpálit doběla, ale jen tak se vzteky nerozstečou. Jeden z nich se nenechá jen tak napálit ani dopálit, jiný si zase vůbec nevšimne, že se ho někdo snaží prozářit. Dokonce i Superman ho prohlédne skrz naskrz. No a jeden se dokonce odstěhoval do úplně jiného města.</p> |
| 5 |  | <p>Jsou to tvrdí chlapáci a pořádní heavy metalisti. Často <u>vyzařují do okolí pozitivní energii (F)</u> a mohou vás oslnit svojí krásou. Hromadná setkání končí vždy silným výbuchem emocí. Jsou <u>psychicky labilní (G)</u> a v rámci své nemoci mohou přijít kompletně o svoji původní osobnost. O některých z nich lze říci, že mají přesně danou <u>expirační dobu (H)</u>. Mnozí lidé se snaží některé z nich neustále vytáčet. Patron jednoho z členů této komunity byl lidskou společností nedávno degradován.</p> |
| 6 |  | <p>Jde o vášnivou iniciátorku hádek a rozhodů. Každý kvůli ní zahoří a kdejaký svazek se rozpadne. Všichni s ní na stará kolena skončí a zestárnou s ní, dokud je redukční činidlo nerozdělí. Když vztah začnou rozehřívát nebo dokonce rozpalovat emoce, tak se prostě <u>zdechne (I)</u>. Zmodrá, když jde do tuhého.</p> |

4 nm, jsou schopny výše uvedenou reakci katalyzovat. Větší nanočástice (> 10 nm) tuto schopnost ztrácejí.⁽¹⁾

Tabulka 1: Myšlenkový experiment rozřezávání krychle

| krychle | hrana | počet | povrch |
|---|-------|------------------|---|
|  | 1 cm | 1 | 6 cm ² |
| ⊗ | 1 mm | 1000 | 60 cm ² |
| | 1 μm | 10 ¹² | 60000 cm ² = 6 m ² |
| | 1 nm | 10 ²¹ | 6 · 10 ⁷ cm ² = 6000 m ² |

Historie

Definice nanomateriálů jsou dvě: podle jedné musí být alespoň jeden rozměr materiálu menší než 100 nm, zatímco druhá a rozšířenější, definuje, že tento rozměr musí být menší než 1 μm. Nanomateriály existují na Zemi od pradávna, dříve, než se objevil první člověk: ať už se jedná například o nejjemnější část sopečného popela, nebo o „živé“ nanomateriály (obrázek 1). Z těch můžeme zmínit například kapsidy virů, velmi jemnou strukturu lamel na tlapičkách gekona (umožňující mu se pomocí Van der Waalových interakcí udržet i na rovném povrchu), povrch motýlích křídel (který následkem lomu světla zapříčiňuje jejich modrou, fialovou či bílou barvu) či listy lotosu (u nichž nanostruktura voskových tubulů způsobuje ultrahydrofobní efekt).

Jako první nanomateriály vyrobené člověkem, se nejčastěji uvádějí zbraně z damascénské oceli a Lykurgův pohár. Jejich výroba byla nezáměrná a vzhledem k poznatkům té doby a (ne)dostupným analytickým technikám lidé ani nemohli tušit, že vyrobili nanomateriál. Pojdme se na tyto dva příběhy podívat blíže.

Seriál: Nanomateriály**1. díl: Bylo nebylo...**

Autor: Michal Řezanka

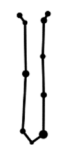

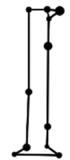



Milé čtenářky, milí čtenáři,

Váš hlas rozhodl! Letos se budeme spolu setkávat u seriálu, který Vás uvede do problematiky nanomateriálů. Protože kdo v dnešní době není nano (popřípadě bio nebo eko), jako by nebyl. Abyste věděli, s kým máte tu čest, krátce se představím. Magisterské a doktorské studium v oboru organické chemie jsem absolvoval v Praze na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Následně jsem se přesunul do Liberce, kde dodnes působím na Ústavu pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace Technické univerzity v Liberci. Z Prahy jsem si přinesl lásku k cyklodextrinům (cyklickým oligosacharidům, kterým třeba dáte šanci být hvězdou seriálu v příštím ročníku) a v Liberci jsem se naučil pracovat s nanomateriály, se kterými Vás postupně seznámím. Dohromady se tedy zabývám funkcionalizací nanomateriálů cyklodextriny a tudíž se pohybují na rozmezí organické a materiálové chemie.

Proč nano?

Než se pustíme do zkoumání historie nanomateriálů, pojďme se nejdřív podívat na to, co umí nanomateriály navíc oproti běžným makroskopickým materiálům. Jednou z hlavních výhod malé velikosti je vysoký poměr povrchu materiálu vůči jeho objemu. Abychom této větě lépe porozuměli, pojďme si provést myšlenkový experiment. Mějme krychličku o hraně 1 cm – třeba běžnou šestistěnnou kostku. S pomocí trochy matematiky snadno zjistíme, že každá stěna má 1 cm² a stěn máme 6. Celkový povrch tedy bude 6 cm². Představme si, že tuto krychličku rozřežeme v každém směru (tedy vždy podél osy x, y a z) desetkrát. Původní jedna krychlička se nám rozpadne na 1000 menších, z nichž každá bude mít hranu 1 mm. Celkový povrch těchto krychliček bude 60 cm². Pokud budeme v experimentu pokračovat dále až ke krychličkám o délce hrany 1 nm, zjistíme (s trochou více matematiky), že jsme dostali 10²¹ krychliček, které dohromady mají povrch 6000 m², což je mimochodem zhruba plocha fotbalového hřiště. A k získání tak velkého povrchu nám stačí nanometrové nanočástice o celkovém objemu 1 cm³. No nekupte to... Myšlenkový experiment je přehledně shrnut v tabulce 1 (pokud se budete dívat vskutku pozorně, uvidíte i 1 μm a 1 nm krychličky).

Druhou výhodou nanomateriálů (hlavně malých kovových nanočástic) jsou různé kvantové efekty související s velkým zakřivením povrchu a malým počtem atomů, které způsobí odlišné uspořádání elektronových hladin a tím i změnu vlastností. Příkladem takového jevu může být katalýza oxidace oxidu uhelnatého na oxid uhličitý pomocí zlatých nanočástic. Pokud je velikost nanočástic pod

| | | |
|----|---|---|
| 7 |  | Casanova je jeho druhé jméno. V manželství se často neobejde bez <u>bokovek</u> (J) a dlouho s nikým nevydrží. Jde o záletníka doslova i do písmene. Je <u>trojjediný</u> (K), ale jen jeden z nich nám svítí na cestu v temnotách. Často se tváří kysele. Od pohledu je to anorektik a občas bisexuál. Nemá vysoké nároky, lidé se na něj dívají jako by neměl vůbec žádný potenciál. Každý, kdo umí něco spočítat, s ním vždycky počítá a bez něj by byl bez práce kdekdo. |
| 8 |  | Tihle týpci jsou pořádně vykalení, ale nejsou tak hustí jako heavy metalisti. Často trpí různými komplexy. Také trpí <u>bipolární poruchou</u> (L) osobnosti. Rozhodně se řídí tím, že sůl je nad zlato. A lidem tluče srdíčko (jen) pro pár jejich komplexů. |
| 9 |  | Jsou krásní a vznešení, jen občas trochu zakomplexovaní. Ve své čisté formě tvoří životní jistotu bez ohledu na počasí a roční období. Jsou to <u>vlivné osobnosti</u> (M), které mění okolní společnost, ale sami se jen tak nezmění. Bez nich by to prostě někdy nešlo. Bohužel špatná společnost je (rychle) otráví. |
| 10 |  | Je to aromantický, nespolečenský, bezpohlavní, introvertní asexuál. Žije na výsluní. Můžete ho dráždit, jak dlouho chcete, ale jen tak něco se ho nedotkne. Lidé kvůli němu vždycky zvýší hlas. Pomalu prochází bez povšimnutí i kolem těch nejhustších týpků. Má rád pořádnou zimu, takže pokud mrzne opravdu fest, je daleko hustější a prochází se venku bez zábran. |
| 11 |  | I když je to těžký metalista, umí se něžně roztékat blahem. Kvůli jeho věčně jedovatým poznámkám ho mají lidé plné zuby. Ač jsme se na něj v nemoci vždy obraceli, nyní už nesmíme. I přes takové zákazy nám stále svítí každý večer na cestu. Je odpůrce lidových moudrostí, jako třeba „sůl nad zlato“. |
| 12 |  | Šedá eminence, bisexuál, kde kdo by s ní(m) chtěl, ale ne každý na to má. Vyžaduje hodně úsilí a drahé dárky, aby se spustila s chlapy. Zpravidla jí jeden chlap nestačí. Většinu času proto tráví ve vyšších sférách, a to v pevných incestních svazcích v rámci svého znamení. Když do napjatých a složitých vztahů přijdou problémy, tak práskne do bot a zmizí jako pára nad hrncem. Je proslulá svojí schopností rozlámat každého na kousky, dojde-li k silnému ochlazení jejich vztahů. |

2. Pojmenujte jednotlivá znamení podle symbolů chemického nádobí.
3. Chemicky vysvětlí koncepty a odpověz na otázky:
 - a. Jaké chování prvku určuje jeho pohlaví, tj. jaký je rozdíl mezi ženou a mužem?
 - b. Vysvětlíte sexualitu prvků – asexuál a bisexuál.
 - c. V charakteristikách se dává důraz na vztahy mezi jednotlivými znameními. Definujte manželství. Proč je Casanova (prvek) největší záletník? Co by podle vás znamenalo, kdyby měl prvek harém?
 - d. Co znamená pojem vizáž u prvků 2. znamení? Uved'te alespoň 3 různé vizáže jednoho prvku tohoto znamení.
 - e. Z jakého důvodu musí být sukničkáři z 1. znamení vždy správně naložení? Do čeho se nakládají?
 - f. Identifikujte konkrétní elektronkopku (prvek) ve 3. znamení, která má podle popisu „vždycky navrch“.
 - g. Kam se odstěhoval jeden prvek ze 4. znamení a o jaký prvek se jedná?
 - h. Proč se lidé na prvek ze 7. znamení dívají, jako by neměl žádný potenciál?
 - i. Lidem pro komplexy 8. znamení tluče srdíčko doslova a do písmene. Jmenujte alespoň 2 takové látky a stručně zdůvodněte, proč jsou pro lidi tak důležité.
 - j. Jakým způsobem jsme se v nemoci obraceli k 11. znamení a v jaké formě? Proč už teď nesmíme?
 - k. Kdy většinová společnost odmítla patrona prvku z 5. znamení? O který prvek se jedná?
 - l. Ve 4. znamení si jeden prvek vůbec nevšimne, když se ho někdo snaží prozářit. Co to znamená? Kde se tato vlastnost využívá?
 - m. Prvek z 10. znamení prý žije v zimě v úplné svobodě bez zábran. Co to znamená? Jak se tento jev nazývá?
4. Stručně vysvětlí chemický význam v textu podtržených pojmů A-M.
5. Vyber si dvě různá znamení a přelož jejich charakteristiku do české (slovenské) chemičtiny.
Zahraj si na baňkologa a vytvoř popis dávno ztraceného 13. znamení chemikruhu.
6. Vyber si prvek (popř. skupinu prvků), který ještě nebyl popsán. Ve 3-5 větách popiš jeho chemické vlastnosti baňkologicky a dodej i chemický překlad. Nezapomeň též nakreslit souhvězdí a pojmenovat jej. Nejlepší popisy budou zveřejněny v další sérii.

4. Draw structures of products A and B.
5. Draw a mechanism of the formation of product A.

Conversion of the third reaction was monitored by TLC (thin layer chromatography). TLC (Fig. 1) was done on silica with 30% ethyl acetate/hexane mobile phase.

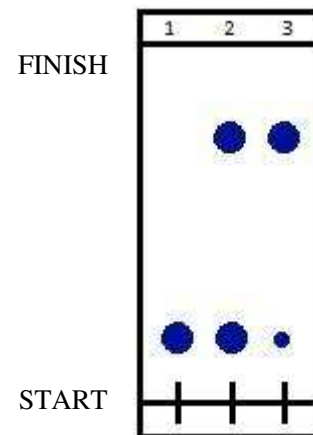


Fig. 1: TLC; 1: starting material, 2: starting material + reaction mixture, 3: reaction mixture

6. Which compound (starting material or product) is more polar?
Purification was performed by flash column chromatography (FCC) on silica gel. Mobile phase for FCC was the same as for TLC.
7. Which compound (the product or traces of the starting material) will come out of the column first?
Fractions with the product were collected, concentrated, and dried. Weight of the obtained product was 14.10 g.
8. What is the yield (percentage) of the whole synthesis?
Some extra help for you: a) MsCl is methanesulfonyl chloride.
b) $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ is a Lewis acid.

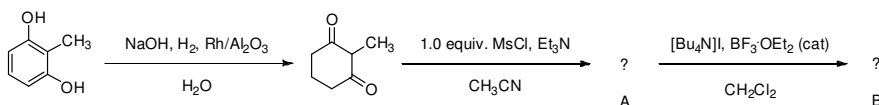
Task 5: Good laboratory practice in a chemical laboratory⁶ (10 points)

Authors: Erik Kalla and Milan Říha



Only few high school chemistry students wanting to pursue organic synthesis in the future actually know, what awaits them in the field of research. In this short problem we would like to show you, what real-life work in a chemistry lab may look like.

Below you can see a reaction scheme that we will be concerned with in this problem. In the next paragraph, the first step of synthesis is described in detail.



2-Methylresorcinol (10.0 g, 0.08 mol) was dissolved in distilled water (70 mL) in a hydrogenation bottle. Sodium hydroxide (3.75 g, 0.09 mol) and 5% rhodium on alumina (1g) were added and the bottle was fitted into a Pam hydrogenation apparatus. The mixture was shaken under 345 kPa pressure of hydrogen gas at room temperature for 9.5 h. The reaction mixture was then filtered through a sintered glass funnel and the filtrate acidified to a pH of 4 by dropwise addition of concentrated hydrochloric acid (~25 mL). The resulting solution was extracted into ethyl acetate (4 · 200 mL). The extracts were dried, filtered, and concentrated to give the intermediate dione, which was subjected to further reactions without purification.

1. What was the reason for doing the extraction?
2. Which compounds are in the aqueous layer (predominantly) and which are in the organic layer?

After the extraction, the separation funnel was fixed into a stand and the phases were allowed to separate.

3. Which layer will come out the separation funnel first after opening of the tap?

After finishing the first step of the synthesis, we carried on with the rest as shown in the scheme.

⁶ Řešení této úlohy můžete vypracovat i v češtině nebo ve slovenštině, pokud se na angličtinu necítíte.

Úloha č. 2: SUPERPOTRAVINA Kokosový tuk (7 bodů)

Autorka: Barbora Szmolková

„Kokosový olej je rozhodně nejzdravější olej na světě. Je lehce stravitelný – mastné kyseliny vyskytující se v oleji ve středně dlouhých řetězcích nezatěžují metabolismus. Je vhodný na smažení i pečení. Má antibakteriální účinek, je vynikající na smažení a péči o pokožku těla.“



– etiketa výrobku Kokosový olej Bio značky Vitavible

1. Jak se vyrábí kokosový tuk? Popište výrobu v několika jednoduchých krocích.
2. V obchodě se častěji než tuk prodává kokosový olej. Jaký je mezi těmito výrobky rozdíl?
3. Kokosový tuk má vysoký kouřový bod (mezní teplotu, při které dochází k rozkladu tuků). Je na smažení lepší použít panenský nebo rafinovaný kokosový tuk? Svůj výběr zdůvodněte.
4. Porovnejte složení kokosového tuku a řepkového oleje. V čem se jejich složení zásadně liší?
5. Který z těchto dvou tuků je vhodnější pro výživu průměrného obyvatele České republiky a proč? Uvažujte stravu obsahující živočišné tuky, velmi málo ryb, málo ovoce a zeleniny, tučná jídla a významné množství bílé mouky.
6. Jaká by musela být skladba stravy, abychom mohli za vhodnější považovat druhý z dané dvojice tuků?
Kardiovaskulární onemocnění jsou nejčastější příčinou úmrtí v České republice. Jejich rozvoj zpravidla souvisí s aterosklerózou, chronickým onemocněním, při němž se v cévách vytvářejí aterosklerotické pláty tvořené zejména lipidy.
7. Seřadte následující tuky podle jejich rizikovosti pro vznik aterosklerózy: kokosový tuk, olivový olej, vepřové sádlo, palmový olej
8. Tvrzení, že kokosový tuk zvyšuje hladinu HDL-cholesterolu je zavádějící a ne zcela pravdivé. Doplňte jej tak, aby bylo správné.
9. Jedna z hlavních složek kokosového tuku má ve formě monoacylglycerolu antibakteriální a antivirové účinky, které byly testovány v modelových systémech *in vitro*. O jakou látku se jedná?
10. Dále bylo zjištěno, že zmíněná látka působí na virus chřipky. Lze podle vašeho mínění doporučit zvýšený příjem kokosového tuku jako podporu léčby chřipky? Své stanovisko zdůvodněte.

Úloha č. 3: Řetězcová**(10 bodů)**

Autor: Adam Tywoniak



Polymery jsou sloučeniny, mající stejné složení hrubé, ale molekulární hmoty mnohonásobné. Na př. uhlovodíky olefiny jsou C_nH_{2n} : C_2H_4 , C_3H_6 , C_4H_8 , C_5H_{10} atd. = $n \cdot CH_2$. Některé sloučeniny jsou p. zcela nahodile: CH_2O (formaldehyd), $C_2H_4O_2$ (kys. octová), $C_3H_6O_3$ (kys. mléčná), $C_6H_{12}O_6$ (různé cukry) — látky ty spolu souvisí málo;⁵

Od počátku 20. století se význam pojmu polymer od zde citované definice podle J. J. Berzelia výrazně posunul a makromolekulární chemie se stala svěbytným oborem, který umožnil výrobu mnoha užitečných materiálů z jednoduchých výchozích látek.

1. Polymery v obecném smyslu jako makromolekulární látky, v nichž je možné rozpoznat opakující se základní strukturní motiv, ale nejsou výhradně dílem člověka: zamyslete se proto, kde je můžeme najít v (živé) přírodě. Nejzajímavější příklady budou uvedeny v autorském řešení.

Za první široce používaný zcela syntetický materiál můžeme považovat bakelit, připravený roku 1907 Belgičanem L. Baekelandem.

2. Uveďte, z jakých výchozích látek se bakelit vyrábí, a zdůvodněte, zda se jedná o termoplast, reaktoplast, nebo elastomer. (Odpovídající skupinu stručně charakterizujte.)

3. Bylo by snadné na základě rovnice vzniku polyethylenu prohlásit, že všechny polymery jsou produkty řetězových polymerizací. Takový výrok ale neplatí všeobecně: podívejme se například na výrobu a) široce používaného polyethylentereftalátu, b) polyurethanu (obecně) a c) polyvinylalkoholu. Zapište rovnice vzniku každé z těchto významných látek a uveďte, o jakou reakci z hlediska mechanismu polymerizační reakce se jedná.

Fyzikální vlastnosti polymerů a tedy i jejich užitná hodnota závisí kromě zvoleného výchozího monomeru na mnoha faktorech včetně prostorového uspořádání na molekulární úrovni. Za objev v této oblasti byla udělena i jedna Nobelova cena za chemii, a to v souvislosti s vývojem katalyzátoru, který umožnil stereospecifickou polymerizaci propylenů.

Postup

1. Připravte mýdlový roztok nastroháním 15 gramů mýdla do zavařovací sklenice a přidáním 250 ml destilované vody
2. Do zbylých sklenic dejte po 100 ml vašich vzorků vody.
3. Do každé sklenice přidejte tři kapky roztoku mýdla.
4. Sklenice uzavřete a třeptejte s nimi přibližně dvě minuty.

U sklenic, ve kterých se nevytvořila přibližně 1 cm vysoká vrstva pěny, opakujte třetí a čtvrtý bod postupu.

8. Vzorky měkké vody začnou pění po přidání menšího množství mýdlového roztoku než vzorky s tvrdou vodou. Zapište do tabulky (vzor pod textem) své výsledky.

Tabulka 1. Vzor tabulky pro zápis výsledků

| Relativní tvrdost | Vzorek (druh vody) | Spotřeba mýdlového roztoku (počet kapek) |
|-------------------|--------------------|--|
| Nejtvrdší | | |
| Tvrdá | | |
| Měkká | | |
| Nejměkčí | | |

9. Nejměkčím vzorkem bude pravděpodobně dešťová voda. Proč tomu tak je?

10. Stanovte tvrdosti jednotlivých vzorků vod v mol/dm³ a doplňte je do tabulky 1 jako další sloupec. Pro výpočet tvrdosti, tj. molární koncentrace hořečnatých a vápenatých iontů ve vzorku vody (c_{tvrdost}), použijte následující vzorec:

$$c_{\text{tvrdost}} = \frac{V_{\text{mýdlo, vzorek}}}{V_{\text{mýdlo, standard}}} \cdot c_{\text{standard}}$$

$V_{\text{mýdlo, vzorek}}$ je spotřeba mýdla potřebná k vytvoření pěny u vzorku vody, $V_{\text{mýdlo, standard}}$ je spotřeba mýdla potřebná k vytvoření pěny u vzorku vody o známé koncentraci Ca^{2+} a Mg^{2+} (použitá minerální voda), c_{standard} je součet molárních koncentrací Ca^{2+} a Mg^{2+} ve vzorku vody o známé koncentraci Ca^{2+} a Mg^{2+} (použitá minerální voda).

⁵ Ottův slovník naučný. Dvacátý díl. Praha : J. Otto, 1903. S. 180.

<http://archive.org/stream/ottvslovnknauni13ottogoog#page/n203/mode/1up>

6. Jmenujte alespoň dva další případy, kdy se tvoří ve vodném prostředí částice podobné těm v otázce 5.
7. Díky zápornému náboji na jejich povrchu se částice vzájemně odpuzují, vzniká tak stabilní roztok rozptýlených částic ve vodě. Jak se takový roztok nazývá?

Mýdlo lze také využít ke stanovení tvrdosti vody, tj. koncentrace všech vícemocných kationtů kovů alkalických zemin. V podstatě se jedná o součet koncentrací Ca^{2+} a Mg^{2+} . Měkká voda obsahuje nízké koncentrace těchto iontů a tvrdá naopak vysoké. Tvrdá voda způsobuje obtíže ve vodovodním potrubí a u domácích spotřebičů, jelikož se zmíněné ionty mohou vysrážet ve formě uhličitánů a postupně vytvořit vrstvu vodního kamene.

Tvrdost vody lze orientačně stanovit jednoduchým testem s mýdlovým roztokem. Čím je voda měkkší, tím více bude s mýdlovým roztokem pění. Pojďme si to vyzkoušet.

Potřebné chemikálie

- Destilovaná voda
- mýdlo (nejlevnější, jaké seženete)
- čtyři vzorky různých vod (voda z vodovodu, voda z řeky či jiného přírodního vodního zdroje ve vašem okolí, dešťová voda, minerální voda se známým obsahem Ca^{2+} a Mg^{2+} , např. Magnesia), zhruba čtvrt litru od každého vzorku

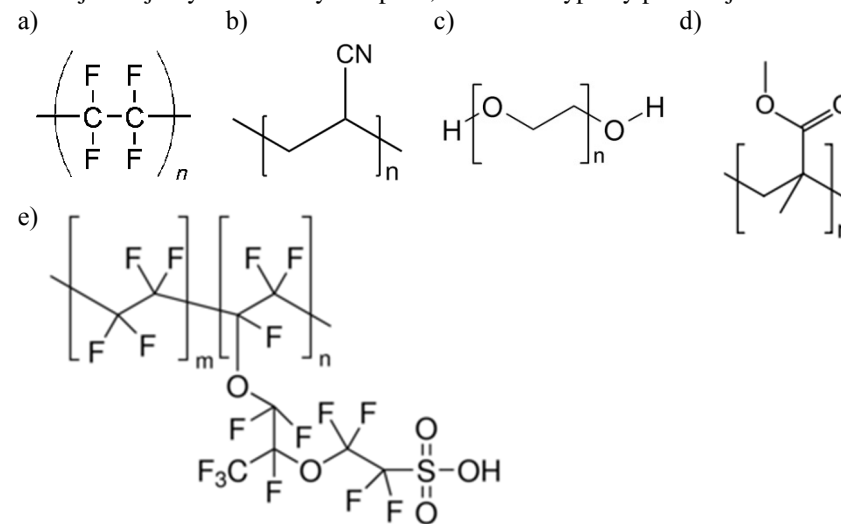
Potřebné vybavení

- 5 zavařovacích sklenic či jiných uzavíratelných nádob o objemu alespoň půl litru (v krajním případě lze použít jen dvě a mezi pokusy je umývat; pozor: sklenice musí být dokonale zbavena mýdla a saponátu)
- struhadlo
- kapátko
- lžice

4. Uveďte jména obou vyznamenaných chemiků a prostorovou strukturu polypropylenu připraveného s použitím jimi vyvinutého katalyzátoru. Jak by vypadal řetězec vzniklý radikálovou polymerizací bez něj a jak by to se projevilo na mechanických vlastnostech? Zapište složení prvního typu tohoto katalyzátoru a uveďte, proč se neskládá, ale vždy připravuje krátce před reakcí.

Polymery mohou kromě nejčastějšího uhlíku a vodíku obsahovat i atomy dalších prvků: takto funkcionalizované polymery pak mají různé vlastnosti, díky kterým jsou vhodné pro rozličné aplikace.

5. Pojmenujte tyto materiály a napište, k čemu se typicky používají:



Vysoká mechanická a chemická odolnost, díky které jsou polymerní materiály vhodným materiálem pro namáhané výrobky, také způsobuje problém při jejich odstranění ve chvíli, kdy přestanou být užitečné a stávají se odpadem. Jednou z možností je recyklace, kde mezi běžně používanými materiály vede PET.

6. Je možné považovat zpracování vytríděných odpadních plastů za recyklaci ve stejném smyslu jako třeba v případě skla? Proč se ve stejné míře nedaří využívat jako surovinu i ostatní umělé hmoty kromě PET, případně jejich směsí?

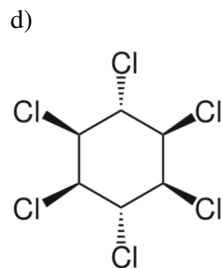
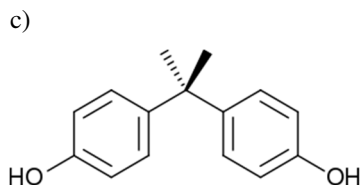
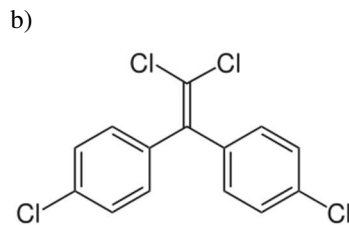
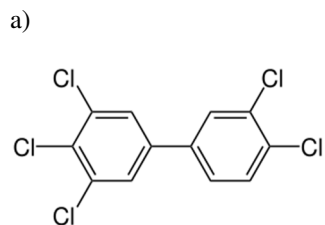
V České republice se recykluje 68 % plastových obalů, ve Spojených státech je to necelých 10 %. Větší část zbylého objemu tedy putuje do spaloven nebo na skládky, významná část světové produkce plastů ale nezachycena projde do

životního prostředí, konkrétně do moře: podle odhadů z roku 2015 jde o 8 milionů tun ročně. Je známo, že z tohoto množství určitá část zůstane na hladině a působením mořských proudů a větru se soustředí v oblastech označovaných jako odpadkové skvrny (garbage patch).

7. Pokud byste se na lodi vypravili do jedné z těchto skvrn vybaveni podběrákem či rybářskou sítí, měli byste šanci vylovit odpovídající vzorek přítomných plastů? Odkud pochází případné další složky plastového znečištění?

Plastový odpad volně se pohybující v moři představuje několik nebezpečí pro mořské organismy: kromě zachycení v nepoužívaných rybářských sítích hrozí živočichům i záměna plastů za potravu, která často vede k intoxikaci: polyethylen i některé další plasty jsou schopny sorbovat a přenášet významné, často perzistentní organické polutanty, které pak přecházejí do organismů.

8. Uveďte u každé z těchto molekul její název nebo užší skupinu látek, do které patří, jaké má účinky na organismy a kde byste očekávali její zdroj.



9. Jakým dopad může mít znečištění světových vod plastovým odpadem na život a zdraví obyvatel vnitrozemských států? Pokuste se najít a srovnat několik způsobů, kterými můžeme předejít jeho zhoršování.

Úloha č. 4: Z vlastní zkušenosti

(9 bodů)

Autoři: Denis Fligič, Jan Hruběš

Mýdlo má spoustu skvělých vlastností, většinou má zajímavou a příjemnou vůni a často má i rozličné barvy. Ale i když růžová kostka mýdla voní po malinách, budete nemile překvapeni, pokud ve jménu tradiční alchymie uděláte chuťovou zkoušku. Nechutná totiž příliš dobře, to mi věřte.



Mýdlo je směs sodných solí mastných karboxylových kyselin. Přípravuje se z jednoduchých živočišných či rostlinných lipidů, tedy triacylglycerolů s hydroxidem sodným.

1. Navrhněte mechanismus reakce NaOH s obecným triacylglycerolem.

Hydrolyza esterů může ale také být katalyzována kyselinami.

2. Jaké jsou produkty hydrolyzy obecného triacylglycerolu v přítomnosti zředěné HCl?

3. Proč je třeba použít zředěnou kyselinu?

Nápověda: Esterifikace je rovnovážnou reakcí.

Běžně se při výrobě mýdla používá stearin, triacylglycerol, ve kterém je vázána kyselina stearová. Je vhodnou přírodní surovinou pro výrobu mýdla a lze jej získat jak z živočišných, tak z rostlinných zdrojů.

4. Nakreslete strukturu stearinu a produktů jeho hydrolyzy s NaOH.

Abychom pochopili, jak mýdlo vlastně funguje, začněme u samotné špíny. Špína je většinou směs tuků a nepolárních nečistot, které ulpěly na nějakém organickém materiálu – v případě mýdla mluvíme o špíně, která se zachytila na lidské kůži. Látky obsažené v mýdle se řadí mezi bipolární molekuly, takzvané tenzidy. Tyto molekuly se skládají ze dvou částí s odlišnými fyzikálně chemickými vlastnostmi. Jedna část molekuly je tvořena funkční skupinou -COO^- , která je hydrofilní: je tedy rozpustná ve vodě, ale nikoliv v tucích. Druhá část molekuly je tvořena nepolárním uhlovdíkovým řetězcem, který je lipofilní, a tedy rozpustný v tucích.

Tenzidy vytvoří na fázovém rozhraní vody a částek tuku monomolekulární vrstvu. Vznikají tak malé částičky se záporným nábojem na povrchu, což zajišťuje jejich stabilitu ve vodném prostředí, díky čemuž pak může být původně nerozpustná nečistota odstraněna (spláchnuta).

5. Jak se nazývají vzniklé částičky špíny obalené vrstvou tenzidu?