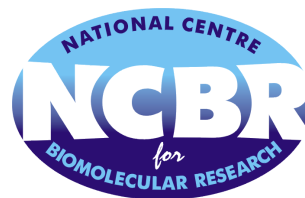




**Masarykova univerzita**  
Přírodovědecká fakulta  
Ústav chemie a NCBR



**Zadání 2. série**

**2. ročník (2011/2012)**

## Úvodník

Milí soutěžící,

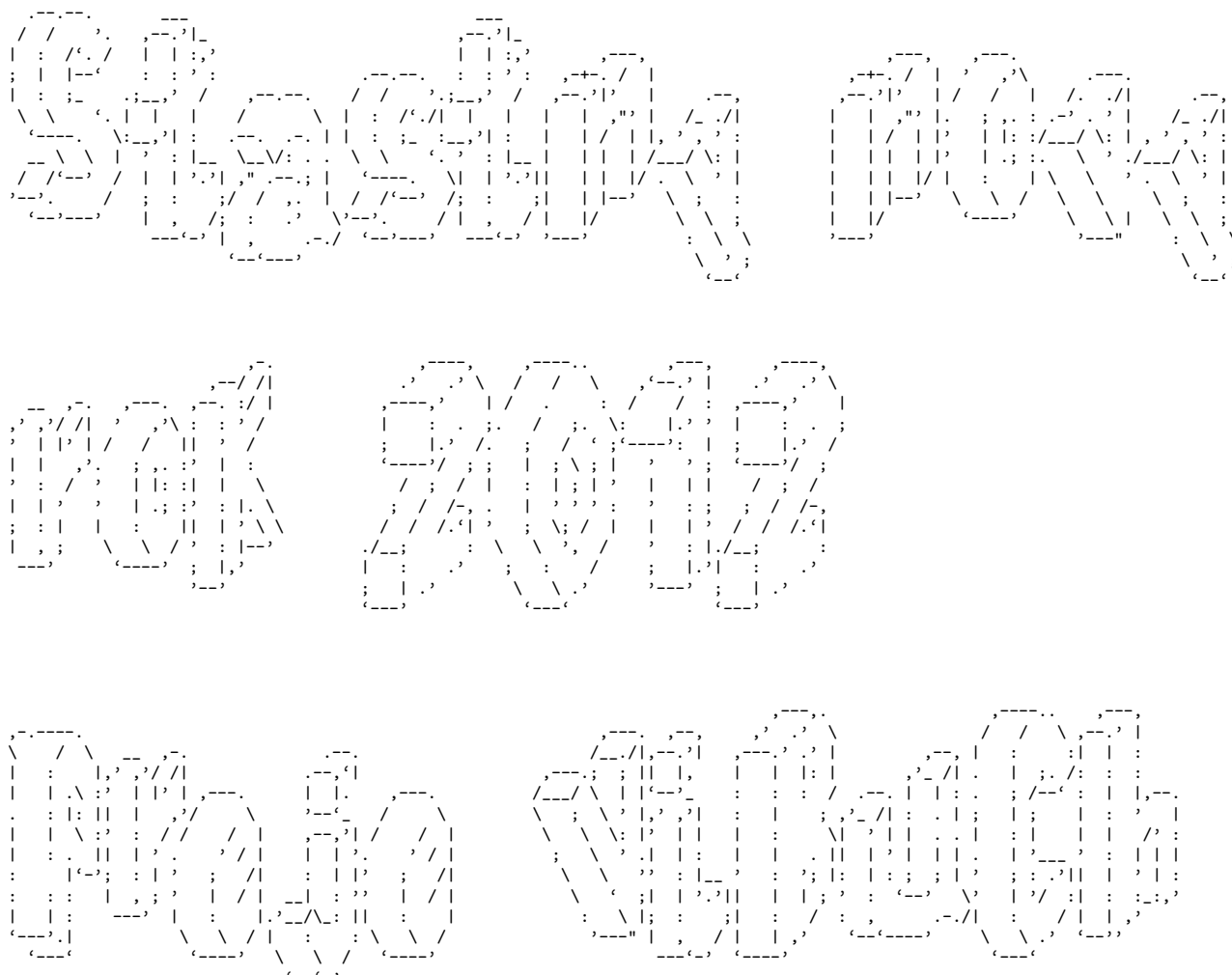
po shlédnutí počtu řešitelů minulé série bychom chtěli ocenit snahu všech odvážlivců, kteří se nelekli rozsáhlejšího zadání a investovali čas do jeho řešení. Zároveň bychom chtěli povzbudit i ostatní registrované nebo budoucí řešitele, aby neváhali s odevzdáním byť jen částečného řešení úloh. Opravdu bodujeme všechno, co k nám dorazí! :)

V této sérii vás čeká pokračování počítačové chemie a sol-gelových procesů, nově nahlédnete pod pokličku syntézám některých známých léčiv v organické chemii a v doplňkové úloze zjistíte, co je „zelená“ chemie.

Také bychom vás chtěli upozornit na dny otevřených dveří Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity ve dnech 21. a 24. ledna 2012, kde si můžete prohlédnout Univerzitní kampus Bohunice. Bližší informace naleznete na stránkách <http://www.sci.muni.cz/cz/dod/>. Přijďte se podívat a uvidíte, že u nás chemie rokem 2011 rozhodně nekončí!

Letos máte díky přestupnému roku o den navíc při volbě vysoké školy. Nezapomeňte, že termín podání přihlášky k bakalářskému studiu na naší fakultě je 29. února 2012. Úspěšní řešitelé kurzu mohou požádat o prominutí přijímacích zkoušek na obor Chemie na Přírodovědecké fakultě MU.

V neposlední řadě bychom vám všem chtěli popřát šťastný a úspěšný nový rok plný lásky, štěstí, zdraví a také chemie!



Za všechny členy týmu,

Stanislav Geidl

## A2 Studium enzymatické reakce metodami výpočetní chemie

Autoři: Petr Kulháněk, Zora Střelcová (email: kulhanek@chemi.muni.cz)

15 bodů

Cílem předkládaného iKurzu je seznámit zájemce s metodami výpočetní chemie, kterými lze studovat chemické reakce probíhající v živých organismech. Hlavním předmětem naší studie je enzym chorismátmutasa, který se podílí na biosyntéze aromatických aminokyselin. V první části kurzu jsme společně charakterizovali dostupné struktury tohoto proteinu. Teď se podíváme na samotnou reakci, kterou enzym katalyzuje. Reakci budeme nejdříve studovat ve vakuu pomocí semiempirických kvantových metod. Ačkoliv je prostředí vakua velmi vzdálené fyziologickým podmínkám živých buněk, výsledky simulací v tomto prostředí poskytnou důležité informace, především o geometrii tranzitního stavu reakce. Geometrie tranzitního stavu je právě hojně využívána při návrhu inhibitorů enzymů, které pak mohou mít potenciální farmakologické účinky.

K řešení budete mít podrobnou nápovědu. Samotné výpočty budete provádět na výpočetním klastru WOLF, což je drobná změna vůči původním informacím, které jsme vám poskytli na konci prvního kola. K řešení je tedy nutné mít počítač s připojením na Internet. Řešení úlohy bude technicky i časově náročnější, ale o to zajímavější. Pokud při řešení narazíte na jakýkoliv technický problém, neváhejte nás kontaktovat, rádi vám poradíme.

### Úkoly:

1. Namodelujte strukturu reaktantu a produktu přeměny chorismátu na prefenát. Najděte jejich nejstabilnější konformery za použití silového pole MMFF94. Strukturu konformerů ve formátu XYZ přiložte k zaslanému řešení. Je možné z rozdílu energií poskytnutých silovým polem MMFF94 usoudit, která z obou struktur je nejstabilnější (v obou případech uveďte důvod)?
2. Proveďte optimalizaci geometrie nejstabilnějšího konformeru reaktantu a produktu pomocí semiempirické kvantové metody PM3. Nalezené geometrie (formát XYZ) přiložte k zaslanému řešení. Určete reakční entalpii přeměny. Je reakce endotermická, nebo exotermická?
3. Zvolte vhodnou reakční koordinátu a pomocí metody coordinate driving se pokuste najít přibližný tvar tranzitního stavu reakce za použití semiempirické kvantové metody PM3. Výsledek znázorněte pomocí grafu, ve kterém vykreslíte funkční závislost energie na hodnotě reakční koordináty.
4. Použijte strukturu z odhadu tranzitního stavu k nalezení skutečného tranzitního stavu reakce, opět za použití semiempirické kvantové metody PM3. Nalezenou geometrii tranzitního stavu (formát XYZ) přiložte k zaslanému řešení. Výpočtem molekulárních vibrací ověřte, zdali se skutečně jedná o tranzitní stav. Jaká je hodnota nalezené imaginární frekvence?
5. Vypočtěte aktivační energie dopředné i zpětné reakce vzhledem k nejstabilnějšímu konformeru reaktantu a produktu.

**Energie uvádějte v kcal·mol<sup>-1</sup>, souřadnice atomů v Å, frekvence vibrací v cm<sup>-1</sup>.**

V poslední sérii iKurzu se podíváme, jaké metody lze použít k nalezení struktury komplexu mezi enzymem a jeho substrátem. Nalezení struktury je nutnou podmínkou pro modelování reakce v enzymu. Nalezenou strukturu a data z dnešní úlohy pak využijeme k modelování reakce katalyzované enzymem, který si prakticky vyzkouší pouze ti z vás, kteří se úspěšně dostanou do letního praktického soustředění.

## B2 Sol-gelové procesy

Autor: Zdeněk Moravec (email: hugo@chemi.muni.cz)

15 bodů

V druhé části se podíváme na metody získávání pevných produktů ze sol-gelových syntéz. Budeme se zabývat jednou z nejčastějších aplikací, přípravou siliky – amorfního oxidu křemičitého.

### Úkoly:

1. Pokud připravený gel vysušíme klasicky, např. za normálního tlaku v sušárně, dojde k destrukci vnitřní struktury a získáme práškovitý materiál (xerogel). Za tento jev jsou odpovědné tzv. *kapilární síly*.
  - (a) Co jsou to kapilární jevy? Kdy dochází ke kapilární elevaci a kdy ke kapilární depresi?
  - (b) Jak závisí velikost těchto efektů na teplotě?
  - (c) Jak vznikl název xerogel?
  - (d) Jakým způsobem lze ověřit, že byl produkt dokonale vysušen, tzn. že již neobsahuje zbytky rozpouštědla a vedlejších produktů?
  - (e) Napište alespoň dvě možnosti, jak urychlit sušení gelu.
2. Pokud chceme gel převést na monolitický produkt, musíme použít technologicky náročnější postupy. Nejčastěji se jedná o superkritické, nebo taky hyperkritické sušení. Tady se využívá faktu, že při dosažení kritické teploty daného systému vymizí rozhraní mezi kapalnou a pevnou fází a tím i kapilární síly. Získaný produkt se nazývá aerogel. Silika se typicky připravuje hydrolyzou tetraethoxysilanu (TEOS), tzn. že kapalná složka gelu obsahuje směs vody a ethanolu. Aby mohlo probíhat sušení za mírnějších podmínek nahradí se kapalná složka gelu oxidem uhličitým.
  - (a) Napište a vyčíslete rovnici výše popsané přípravy siliky.
  - (b) Zjistěte kritickou teplotu a tlak oxidu uhličitého, vody a ethanolu.
  - (c) Oxid dusný má kritický bod velmi blízko oxidu uhličitého. Proč jej nelze využít při superkritickém sušení podobně jako CO<sub>2</sub>? Napište alespoň dva důvody.
  - (d) Jak vznikl název aerogel?
  - (e) Hustota aerogelu se pohybuje v rozmezí 0,1–0,3 g·cm<sup>-3</sup>. Jakou hmotnost bude mít válec aerogelu o průměru 5 dm, výšce 1 m a hustotě materiálu 0,123 g·cm<sup>-3</sup>.
  - (f) Hydrolyza TEOSu je reakce probíhající ve vodném prostředí, tzn. že její průběh závisí na hodnotě pH. Navrhněte mechanismus kyselého a bazického katalyzované hydrolyzy.
3. Pokud potřebujeme připravit siliku ve formě vláken, můžeme využít poměrně novou metodu, tzv. elektrospinning (electrospun) – <http://www.youtube.com/watch?v=2m29xA0-4v4>.
  - (a) Aparatura pro elektrospinning se skládá z tenkého kovového hrotu, kterým proudí prekurzor a který zároveň slouží jako kladná (zdrojová) elektroda. Zemní elektroda (kolektor) může mít libovolný tvar – mřížka, deska, rotující buben, příp. i lidská ruka. Proč je u kladné elektrody nutné dodržet tento tvar?
  - (b) Co je hnací silou tohoto procesu?
  - (c) Co by se stalo, kdybychom tento proces zkusili provádět bez přítomnosti vysokého napětí?
4. Další možností, jak zpracovávat, gel je příprava filmů. K tomu opět slouží několik metod, nej-používanější jsou dip-coating a spin-coating.
  - (a) U spin-coating metody je gel nanesen na rotující plochý substrát. Změnou rotace substrátu můžeme snadno ovlivnit tloušťku vzniklého filmu. Napište, jaká je závislost mezi těmito veličinami a svou odpověď zdůvodněte.
  - (b) Proč je vhodné provádět spin-coating v čistých prostorách, kde se udržuje bezprašné prostředí?
  - (c) U metody dip-coating vzniká film tak, že substrát ponoříme do výchozího roztoku, vytáhneme ho ven a vysušíme, příp. vypálíme (kalcinujeme). Co je při tomto procesu faktorem určujícím tloušťku filmu a proč?
  - (d) Pro průmyslovou výrobu jsou velmi výhodné kontinuální procesy, zhodnoťte z tohoto pohledy obě metody depozice filmů.

## D1 Organická syntéza – léčiva, biologicky aktivní látky

Autor: Kamil Paruch (email: paruch@chemi.muni.cz)

14 bodů

### Adrenalin

Adrenalin ( $C_9H_{13}NO_3$ , látka **3**) byl poprvé izolován japonským chemikem Jokichim Takaminem v roce 1901 z nadledvinek ovcí a volů. O tři roky později byl (racemický) syntetizován Friedrichem Stolzem.

1. Doplňte potřebné reagenty, meziproducty a strukturu adrenalinu (sloučenina **3**) v syntéze znázorněné ve schématu **1**.
2. Jaký produkt pravděpodobně vznikne, použije-li se látka **1** v nadbytku?
3. Jakým jiným činidlem by se dal nahradit NaHg v posledním kroku?

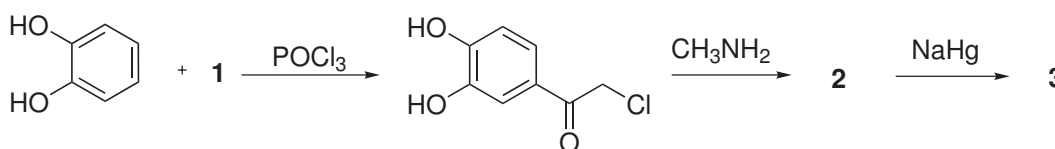


Schéma 1

Nápověda: sodný amalgam (NaHg) byl použit jako zdroj elektronů.

### Herbicid 2,4,5-T

Herbicid označovaný jako 2,4,5-T (součást nechvalně proslulého defoliantu „Agent Orange“ používaného v letech 1961-1971 ve vietnamském konfliktu) byl připravován zahříváním 2,4,5-trichlorfenolátu sodného s kyselinou 2-chlorethanovou v roztoku NaOH na 140 °C. Při přehřátí reakční směsi nad 160 °C vzniká ve velmi malých koncentracích (10-60 ppm) extrémně toxický vedlejší produkt se sumárním vzorcem  $C_{12}H_4Cl_4O_2$ . Vzhledem k nízkým koncentracím zůstala tato látka dlouho bez pozornosti. Poté bylo zjištěno, že právě tato látka i přes nízké koncentrace způsobuje vážné zdravotní problémy u lidí, kteří byli exponováni kontaminovaným herbicidem. Navzdory pečlivé kontrole reakčních podmínek se nepodařilo předejít vzniku této toxické látky (koncentrace se pohybovaly okolo 0,005 ppm), a výroba herbicidu 2,4,5-T byla zcela zakázána.

4. Napište reakční schéma přípravy a strukturu herbicidu 2,4,5-T (látka **4**).
5. Pokuste se objasnit strukturu toxického vedlejšího produktu (látka **5**). Do jaké skupiny látek byste mohli zařadit tuto látku?
6. Navrhněte analytické metody, kterými by se dal vedlejší produkt **5** v herbicidu identifikovat.

### Ibuprofen

V 60. letech minulého století se výzkumníkům pracujícím pro Boots Laboratories podařilo zjistit, že některé karboxylové kyseliny vykazují silnější protizánětlivé účinky než acylpyrin. Byla testována série fenylypropanových kyselin, ze kterých se jako nejúčinnější jevila isobutylfenyl propanová kyselina nazvaná později jako ibuprofen (název odrážel tehdy platný chemický název **iso-butyl-propanoic-phenolic acid**). V roce 1969 začala být tato látka prodávána ve Velké Británii pod obchodním názvem Brufen<sup>®</sup>. Dodnes je ibuprofen volně prodejné analgetikum s protizánětlivými účinky. Důležitost tohoto léčiva odráží jeho zařazení do seznamu základních léků Světové zdravotnické organizace (WHO), kde jsou zařazeny léčiva potřebné pro minimální zajištění základní zdravotnické péče celé světové populace.

Syntéza racemického ibuprofenu:

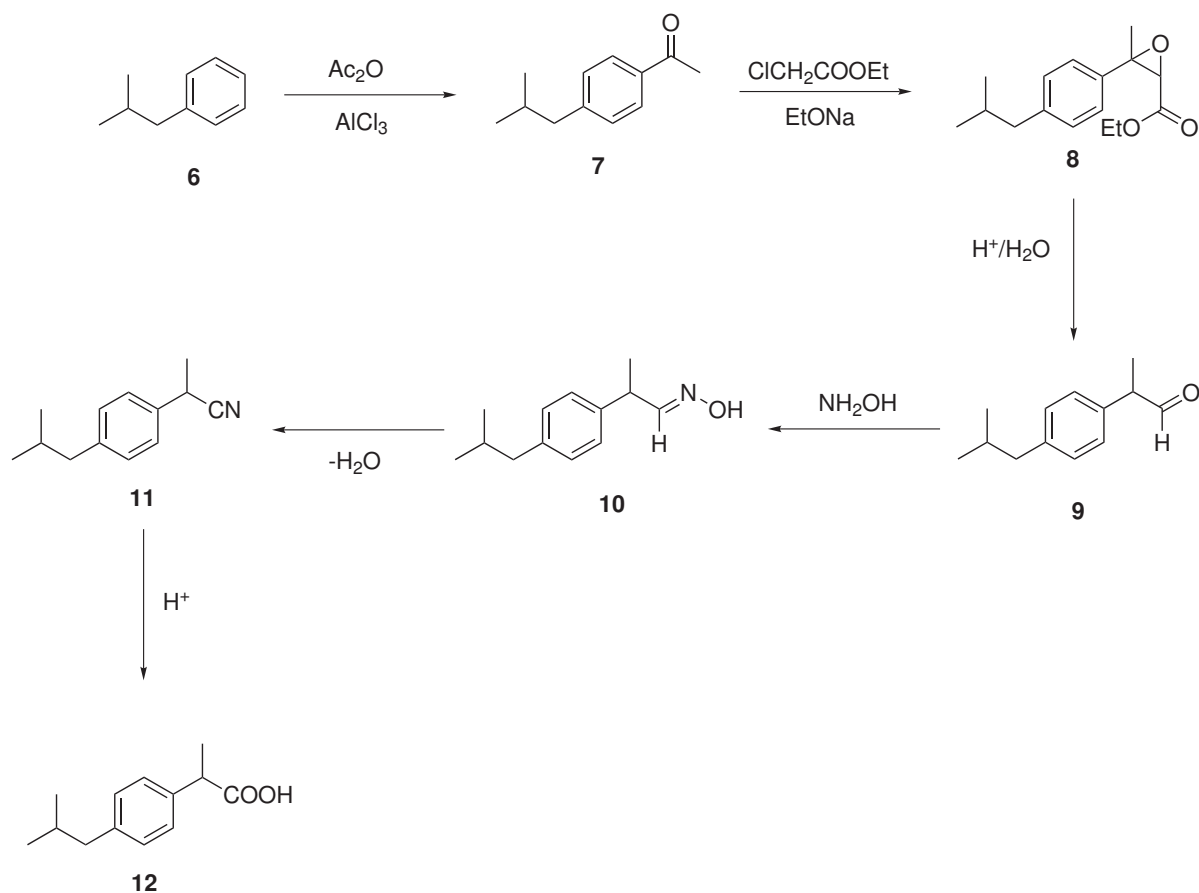


Schéma 2

- Navrhněte možné postupy k separaci jednotlivých enantiomerů ibuprofenu (**12**).
- Vysvětlete regioselektivitu Friedelovy-Craftsovy acylace (**6**  $\rightarrow$  **7**). Navrhněte alternativní reagent pro zavedení acetylové funkční skupiny na isobutylbenzen (**6**).
- Navrhněte mechanismus tvorby epoxidu **8**.
- Vysvětlete proč by reakce acetofenonu **13** za daných podmínek neprobíhala ve prospěch produktu **14**. Navrhněte možné produkty této reakce.

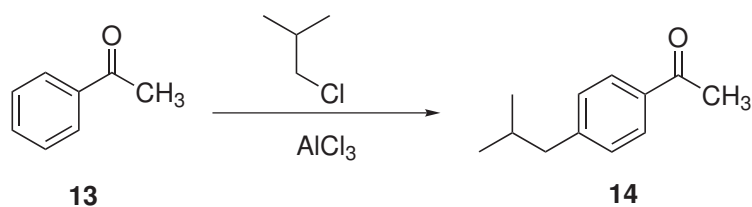


Schéma 3

- V následujícím schématu (Schéma 4) doplňte očekávané produkty, popř. reagenty, a reakční podmínky daných transformací.

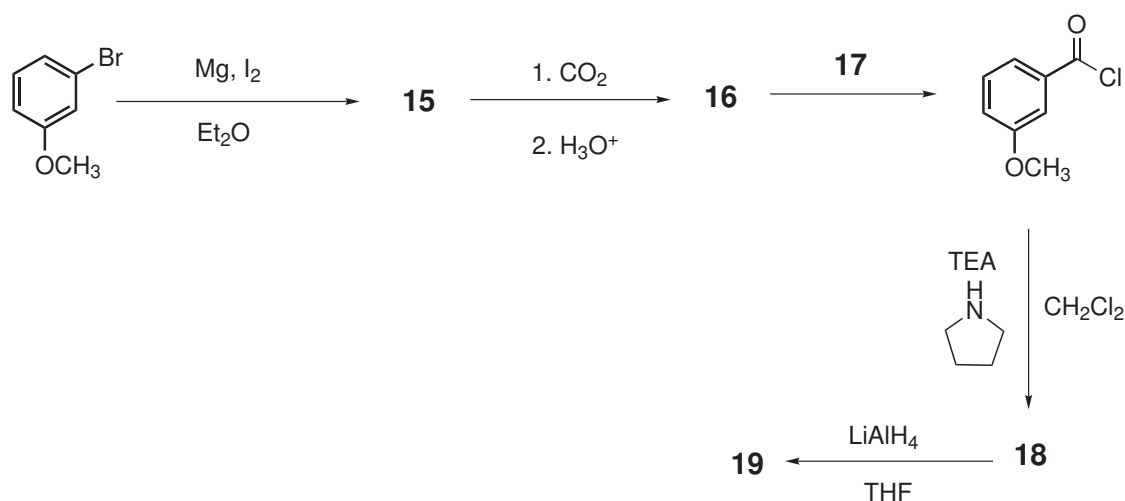


Schéma 4

12. Výchozí látka o neznámé struktuře (**20**), která má sumární vzorec  $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_2$ , poskytuje po dvou krocích výhradně produkt uvedený ve schématu 5. Meziprodukt (po kroku a) obsahuje atom halogenu a v reakci s vodou poskytuje zpět výchozí látku. Určete strukturu výchozí látky **20** a navrhněte podmínky pro kroky a a b.

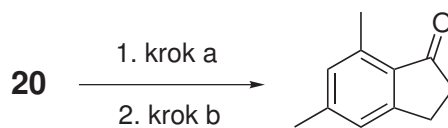


Schéma 5

13. V následujícím schématu 6 doplňte produkt popř. reagenty.

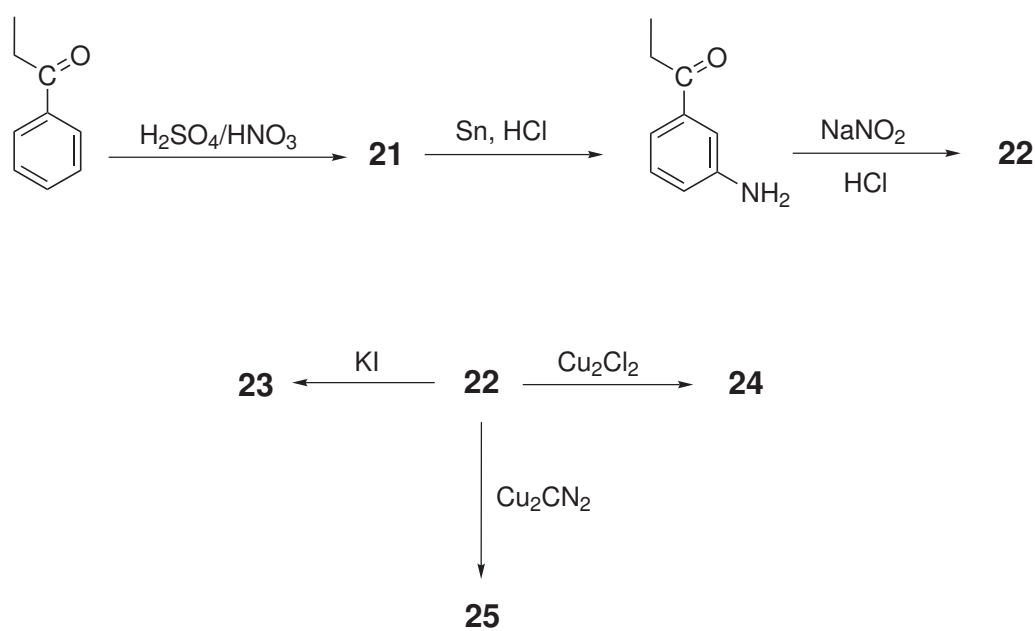
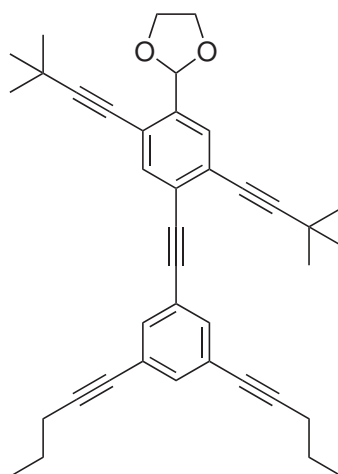
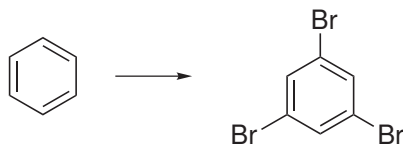


Schéma 6

14. Organická chemie je nejen zajímavá, ale může být i zábavná. Krásným příkladem je konstrukce „molekulárních postaviček“ (látka **26**).

**26****Schéma postavičky**

Jeden z možných základních kamenů pro syntézu postavičky je 1,3,5-tribrombenzen. Navrhněte syntézu 1,3,5-tribrombenzenu (Schéma 7) z benzenu s využitím jakýchkoliv reagentů a libovolného (nejlépe co nejmenšího) počtu kroků.

**Schéma 7**



## X Doplnková úloha: Udržitelnost chemie

Autor: Miroslav Brumovský (email: mbrumovsky@chemi.muni.cz)

10 bodů

*Tato úloha bude poněkud netradiční. Podíváme se v ní na chemii z velkého nadhledu a dotkneme se otázek její udržitelnosti v kontextu udržitelného rozvoje a předpokládaných trendů do budoucnosti, hlavně v oblasti průmyslové chemie. Tato témata jsou v poslední době velmi aktuální a vlastně se ani není čemu divit – stačí vzít v úvahu, že většina věcí každodenní potřeby pochází z ropy (a jsou vyrobeny v Číně), ale tím to vše jen začíná. . .*

### Udržitelný rozvoj

Zjištění, že těžba nerostných surovin a rychlý průmyslový růst nemohou trvat věčně, společně se stále se stupňujícími ekologickými problémy v mnohých státech světa, vedlo ve druhé polovině 20. století OSN k vytyčení nové strategie hospodářského rozvoje – tzv. udržitelného rozvoje. Jedná se o rozvoj usměřující ekonomický růst moderní civilizace takovým způsobem, aby zachoval funkce přírody a neuskutečňoval se na úkor budoucích generací. Takový rozvoj předpokládá přechod od antropocentrismu k pohledu na svět prostřednictvím biocentrismu (středem pozornosti je život jako celek). Klíčovým prvkem udržitelného rozvoje je tedy zavádění technologií, které jsou šetrné k přírodě, mají nižší nároky na materiál a energii a umožňují recyklaci surovin.

1. Jeden dnes už emeritní americký profesor fyziky se dlouho věnuje problematice udržitelnosti. Jeho myšlenky a názory byly shrnuty do 21 „zákonů“ udržitelnosti (za některé z nich byl kritizován za nehumánnost). Jak se tento profesor jmenuje?
2. Co je podle tohoto profesora primárním zdrojem všech problémů spojených s udržitelností?

K obecnému úvodu sluší pro kompletnost ještě jedna poznámka. Na problematiku celosvětové udržitelnosti existuje totiž také zcela jiný pohled. Někteří kritici pochybují o významné roli činnosti člověka ve změně klimatu a v koncepci udržitelného rozvoje vidí spíše politické než ekologické důvody.

Toto téma je natolik obsáhlé a komplikované (hlavně díky tendenci větší dostupnosti informací), že necháme na vás, abyste si na něj vytvořili vlastní názor.

### Zelená chemie

Použití principů udržitelného rozvoje v chemii vedlo ke vzniku nového vědního oboru – zelené (nebo také udržitelné) chemie. Pro zelenou chemii bylo formulováno dvanáct pravidel, které postihují různé aspekty chemické výroby.<sup>1</sup> Obecně lze poslání zelené chemie shrnout do několika bodů: minimalizace odpadů, zvyšování efektivity výrobního procesu bez vedlejších produktů, vývoj a použití bezpečnějších chemikálií a využití obnovitelných zdrojů. Nyní se podíváme krok za krokem na různé etapy chemické výroby a pokusíme se u nich zamyslet „zelené“.

### Zdroj

Začneme přímo u zdroje. Výroba většiny dnešních produktů chemického průmyslu vychází z různých frakcí ropy (u některých výrobků bychom to leckdy ani nečekali – kosmetika, léky i potravinová aditiva mohou totiž pocházet z ropy). Snahou zelené chemie je samozřejmě prosadit obnovitelné zdroje pro chemickou syntézu a navrhnout postupy jejich zpracování. Ačkoliv průmysl nevěnuje této alternativě zatím takovou pozornost, jakou by si zasloužovala, protože většinou není ekonomicky výhodná, je využití obnovitelných zdrojů cílem stále většího zájmu ve výzkumu a bude hrát důležitou roli v příštích desetiletích. Stále se zvyšující cena ropy totiž v budoucnu vyžene ceny tradičních postupů na úroveň technologií nezávislých na neobnovitelných zdrojích. Přechod na nové technologie bude jistě také usměřován mezinárodní i národní legislativou.

3. Látky jakého charakteru se jeví jako nejperspektivnější obnovitelný zdroj pro chemickou výrobu (např. paliv či plastů)?
4. Jaká jsou úskalí přechodu na obnovitelné zdroje uhlíku, pokud pomíneme finanční stránku věci?

<sup>1</sup> [http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=PP\\_ARTICLEMAIN&node\\_id=1415&content\\_id=WPCP\\_007504&use\\_sec=true&sec\\_url\\_var=region1&\\_uuiid=55952d51-406d-449e-9984-480c169ef7d2](http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_ARTICLEMAIN&node_id=1415&content_id=WPCP_007504&use_sec=true&sec_url_var=region1&_uuiid=55952d51-406d-449e-9984-480c169ef7d2)

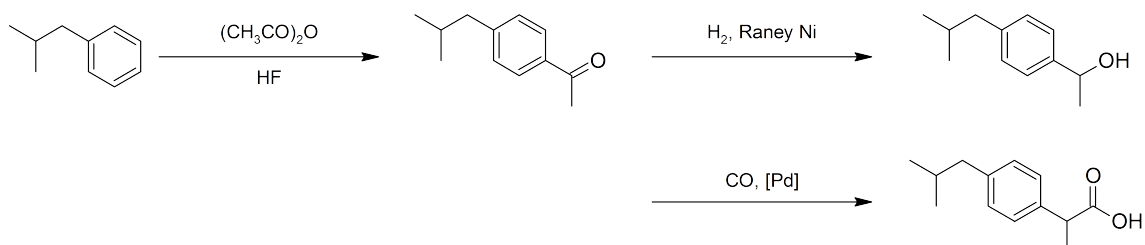
## Syntéza

Po získání zdrojů následuje samotná chemická syntéza. Při té by podle zásad zelené chemie mělo vznikat co nejmenší množství odpadů, které by neměly být nebezpečné. Pokud budeme chtít rozhodnout, zda a jak moc je daný výrobní postup v souladu s pravidly zelené chemie, budeme potřebovat nějaké ukazatele dopadu výroby na životní prostředí.

5. Možná vás jako jednoduchý ukazatel napadla výtěžnost reakce. Myslíte si, že je to dobrý ukazatel? Svou odpověď zdůvodněte.

Jedním z nejjednodušších ukazatelů je atomová hospodárnost (ekonomie). Vypočítá se jako hmotnost žádaného produktu dělená hmotností všech reaktantů z vyčíslené chemické rovnice, kdy spolu reagují látky ve stechiometrických poměrech. Většinou se uvádí v procentech.

6. Vypočítejte atomovou hospodárnost následující tříkrokové syntézy Ibuprofenu. Myslíte si, že se dá označit slůvkem „zelená“? (Ve výpočtu neuvažujte kyselinu fluorovodíkovou, recykluje se.)



Dalším ukazatelem často používaným v zelené chemii je tzv. E-faktor (environmentální faktor). Značí hmotnost vyprodukovaného odpadu na jednotkovou hmotnost vyrobené látky. Odpadem jsou míněny všechny nevyužitelné reaktanty, vedlejší produkty, katalyzátory i rozpouštědla a v principu také odpad vzniklý výrobou potřebné energie.

7. Jaké jsou podle vás výhody a nevýhody E-faktoru jako měřítka dopadu výroby na životní prostředí ve srovnání s atomovou hospodárností?
8. Zkuste na základě vlastní úvahy doplnit následující tabulku. Přiřaďte k uvedeným E-faktorům správná odvětví chemického průmyslu (farmaceutický průmysl, výroba surových chemikálií, výroba speciálních chemikálií, petrochemický průmysl).

Odvětví chemického průmyslu	E-faktor
	< 0,1
	< 1 – 5
	5 – 25
	25 – 100

9. A u tabulky ještě chvíli zůstaneme.

- (a) Jakého charakteru je většina produkovaného odpadu u průmyslu nejhorším E-faktorem?
- (b) Pochází tento odpad převážně z fáze syntézy produktu nebo jeho purifikace?
- (c) Jak by se dala tato výroba učinit „zelenější“?

Z celé řady ukazatelů stojí za zmínku ještě nová metrika EcoScale, která hodnotí výrobní postup na škále 0 až 100, kde 0 je nevyhovující a 100 ideální hodnota. EcoScale bere v úvahu různé aspekty postupu (výtěžnost, cenu, bezpečnost chemikálií, technické nároky, energetické nároky a purifikační postup).

10. Podívejme se nyní na několik zdokonalení výroby, které vznikly v souladu s pravidly zelené chemie. Diskutujte nad následujícími změnami. Napište výhody (a případné nevýhody) nového postupu, uveďte příklady.
- (a) Organická rozpouštědla jsou nahrazována superkritickými a iontovými kapalinami, popř. vodou.
- (b) Běžné homogenní i heterogenní katalyzátory jsou nahrazovány pevnými nosiči s žádanými katalytickými vlastnostmi.
- (c) Zvyšuje se využití biokatalýzy.

## A co dál?

V předchozím textu jsme uvažovali izolované části osudu chemické látky – suroviny pro její výrobu a samotnou syntézu. Reálný odhad dopadu konkrétní výroby na životní prostředí ale získáme až po zhodnocení celého „života“ výrobku, do kterého mimo diskutované části patří také doprava, zpracování odpadu a veškeré energetické nároky (metoda hodnocení životního cyklu, anglicky Life Cycle Assessment, zkráceně LCA). Je třeba mít na paměti, že produkty chemického průmyslu by měly být relativně bezpečné a degradovatelné, alespoň podle zásad zelené chemie. Právě tyto vlastnosti velmi výrazně snižují dopad vyrobené látky na životní prostředí.

Jistě si vzpomenete na nechvalně známý insekticid DDT, jehož hlavní nebezpečí je právě v tom, že je v přírodě persistentní a akumuluje se v živých organismech, u kterých může při určitých koncentracích vyvolat závažná onemocnění. Zatímco u nás je již používání DDT několik desítek let zakázáno, v některých afrických zemích se používá dodnes k hubení hmyzu přenášejícího malárii.

11. I když cílem zelené chemie je zamezení vzniku nebezpečných látek už při výrobě, snaha o odbourání těchto látek již přítomných v životním prostředí s ní úzce souvisí. Pokuste se navrhnout způsob, jak z kontaminovaného jezera odstranit DDT.

## Závěr

Zelená chemie i přes neudržitelný stav dnešního chemického průmyslu zůstává nohama na zemi (na rozdíl od jiných „zelených“ praktik) a vyvíjí nové technologie a postupy, které jistě dříve či později naleznou své uplatnění v praxi. Důležité je, abychom si uvědomili, že jsme to my, pro koho je většina výrobků určena, a jsme to my, kdo o jejich osudu rozhoduje. Chovejme se proto zodpovědně ke své zemi.