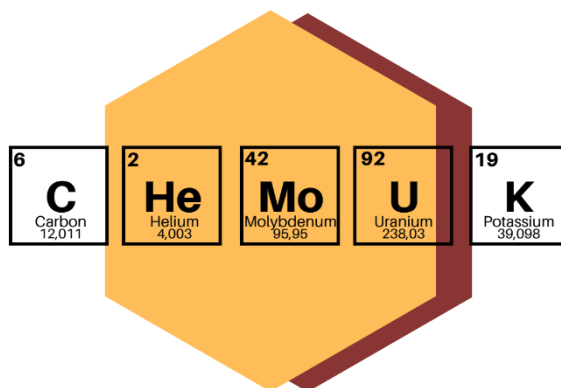


# Korešpondenčný seminár z chémie pre stredné školy



2019/2020

1. Kolo



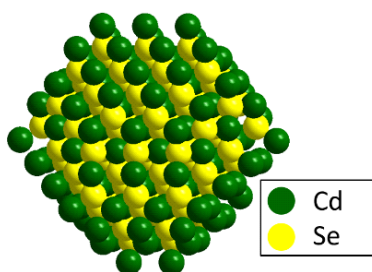
## Problém 1

### Kvantové bodky

**Autori: Lukáš Petra, Filip Zechel, Daniil Zinoviev, Milan Sýkora**

(lukas.petra@uniba.sk)

Vďaka pokrokom v nanotechnológiách sa za posledných 20 rokov zvýšil záujem o nanomateriály, či už z hľadiska výskumu v oblasti anorganickej a materiálovej chémie, ale aj priemyselného využitia. O nanomateriáloch možno hovoriť v prípade, ak aspoň jeden z rozmerov častice je menší ako 100 nm. Práve zmenšovaním veľkosti častíc na úroveň nanometrov dochádza k zmene fyzikálnych a chemických vlastností tuhých látok. Tento efekt najlepšie demonštrujú kvantové bodky (quantum dots), ktoré si vďaka svojim vlastnostiam môžu nájsť rôzne aplikácie, napríklad v solárnych článkoch, na výrobu obrazoviek s vysokým rozlíšením (QLED TV), ďalej v oblasti uchovania energie atď.



Obr. č. 1: Štruktúra kvantovej bodky CdSe.

Kvantové bodky sú polovodičové nanočastice, s počtom atómov od 100 do 10 000 a priemernou veľkosťou častíc v intervale 2 – 10 nm (obr. 1). Najviac študované kvantové bodky patria do skupiny chalkogenidov kovov, napríklad: ZnS, ZnSe, CdS, CdSe, CdTe, HgTe a i. Známe sú aj zlúčeniny obsahujúce prvky 13. a 15. skupiny, napr. GaAs alebo InP. Tieto polovodičové nanočastice sa pripravujú rôznymi metódami ako sú koloidné alebo elektrochemické, prípadne sa syntetizujú v plazme. V chémii sa najčastejšie používajú koloidné metódy, ktoré sú založené na kontrolovanej kryštalizácii kvantových bodiek pri zvýšenej teplote. Zmenou rôznych parametrov možno pripraviť nanokryštály s odlišným zložením a najmä rôznou veľkosťou častíc.



Obr. č. 2: Energetické hladiny v kvantových bodkách.

Zaujímavou vlastnosťou týchto nanomateriálov je, že mnohé z nich majú schopnosť emitovať žiarenie vo viditeľnej oblasti. Vlnová dĺžka vyžiareného svetla závisí od

veľkosti kvantových bodiek; so zmenšovaním nanočastíc sa mení farba emitovaného svetla z červenej cez zelenú až na fialovú (obr. 2). Táto farebná zmena súvisí s elektrónovou štruktúrou jednotlivých nanočastíc, kedy sa zmenšovaním častíc zväčšuje rozdiel medzi energetickými hladinami. Ak vlnová dĺžka viditeľného svetla vyžiarená kvantovou bodkou je 450 nm, energia fotónov zodpovedá energetickému rozdielu elektrónových hladín a možno ju vypočítať nasledovne:

$$E = \frac{h \times c}{\lambda} \quad \text{kde } E \text{ zodpovedá energii fotónu, } h \text{ predstavuje Planckovu konštantu, } c \text{ rýchlosť svetla a } \lambda \text{ vlnovú dĺžku.}$$

Použijeme nasledovné veličiny vyjadrené v základných jednotkách sústavy SI:

$$\begin{aligned} h &= 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \\ c &= 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \\ \lambda &= 450 \text{ nm} = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m} \end{aligned}$$

a dosadením do vzorca dostaneme:

$$\begin{aligned} E &= \frac{h \times c}{\lambda} \\ E &= \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \times 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \\ E &= \underline{\underline{4,4 \cdot 10^{-19} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 4,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}}} \end{aligned}$$

Podobne ako veľké organické molekuly možno s rovnakou precíznosťou pripraviť aj nanočastice kvantových bodiek. Zároveň majú s molekulami podobnú elektrónovú štruktúru (obsahujú samostatné elektrónové hladiny) a môžu vystupovať ako reaktanty v rôznych chemických procesoch. Preto sa pre účely nasledujúcich úloh budeme pozerať na kvantové bodky ako samostatné molekuly. Budeme uvažovať najjednoduchší prípad binárnych zlúčenín typu AB, ktoré v ideálnom prípade obsahujú rovnaký počet atómov A a B. Napríklad pre kvantovú bodku (KB) selenidu olovnateho zloženú z celkovo 750 atómov (375 atómov Pb a 375 atómov Se) možno vypočítať jej molárnu hmotnosť:

$$\begin{aligned} M(\text{KB}) &= 375 \times M(\text{Pb}) + 375 \times M(\text{Se}) \\ M(\text{KB}) &= 375 \times 207,2 \text{ g/mol} + 375 \times 78,971 \text{ g/mol} \\ \underline{\underline{M(\text{KB}) \approx 107000 \text{ g/mol}}} \end{aligned}$$

### Úloha 1.

Neznáma kvantová bodka XY s rovnakým počtom jednotlivých atómov, kde prvok X je kov a prvok Y polokov, obsahuje 46,84 hmotnostných percent prvku X. Pre súčet molárnych hmotností prvkov platí:  
 $M(X) + M(Y) = 240,01 \text{ g/mol}$ . Výpočtom molárnych hmotností určite prvky X a Y a uveďte názov tejto zlúčeniny.

**Úloha 2.**

Vypočítajte molárnu hmotnosť kvantovej bodky XY z úlohy 1 s celkovým počtom atómov 2450 a za predpokladu rovnakého počtu atómov X a Y.

**Úloha 3.**

Vypočítajte hmotnosť 1 kvantovej bodky selenidu olovnatého, ktorá obsahuje celkovo 500 atómov. Uvažujte ideálny prípad rovnakého počtu jednotlivých atómov.

**Úloha 4.**

Vypočítajte celkový počet atómov v kvantovej bodke XY z úlohy 1, ktorá má rovnakú hmotnosť ako kvantová bodka PbSe z úlohy 3.

**Úloha 5.**

Dve kvantové bodky s rovnakým zložením ale rôznou veľkosťou častíc emitujú fotóny s energiou

$3,05 \cdot 10^{-19}$  J a  $5,03 \cdot 10^{-19}$  J. Výpočtom určite, ktorý z fotónov má väčšiu vlnovú dĺžku.

**Úloha 6.**

V literatúre vyhľadajte informácie ku koloidnej metóde prípravy kvantových bodiek a napíšte 3 parametre, ktoré ovplyvňujú veľkosť pripravených nanočastíc.

## Problém 2

### Toxické chemické látky – Kyanidy

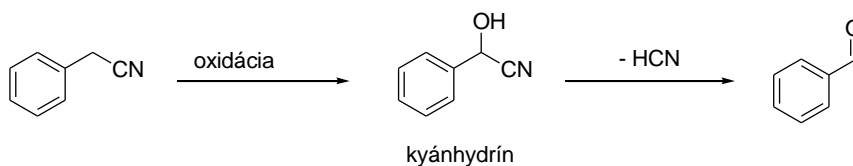
**Autor: Henrieta Stankoničová** (henrieta.stankovicova@uniba.sk)

Chemické látky môžu živé organizmy ovplyvňovať rôznymi spôsobmi. Ak látka pôsobí v malých dávkach alebo nízkych koncentráciách nepriaznivo na organizmus (vyvoláva ťažké poškodenie organizmu alebo jeho zánik), hovoríme o toxickej (jedovatej) chemickej látke. Otázka jedovatosti chemickej látky je predovšetkým otázkou dávky. Dôsledkom vniknutia jedu do organizmu je otrava.

Niektoré veľmi nebezpečné látky (napr. botulotoxín) nevyvolávajú v malých jednorazovo podaných množstvách žiadne patologické zmeny, dokonca sa používajú ako liečivá. Naopak, bežné, pre život potrebné zlúčeniny, ako glukóza, chlorid sodný a mnohé ďalšie majú pri vysokých dávkach za následok smrť (napríklad 300 – 400 g NaCl dokáže usmrtiť dospelého človeka). Preto je striktné rozlišovanie medzi látkami prospešnými a látkami toxickými, ktoré je vo všeobecnom povedomí veľmi silno zakorenené, úplne neopodstatnené a zavádzajúce.

V tejto úlohe sa budeme venovať známym jedom – kyanidom. Anorganické a organické kyanidy sú všadeprítomné. Existuje aj veľa prírodných zlúčenín obsahujúcich kyanidové skupiny vo forme kyanoglykozidov (nazývame ich kyanogény). Kyanidy sa využívajú aj v priemysle a v minulosti sa používali ako chemické bojové látky.

Toxicita kyanovodíka a kyanidov je spôsobená kyanidovým aniónom  $\text{CN}^-$ , ktorý pôsobí na transport kyslíka v organizme. Kyanidový anión inhibuje cytochrómoxidázu c, dôležitý enzým dýchacieho reťazca. Účinok sa prejavuje dusením a charakteristickým zmodraním kože. Akútna otrava je smrteľná, ak nie je okamžite diagnostikovaná a liečená do 30 minút.  $\text{LD}_{50}$  kyanovodíka u ľudí je 1 mg/kg telesnej hmotnosti, a odhadovaná  $\text{LD}_{50}$  pre roztoky kyanidov absorbované kožou je približne 100 mg/kg telesnej hmotnosti. Najčastejším spôsobom akútnej otravy je inhalácia dymu alebo absorpcia z kontaminovanej kože. Chronické otravy kyanidom môžu byť následkom širokej škály expozícií (napr. požiare, práca v niektorých priemyselných odvetviach, spôsob stravovania sa a vdychovanie cigaretového dymu) a klinické prejavy sa môžu vyskytnúť v prípadoch opakovaných expozícií nízkym dávkam kyanidov. Kyanidový anión je silným ligandom, takže jeho komplexné zlúčeniny nevykazujú kyanidovú toxicitu. Sú len málo toxické. Toxicita organických kyanidov (nitrilov) je spravidla nižšia ako u kyanidov alkalických kovov, nitrilová funkčná skupina im však prepožičiava niečo z toxicity kyanidového aniónu. Kyanidový anión môže napríklad vzniknúť pri ich metabolickej oxidácii v organizme. K takejto metabolickej premene dochádza, ak nitril obsahuje vo svojej molekule  $\alpha$ -vodíky, napríklad:



### Úloha 1

K málo toxickým zlúčeninám, ktoré obsahujú kyanidovú skupinu, patria komplexné kyanidy žltá krvná soľ a červená krvná soľ. Napíšte ich vzorce, zlúčeniny pomenujte systémovým názvom. Ktorá z nich je toxickejšia? Prečo?



žltá krvná soľ



červená krvná soľ

### Úloha 2

Jedna z krvných solí sa používa ako východisková látka na prípravu tmavomodrého pigmentu. Tento pigment bol pripravený už na začiatku 18. storočia. Napíšte reakciu prípravu tohto prvého syntetického pigmentu z vhodnej krvnej soli, pigment pomenujte systémovým aj triviálnym názvom a pomocou internetového vyhľadávača nájdite aspoň tri využitia tohto pigmentu v praxi.

### Úloha 3

V mnohých organizmoch (zatiaľ je identifikovaných okolo 2650 druhov) sa kyanidy nachádzajú vo forme kyanogénnych zlúčenín, z ktorých môžu vznikať kyanidy pri ich metabolizovaní v organizme.

a) Nakreslite štruktúry troch rôznych kyanoglykozidov, ktoré sa nachádzajú v rastlinách a pomenujte ich triviálnym názvom. Uveďte 5 rastlín, v ktorých sa nachádzajú – konkretizujte aj časť rastliny.

b) Niektoré článkonožce produkujú kyanogénne zlúčeniny, prípadne sa v nich tvoria po konzumácii hostiteľských rastlín. Tieto živočíchy „voňajú po mandliach“. Aká zlúčenina je zodpovedná za túto ich vôňu?

### Úloha 4

Kyánhydríny sú, napriek svojej toxicite, v organickej syntéze, aj v priemyslovom meradle, často využívané ako bezpečnejší zdroj HCN ako aj vhodné substráty na prípravu zložitejších molekúl. Kyánhydríny sa dajú ľahko pripraviť nukleofilnou adíciou kyanovodíka na vhodnú karbonylovú zlúčeninu za katalýzy kyanidovým aniónom. Táto reakcia je vratná a štruktúra karbonylovej zlúčeniny ovplyvňuje, či bude rovnováha posunutá smerom k produktu alebo východiskovej karbonylovej zlúčenine.

- Navrhnete spôsob jednoduchšej prípravy kyseliny mandľovej z benzaldehydu.
- Čo vznikne ak takúto reakciu uskutočníme s chloridom amónnym namiesto kyanovodíka? Ako sa takáto reakcia volá?
- Aká reakcia môže byť konkurenčnou ku kyánhydrínovej reakcii benzaldehydu?

## Problém 3

### Biochémia

**Autor: Peter Polčic** (peter.polcic@uniba.sk)

#### Úloha 1

Pri analýze DNA alebo pri manipuláciách s molekulami DNA je často užitočné jednotlivé molekuly DNA označiť rádioaktívnou značkou. Takouto značkou býva najčastejšie zvyšok kyseliny fosforečnej obsahujúci atóm fosforu  $^{32}\text{P}$ . Označené molekuly je potom možné detegovať autorádiografiou (znamenávaním ich žiarenia na fotografický film). Najbežnejšími stratégiami značenia je značenie 5' OH skupiny pomocou enzýmu polynukleotidkinázy, alebo značenie pomocou DNA polymerázy, ktorá nukleotid obsahujúci značený fosfát zabuduje do reťazca DNA.

**a)** Aký značený nukleozidtrifosfát treba použiť ako substrát enzymatickej reakcie pri značení 5' konca DNA pomocou polynukleotidkinázy?

**b)** Ktorý z troch fosfátových zvyškov tohto nukleozidtrifosfátu musí obsahovať rádioaktívny fosfor?

**c)** Napíšte rovnicu reakcie značenia.

**d)** Pri druhom type značenia, značení pomocou DNA polymerázy, je do polymerizačnej reakcie tiež pridaný značený nukleozidtrifosfát. Aký nukleozidtrifosfát treba použiť na takéto značenie (napíšte všetky možnosti).

**e)** Ktorý z troch fosfátových zvyškov tohto nukleozidtrifosfátu musí obsahovať rádioaktívny fosfor?

**f)** Napíšte rovnicu reakcie značenia.

#### Úloha 2

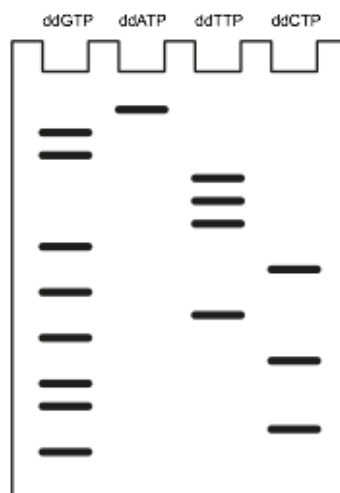
Pri sekvenovaní (získovaní poradia báz) DNA metódou vyvinutou Frederickom Sangerom sú pomocou DNA polymerázy podľa templátového vlákna syntetizované komplementárne vlákna DNA. Do reakčnej zmesi sa okrem analyzovaného templátového vlákna pridáva

oligonukleotidový primer, ktorý podľa svojej sekvencie aneluje (nasadá) na templátové vlákno a je predlžovaný DNA polymerázou. Reakcia paralelne prebieha v štyroch skúmavkách. Okrem enzýmu, templátového vlákna DNA, primeru a všetkých štyroch dNTP (dATP, dTTP, dCTP, dGTP) sú do jednotlivých štyroch skúmaviek pridané (pojednom v každej skúmavke) 2'3' dideoxy analógy nukleotidov ddATP, ddTTP, ddCTP a ddGTP.

**a)** Popíšte čo sa deje v skúmavke obsahujúcej všetky dNTP + ddATP.

**b)** Čo by sa dialo v skúmavke ak by neobsahovala dATP (obsahovala by ddATP, dTTP, dCTP a dGTP)?

**c)** Po prebehnutí štyroch sekvenačných reakcií, je obsah skúmavky analyzovaný gélovou elektroforézou, ktorá separuje molekuly DNA podľa molekulovej hmotnosti (najväčšie hore, najmenšie dole). Obsah každej skúmavky do jednej dráhy. Výsledok je na obrázku. Zapište sekvenciu príslušnej DNA (v orientácii 5' – 3').



**d)** Pri sekvenovaní sa tradične rádioaktívne značili 5'konce primerov. Aké iné značenie možno použiť aby boli v každej skúmavke označené všetky vzniknuté molekuly?

**e)** Zavedenie fluorescenčného značenia namiesto rádioaktívneho umožnilo sekvenovať reakciu v jednej skúmavke. Ako by táto modifikácia sekvenovania mohla fungovať?



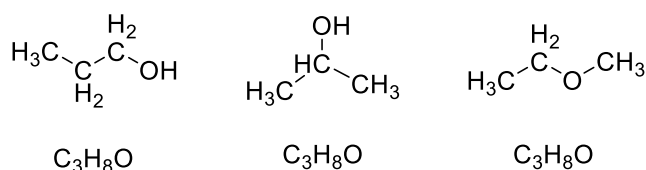
## Problém 4 (delený pre 2. a 3. ročník)

### Prvé kroky k organickej chémii (2. ročník)

Autor: Samuel Andrejčák (andrejcak6@uniba.sk)

Organická chémia je časť chémie zaoberajúca sa organickými zlúčeninami, ich získavaním, izoláciou z prírodných látok, štúdiom ich štruktúry, priebehom ich reakcií a možnosťami ich umelej prípravy, čiže štúdiom syntézy organických zlúčenín. Organická chémia sa zaoberá neobmedzeným počtom zlúčenín založených na schopnosti atómu uhlíka utvárať rozličné reťazce a viacnásobné väzby.

V tejto úlohe sa pozrieme na základné znalosti, ktoré musí nadobudnúť každý organický chemik a budú ho vždy sprevádzať. Ako prvá vec je tu písanie štruktúrnych vzorcov zlúčenín. Zdefinujeme si pojem **molekulový (sumárny) vzorec**, ktorý udáva skutočný počet atómov v molekule. Napríklad molekulový vzorec pre molekulu propanolu je  $C_3H_8O$ , avšak keby naša jediná informácia o látke je práve molekulový vzorec a máme za úlohu navrhnúť jej štruktúru, tak vzniká problém že je viac možností. Tento „problém“ sa nazýva **konštitučné izoméry**. Konštitučné izoméry sú zlúčeniny, ktoré majú rovnaký molekulový vzorec, ale líšia sa poradím a spôsobom viazania atómov. Pre molekulový vzorec  $C_3H_8O$  vieme nakresliť tri konštitučné izoméry.



Ďalej každý chemik musí vedieť jednotlivé zlúčeniny pomenovať, čomu sa ale nebudeme venovať, ale literatúru, ktorá je tejto problematike venovaná, nájdete na nasledovnom odkaze:

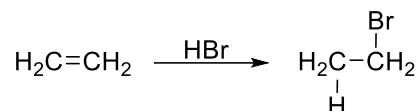
[https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/chem/kor/vyuka/Nazvoslovie\\_org\\_zl\\_ed2015.pdf](https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/chem/kor/vyuka/Nazvoslovie_org_zl_ed2015.pdf)

#### Úloha 1 (9 b)

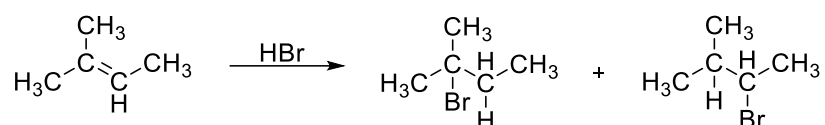
Napíšte všetky konštitučné izoméry zodpovedajúce molekulovému vzorcu  $C_7H_{16}$  a každý izomér pomenujte.

Ďalej sa pozrieme na základné organické reakcie na nenasýtené systémy a to alkény. Najznámejšie reakcie s alkénmi sú **elektrofilné adície**. Adičná reakcia je taká, pri ktorej sa dve a viaceré molekuly spájajú do jednej a dochádza k zníženiu nenasýtenosti, čiže dvojité väzby zaniká a vznikajú väzby jednoduché. Prvým krokom týchto reakcií je naviazanie elektrofilnej častice na dvojité väzbu, ktorá predstavuje nukleofilnú časticu. **Elektrofil** je častica, ktorá v chemickej reakcii prijíma elektrónový pár poskytnutý nukleofilom a vytvára tak s ním väzbu.

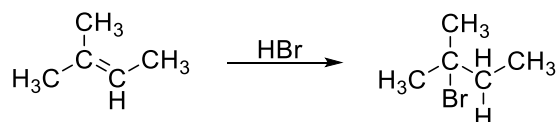
Väčšina elektrofilov je kladne nabitá alebo má atóm s čiastočným kladným nábojom. **Nukleofil** je častica, ktorá v chemickej reakcii poskytuje elektrónový pár elektrofilu, čím vzniká chemická väzba. Všetky molekuly alebo ióny s voľnými elektrónovými párami môžu existovať ako nukleofily. Elektrofilná adícia kyseliny bromovodíkovej na najjednoduchší alkén (etén) predstavuje nasledovná schéma.



Pri komplikovanejších alkénoch máme možnosť vzniku viacerých produktov.



V realite je avšak preferovaný len jeden z nich vyplývajúci zo stability vznikajúcich prechodných stavov vedúcich k produktu. Na to aby sa v tejto problematike chemici lepšie orientovali zaviedlo sa tzv. **Markovnikovovo pravidlo**, ktoré hovorí, že kladná častica (elektrofil – v našom prípade  $\text{H}^+$ ) sa naviaže na uhlík s väčším počtom atómov vodíka a záporná časť činidla (nukleofil – v našom prípade  $\text{Br}^-$ ) na uhlík s nižším počtom atómov vodíka. Druhý produkt vzniká v oveľa menšom množstve. Čiže reakciu vieme zapísať aj nasledovne.



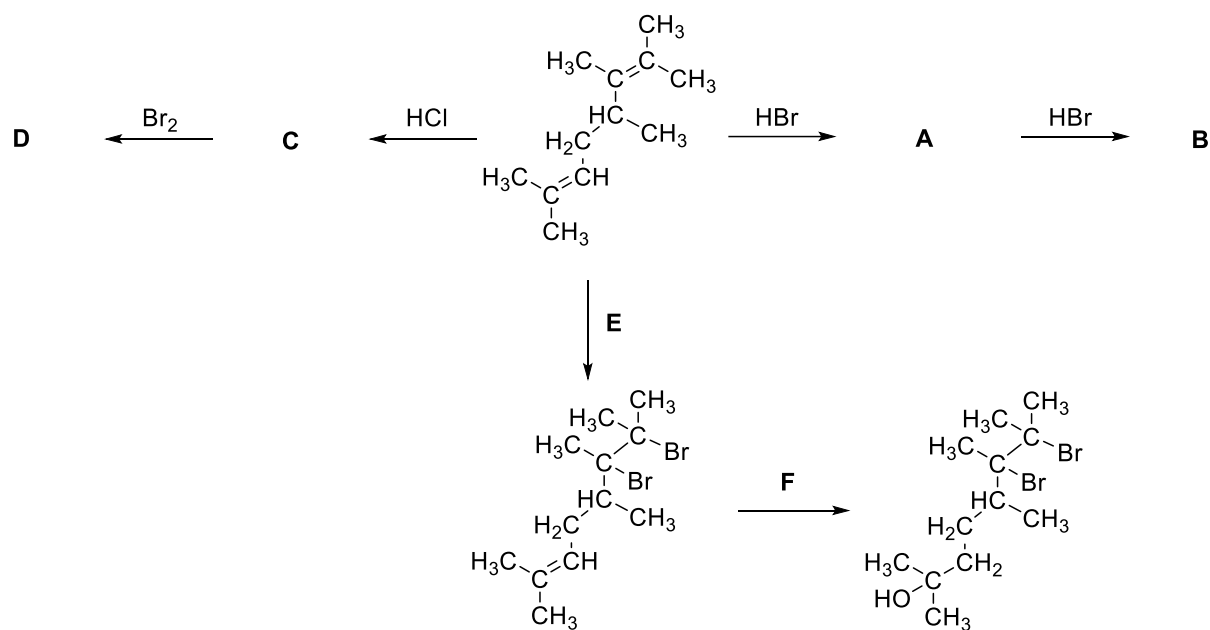
## Úloha 2 (10 b)

Napíšte všetky konštitučné izoméry s molekulovým vzorcom  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ , pričom viete, že obsahujú jednu dvojitú väzbu a päťčlánkový kruh a tieto izoméry pomenujte. Následne pre každý izomér napíšte reakciu s HBr a vzniknuté produkty taktiež pomenujte.

Rýchlosť elektrofilnej adičnej reakcie závisí aj od štruktúry alkénu, pričom alkén je tým reaktívnejší, čím viac alkylových substituentov je viazaných na uhlíkoch dvojitej väzby, čo zvyšuje elektrónovú hustotu na dvojitej väzbe a tým aj stabilitu prechodne vznikajúceho karbkatiónu.

### Úloha 3 (6 b)

Vyriešte štruktúry produktov a reaktantov **A-F**.



## Chemoselektivita a chrániace skupiny (3. ročník)

Autor: Samuel Andrejčák (andrejcak6@uniba.sk)

Jednou z hlavných úloh organickej chémie je premena jednotlivých funkčných skupín v rámci jednej či viacerých molekúl. Doteraz ste sa pravdepodobne stretli len s modelovými príkladmi reakcií, kde východisková látka obsahovala iba jednu funkčnú skupinu, na ktorej prebiehala reakcia. V realite sa ale organický chemik stretáva s komplexnejšími systémami, ktoré obsahujú mnoho funkčných skupín, často rovnakého alebo podobného charakteru, takže je ťažké predpovedať, kde sa samotná reakcia uskutoční. Preto je dôležité mať vedomosti z oblasti rôznej reaktivity funkčných skupín a vedieť si ich selektívne prispôbiť resp. ochrániť tak, aby neposkytovali nežiaduce reakcie.

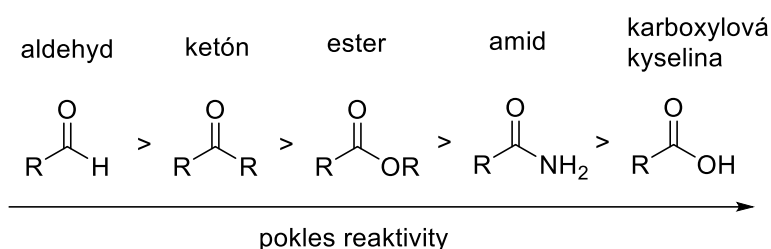
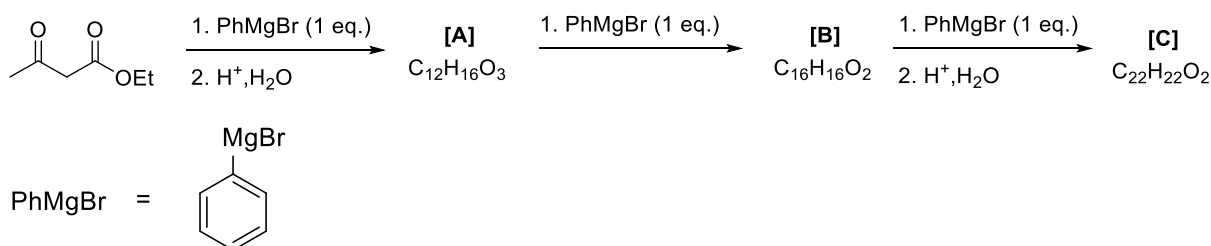


Schéma 1: Porovnanie reaktivity niektorých derivátov karboxylových kyselín, jej samotnej, aldehydu a ketónu

### Úloha 1 (3 b)

Doplňte štruktúry produktov **A-C**. S využitím priloženej schémy (Schéma 1) rozhodnite, v akom poradí budú funkčné skupiny reagovať v slede reakcií.



### Úloha 2 (3 b)

Vašou úlohou je pripraviť z východiskovej látky nasledovnú zlúčeninu (Schéma 2), avšak na základe predchádzajúcej úlohy vidíme, že to nie je možné spraviť priamo.

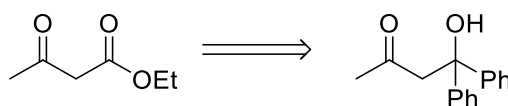
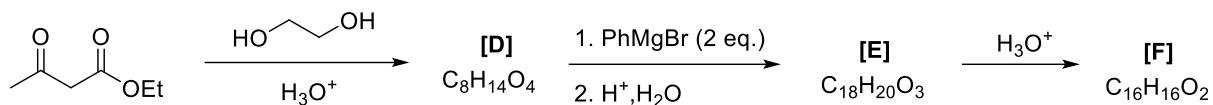


Schéma 2

V takomto prípade sa reaktívnejší ketón (oproti esteru) premení na acetal nereaktívny voči Grignardovemu činidlu, reakciou s etylénglykolom v kyslom prostredí. Následne sa uskutoční

reakcia esteru a Grignardovho činidla v nadbytku a následné odchránenie ketónu v kyslom prostredí viedie k cieľovej molekule. Doplňte štruktúry produktov **D-F** v nasledovnej schéme.



### Úloha 3 (3 b)

V nasledujúcej syntéze je potrebné z východiskovej látky (**VL**) pripraviť Grignardove činidlo pre ďalšie použitie, čo však nie je možné (Schéma 3), preto je opäť potrebné využiť znalosť chrániacich skupín. Doplňte štruktúry produktov **G-J** v nasledujúcom slede reakcií.

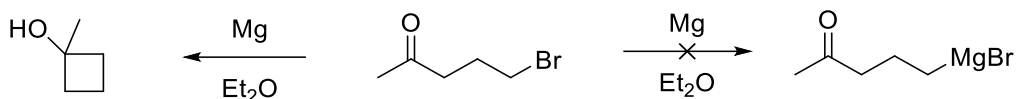
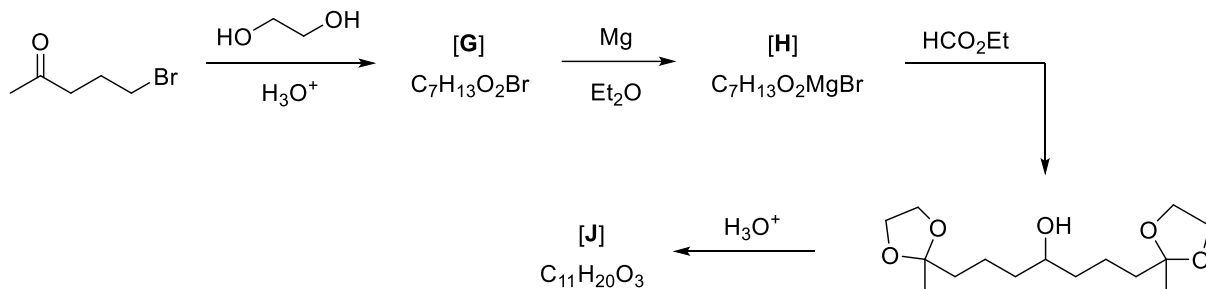


Schéma 3



Predstavíme si ďalšie chrániace skupiny, ich použitie a vlastnosti.

Chrániaca skupina	Štruktúra	Chráni	Pred	Podmienky reakcie	Odchránenie
acetál		ketóny, aldehydy	nukleofily, bázy		H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O
trialkylsilyl	R-O-SiR <sub>3</sub>	alkoholy	nukleofily, bázy	R <sub>3</sub> SiCl, báza	F <sup>-</sup> /H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O
tetrahydro pyranyl (THP)		alkoholy	silné bázy		H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O
benzyléter (OBn)		alkoholy	takmer všetko	NaH, BnBr	H <sub>2</sub> , Pd/C
metyléter (OMe)		fenoly	bázy	NaH, MeI	BBr <sub>3</sub> , HBr, HI
benzylamín (NBn)		amíny	silné bázy	BnBr, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> , Pd/C

Tabuľka 1

#### Úloha 4 (16 b)

Na základe znalosti organických reakcií a priloženej tabuľky chrániacich skupín (Tabuľka 1) vyriešte štruktúry produktov alebo vhodných reagentov **K-Z**.

