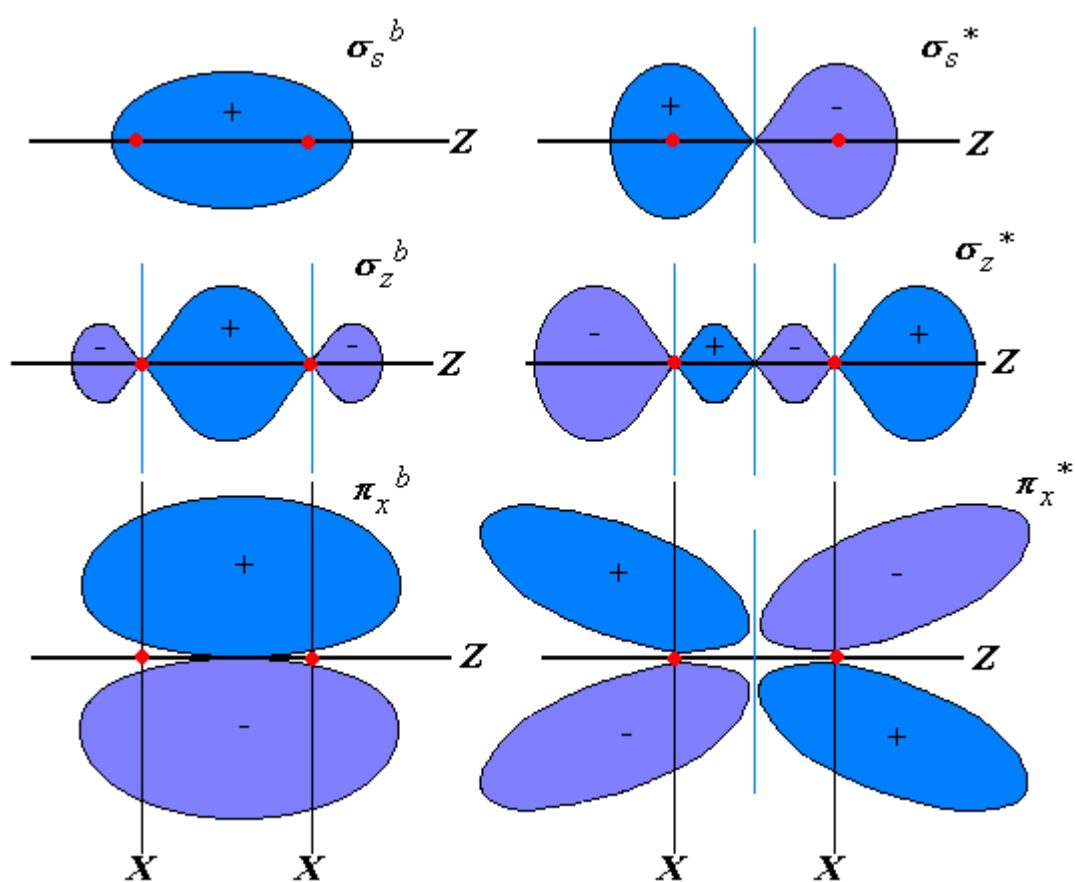


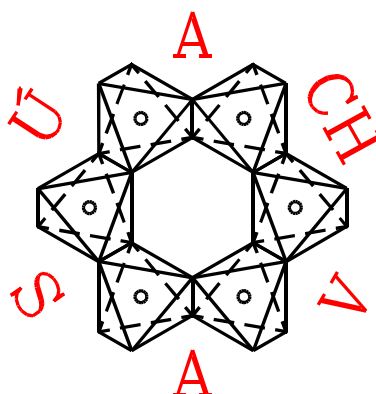
Korešpondenčný seminár z chémie



2012/2013



Korešpondenčný seminár z chémie organizuje



**Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave**

**Ústav anorganickej chémie
Slovenskej akadémie vied**

Korešpondenčný seminár z chémie podporuje



**AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA**

Milí priatelia chemici!

Ďakujeme Vám za zapojenie sa do korešpondenčného seminára z chémie. Výsledkové listiny prvého kola budú uverejnené na webovej stránke <http://chem.korsem.sk>. Skontrolujte si pridelený počet bodov a v prípade námietok nás kontaktujte.

Chceme Vás poprosiť, aby ste neopisovali. Podľa Vašich riešení je vidieť, kto opisoval. V týchto prípadoch sa záverečného sústredenia bude môcť zúčastniť len jeden študent zo školy, na ktorej sa opisovalo.

Pripomíname, že kategória juniori je určená pre študentov 1. a 2. ročníka stredných škôl, resp. zodpovedajúcim ročníkom viacročných gymnázií. V prípade, že úlohy tejto kategórie budú riešiť starší žiaci, ich riešenia nebudú akceptované.

Riešenie každej oblasti úloh musí byť **na osobitnom papieri**, pretože ich vždy opravujú ich autori. Na každý papier uveďte oblasť úloh, meno riešiteľa, školu a triedu. Píšte na papier formátu A4.

V prípade nejasností k organizácii seminára alebo k riešeniu úloh môžete volať na číslo telefónu 02/59 410 487, môžete sa informovať na e-mailovej adrese korsem@korsem.sk alebo na stránke <http://chem.korsem.sk>.

Pravidlá korešpondenčného seminára:

- Úlohy sú rozdelené do dvoch kategórií:
Juniori pre 1. a 2. ročník stredných škôl
Seniori pre 3. a 4. ročník stredných škôl
- Za každú správne vyriešenú oblasť úloh (napr. fyzikálna chémia) získava riešiteľ 10 bodov, za neúplné, alebo čiastočne správne riešenie primerane menej.
- Riešenia úloh musia byť odoslané najneskôr v deň, ktorý je uvedený pri zadaniach úloh daného kola.
- Súťaž pozostáva z 3 kôl, v ktorých študenti vyriešia zadané úlohy a svoje riešenia zašlú na opravu. Jednotlivé kolá nie sú postupové, teda úlohy vyšších kôl rieši študent bez ohľadu na výsledok predchádzajúcich kôl. Poradie sa určuje až na záver súťaže.

Pokyny pre riešiteľov:

- Úlohy riešte samostatne!
- Riešenie píšete výhradne na papier formátu A4.
- Riešenie každej oblasti úloh **musí byť na osobitnom papieri**, pretože ich opravujú vždy ich autori.
- Každý papier musí mať hore viditeľne uvedenú **oblasť úloh** (kód v pravom hornom rohu, napr. J-1), **meno riešiteľa, školu a triedu**. Ak je riešenie jednej oblasti úloh na viacerých listoch papiera, tieto musia byť očíslované.
- Spolu s riešením prvého kola sa zaregistrujte na internetovej stránke **chem.korsem.sk**.
- Zadania úloh 2. a 3. kola budú uverejnené v elektronickej verzii najneskôr v posledný deň odovzdania riešení predchádzajúceho kola na adrese chem.korsem.sk**.
- Pokiaľ máte nejaké nejasnosti v zadaniach úloh, reklamácie k opravám, otázky k riešeniam, neváhajte sa nás opýtať. Kontaktujte nás na telefónnom čísle 02/59 410 487 alebo napíšte na korsem@korsem.sk.

Vyriešené úlohy posielajte do **4.2.2013** na adresu: **Korešpondenčný seminár z chémie
Prírodovedecká fakulta UK
Mlynská dolina
842 15 Bratislava 4**

JUNIORI

J1 – Všeobecná chémia

Svetoznámy chemik Táto úloha bude venovaná známemu chemikovi, ktorý sa narodil v roku 1799 v nemeckom Metzingene, zomrel v tej istej zemi v Baden Badene v roku 1868. Začínal svoju chemickú kariéru ako učeň v jednej nemeckej farmaceutickej dielne. Neskôr sa stal učiteľom chémie v Anglicku, kde sa zoznámil s už vtedy uznávaným Michaelom Faradayom. Približne pred 160 rokmi si ako profesor chémie v Bazileji všimol zvláštny plyn (D) vznikajúci pri elektrickom výboji vo vzduchu. Tento plyn, zložený z atómov hľadaného prvku (A), získal názov z gréckeho „zapáchajúci“ a je tiež veľmi silným oxidovadlom.

Nevenoval sa však len tejto látke. O pár rokov neskôr po svojom objave látky (D) položil základ moderného priemyslu výbušnín prípravou nitrocelulózy máčaním bavlny v nitračnej zmesi. Hneď nato sa pokúsil nitrovanú bavlnu rozpúšťať v zmesi etanolu a éteru. Tým získal kolodium, ktoré sa používalo ako nosič, na ktorý sa potom nanášala svetlo citlivá vrstva, čo malo využitie hlavne vo fotografickom priemysle zhruba pred sto rokmi.

- Uvedte jeho celé meno.
- Napíšte názov látky D.
- Napíšte značku a názov hľadaného prvku A.
- Napíšte meno vedca, ktorý pomenoval prvok A a v ktorom roku to bolo.
- Znázorníte elektrónový štruktúrny vzorec molekuly A_2 .
- Aké typy väzieb sa nachádzajú medzi väzbovými partnermi v molekule A_2 .
- Prvok A tvorí nasledujúce anióny, ktoré pomenujte a napíšte jeden príklad existujúcej látky na každý anión: A^{2-} , A_2^{2-} , A_3^- , A_2^- .

Vodný kameň Marek jazdí s rodičmi na chalupu, kde berú vodu zo studne, ktorú majú na záhrade. Táto voda nie je nijako zvlášť upravovaná a obsahuje značné množstvo rozpustených solí. Jednou z nich je tiež hydrogenuhličitan vápenatý, a preto sa voda označuje ako tvrdá. Koncentrácia rozpusteného hydrogenuhličitanu vápenatého vo vode je $0,009 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Pri zahrievaní sa mení na nerozpustnú látku, ktorá sa vylúči ako vodný kameň.

- Napíšte chemickú rovnicu tohto deja.

Keď chcú uvariť čaj alebo kávu, používajú k tomu varnú kanvicu. Na jej špirále sa vždy vylúči časť uhličitanu vápenatého, pričom sa tým znižuje výkon kanvice. Tá sa zničí, keď sa na špirále vylúči približne 30 g uhličitanu vápenatého.

- Vypočítajte, koľko varení vody kanvica vydrží, keď sa v nej varí vždy 1 liter vody a pokiaľ sa z vylúčeného uhličitanu vápenatého vždy 5 % zachytí na špirále.
- Vysvetlite, prečo vylúčenie uhličitanu vápenatého poškodzuje varné vlastnosti špirály.
- Prečo sa bežne v domácnostiach predlžuje životnosť špirály tým, že sa „vyvarí“ v octe alebo v roztoku kyseliny citrónovej. Napíšte pre oba deje chemickú rovnicu.

J2 – Fyzikálna chémia

Chemik Ignác chystá veľkú narodeninovú párty. A aká by to bola párty bez balónov? A aké by to boli balóny bez hélia, ktoré zabezpečí, že budú pekne vznášať priviazané na šnúrkach, namiesto toho, aby sa len tak povalovali po zemi? Lenže všetko si nechal na poslednú chvíľu a nepodarilo sa mu kúpiť plynovú fľašu s héliom na plnenie balónov. Tak sa rozhodol nahradiť hélium vodíkom, ktorý má ešte menšiu hustotu ako hélium, a môže si ho pripraviť aj doma. Najjednoduchšia cesta ako ho môže vyrobiť je elektrolýza vody.

1. Napíšte rovnicu elektrolýzy vody.

Vo vodnom roztoku síranu sodného s koncentráciou $1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ robil elektrolýzu vody pri konštantnom prúde $2,00 \text{ A}$ s účinnosťou 90% . Vznikajúcim vodíkom a kyslíkom plnil samostatne dva balóny, každý s hmotnosťou $5,00 \text{ g}$.

2. Prebiehala by elektrolýza, keby vo vode nebol rozpustený síran sodný? Prečo?

3. Pomocou Faradayovho zákona elektrolýzy a stavovej rovnice ideálneho plynu vypočítajte, ako dlho musí prebiehať elektrolýza, aby balón naplnený vznikajúcim vodíkom bol schopný sa vznášať vo vzduchovej atmosfére.

Keďže vodíka vzniká dvakrát viacej ako kyslíka, napadlo ho, že by mohol skúsiť vodík plniť paralelne do dvoch balónov, čiže dokopy bude plniť 3 balóny na rovnaký objem, dva vodíkom a jeden kyslíkom.

4. Vypočítajte, ako dlho musí prebiehať elektrolýza, aby 2 balóny naplnené vznikajúcim vodíkom priviazané k balónu plnenému vznikajúcim kyslíkom boli schopné sa spoločne vznášať vo vzduchovej atmosfére.

Teplota vzduchu je $25 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlak $101\,325 \text{ Pa}$. Rovnaké podmienky predpokladajte aj pre plyny v balónoch. Hustoty plynov vypočítajte pomocou stavovej rovnice ideálneho plynu. Predpokladajte nasledovné zloženie vzduchu: dusík 78% , kyslík 21% , argón 1% (hm. %).

J3 – Organická chémia

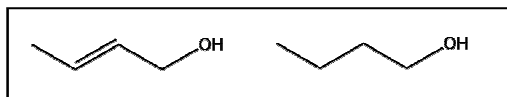
Pomaly sa nám blížia vianoce, čas radosti – veselosti, ale hlavne voľna. Pozeranie na Mrázika v televízii a sánkovanie popri dome je nepochybne super, ale nebolo by od vecí využiť trochu toho voľného času aj na to, aby ste sa naučili niečo nového z chémie. Preto sem prichádza zbrusu nové kolo korsemu aj s vianočnou organickou nádielkou!

Prvé kolo juniorskej kategórie som venoval radikálovým reakciám. Nikoho vari príliš neprekvapí, keď v tomto kole troška oprášime reakcie, kde ako intermediáty vystupujú katióny. (Hádanka – čomu bude asi venované posledné kolo? ☺) Reakcie, kde vystupujú katióny, sú v organickej chémii veľmi obľúbené. Na to, aby sa nám v reakčnej zmesi vytvorili katióny, obvykle treba pridať nejakú kyselinu. Nepísaným pravidlom „chemikov“ (ale skôr alchymistov) 19. storočia bolo obvykle skúsiť čo sa asi tak stane, keď k tej novej super látke, čo sa im práve podarilo pripraviť, pridajú kyselinu sírovú. Obvykle sa niečo stalo – väčšinou sa im podarilo vytvoriť čierny asfalt, ktorý následne nadávajúc vyliali do kanála. Reakčné podmienky: „kyselina sírová a prikúriť“ sa preto už dnes toľko nepoužívajú, niekedy (pri stabilných látkach) však stále nájdu uplatnenie.

1: Už sme spomenuli, že na vytvorenie (karbo)katiónov väčšinou potrebujeme pridať do zmesi kyselinu. Existuje niekoľko teórií, podľa ktorých definujeme kyseliny (a bázy). Pre organických chemikov sú najdôležitejšie dve z nich. Podľa prvej teórie je kyselina látka schopná odštiepiť protón. Podľa druhej teórie je kyselina látka, ktorá môže akceptovať voľný elektrónový pár.

- Ako sa volá prvá a ako druhá teória?
- Vymenujte po 2 kyseliny podľa každej z teórií.
- Napište po dve organické reakcie, kde sa používajú kyseliny z každej z teórií.

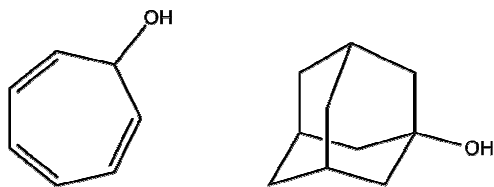
2: Pôsobením kyseliny sírovej na *tert*-butanol nám (na krátky čas) vzniká pomerne stabilný *tert*-butylový katión. Pre stabilitu takéhoto karbokatiónu je dôležité aby uhlík, nesúci kladný náboj, mal všetky substituenty v jednej rovine. Napište akú hybridizáciu majú hybridné orbitály centrálného uhlíka v *tert*-butylovom katióne, ktorými tvorí C-C väzby. Napište aj akú hybridizáciu má voľný orbitál na centrálnom uhlíku. Aký uhol zvierajú väzby C-C-C?



3: Karbokatióny nepatria k veľmi stabilným reakčným medziproduktom. Na to, aby sme vedeli porovnať reaktivitu niektorých organických látok – napríklad alkoholov, potrebujeme vedieť porovnať stabilitu karbokatiónov.

- Na obrázku 1 sú tri dvojice

Obrázok 1



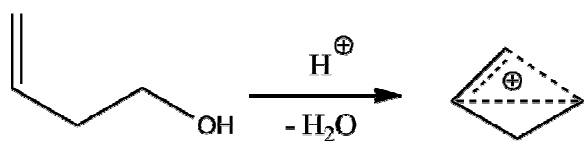
Obrázok 2

alkoholov, ktoré pôsobením kyseliny sírovej dehydratujú. Natreslite karbokatióny ktoré vzniknú **okamžite** (žiadne prešmyky) po odštiepení vody. Vyberte ktorý karbokatión z každej dvojice je ten stabilnejší a vysvetlite prečo. Ak je stabilizácia karbokatiónu

spôsobená rezonanciou, nakreslite aj druhú mezomérnu štruktúru.

b) Pomenujte všetky alkoholy z úlohy a)

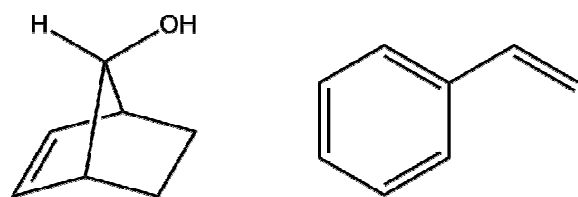
c) Existujú však aj výnimky. Na obrázku 2 sú dve látky, ktoré medzi ne patria. Jedna z nich pôsobením kyseliny sírovej (ani veľmi koncentrovanej) vôbec nedehydratuje! Druhá naopak dehydratuje extrémne jednoducho. Napíšte, ktorá látka bude reagovať a ktorá nie. Napíšte aj vysvetlenie prečo to tak je.



Obrázok 3

Okrem „klasických“ karbokatiónov, na aké sme zvyknutí, existujú aj takzvané „neklasické“ (aké šokujúce, pravda...) Čo to vlastne sú tie neklasické karbokatióny si najlepšie môžeme ukázať na

obrázku 3. Alkohol dehydratuje za vzniku karbokatiónu, ktorý by bol primárny. π -elektróny z dvojitej väzby sú však dostatočne blízko na to, aby vznikajúci karbokatión stabilizovali za vzniku trojčlenného kruhu. Čiarkovaná čiara značí, že tri atómy spolu zdieľajú 2 elektróny (tomuto sa oficiálne vraví trojcentrová väzba). Aj keď to možno znie neuveriteľne, ale takéto katióny sú pomerne stabilné. Prečo? Pretože vznikol trojčlenný konjugovaný cyklus s dvoma elektrónmi v konjugácii. Takže spĺňa podmienky pre aromaticitu (aromatické môžu byť 2,6,10... elektrónové systémy).



Obrázok 4

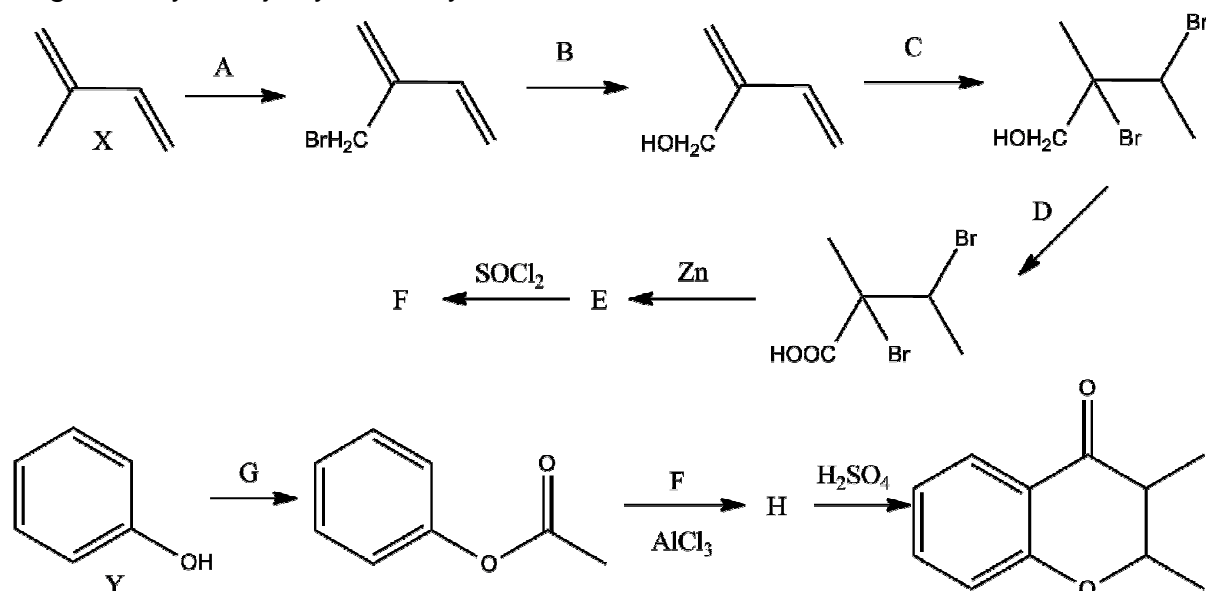
4: Na obrázku 4 sú dve látky, ktoré by mohli reagovať s kyselinou sírovou. Po reakcii s ňou tvoria neklasické karbokatióny. Nakreslite ich štruktúru.

Štruktúra karbokatiónov bola už od konca 19. storočia predmetom sporov – problémom bolo, že sme dlho nemali metódy, ako tie karbokatióny pozorovať. Mohli sme sa síce domnievať, že sú v reakčnej zmesi ako krátko žijúce medziprodukty – lenže ich dlho nikto na vlastné oči nevidel! Zmena prišla až s vyvinutím *superkyselín* – látok, ktoré boli tak kyslé, že boli schopné protónovať alkány. Vďaka superkyselinám sa v polke 20. storočia potvrdila väčšina domniek o karbokatiónoch.

5: Jedným z najsilnejších protonačných činidiel konca 19. storočia bolo óleum: oxid sírový rozpustený v kyseline sírovej. Jeho „aktívnou zložkou“ je protonovaný oxid

sírový HSO_3^+ . V 60-rokoch bola (pánom Oláhom, ktorého sme už spomenuli ☺) vyvinutá omnoho silnejšia *magická kyselina*: zmes fluórsírovej kyseliny a fluoridu antimoničitého. Aktívnou zložkou *magickej kyseliny* je kation $\text{H}_2\text{SO}_3\text{F}^+$. Nakreslite elektrónové štruktúrne vzorce oboch katiónov. Prečo si myslíte, že je *magická kyselina* silnejšie protonačné činidlo než óleum.

6: (Len pre druhákov). Nemecká študentka Sanne pracuje na dôležitom projekte – snaží sa objaviť účinné liečivo proti rakovine! Výskum (ako inak z USA) naznačuje, že trieda prírodných látok zvaných *flavonoidy* by mohla byť účinná proti šíreniu tumorov. Sanne dostala za úlohu syntetizovať podobnú štruktúru, aby ju potom mohli biológovia vyskúšať na tkanivových kultúrach. Schéma, ktorú Sanne navrhla je na obrázku 5. Doplňte reagenty/medziprodukty A-F. Ako sa triviálnym názvom nazývajú prekursori X a Y? Všimnite si, ako sa v poslednom kroku elegantne využívajú kyslo katalyzované reakcie ☺



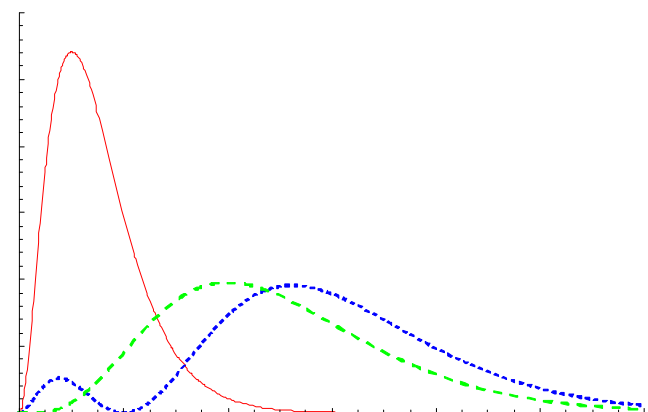
Obrázok 5

J4 – Chemická štruktúra

Škola bola už nejaký čas v plnom prúde, a na Fera strata letnej voľnosti dopadla veľmi ťažko. Občas len tak sedel na posteli a radšej o ničom nepremýšľal, pretože inak musel premýšľať v jednom kuse. Ale, ak ste niekedy skúsili na nič nemyslieť, asi ste prišli na to, že práve vtedy chce váš mozog premýšľať najviac. Aspoň u Fera to bolo tak. Proti jeho vôli sa mu do mysle drali poznatky o atómových orbitáloch. Premýšľal, na čo to všetko vlastne je v reálnej chémii – veď to presne funguje iba pre atóm vodíka, He^+ , Li^{2+} a množstvo ďalších čoraz pofidérnejších iónov. Bol ale tiež presvedčený, že keby to nefungovalo, tak by sa to nepoužívalo... Učiť sa mu síce nechcelo, ale zvedavosť je zvedavosť (a dalo mu to výhovorku, prečo si neurobiť domáce úlohy). A tak sa opäť raz ocitol vo svete atómov.

Úloha 1: Začnime najprv zľahka. Určite ste sa už v škole stretli s orbitálmi, a dokonca ste určovali ich obsadenie pre rôzne atómy. Skúste určiť, koľko protónov, neutrónov a aké obsadenie orbitálov majú tieto častice: ^1H , $^1\text{H}^-$, ^4He , $^7\text{Li}^+$, ^{14}N , ^{15}O , ^{35}Cl , ^{37}Cl , ^{63}Cu , $^{197}\text{Au}^+$.

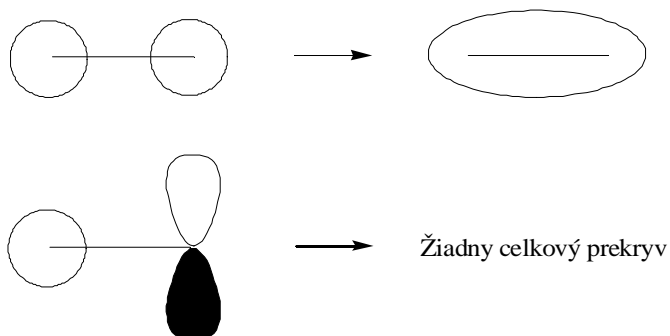
Úloha 2: Ako viete z prvej série, v atóme vodíka energia orbitálu závisí len od hlavného kvantového čísla – teda $2s$ a $2p$ orbitál majú rovnakú energiu. Pre každý orbitál sa dá vyrátať funkcia radiálnej distribúcie – hoci to znie hrozivo, ide len o to, v akej vzdialenosti od jadra sa elektrón pravdepodobne nachádza. Pre atóm vodíka sú prvé tri takéto funkcie na vedľajšom grafe, kde plnou červenou je zobrazený $1s$, čiarkovanou modrou $2s$ a zelenou s dlhšími čiarkami $2p$. Ak si zoberieme atóm lítia, ktorý má $1s$ orbitál úplne zaplnený, aké dôsledky to bude mať pre energie $2s$ a $2p$ orbitálu a prečo? Uvažujte rozdielny stupeň tienenia náboja jadra pre $2s$ a $2p$ orbitál. Určite vám pomôže aj fakt, že odpoveď viete dopredu :). Ako sa zmení tvar funkcie $1s$ orbitálu? Posunie sa jeho maximum k väčším, alebo menším vzdialenostiam od jadra?



A tak je teda jasné, že pre atómy s väčším počtom elektrónov závisí energia nielen od n , ale aj od l . Tiež základný tvar orbitálov ostáva taký istý – takže ak vieme nakresliť vodíkové orbitály, vieme to urobiť pre prakticky hocijaký atóm. Fero ale vedel, že toto nie je všetko. Chemici sa predsa nezabávajú len s atómami – to najpodstatnejšie pre nich je predsa chemická väzba!

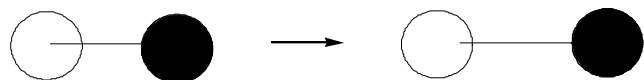
Úloha 3: Našťastie, existuje celkom jednoduchý spôsob, ako z atómových orbitálov vyrobiť molekulové – teda aspoň pre jednoduché molekuly (predovšetkým dvojatómové). Stačí proste skombinovať orbitály jednotlivých atómov – v podstate ich len sčítať. Najpodstatnejším kritériom je, aby mali orbitály vhodnú symetriu. Na obrázku vpravo je schematické znázornenie kombinácie dvoch orbitálov. Najprv vidíme, ako sa sčítajú dva s orbitály – vďaka tejto operácii sa zvýši celková elektrónová hustota medzi jadrami, ako je aj znázornené. Na druhej strane, ak

uvažujeme kombináciu s a p_x orbitálu, znázornenú dole, tak akékoľvek zvýšenie prekryvu v hornej časti je presne vyvážené negatívnym prekryvom v spodnej časti (vlnová funkcia v čiernej časti má zápornú hodnotu a v bielej kladnú) – takže medzi orbitálmi nie je žiadna celková interakcia a nemôžu sa kombinovať. Skúste určiť, ktoré z p orbitálov sa môžu kombinovať s s orbitálom – teda vytvoria spolu väzbu – ak jadrá ležia na osi z .



Ferovi ale niečo nešlo do hlavy. Na začiatku sme mali dva orbitály, a teraz máme len jeden! To je predsa blbosť, sedliacky rozum nám hovorí, že jeden plus jeden je dva a nie jeden. Riešenie tejto dilemy spočíva v tom, že toto nie je jediný spôsob, ako kombinovať orbitály.

Úloha 4: To, čo sme videli doteraz, je kombinácia s orbitálov vo fáze – to znamená, že vlnové funkcie oboch mali rovnaké znamienko. Ako to vyzerá, ak sa skombinujú dva s orbitály v protifáze, vidíme na obrázku. Na prvý pohľad nenastáva žiadna zmena, ale ak sa pozrieme bližšie, vidíme, že elektrónová hustota sa posunula ďalej od priestoru medzi atómami. Pri kombinovaní dvoch orbitálov vzniknú obe kombinácie.



a) Bol by v celkovom výsledku nejaký rozdiel, ak by sa kombinovali vo fáze dve negatívne vlnové funkcie pre s orbitály? Ako nápovedu dodám, že celkový výsledok závisí od elektrónovej hustoty a tá závisí od vlnovej funkcie na druhú.

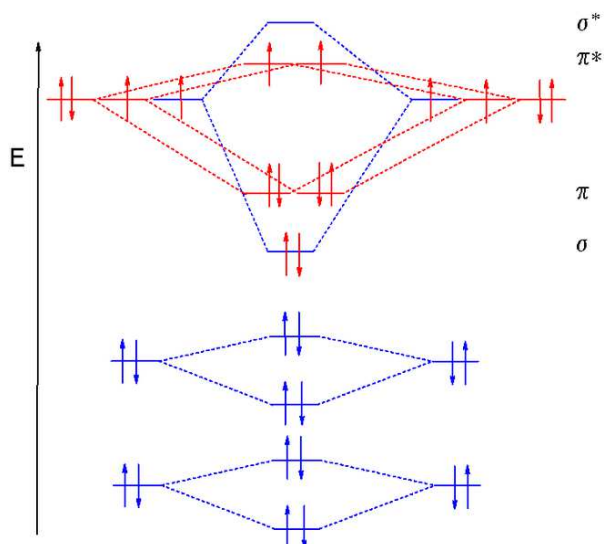
b) Z prvej série si možno pamätáte, ako funguje elektrostatická sila. Jadrá sa samozrejme odpudzujú, ale máme tu aj elektróny! Skúste určiť, či elektróny v kombináciách vo fáze a protifáze budú prispievať k posilňovaniu alebo zoslabovaniu odpudzovania jadier. Na základe toho určte, ktorý z týchto nových molekulových orbitálov bude prispievať k formovaniu väzby a ktorý bude fungovať ako protiväzbový. Čo to hovorí o ich energiách v porovnaní s energiou pôvodného s orbitálu? Elektróny môžete teraz považovať za bodový náboj.

Toto je veľmi hrubá aproximácia toho, ako funguje väzba, ale zhruba to funguje :)

c) Skúste nakresliť obidve kombinácie pre všetky p orbitály, ak jadrá opäť ležia na osi z . Všimnite si, že p orbitály majú rovinu, kde má ich vlnová funkcia nulovú hodnotu – medzi jej kladnou a zápornou časťou. Ak ich skombinujete správne, tieto roviny ostanú rovnaké ako v pôvodných orbitáloch.

Ferovi ako skúsenému pozorovateľovi samozrejme neušlo, že tieto kombinácie s orbitálov sú tiež molekulovými orbitálmi pre molekulu vodíka! Avšak, ako správny chemik chcel vedieť aj niečo viac ako to. A tak si vyhľadal diagram molekulových orbitálov pre molekulu kyslíka.

Úloha 5: To, čo Fero našiel (a čo by ste určite hravo našli aj vy) je zobrazené na obrázku. Šípky na diagrame znázorňujú elektróny. Po bokoch vidíte pôvodné atómové orbitály prítomné na kyslíku, v strede vidíte ich rôzne kombinácie. Čím vyššie sa orbitál nachádza, tým má väčšiu energiu. Vaše vedomosti o kombinovaní s a p orbitálov by vám mali pomôcť odpovedať na tieto otázky:



a) Priradte označenie jednotlivým atómovým orbitálom (t.j. $2s$, $2p$...).

b) Prečo vznikajú až dve dvojice π orbitálov s rovnakou energiou?

c) Molekula kyslíka O_2 má dva nespárené elektróny – je teda paramagnetická, zatiaľ čo molekuly bez nespárených elektrónov sú diamagnetické. Aký typ molekuly je podľa vás molekula F_2 ? Zdôvodnite pomocou diagramu.

d) Väzbový poriadok je definovaný ako rozdiel počtu elektrónov vo väzbových a protiväzbových orbitáloch delený dvoma. Určte väzbový poriadok pre molekuly O_2 a F_2 .

Ani tieto vedomosti ale nemohli uspokojiť Feroovu zvedavosť. Je toho ešte strašne veľa, čo by chcel vedieť – napríklad, či takto vyzerajú molekulové orbitály pre všetky jednoduché dvojatómové molekuly, alebo ako môžeme niečo zistiť ak máme viac ako dva atómy. Avšak, toto všetko nateraz ustúpilo jednej otázke – je zmena energie pri vzniku väzbového a protiväzbového molekulového orbitálu až na znamienko rovnaká?

Za istých podmienok a pri silných aproximáciách by sme mohli predpokladať, že je rovnaká, čo sa zdá celkom logické. Avšak, ak by sme sa do toho pustili poriadnejšie, zistili by sme, že to nie je tak – zmena energie pri vzniku protiväzbového orbitálu je väčšia. Dôsledky sú zaujímavé – jedným z nich je ten, že molekuly, ktoré by mali zaplnený rovnaký počet väzbových aj protiväzbových orbitálov, majú vyššiu energiu ako jednotlivé atómy a teda proste neexistujú (napríklad He_2 , Be_2 , Ne_2 ...).

Fero síce dostal svoju odpoveď, ale mrzelo ho, že si ju nedokázal odvodiť sám. Na druhej strane, matematiku sa mu tiež študovať nechcelo. A tak sa rozhodol, že túto oblasť opäť raz na chvíľu opustí a bude sa vyhýbať povinnostiam nejakým iným spôsobom – napríklad pozeraním seriálov na nete, upratovaním či písaním úloh do korešpondenčného seminára. Takže s chémiou sa uvidí zase niekedy nabadúce...

SENIORI

S1 – Všeobecná chémia

Pigmenty Množstvo zlúčenín olova a ortuti patrí medzi anorganické pigmenty. Uhlíčan olovnatý je v maliarstve známy ako olovnatá beloba. Jeho rozpustením (1) v kyseline A získame látku B. Tá môže byť východiskovou surovinou pre prípravu ďalších pigmentov. Pyrolýzou bezvodého B vzniká zlúčenina C, kyslík a oxid dusičitý(2). Zlúčenina C tvorí dve rôzne sfarbené modifikácie, ktoré sa obe používajú ako pigmenty – červený klejt a žltý massicot. Zahrievaním C v prúde kyslíka sa vyrába oxidický pigment D, obsahujúci 90,7 % olova (3). Z vodného roztoku B ide prídavkom chrómanu sodného vyzrážať (4) chrómovú žltú E.

a) Napíšte vzorce zlúčenín A – E.

b) Napíšte chemické rovnice reakcií (1) – (4).

c) Ako sa nazýva jav, keď zlúčenina tvorí viacej kryštálových modifikácií, ako napríklad C.

d) Napíšte triviálny názov pigmentu D.

Biele plochy starých obrazov maľované olovnatou belobou šednú pôsobením stôp vzdušného sulfánu (5). Reštaurátori pri svojej práci používajú roztok peroxidu vodíka, ktorý obrazu vráti čistú bielu farbu (6).

e) Napíšte chemické rovnice reakcií (5) a (6).

Tajuplný stĺp Aby železo korodovalo musí byť vystavené trom činiteľom. Aké sú to? Keď správne odpoviete a prepojíte svoje vedomosti s geografiou, tak budete vedieť vysvetliť aj záhadu tajuplného stĺpu.

V indickom meste Dillí existuje tajuplný stĺp. Bol postavený v roku 310, je vysoký asi 7,25 m a má úctyhodnú hmotnosť 6,8 t. Čo je na ňom tak tajomného je fakt, že prakticky nekoroduje, i keď je zhotovený z ocele s rovnakým chemickým zložením, ako má oceľ, ktorá sa vyrába v dnešných oceliarniach.

a) Pokúste sa túto záhadu vysvetliť.

Pred hrdzou železo chránime pokovovaním jeho povrchu iným kovom a to najčastejšie zinkom alebo niklom.

b) Porovnajte redoxné potenciály zinku a vodíka. Prečo sa zinok nezačne vo vlhkom prostredí rozpúšťať?

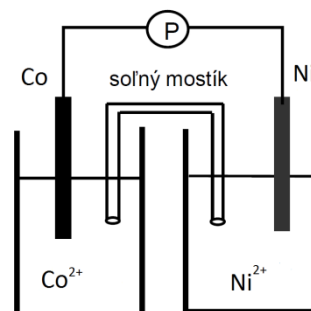
Ak sa pokovovaný povrch poškodí a obnaží sa spodný kov, môže dôjsť k veľmi rýchlej tzv. jamkovej korózii. Je to tak kvôli tomu, že sa vytvorí lokálny galvanický článok.

c) Ktorý plech bude skôr podliehať jamkovej korózii–pozinkovaný alebo poniklovaný? Aký plech by ste použili na výrobu krhly, ktorá sa ľahko poškrabe a obúcha?

S2 – Fyzikálna chémia

Keď ponoríme kov do roztoku jeho katiónov, dochádza k vytvoreniu elektrickej dvojvrstvy - kov sa nabije kladne a roztok záporne, resp. naopak. Medzi elektródou a roztokom vzniká elektrický potenciál, ktorého hodnota sa dá experimentálne určiť porovnaním s inou, referenčnou elektródou. Za štandardných podmienok sa táto hodnota nazýva štandardný elektródový potenciál E^θ . Elektródový potenciál E sa mení s teplotou a koncentráciou príslušných katiónov a jeho hodnotu môžeme vypočítať zo štandardného elektródového potenciálu pomocou Nernstovej rovnice.

Pokiaľ spojíme 2 roztoky katiónov soľným mostíkom a ponoríme do nich príslušné elektródy, vytvoríme galvanický článok, ktorého napätie je dané rozdielom elektródových potenciálov príslušných elektród.



1. Uvažujme galvanický článok zložený z kobaltovej elektródy ponorenej v roztoku kobaltnej soli s koncentráciou $0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ a nikelovej elektródy ponorenej v roztoku nikelnatých iónov taktiež s koncentráciou $0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, kde tieto roztoky sú spojených soľným mostíkom. Vypočítajte napätie tohto galvanického článku, keď poznáte štandardný elektródový potenciál nikelovej a kobaltovej elektródy:



Elektróda na ktorej prebieha v galvanickom článku oxidácia sa nazýva anóda, elektróda na ktorej prebieha redukcia je katóda.

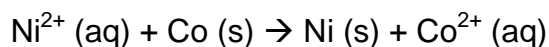
2. Ktorá elektróda v úlohe 1 je anóda a ktorá katóda? Vysvetlite!

3. Roztok nikelnatých katiónov zriedime na koncentráciu $0,001 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Pomocou Nernstovej rovnice určte, aká má byť teplota tohto systému, aby napätie galvanického článku bolo nulové.

4. Zvýšime koncentráciu kobaltnatých katiónov na $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ a koncentráciu nikelnatých katiónov ponecháme na $0,001 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Aké bude napätie galvanického článku pri teplote 25°C ? Bude anóda z otázky 2 stále anódou a katóda katódou? Ako budeme musieť zmeniť teplotu systému teraz, aby mal článok nulové napätie?

Pre štandardnú reakčnú Gibbsovú energiu a rovnovážnu konštantu redoxnej reakcie platí: $\Delta_r G^\theta = -z F \Delta E^\theta = -RT \ln K$

5. Na základe vyššie uvedených údajov vypočítajte zmenu štandardnej Gibbsovej energie a rovnovážnu konštantu pre redoxnú reakciu:



Aktivity iónov vo všetkých úlohách považujte za jednotkové.

S3 – Organická chémia

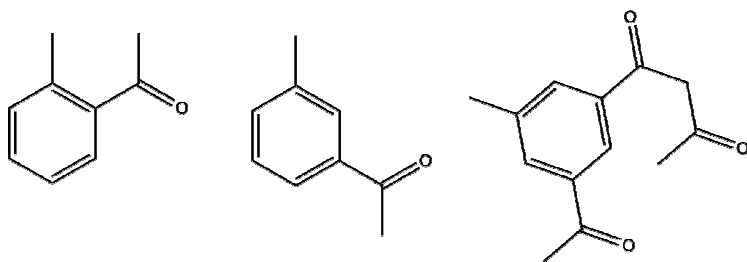
V minulom kole som už načrtoľ, že sa v tomto ročníku budeme venovať reakciám, ktoré sa používajú na konštrukciu uhlíkatého skeletu molekúl. Prvé kolo bolo venované aldolovej reakcii – ktorej pôvod sa dá vystopovať až niekam do polky 19. storočia – pričom reakcia prebieha väčšinou v bázickom prostredí. Toto kolo bude – pre zmenu – venované reakciám, ktoré sú katalyzované kyslo, ale pritom sú tiež využívané na stavbu uhlíkatej kostry molekúl.

Aldolová reakcia je šikovným prostriedkom, ako sa dostať k alifatickým zlúčeninám. Pri konštrukcii väzieb aromát-alifatický reťazec nám však je tak trochu nanič. Selektívna tvorba takýchto väzieb bola pre chemikov 19. storočia tvrdým orieškom. Treba si uvedomiť, že v tom čase bol rozvoj organickej chémie hnaný najmä vynálezmi nových farbív. A tie boli všetky na báze aromatických zlúčenín, ktoré sa získavali z uhoľného dechtu. Vďaka organickej chémii arómátov prestala byť fialová farba výsadou boháčov a do šiat farbených syntetickou Perkinovou fialovou sa tak vedľa kráľovnej Viktórie mohol obliecť aj robotník z Liverpoolu. Uniformy stoviek tisíc prušiakov zas zdobila Bismarckova zelená z novootvorenej fabriky BASF. Priemysel si však žiadal nové metódy, vďaka ktorým by mohol získavať nové farbivá. Ale veda zaostávala. Teda až do roku 1877, keď na scénu vstupujú naši chemici Friedel a Crafts!

Rovnako ako naši známi z minulého dielu (Mendelejev a Borodin) sa aj títo dvaja nejaký čas vyskytovali v Heidelbergu na skusoch u profesora Bunsena (hej, toho čo vymyslel ten horák...) – kto vie, či sa práve tu nespoznali? Každopádne, v roku 1877 spolu objavili dve reakcie, ktoré vám snáď netreba nejako extra predstavovať, pretože sa preslávili tak veľmi, že sa o nich učí každý stredoškólák...

1: Friedel-Craftsova alkylácia je reakcia arómátu s alkylhalogenidom, za katalýzy chloridom hlinitým. Toľko sa v škole dozviete. Ale častým problémom pri takejto alkylácii je, že karbokatióny – ktoré vznikajú ako medziprodukt reakciou alkylhalogenidu s $AlCl_3$ – môžu prešmykovať na stabilnejšie karbokatióny. Preto ak necháte reagovať benzén s butylchloridom a $AlCl_3$, tak namiesto kýženeho butylbenzenu dostanete *terc*-butylbenzén.

- Navrhite reakciou akých iných látok s benzénom môžete dostať *terc*-butylbenzén. Uvedte 2 látky (pričom obe látky nesmú mať rovnakú funkčnú skupinu).
- Navrhnite ako by ste pripravili butylbenzén z benzenu.
- Čo by sa stalo, keby sme sa za takýchto podmienok (katalýza $AlCl_3$) pokúsili alkylovať benzén chlórbenzenom?
- F-C reakcie sa vždy musia robiť v digestore – keď sa jedna (menej rozumom obdarená) kolegyňa pokúsila acylovať na stole, tak sa (nadávajúc) rozkašľalo celé laboratórium. Prečo?



Obrázok 6

2: Pri F-C reakciách je dôležité, aké množstvo katalyzátora pridávate do reakcie. Ak je pri alkylácii benzénu etylchloridom potrebné použiť 0,1 ekvivalentu AlCl_3 , tak na acyláciu benzénu chloridom kyseliny octovej bude treba 1,1 ekvivalentu

AlCl_3 . Súvisí to s prítomnosťou kyslíka v reakčnej zmesi a s prítomnosťou voľného orbitálu na hliníku. Vysvetlite. Na obrázku 1 sú tri látky, ktoré je možno pripraviť z benzénu. Uvedte akou postupnosťou krokov by ste ich syntetizovali. Pri každom z krokov, ktoré využívajú F-C reakciu uvedte, aj aké množstvo (ekvivalentov) katalyzátora by ste použili.

Friedel-Craftsova alkylácia (ale nie acylácia!) má ešte jednu zaujímavú vlastnosť, o ktorej vám asi v škole nepovedali. Je vratná! To znamená, že ak by ste začali zahrievať etylbenzén s AlCl_3 v prúde suchého horúceho chlóróvodíka, tak by vám z reakcie začal fičať etylchlorid a v reakčnej zmesi by ste našli benzén. Podobný trik sa používa v priemysle – na recykláciu odpadných poly-alkylbenzénov.

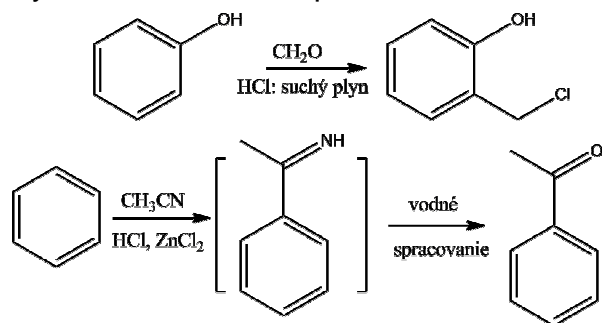


Obrázok 7

3: Ak do uzatvorenej nádoby dáte benzén, 2 ekvivalenty etylchloridu a katalytické množstvo AlCl_3 , a zmes chvíľku mierne zahrejete, tak ako hlavný produkt izolujete 1,2-dietylbenzén. Ak ale zmes zahrievate dlhšie a na vyššiu teplotu, tak hlavný produkt bude 1,4-dietylbenzén. Vysvetlite, ako to je možné?

Po objavoch Friedela a Craftsa sa s novými organickými zlúčeninami roztrhlo vreco. Látky všetkých možných farieb sa vďaka syntetickým farbivám stali dostupné každému. Začali sa objavovať nové liečivá, ktoré ľuďom predĺžili život. Firma Bayer si v priebehu dvoch týždňov podáva patent na svoje dva najúspešnejšie lieky: aspirín – a heroín. Aj vďaka chémii prichádza dovtedy netušené, farebné a šťastné obdobie: Belle Epoque (obr. 2.).

Idylka bola bohužiaľ prerušená ničivou vojnou. A práve v tejto vojne prišla chémia



Obrázok 8

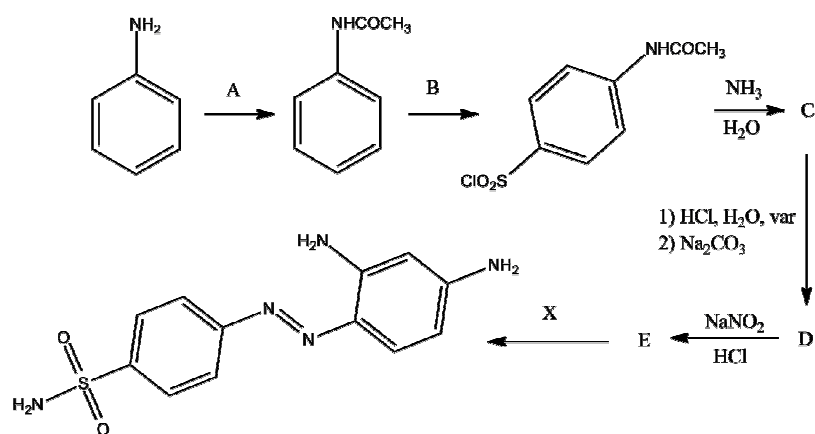
o svoju nevinnosť. Európu zahalil oblak chlóru a yperitu. A panovníci namiesto toho, aby si sadli za rokovací stôl, posielali nový a nový *kanónenfutr* na frontové línie. Smutným paradoxom je, že vtedy došlo k obrovskému rozvoju vedy – aj chémie. Nasledovné dve reakcie pochádzajú práve z tohto obdobia, ale používajú sa dodnes. Sú

synteticky zaujímavé preto, lebo zavádzajú na aromatické jadro uhlík aj s funkčnou skupinou.

- 4: a) Napíšte mechanizmus prvej reakcie (obr 3).
 b) (len štvrtáci) Napíšte mechanizmus druhej reakcie (obr 3).

Po tom, čo sa skončila vojna, *ktorá ukončí všetky vojny* (alebo ako si aspoň ľudia vtedy mysleli), prichádza znova obdobie radosti. Všetko by snáď dobre dopadlo, keby neprišla kríza. Aj vďaka nej začalo v Nemecku čoraz viac ľudí počúvať čudné reči dovedy neznámeho maliara. Po tom, čo sa tento maliar dostal k moci, pochopil, že jeho krajina potrebuje silný strojárky a chemický priemysel – ak teda chce niekedy uskutočniť svoje nekalé plány. Vznikajú tak obrovské firmy Krupp a IG Farben.

5: Chemici firmy IG Farben sa pokúšajú o čosi dovedy nevídané – snažia sa vyvinúť chemoterapeutikum, ktoré by umožňovalo úspešne liečiť bakteriálne ochorenia



Obrázok 9

(meno istého Škóta Fleminga bolo vtedy ešte skoro neznáme...). Uspeli – a zachránili stotisíce ľudských životov, pretože v nasledovných rokoch nebolo o zranenia (a ani infekcie) núdza. Ale to už je iný príbeh...

a) Syntéza liečiva je na obr. 4. Doplnite reagenty / štruktúry A-X.

- b) Navrhnite syntézu prekursoru X z benzénu.
 c) (len štvrtáci) Prečo je potrebný prvý krok? Čo by sa stalo, ak by ste použili reagent B priamo na anilín?

S4 – Biochémia

Osamelá postava sa pomaly sunula prázdny priestorom. Vonku panoval mráz a nárazy vetra jej vháňali sneh do očí. Ešte stále odhodlaná, ale takmer porazená krutou prírodou. Naokolo nebol nikto iný, ale aj keby bol, ona by ho nevidela. Pichľavý sneh oslepoval oči a dych sa zrážal rovno pred očami. Keď v tom zrazu zazrela záblesk povedomej panorámy... S novou motiváciou sa rozbehla po zasneženej tráve, nedbajúc na riziko. „Už len pár metrov“, vravela si. „Už len krôčik...“ A tak po chvíli natiahla ruku a otvorila vchodové dvere paneláku...

Vika neznášala zimu. Predovšetkým jej vadila... no, zima, ale ani kratšie dni a skoré stmievanie neboli práve jej šálka kávy. A tak, keď sa už pohodlne usadila vo vykúrenom byte, rozhodla sa, že sa radšej bude venovať myšlienkam na leto. Vytiahla najnovší prírastok vo svojej knižnici, ktorý bol vskutku unikátny – kombinácia románu o letnej láske a učebnice biochémie, najnovší pokus ako priblížiť vedu mladým.¹

„Magdaléna a Ondro boli dvaja veľmi zaniietení chemici, ktorí sa stretli na sústreďení korešpondenčného seminára.² Ako všetci správni chemici, aj oni sa vo voľnom čase venovali experimentom. Ondro bol známy jedák cukrov a myslel si, že jeho sliny majú väčšiu koncentráciu ptyalínu, ako je bežné. Vymyslel experiment, ktorý by mu to pomohol overiť. Na to, aby sme mohli tento experiment sledovať s ním, ale potrebujeme ovládať jednoduchú enzýmovú kinetiku!“

Úloha 1: Kinetika vychádza z predpokladu, že voľný enzým a substrát spolu reagujú sa vzniku komplexu enzým-substrát, ktorý sa môže spätne rozpadnúť. Môže tiež zreagovať, čím vznikne produkt a enzým sa uvoľní. Vidíte, že prvý krok v mechanizme má kinetiku druhého poriadku – závisí od koncentrácie substrátu aj enzýmu (keďže sa musia stretnúť). Bez toho, aby sme vás zaťažovali matematikou, povieme vám, že medzi rýchlosťou reakcie (vzniku produktu) a koncentráciou

substrátu platí takýto vzťah:
$$v = \frac{k_{cat}[E]_0[S]}{[S] + K_m}$$
,

kde $[E]_0$ je počiatočná koncentrácia enzýmu, $[S]$ je koncentrácia substrátu, k_{cat} je rýchlostná konštanta premeny komplexu na produkt a K_m je Michaelisova konštanta.

- Určte, aký tvar má táto rovnica, ak má substrát vysokú koncentráciu ($K_m \ll [S]$).
- Rovnako určte, aký tvar má táto rovnica, ak má substrát nízku koncentráciu.
- Vedeli by ste určiť, akého poriadku je celková rovnica pri nízkych, respektíve vysokých koncentráciách substrátu? Sedí niektorý z týchto poriadkov s prvým krokom mechanizmu? Ak nie, prečo?
- Aký je fyzikálny význam Michaelisovej konštanty?

„A teraz sa môžeme vrátiť k nášmu experimentu. Keďže ptyalín rozkladá škrob, Ondro sa rozhodol, že proste nechá svoje sliny pôsobiť na roztok škrobu. Chcel urobiť meranie len pri jednej koncentrácii škrobu. Dizajn jeho experimentu ale vôbec nebol dokonalý, pretože mu neumožňuje priamo zmerať koncentráciu enzýmu. Preto sa rozhodol, že požiada o pomoc Magdalénu, ktorá by dodala kontrolnú vzorku slín, aby mohol zistiť aspoň pomer. Tá sa však nad týmto návrhom len zachichotala a začala Ondra prezývať „cukrúšik“. Ondro sa samozrejme nahneval (ale len naoko, inak sa mu to celkom páčilo) a rozhodol sa experiment začať sám.“

Úloha 2: Jeho postup zahŕňal použitie istého malého množstva slín, pričom koncentrácia škrobu bola veľmi vysoká. Potom sa rozhodol odmerať absorbanciu na začiatku a po hodine. Magdaléna ho celý čas sledovala, a veľmi sa jej páčilo Ondrovo vedecké zaniehanie. Tak sa ho nakoniec rozhodla po uplynutí hodiny nečakane pobožkať. Ondro bol (príjemne) prekvapený, ale zároveň mu v hlave skrsol nápad. A tak po skončení bozkávania pridal do roztoku rovnaké množstvo slín ako predtým a znova zmeral absorbanciu.

Uvažujme, že celkový objem roztoku sa nezmenil, koncentrácia ptyalínu v Ondrových slinách bola priemerom koncentrácie u našich zaľúbencov a zmena absorbancie je priamo úmerná zmene koncentrácie produktu. Spektrometer bol nastavený na vlnovú dĺžku pri ktorej absorbuje hlavne produkt (takže zmena absorbancie kvôli strate substrátu sa dá zanedbať).

a) Enzymatické reakcie a ich poriadok závisí od koncentrácie, ako už bolo spomenuté. Ktorý tvar rovnice z prvej úlohy je vhodný pre tento prípad?

b) Tento jeden experiment neposkytuje možnosť určiť celkovú koncentráciu enzýmu. Prečo je to tak?

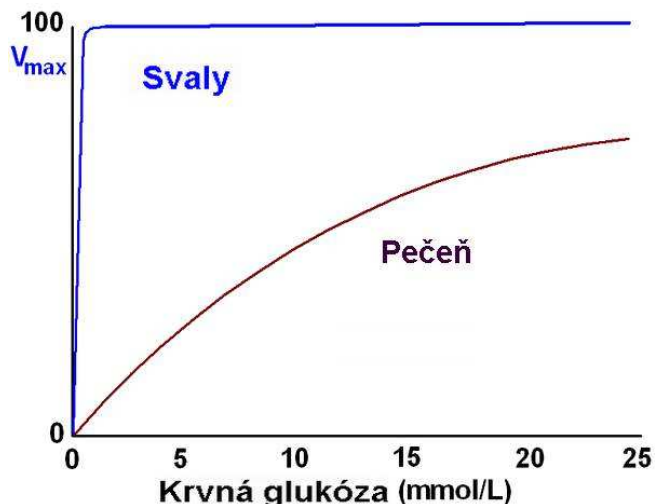
c) Ondro sa po pridaní ďalšej dávky slín radšej venoval Magdaléne a na experiment trochu pozabudol. Spomenul si na neho po nejakom čase a radšej ho rýchlo ukončil, aby ho už nezamestnával. A tak mal z experimentu tieto výsledky:

Čas (h:mm)	0:00	1:00	1:21
Absorbancia pred bozkom	0,911	1,991	
Absorbancia po bozku		1,995	2,709

Aký je pomer koncentrácie ptyalínu v slinách u Magdalény a Ondra? Kto ju má väčšiu?

Vike sa po pravde táto kniha príliš nepáčila – pôsobila trochu silene.¹ Preto sa ju rozhodla odložiť a znova sa zamyslela nad tým, čo by bolo vhodné urobiť. Počasie vonku sa vôbec neumúdrilo a tak musela ostať dnu. Enzymová kinetika ju ale celkom zaujala, a tak si otvorila normálnejšiu biochémiu a začala sa znova venovať problematike získavania energie z cukrov – glykolýze. Tá sa začína premenou glukózy na glukózu-6-fosfát. Triviálne, povedala si, ale zrazu zistila, že niečo nie je tak celkom v poriadku. Túto reakciu totiž katalyzujú dva rôzne enzýmy!

Úloha 3: V knihe bol graf, ktorý zobrazoval vlastnosti týchto dvoch enzýmov, pričom jeden je izolovaný z pečene, druhý zo svalov. Graf zobrazuje maximálnu rýchlosť enzymovej reakcie v závislosti od koncentrácie krvnej glukózy.



a) Napíšte rovnicu premeny glukózy na glukózu-6-fosfát.

b) Aké sú mená týchto enzýmov?

c) Ako sa asi líšia ich vlastnosti? Ktorý z nich má asi väčšiu Michaelisovu konštantu? Aký

význam majú v tele rozdielne vlastnosti týchto enzýmov (ako im pomáhajú plniť ich úlohy)? Ktorý z nich bude podľa vás inhibovaný vysokou hladinou glukózy-6-fosfátu?

d) Tento krok v glykolýze vlastne spotrebúva ATP, čo sa môže zdať zvláštne, ale neskôr sa tento „dlh“ vyrovná. Pri vysokej hladine glukózy-6-fosfátu funguje enzým, ktorý inhibuje jeho ďalšiu syntézu. Čo by sa mohlo stať, ak by bol enzým nefunkčný v prostredí s vysokou koncentráciou glukózy?

Vike sa už kinetika zapáčila natoľko, že sa rozhodla zorganizovať vlastný experiment. Použila enzým, ktorý je ľahko poruke – lyzozým, ktorý sa nachádza napríklad aj v ľudských slzách. Tiež potrebovala spektrometer a štandardný roztok baktérií *Micrococcus luteus*.⁴ Samozrejme, nesmel chýbať ani tlmivý roztok.

Úloha 4: Vika urobila niekoľko meraní s rozdielnou počiatočnou koncentráciou substrátu (teda baktérií). Z ňou nameraných hodnôt absorbancie určila počiatočnú rýchlosť každého experimentu:

[S] / mg ml ⁻¹	0,125	0,250	0,375	0,500	0,750
V _{in} / 10 ⁻³ mg ml ⁻¹ s ⁻¹	0,575	0,980	1,312	1,496	1,907

a) Kde ešte by sme mohli nájsť lyzozým?

b) Lyzozým ako enzým pôsobí na bunkovú stenu baktérií a štiepi ju, čím nakoniec spôsobí roztrhnutie baktérie. Mnohé antibiotiká tiež pôsobia podobne. Čím sa líšia mechanizmy pôsobenia penicilínu a lyzozýmu?

c) Baktérie *M. luteus* sú žlté (lat. *luteus* - žltý), ale táto farba nezávisí na tom, či sú vcelku alebo nie. Prečo teda Vika pozorovala absorbanciu, a prečo sa mení počas priebehu experimentu?

d) Počiatočný roztok enzýmu mal koncentráciu 0,4 mg ml⁻¹, a Vika na každý experiment použila 50 µl tohto roztoku, zatiaľ čo celkový objem roztoku bol 3 ml. Aká bola hmotnostná koncentrácia enzýmu v roztoku?

e) Načrtnite graf závislosti počiatočnej rýchlosti reakcie od koncentrácie substrátu. Zo získaného grafu je komplikované určiť potrebné hodnoty konštant. Nakreslite závislosť 1/v od 1/[S] a pomocou upravenej rovnice z prvej úlohy určte hodnoty k_{cat} (v s⁻¹) a K_M (v mg ml⁻¹). Zdá sa vám hodnota k_{cat} veľká alebo malá v porovnaní s inými enzýmami? Prečo používame počiatočnú rýchlosť experimentu?

A tak Vika úspešne zrealizovala svoj prvý biochemický experiment. Jej mama ale nezdieľala jej nadšenie a tak jej zhabala všetko pokročilé vybavenie a kázala jej venovať sa radšej niečomu prospešnému, ako napríklad dejepisu, právu či bezpečnostnému manažmentu. Pravé vedecké nadšenie sa ale nenechá tak ľahko poraziť a tak si môžeme byť istí, že Vika ešte uskutoční množstvo experimentov. A tak sa vybrala napísať list Ježiškovi, v ktorom nebude chýbať Taq polymeráza a tandemový hmotnostný spektrometer...

¹Nikto nevie, či to naozaj funguje. Ale nejaký experimentálny psychológ si na tom založil diplomovku, tak to treba aspoň vyskúšať...

²Bližšie nešpecifikovaného

³No dobre... Still a better love story than Twilight...

⁴Som si istý, že takéto veci aj vy nájdete vo svojom byte, ak sa trochu posnažíte... a bývate v biochemickom labáku

Korešpondenčný seminár z chémie 2012/2013

Úlohy druhého kola, 20. ročník

Vydal: Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4

Autori: Peter Horváth, Ladislav Hovan, Michal Májek, Marek Vician

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0277-09.

<http://chem.korseem.sk>

Náklad 300 ks

Vyšlo 3. decembra 2013

