SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

54. ročník, školský rok 2017/18

Kategória A

Krajské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY Z ANORGANICKEJ A ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 54. ročník – školský rok 2017/18
Krajské kolo

Michal Juríček, Rastislav Šípoš

Maximálne 18 bodov
Doba riešenia 60 minút

Úloha 1 (18 bodov)

Viaceré komplexy Ru(II), Ir(III), Os(II) a Re(I) s konfiguráciou $(n - 1)d^6$ vykazujú dlhú životnosť excitovaných stavov, čo je jedným z dôležitých kritérií pri výrobe solárnych článkov. Výroba solárnych článkov na báze vzácnych kovov ako ruténium je však drahá. Z dlhodobého ekonomického hľadiska je preto potrebné nahradiť drahé kovy lacnejšími, akými sú napríklad železo a chróm.

1. Napíšte elektrónovú konfiguráciu (celý zápis) $_{26}$Fe a $_{24}$Cr v takých oxidačných stupňoch, aby obidva prvky obsahovali každý šesť valenčných elektrónov.

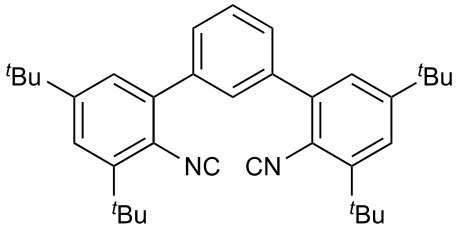
Nevýhodou železa je, že jeho komplexné zlúčeniny vykazujú príliš krátku životnosť excitovaných stavov. Súčasným rekordérom je komplex železa v oxidačnom stupni III, ktorého prvý excitovaný tripletový stav má životnosť 100 ps. Tento komplex bol súčasťou úlohy v domácom kole. V prípade komplexov železa v oxidačnom stupni II bola dosiahnutá ešte menšia maximálna životnosť, konkrétne 37 ps. Komplexné zlúčeniny chrómu s neutrálnymi izokyanátovými ligandmi (RNC, kde R je alkylový alebo arylový substituent), ktoré sa koordinujú na centrálny atóm atómom uhlíka, majú v tomto smere väčší potenciál.

2. Nakreslite dve najstabilnejšie rezonančné štruktúry ligandu RNC a pomocou teórie VSEPR (z anglického *valence-shell electron-pair repulsion*) určte ich tvar. Ktorá z týchto dvoch rezonančných štruktúr je v súlade s faktom, že uhol R–N–C určený pomocou experimentu je rovný približne 180 °?

3. Nakreslite štruktúru komplexu $[Cr(RNC)_6]$ a uveďte tvar koordinačného polyédra. V akom oxidačnom stupni je centrálny atóm chrómu?

Komplex $[Cr(RNC)_6]$ vykazuje fotoluminiscenciu pri nízkych teplotách (77 K). Po fotoexcitácii pri izbovej teplote však dochádza k disociácii jedného z ligandov RNC a následne k rozkladu komplexu. Pre zvýšenie stability komplexov takéhoto typu bol

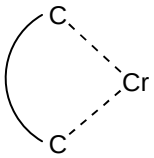
začiatkom minulého roku pripravený bidentátny izokyanátový ligand (bnc, obrázok 1). Vďaka objemným *terc*-butylovým (^{t}Bu) substituentom je centrálny atóm chrómu v komplexe $[Cr(bnc)_3]$ stéricky chránený a celkovo je ligand bnc dostatočne robustný na to, aby po fotoexcitácii nedochádzalo k disociácii ligandu. Vďaka týmto stabilizačným vlastnostiam ligandu vykazuje komplex $[Cr(bnc)_3]$ fotoluminiscenciu pri izbovej teplote. Životnosť jeho prvého excitovaného tripletového stavu je približne 2 ns, t. j. o jeden až dva rády vyššia ako v prípade komplexov železa.



bnc

Obrázok 1. Štruktúra ligandu bnc.

4. Nakreslite štruktúru dvoch možných izomérov komplexu $[Cr(bnc)_3]$. Pre jednoduchosť koordináciu ligandu bnc na centrálny atóm chrómu znázornite nasledovne:

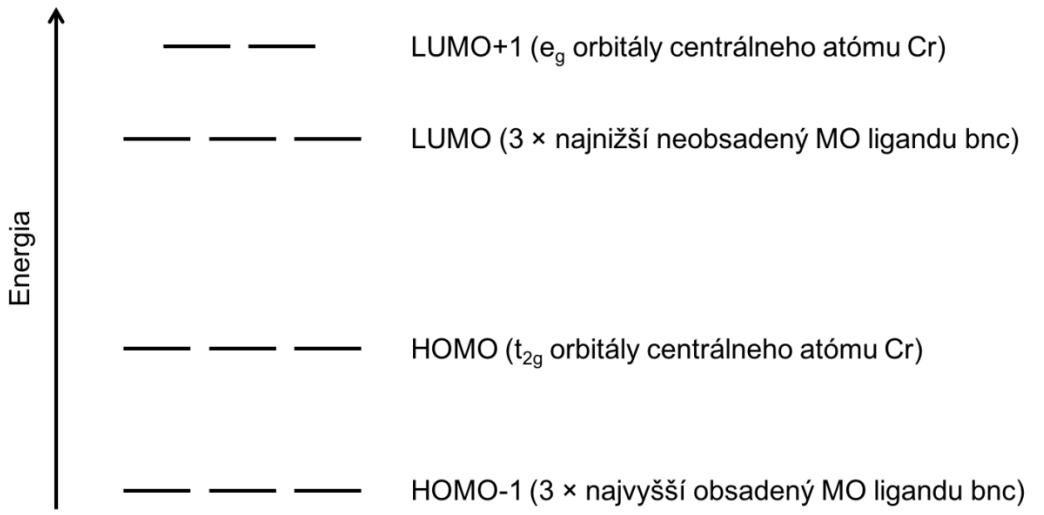


kde prerušovaná čiara reprezentuje koordinačnú väzbu. Predpokladajte, že ligand bnc je dostatočne flexibilný na to, aby sa oba donorové atómy uhlíka mohli koordinovať na centrálny atóm približne v pravom uhle. Uveďte tvar koordinačného polyédra a o aký typ izomérov ide.

5. Absorpčný pás, ktorý zodpovedá elektrónovému prechodu s najnižšou energiou, sa v absorpčnom spektre komplexu $[Cr(bnc)_3]$ nachádza v rozmedzí vlnových dĺžok 400–600 nm. Po fotoexcitácii svetlom v tejto spektrálnej oblasti dochádza v komplexe $[Cr(bnc)_3]$ k prenosu elektrónu z centrálneho atómu na ligand (MLCT, z anglického *metal-to-ligand charge transfer*). Po neradiačnom medzisystémovom prechode (ISC, z anglického *intersystem crossing*) následne dochádza k luminiscencii s maximálnou intenzitou pri 630 nm. Na obrázku 2 je znázornený zjednodušený diagram molekulových orbitálov (MO) komplexu $[Cr(bnc)_3]$.

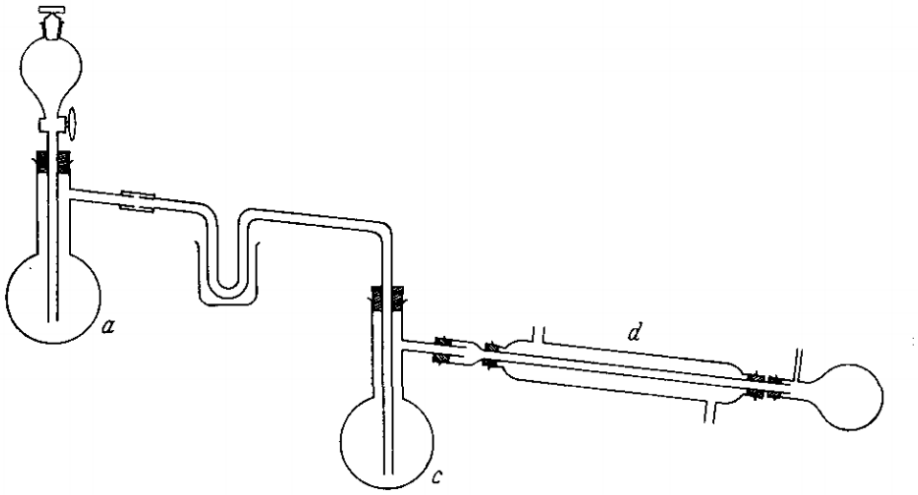
S využitím tohto diagramu nakreslite obsadenie orbitálov HOMO-1 (druhý najvyšší obsadený MO), HOMO (najvyšší obsadený MO), LUMO (najnižší neobsadený MO) a LUMO+1 (druhý najnižší neobsadený MO) v základnom stave a všetkých excitovaných stavoch, ktorými komplex $[Cr(bnc)_3]$ prechádza po fotoexcitácii pri 500 nm. Uveďte spinovú multiplicitu každého stavu a určte, ktoré prechody sú spinovo povolené a ktoré spinovo zakázané.

Poznámka: v komplexe $[Cr(bnc)_3]$ sa všetky valenčné elektróny Cr nachádzajú v orbitáloch 3d.



Obrázok 2. Zjednodušený MO diagram pre komplex $[Cr(bnc)_3]$.

Komplexná zlúčenina $[Cr(bnc)_3]$ sa pripravila postupne viackrokovou syntézou. Bezvodý chlorid chromitý sa pripravil dehydratáciou hexahydrátu chloridu chromitého v prúde chloridu uhličitého pri 600 °C. Aparatúra na dehydratáciu je na obrázku 3.



Obrázok 3. Aparatúra na prípravu bezvodého chloridu chromitého.

Z prikvapkávacieho lievika sa rýchlosťou asi 1 kvapka za sekundu pridával chlorid uhličitý do frakčnej banky (*a*) umiestnenej v peci a zahrievanej Bunsenovym kahanom tak, že sa chlorid uhličitý hneď vyparoval a prúdil cez vyhrievanú U-trubicu do banky (*c*), kde sa nachádzalo 40,0 g zeleného hexahydrátu chloridu chromitého. Po chvíli (teplota pece bola približne 300 °C) začala destilovať zmes vody, chloridu uhličitého a ďalších produktov, ktoré kondenzovali v chladiči (*d*), nekondenzujúce plyny unikali do digestora. Po približne 2 hodinách sa prerušil prívod plynu a aparatúra sa nechala vychladnúť. Získali sa lesklé fialové šupinky bezvodého chloridu chromitého, ktoré sa extrahovali zriedenou vriacou kyselinou chlorovodíkovou a po vysušení bol výťažok 90 % (časť chloridu chromitého sublimovala).

Z takto pripraveného chloridu chromitého sa navážilo 0,0230 g, ktoré sa miešali v 4 ml tetrahydrofuránu (THF, C_4H_8O) s 5 mg aktivovaného práškového zinku, kým sa nezískal homogénny fialový roztok. V oddelenej banke sa pripravil sodný amalgám zmiešaním 45,0 mg sodíka a 2,00 ml ortuti. K tomuto amalgámu sa striekačkou pridal roztok ligandu bnc v THF v stechiometrickom pomere vzhľadom na vznikajúci komplex. Potom sa striekačkou pridal celý roztok komplexu chrómu s THF. Zmes sa nechala miešať počas noci. Následne sa celý roztok preniesol do centrifugačnej skúmavky opatrenej gumeným septom a centrifugoval, počas čoho sa jemne rozptýlený chlorid sodný usadil. Zmes sa potom prefiltrovala pod argónom a pod vákuom sa odparilo rozpúšťadlo. Výsledný produkt sa nechal sušiť cez noc. Získal sa červený produkt s výťažkom 78 %.

Chlorid uhličitý sa používa nielen ako médium unášajúce vodnú paru, ale zároveň aj ako reaktant. Pri zahrievaní hexahydrátu chloridu chromitého totiž dochádza k jeho hydrolýze v kryštálovej vode. Chlorid uhličitý potom pôsobí ako chloračné činidlo. Jeho reakciami s produktom hydrolýzy vznikajú dva plynné produkty, z ktorých jeden je nejedovatý plyn, absorbujúci sa vo vode, zatiaľ čo druhý je prudko jedovatý a s vodou len veľmi pomaly hydrolyzuje. Z tohto dôvodu sa celá reakcia musí uskutočňovať v digestore.

6. Napíšte v stavovom tvare sumárnu reakciu dehydratácie hexahydrátu chloridu chromitého, ktorý sa nachádza vo forme tetraakva-dichlorido komplexu.
7. V stavovom tvare napíšte reakciu hydrolýzy hexahydrátu chloridu chromitého a dve reakcie produktu hydrolýzy za vzniku plynného produktu.

8. Vypočítajte hmotnosť získaného chloridu chromitého po dehydratácii.

9. Počas syntézy produktu sa po rozpustení zinku injekčnou striekačkou odobralo trocha fialového roztoku. Tento roztok sa odparil a produkt sa analyzoval elementárnou analýzou a hmotnostnou spektrometriou. Zistilo sa, že látka obsahuje 38,468 % uhlíka, 6,456 % vodíka a 28,387 % chlóru a že molekulová hmotnosť látky je 374,6741 g mol^{-1}. Výpočtom určte, o akú zlúčeninu ide.

10. Vypočítajte hmotnosť ligandu bnc potrebného na reakciu a hmotnosť získaného produktu.

Záverečné kroky pri syntéze a izolácii ligandu bnc boli nasledujúce: K zmesi obsahujúcej finálny produkt sa po kvapkách pridalo 15 ml roztoku 1,5 molárneho uhličitanu sodného. Výsledná dvojfázová zmes sa cez noc miešala, následne sa extrahovala dichlórmetánom (2 × 50 ml). Spojené organické fázy sa sušili bezvodým síranom sodným a následne sa roztok odparil do sucha na vákuovej odparke. Finálny produkt, žltý olej, sa získal po chromatografii na silikagéli s dichlórmetánom ako eluentom. Po státí olej stuhol a zmenil sa na bledožltú látku.

11. Elementárna analýza produktu ukázala, že obsahuje 83,17 % uhlíka, 8,72 % vodíka a 5,37 % dusíka. Na základe týchto údajov a uvedeného postupu zistite molekulový vzorec aduktu pripraveného ligandu.

M(Cr) = 51,996 g mol^{-1}, M(C) = 12,011 g mol^{-1}, M(H) = 1,0079 g mol^{-1},
M(N) = 14,007 g mol^{-1}, M(Cl) = 35,453 g mol^{-1}, M(O) = 15,999 g mol^{-1},
M(Zn) = 65,38 gmol^{-1}, M(Na) = 22,9898 g mol^{-1}, M(S) = 32,066 g mol^{-1}.

ÚLOHY Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 54. ročník – školský rok 2017/18
Krajské kolo

Ján Reguli

Maximálne 17 bodov
Doba riešenia 50 minút

Úloha 1 (6 bodov)

1.1 Dva móly ideálne sa správajúceho kyslíka, ktorého izobarická molárna tepelná kapacita $C_{p\mathrm{m}} = 29{,}40\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$ sú pri teplote $0\ ^\circ\mathrm{C}$ v pevnej nádobe s objemom $11{,}35\ \mathrm{dm^3}$. Kyslík sme vratne zohriali na $100\ ^\circ\mathrm{C}$. Koľko tepla sme mu dodali? O koľko vzrástla jeho vnútorná energia a entalpia? O koľko vzrástol v nádobe tlak?

1.2 Nádobu s kyslíkom sme potom vratne ochladili späť na 0 °C, pričom sme stláčaním piestu udržiavali v nádobe konštantný tlak. Koľko tepla sme plynu odobrali? O koľko poklesli vnútorná energia a entalpia kyslíka? Akú prácu sme stlačením plynu dodali? Aký bol výsledný objem nádoby?

1.3 Nakoniec sme kyslík vratne izotermicky vrátili do počiatočného stavu. Aj pre tento dej vypočítajte hodnoty zmeny vnútornej energie, entalpie, prácu a teplo.

1.4 Vypočítajte zmenu vnútornej energie a entalpie, prácu a teplo po absolvovaní celého cyklu.

1.5 Znázornite všetky deje na p-V diagrame v odpoveďovom hárku.

Úloha 2 (2 body)

Jeden mól ideálneho plynu je pri teplote 20 °C a tlaku 1,013 MPa v nádobe s pohyblivým piestom. Vonkajší tlak sme znížili na desatinu pôvodnej hodnoty a potom sme plyn nechali expandovať tak dlho, až sa jeho objem zväčšil na desaťnásobok. Vypočítajte *q, w,* Δ*U* a Δ*H.*

Úloha 3 (3 body)

V tabuľke sú uvedené vybrané rýchlosti reakcie látok A a B. Stanovte parciálne poriadky reakcie voči reaktantom A a B a hodnotu rýchlostnej konštanty.

c_A/mol dm^{-3}	c_B /mol dm^{-3}	Rýchlosť/mol dm^{-3} s^{-1}
$1{,}4.10^{-2}$	$2{,}3.10^{-2}$	$7{,}40.10^{-9}$
$2{,}8.10^{-2}$	$4{,}6.10^{-2}$	$5{,}92.10^{-8}$
$2{,}8.10^{-1}$	$4{,}6.10^{-2}$	$5{,}92.10^{-6}$

Úloha 4 (1 bod)

Po 64,00 minútach priebehu reakcie 1. poriadku zreagovalo 93,75 % reaktanta. Akú hodnotu má polčas reakcie a akú hodnotu má rýchlostná konštanta?

Úloha 5 (2 body)

Vypočítajte rovnovážnu konštantu pre 25 °C pre reakciu

$$2\ Cu^{+}(aq) = Cu^{2+}(aq) + Cu(s)$$

ak poznáte štandardné elektródové potenciály pre nasledovné polreakcie:

$Cu^{2+}(aq) + 2\ e^{-} = Cu(s)$ $\quad E°(Cu^{2+}/Cu) = 0{,}3419$ V

$Cu^{2+}(aq) + e^{-} = Cu^{+}(aq)$ $\quad E°(Cu^{2+}/Cu^{+}) = 0{,}153$ V

Úloha 6 (3 body)

Z údajov o štandardných elektródových potenciáloch pre 25 °C

$Fe^{3+}(aq) + e^{-} = Fe^{2+}(aq)$ $\quad E°(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}771$ V $\quad$ (1)

$Fe^{2+}(aq) + 2\ e^{-} = Fe(s)$ $\quad E°(Fe^{2+}/Fe) = -\ 0{,}447$ V $\quad$ (2)

$Sn^{4+}(aq) + 2\ e^{-} = Sn^{2+}(aq)$ $\quad E°(Sn^{4+}/Sn^{2+}) = 0{,}151$ V $\quad$ (3)

a) vypočítajte hodnotu štandardného elektródového potenciálu polreakcie

$Fe^{3+}(aq) + 3e^{-} = Fe(s)$ $\quad E°(Fe^{3+}/Fe) = ?$ $\quad$ (4)

b) pre 25 °C vypočítajte štandardné elektromotorické napätie článku

$(Pt)Sn^{2+}(aq), Sn^{4+}(aq) \,||\, Fe^{3+}(aq)|Fe(s)$

a rovnovážnu konštantu reakcie, ktorá v ňom prebieha.

c) Čo sa stane, ak vhodíme kúsok železa do roztoku ciničitých iónov?

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

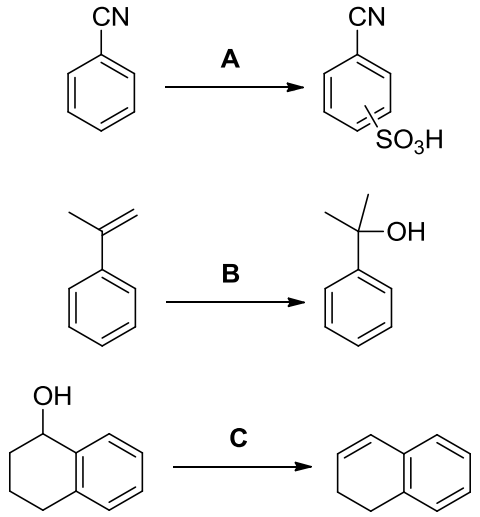
Chemická olympiáda – kategória A – 54. ročník – školský rok 2017/18
Krajské kolo

Radovan Šebesta, Michal Májek

Maximálne 17 bodov
Doba riešenia: 50 minút

Úloha 1 (6,0 bodov)

Kyselina sírová je asi prvou kyselinou s ktorou ste sa vo svojej chemickej kariére stretli. Používa sa v obrovských množstvách v chemickom priemysle – väčšina sa jej spotrebuje pri výrobe anorganických hnojív. Avšak vďaka svojim vlastnostiam sa často využíva aj pri malotonážnych výrobách výbušnín, liekov, alebo saponátov. Pozrieme sa na jej využitie v chemickom laboratóriu pri organických syntézach.



a) V laboratóriu sa používa kyselina sírová v rôznych formách a koncentráciách. Úspech reakcie často závisí len na koncentrácii kyseliny. Máte dostupné nasledovné činidlá:

1 – zriedený vodný roztok kyseliny sírovej (5 %)

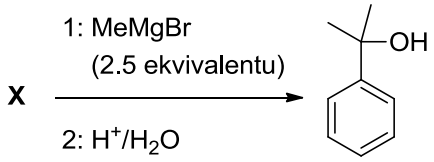
2 – koncentrovaný vodný roztok kyseliny sírovej (96 %)

3 – óleum: 30 % roztok oxidu sírového v kyseline sírovej

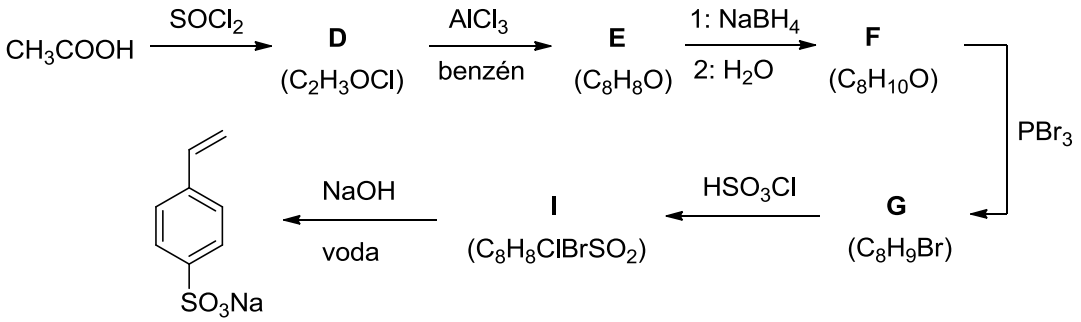
Priraďte reagenty 1-3 k reakciám **A**-**C** (Každý z reagentov musíte použiť práve raz).

b) Pri reakcii **A** vzniká ako produkt zmes izomérov, ale jeden z nich výrazne prevláda. Napíšte ktorý.

c) Produkt reakcie **B** (2-fenylpropán-2-ol) je možné pripraviť reakciou prebytku metylmagnézium bromidu (Grignardovho činidla) s látkou **X**. Látka **X** nereaguje s Bradyho činidlom a v ^{1}H NMR spektre má len jeden signál v alifatickej oblasti (3,8 ppm) . Navrhnite štruktúru látky **X**.



d) Schopnosť síranového aniónu silno viazať katióny kovov asi poznáte. Táto vlastnosť sa využíva v iónomeničoch – polyméroch, ktoré obsahujú funkčnú skupinu, schopnú vyviazať ióny z roztoku. Sulfónovaný polystyrén, s ktorým sa stretnete v tejto úlohe spája vlastnosti kyseliny sírovej a polystyrénu – je to takzvaný katex – polymér, ktorý dokáže viazať katióny. Sulfónovaný polystyrén sa dá vyrobiť radikálovou polymerizáciou zo sodnej soli kyseliny *p*-vinylbenzén-sulfónovej. Doplňte medziprodukty **D**-**I**.



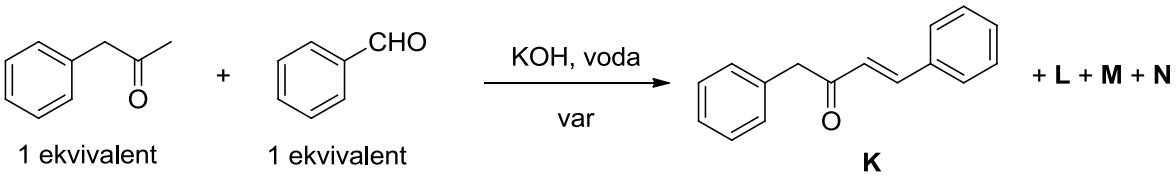
e) Pri reakcii kyseliny octovej s tionylchloridom vznikajú okrem produktu **D** aj dve plynné látky, kvôli ktorým treba experiment robiť v dobre pracujúcom digestore – sú totiž silne žieravé. Uveďte o aké dva plyny ide.

Úloha 2 (4,0 body)

Pri reakciách molekúl, ktoré majú viacero reaktívnych centier často narazíme na problém. Vznikajú totiž komplikované zmesi, ktoré síce obsahujú aj produkt, ktorý sme chceli získať, ale nedokážeme ho oddeliť od ostatných produktov, pretože sú príliš podobné (majú podobný pod varu, topenia, rozpustnosť, atď.). Preto reakcia, ktorá vyzerá síce dobre na papieri, nemusí byť v praxi vôbec použiteľná.

Chemik Emil sa pokúsil získať α,β-nenasýtený ketón **K** reakciou fenylacetónu a benzaldehydu v zásaditom prostredí. Na jeho prekvapenie však okrem žiadaného

produktu získal aj produkty **L**, **M** a **N**, ktoré mali rovnaký sumárny vzorec ako produkt **K** – a nedali sa od neho oddeliť.



a) Navrhnite štruktúru produktov **L**-**N**.

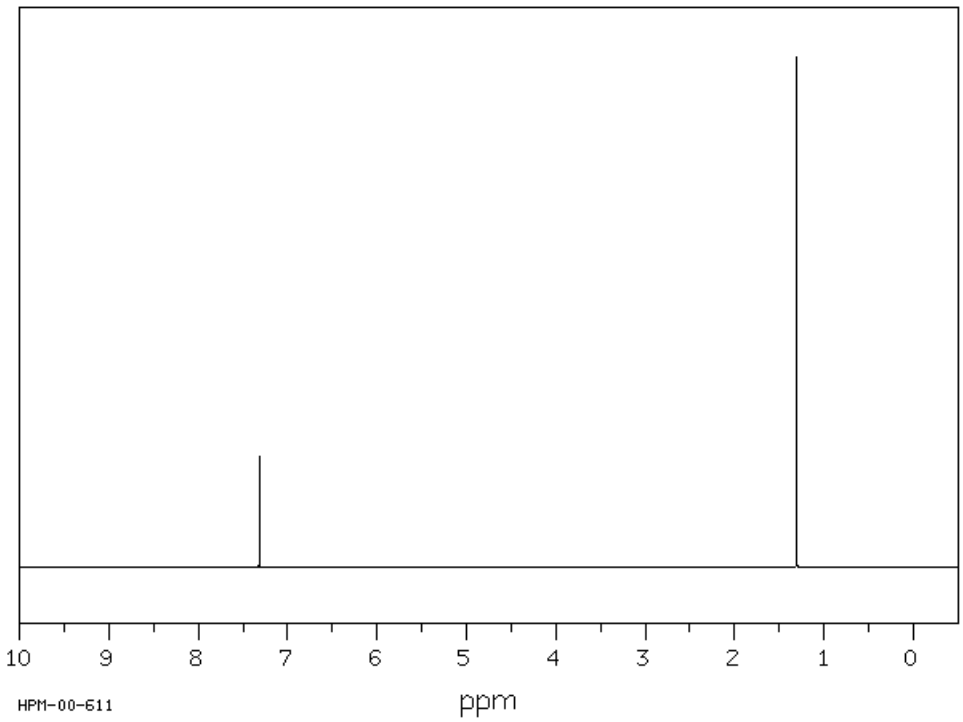
b) Napíšte mechanizmus tvorby produktu **K**.

c) Reakčná zmes obsahovala v malom množstve aj produkty s vyššou molekulovou hmotnosťou: **O,P,Q,R**, ktoré mali všetky rovnaký sumárny vzorec ($C_{18}H_{18}O$). Emil zistil, že tieto látky vznikajú vo veľkom množstve, ak nechá reagovať fenylacetón bez benzaldehydu v zásaditom prostredí. Navrhnite štruktúru aspoň jednej z látok **O**-**R**.

Úloha 3 (4,0 body)

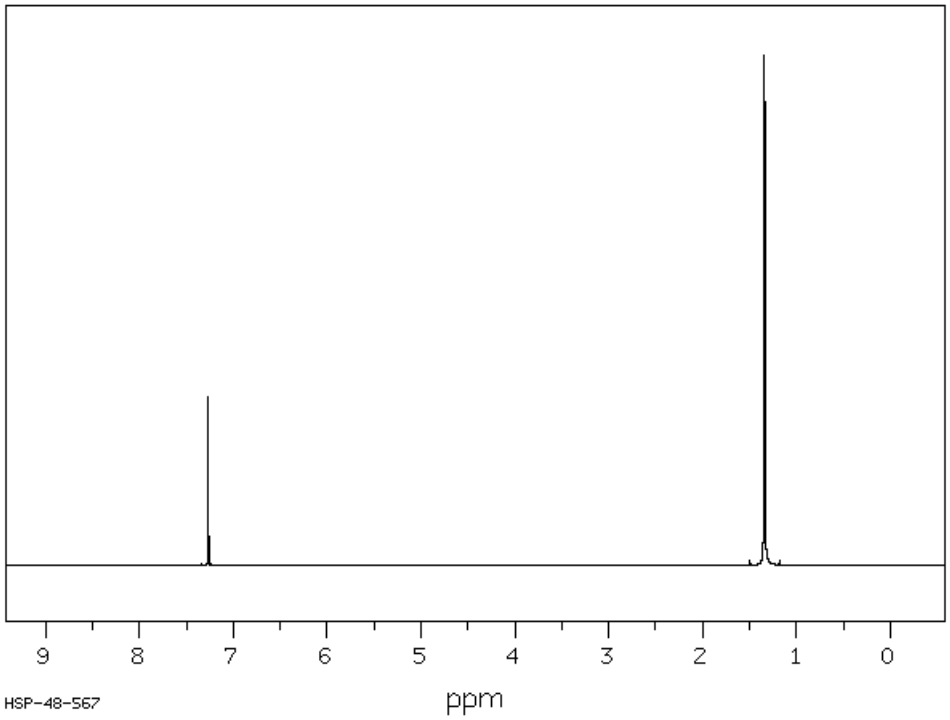
Ak sa na benzén pôsobí *tert*-butylchloridom s $AlCl_3$ tak sa získa kryštalická zlúčenina **A**, ktorej ^1H NMR spektrum je vyobrazené nižšie. V hmotnostnom spektre sa nachádza molekulový pík pri *m/z* 190.

Spektrum **A**:



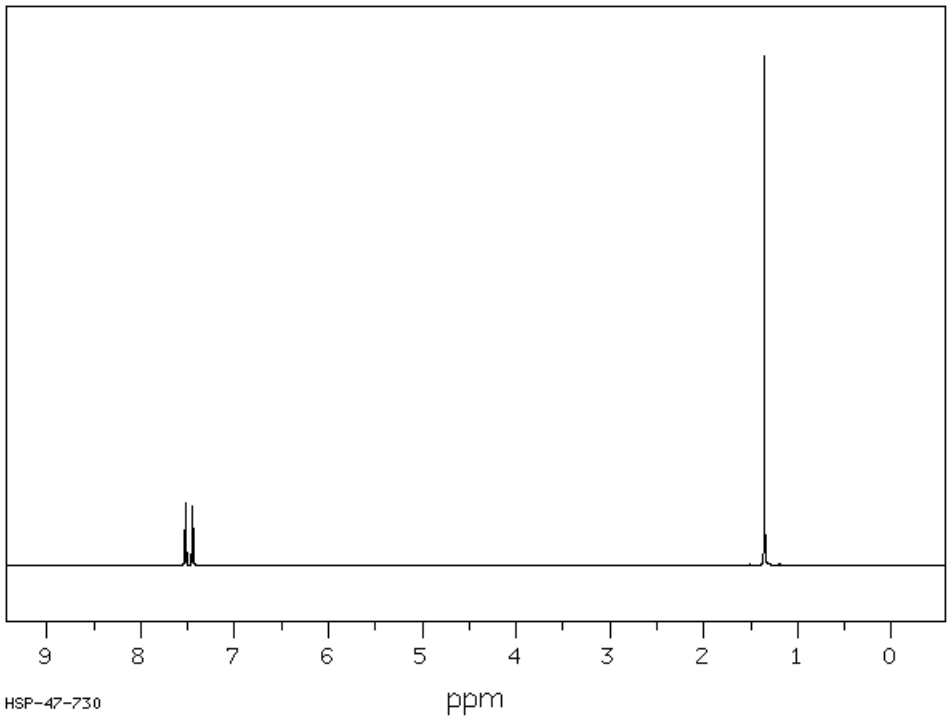
Ak na zlúčeninu **A** ďalej pôsobíme ďalším množstvom *tert*-butylchloridu s $AlCl_3$, tak sa podarí získať aj olejovitú zlúčeninu **B**, ktorá má veľmi podobné ^1H NMR spektrum a v hmotnostnom spektre má molekulový pík *m/z* 246.

Spektrum **B**:



Ak na 1,1´-bifenyl taktiež pôsobíme *tert*-butylchloridom s $AlCl_3$ tak získame zlúčeninu **C**. V jej hmotnostnom centre je molekulový pík *m/z* 266.

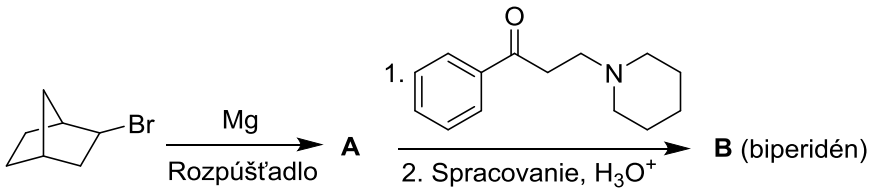
Spektrum **C**:



Nakreslite štruktúry zlúčenín **A**, **B** a **C**. Priraďte signály v NMR spektrách.

Úloha 4 (3,0 body)

Spazmolytické (uvoľňujúce svalové kŕče) liečivo biperidén (**B**) sa pripravuje nasledujúcou reakciou:



4a) Určte štruktúru biperidénu.

Podobnú štruktúru má aj liečivo procyklidín (**C**), ktorého systematický názov je 1-cyklohexyl-1-fenyl-3-(pyrolidín-1-yl)propán-1-ol.

4b) Navrhnite vhodné rozpúšťadlo pre uskutočnenie reakcie s horčíkom

4c) Nakreslite štruktúrny vzorec procyklidínu.

4d) Navrhnite syntézu procyklidínu.

ÚLOHY Z BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 54. ročník – šk. rok 2017/18
Krajské kolo

Boris Lakatoš

Maximálne 8 bodov Doba riešenia: 40 min

Úloha 1 (8 b)

U živočíchov slúži energia pochádzajúca z oxidácie prijatých živín na udržiavanie koncentrácií ATP, ADP a P_i ďaleko od rovnováhy. Namerané koncentrácie uvedených molekúl v erytrocytoch (červených krvinkách) človeka sú nasledovné:

$c(ATP^{4-}) = 2{,}25\ mmol.dm^{-3}$

$c(ADP^{3-}) = 0{,}25\ mmol.dm^{-3}$

$c(HPO_4^{2-}) = 1{,}65\ mmol.dm^{-3}$

Voľná energia uložená v molekule ATP sa môže uvoľniť nasledujúcou reakciou:

$$ATP^{4-} + H_2O \rightarrow ADP^{3-} + HPO_4^{2-} + H^+ \qquad \Delta G^{\circ\prime} = -30{,}5\ kJ.mol^{-1} \qquad (1)$$

a) Nakreslite štruktúru molekuly ATP.

V predchádzajúcich kolách tohoročnej CHO sme definovali štandardný stav pre biochemické sústavy.

b) Uveďte čím sa odlišujú podmienky štandardného stavu v biochémii (pre biologické sústavy)?

c) Vypočítajte $\Delta G'$ reakcie (1) v erytrocytoch pri teplote 25°C a pH = 7.

V bunkách živých organizmov prebieha aj množstvo tzv. „anabolických“ reakcií, teda reakcií, ktoré sa na prvý pohľad zdajú ako termodynamicky nevýhodné, pretože ich ΔG má kladnú hodnotu. Príkladom takej reakcie je fosforylácia glukózy:

$$\text{glukóza} + HPO_4^{2-} \rightarrow \text{glukóza-6-fosfát}^{2-} + H_2O \qquad \Delta G^{\circ\prime} = +13{,}8\ kJ.mol^{-1} \qquad (2)$$

d) Najskôr vypočítajte rovnovážnu konštantu K' reakcie (2) a následne pomer koncentrácií c(glukóza-6-fosfát) / c(glukóza) v erytrocytoch v rovnováhe pri 25 °C a pH = 7.

Na to aby došlo k posunu rovnováhy v smere zvýšenia koncentrácie glukóza-6-fosfátu je reakcia (2) spriahnutá s hydrolýzou ATP, ktorá je katalyzovaná enzýmom hexokináza:

$$\text{glukóza} + \text{ATP}^{4-} \rightarrow \text{glukóza-6-fosfát}^{2-} + \text{ADP}^{3-} + \text{H}^{+} \qquad (3)$$

e) Vypočítajte $\Delta G°'$ a K' reakcie (3).

f) Aký je pomer koncentrácií c(glukóza-6-fosfát) / c(glukóza) teraz? Pre výpočet uvažujte rovnaké podmienky ako v d)

Odporúčaný denný príjem energie vo forme potravy dospelého človeka je 8000 kJ.

g) Aká bude hmotnosť produkovaného ATP za deň, ak polovica prijatej energie vo forme potravy bude slúžiť na jeho syntézu? Platí, že $\Delta G' = -52$ kJ.mol^{-1} pre reakciu (1) a M(ATP) = 503 g.mol^{-1}. Výsledok uveďte v gramoch alebo kilogramoch.

h) Čo stane zo zvyškom energie, ktorý nie je použitý na syntézu ATP? Označte správnu odpoveď.

- ☐ Bude použitá na zníženie entropie v tele.
- ☐ Bude uvoľnená z tela von ako H_2O a CO_2.
- ☐ Bude použitá na regeneráciu stavu enzýmov pôsobiacich ako katalyzátory pri produkcii ATP.
- ☐ Uvoľňuje sa vo forme tepla a zohrieva ľudské telo.

Autori: Mgr. Michal Juríček, PhD., doc. Ing. Boris Lakatoš, PhD., Ing. Michal Májek, PhD., doc. Ing. Ján Reguli, CSc. (vedúci autorského kolektívu), prof. Mgr. Radovan Šebesta, DrSc., Ing. Rastislav Šípoš, PhD.

Recenzenti: Ing. Tibor Dubaj, PhD., Martin Lukačišin, MBiochem, Bc. Jela Nociarová, Ing. Ján Pavlík, PhD., Ing. Kristína Plevová, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018