SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

51. ročník, školský rok 2014/2015

Kategória B

Krajské kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 51. ročník – školský rok 2014/2015

Krajské kolo

Juraj Bujdák

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (11 b)

Reakciou kyslíka s chloridom kremičitým pri teplotách 700-900 ºC vzniká látka, ktorej zloženie vyjadruje vzorec Si_2OCl_6. Pri vyšších teplotách vznikajú zlúčeniny, ktorých zloženie možno vyjadriť stechiometrickým vzorcom $SiOCl_2$. Samotná molekula $SiOCl_2$, ak aj vzniká, je veľmi reaktívna. Pravdepodobne sa podiela ako medziprodukt na rýchlom vzniku polymérov so zložením vyjadreným vzorcom $(SiOCl_2)_n$. V niektorých prípadoch môžu vznikať cyklické molekuly, ako je napríklad $(SiOCl_2)_4$.

a. Nakreslite štruktúrne molekulové vzorce zlúčenín A-C, ktorých zloženie molekúl možno vyjadriť nasledovne:

A - $SiOCl_2$

B - Si_2OCl_6

C - $(SiOCl_2)_4$

b. Reakciou Si_2OCl_6 s vodou vzniká biela tuhá zrazenina. Pomocou pH indikátora možno zistiť, že roztok nad zrazeninou má kyslé vlastnosti. Napíšte rovnicu reakcie Si_2OCl_6 s vodou.

c. Čo spôsobuje kyslú reakciu roztoku nad zrazeninou?

Úloha 2 (13 b)

Z 10,00 g oxidu kremičitého sa pripravila zmes halogenidov, ktorých molekuly obsahovali súčasne aj chlór aj bróm a ich zloženie možno vyjadriť všeobecným vzorcom $SiBr_nCl_m$. V zmesi bolo rovnaké látkové množstvo z každého z halogenidov $SiBr_nCl_m$.

a. Vypočítajte látkové množstvá halogenidov.

b. Zistite hmotnosť zmesi halogenidov.

A_r(Si) = 28,09 g mol^{-1} A_r(Br) = 79,90 g mol^{-1}

A_r(O) = 16,00 g mol^{-1} A_r(Cl) = 35,45 g mol^{-1}

Úloha 3 (16 b)

Koordinačné číslo 4 môže viesť k dvom typom polyédrov: tetraedrickému a štvorcovoplanárnemu usporiadaniu ligandov. V prípade koordinačných polyédrov platiny prevláda jeden typ. $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ existuje vo forme dvoch izomérov. Cis a trans.

a. Nakreslite štruktúru $[Pt\ (NH_3)_2Cl_2]$ oboch izomérov .
b. Ako sa líši polarita alebo dipólové momenty molekúl izomérov $[Pt\ (NH_3)_2Cl_2]$? Vysvetlite.

Zlúčeniny niklu môžu tvoriť rôzne koordinačné poyédre. Niektoré majú štruktúru oktaédra, iné tetraédra, niektoré sú štvorcovoplanárne. Zvláštnosťou je koordinačná zlúčenina $[NiBr_2(PEtPh_2)_2]$ (P = fofor, Et = etyl, Ph = fenyl), ktorá tvorí (v závislosti od podmienok) štvorcovo planárne alebo tetraedrické komplexy.

c. Nakreslite štruktúru ligandu $PEtPh_2$ a naznačte, ako sa viaže tento ligand na centrálny ión niklu.
d. Nakreslite štruktúru oboch typov polyédrov $[NiBr_2(PEtPh_2)_2]$. Pre tetraedrický komplex vyznačte polohy ligandov vo vrcholoch kocky.
e. Z hľadiska sterických vplyvov, ktorá zo zlúčenín bude prednostne vznikať v prípade štvorcovo planárnych komplexov, trans-$[NiBr_2(PEtPh_2)_2]$ alebo cis-$[NiBr_2(PEtPh_2)_2]$? Vysvetlite.
f. Ako možno vysvetliť, že diamagnetický $[NiBr_2(PEtPh_2)_2]$ (štvorcovoplanárny komplex) sa môže zmeniť zmenou reakčných podmienok na paramagnetickú formu $[NiBr_2(PEtPh_2)_2]$?

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 51. ročník – školský rok 2014/2015

Krajské kolo

Martin Walko

Maximálne 20 bodov Doba riešenia: 60 minút

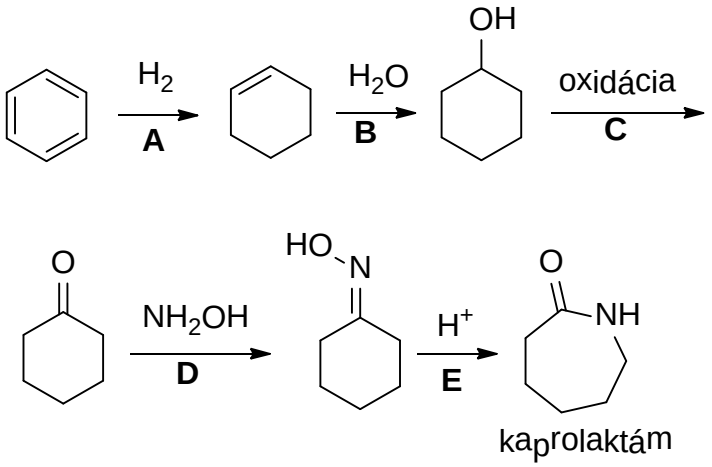
Úloha 1 (8 b)

Acetón (dimetylketón, propán-2-ón) je organické rozpúšťadlo so sumárnym vzorcom C_3H_6O, ktoré je dobre miešateľné s vodou. Často sa používa na oplachovanie laboratórneho skla, z ktorého odstráni zvyšky vo vode nerozpustných organických látok ako aj zvyšky vody. Môžete sa s ním stretnúť aj ako s riedidlom syntetických farieb.

a) Napíšte štruktúrny vzorec acetónu
b) Napíšte všetkých päť necyklických konštitučných izomérov acetónu a ich systémové názvy (bez ohľadu na geometrické izoméry).
c) Priraďte týmto konštitučným izomérom označenia **A-E** ak viete že:
   - izomér **A** je éter,
   - izomér **B** je karbonylová zlúčenina,
   - izoméry **C**, **D** a **E** sú alkoholy. Izomér **C** však nie je stabilný a prešmykuje za karbonylovú zlúčeninu **B** a izomér **D** sa prešmykuje na acetón.

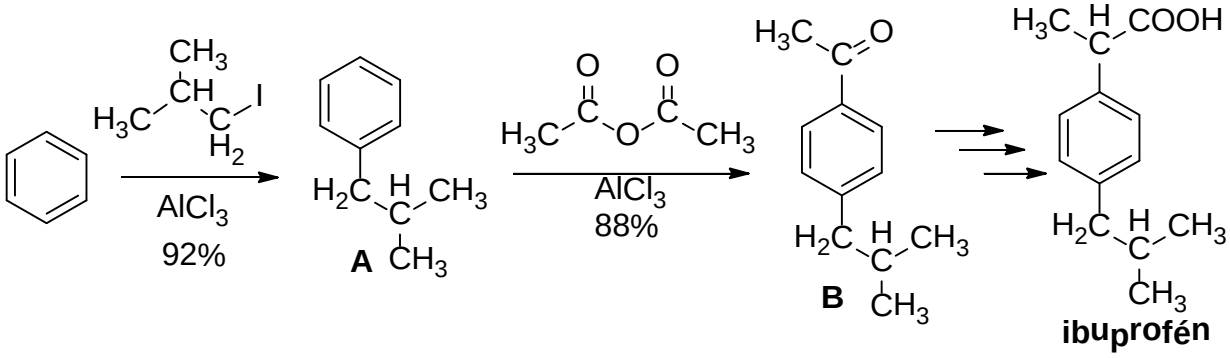
Úloha 2 (2,5 b)

Nylon 6 je polymér využívaný na výrobu syntetických vláken. Nazýva sa aj polykaprolaktám, pretože vzniká polymerizáciou cyklického amidu kaprolaktámu. Schéma popisuje syntéz kaprolaktámu vychádzajúc z benzénu. Pre každý reakčný krok (**A-E**) napíšte o aký typ organickej reakcie ide (substitúcia, adícia, eliminácia, prešmyk).



Úloha 3 (3,5 b)

Prvými dvoma krokmi pri syntéze analgetika ibuprofénu sú Friedelova-Craftsova alkylácia benzénu (M = 78 g mol^{-1}, ρ = 0,876 g cm^{3}) pomocou 1-jód-2-metylpropánu za vzniku izobutylbenzénu **A** (M = 134 g mol^{-1}) a následná acetylácia za vzniku 1-(4-izobutylfenyl)etanónu **B** (M = 176 g mol^{-1})**.** Alkylácia prebieha s výťažkom 92% a acylácia s výťažkom 88%. Pri jednotlivých otázkach zapíšte postup výpočtu.



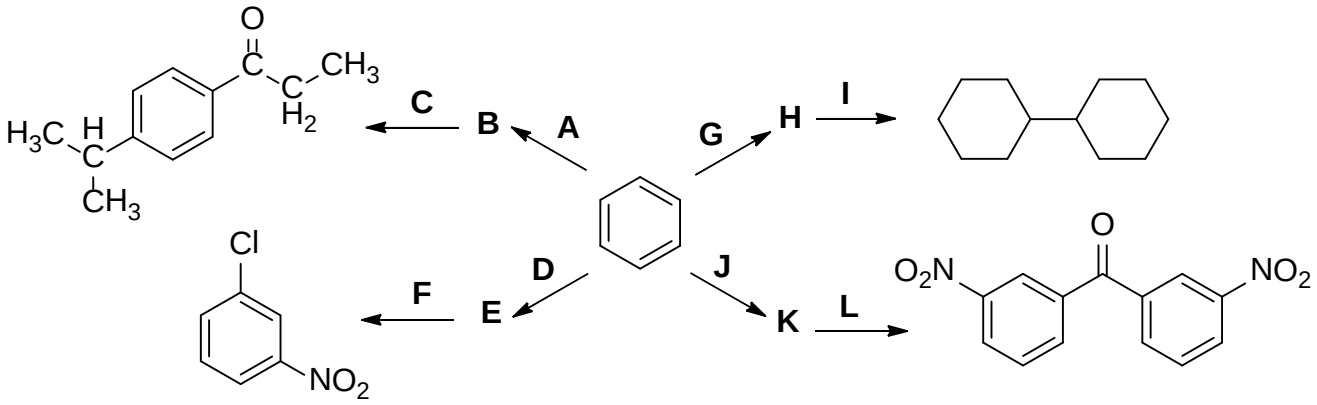
a) Vypočítajte hmotnosť látky **A**, ktorú získate, ak do reakcie použijete 10 ml benzénu.

b) Vypočítajte hmotnosť látky **B**, ktorú získate ak do druhej reakcie použijete všetku látku **A** pripravenú z 10 ml benzénu.

c) Vypočítajte aký je celkový výťažok latky **B** v % po dvoch reakčných krokoch (t.j. aký je výťažok látky **B** vzhľadom na benzén ako východiskovú látku)

Úloha 4 (6 b)

Doplňte reaktanty a medziprodukty v nasledujúcich reakčných schémach. Dávajte pozor aj na správne poradie reakcií v jednotlivých schémach, aby ste dostali prednostne požadované izoméry.



PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 51. ročník – školský rok 2014/15

Krajské kolo

Pavel Májek

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: 135 minút

Experimentálna úloha A (12 bodov)

Určite počet molekúl vody v kryštalickom hydráte obsahujúcom $FeSO_4$

Pracovný postup:

Zo zásobného štandardného roztoku $KMnO_4$ s presnou koncentráciou sa na stanovenie odoberie do kadičky cca 150 cm^3 roztoku.

Naváži sa presne 1,0 g vzorky kryštalického hydrátu. Po rozpustení v kadičke sa kvantitatívne prenesie do 100 cm^3 odmernej banky a doplní sa po značku deionizovanou H_2O.

Zo zásobného roztoku vzorky obsahujúcej $FeSO_4$ sa do troch titračných baniek odpipetuje po 25,0 cm^3, pridá sa 50 cm^3 deionizovanej vody, 5 cm^3 H_2SO_4 (c = 3 mol dm^{-3}) a 6 cm^3 zriedenej H_3PO_4 (1:1). Vzorka sa titruje po kvapkách a za stáleho miešania štandardným roztokom $KMnO_4$ do prvého ružového sfarbenia. Farebná zmena nastane jednou kvapkou. Po zaznamenaní spotreby štandardného roztoku $KMnO_4$ sa stanovenie zopakuje pre každú napipetovanú vzorku.

Zo spotrieb jednotlivých titrácií zistíme priemernú spotrebu štandardného roztoku $KMnO_4$, vypočítame celkový obsah $FeSO_4$ v podvojnej soli $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ vo vzorke v mg. Z hmotnosti návažku a obsahu $FeSO_4$ vypočítame počet molekúl vody v hydratovanej soli $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot nH_2O$. Určite aj absolútnu a relatívnu chybu stanovenia počtu molekúl vody.

Úloha 1 (3 b)

Napíšte reakciu stanovenia železnatých solí manganometricky v iónovom tvare a vyčíslite koeficienty na základe zmeny oxidačných stupňov reagujúcich látok.

Úloha 2 (4 b)

Napíšte polreakciu priebehu redukcie manganistanu v kyslom prostredí a vyjadrite ju pomocou Nernstovej rovnice.

Úloha 3 (4 b)

Vysvetlite, prečo reakcia stanovenia prebieha v silne kyslom prostredí za prítomnosti H_2SO_4.

Úloha 4 (4 b)

Vysvetlite, prečo v manganometrii nemožno použiť na okyselenie HNO_3 a HCl.

Úloha 5 (4 b)

Napíšte, prečo reakcia prebieha v prítomnosti H_3PO_4.

Úloha 6 (3 b)

Vysvetlite, prečo je potrebné stanovenie zopakovať.

Úloha 7 (3 b)

Vysvetlite, prečo pri výpočte použijeme priemernú hodnotu spotreby titračného činidla.

Úloha 8 (3 b)

Zdôvodnite, prečo pri stanovení počtu molekúl vody v hydráte možno získať neceločíselný výsledok.

Pomôcky

Byreta 25 cm^3, pipeta 25 cm^3, 3 titračné banky 250 cm^3, odmerná banka 100 cm^3, 2 kadičky 50 cm^3, kadička 250 cm^3, odmerný valec 10 cm^3 a 25 cm^3, strička, sklenená tyčinka, byretový lievik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

Chemikálie a roztoky

štandardný roztok $KMnO_4$ (c = 0,01 mol dm^{-3}) [R8, R22, R50/53, R52/53, S2, S60, S61, H272 H302 H400, H410, H412],

H_2SO_4 (c = 3 mol dm^{-3}) [R35, S(1/2), S26, S30, S45, H314],

H_3PO_4 (1:1) [R34, S(1/2), S26, S45, H290, H314],

vzorka kryštalického hydrátu a deionizovaná voda.

Autori: RNDr. Juraj Bujdák, PhD., Ing. Pavel Májek, PhD., (vedúci autorského kolektívu), RNDr. Martin Walko, PhD.

Recenzenti: Ing. Lukáš Pogány, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., doc. Jana Sádecká, PhD.

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014