SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

51. ročník, školský rok 2014/2015

Kategória B

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

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

Domáce kolo

Juraj Bujdák

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: 60 minút

Úvod

Úlohy budú zamerané na nasledovné okruhy:

1. Chémia uhlíka, kremíka, germánia, cínu, olova a ich zlúčenín.
2. Chemické výpočty - stechiometria zlúčenín.
3. Koordinačné zlúčeniny.

Odporúčaná literatúra

Odporúčaná je akákoľvek literatúra zo všeobecnej a anorganickej chémie, napríklad:

1. F.A. Cotton, G. Wilkinson, *Anorganická chemie.* Kapitoly: 11. Uhlík. 19. Prvky IV. skupiny: Si, Ge, Sn, Pb, Academia, Praha, 1973.
2. J. Gažo a kol. *Všeobecná a anorganická chémia*. Kapitola: 16. Uhlík, 17. Kremík, 26. Koordinačné zlúčeniny. 38. Podskupina germánia. Alfa, Bratislava, 1974.
4. Ľ. Ulická, L. Ulický, *Príklady zo všeobecnej a anorganickej chémie*, Kapitola 2. Stechiometria. Alfa, Bratislava 1984.
6. H. Remy, *Anorganická chemie I. Díl*, Kapitola: 12. Čtvrtá hlavní podskupina periodické soustavy: Uhlík, křemík, germanium, cín, olovo. SNTL, Praha, 1971.
7. R.B. Heslop, K. Jones, *Anorganická chemie.* Kapitoly: 6. Vazba v komplexech přechodních prvků, 17. Uhlík a křemík – skupina IV., 19. Germánium, cín, olovo – skupina IV B, SNTL, Praha 1982.

Úloha 1 (13 b)

Kremík, germánium a cín tvoria s halogénmi zlúčeniny so zložením MX_4. (M = Si, Ge, Sn; X = F, Cl, Br, I)

a. Prečo olovo netvorí stabilné zlúčeniny typu PbX_4 so všetkými halogénmi?

Teploty sublimácie fluoridov prvkov IV. hlavnej podskupiny sú uvedené v tabuľke:

zlúčenina	*teplota sublimácie (°C)*
CF_4	-128,0
SiF_4	-96,0
GeF_4	-36,5
SnF_4	705,0

b. Ktoré z uvedených zlúčenín sú tvorené molekulami MX_4 a ktorý z fluoridov má polymérnu (nekonečnú) štruktúru? Vysvetlite na základe porovnania teplôt sublimácie.

c. Kremík tvorí viacero zmiešaných halogenidov. Napíšte vzorce možných zmiešaných halogenidov kremičitých, ktoré obsahujú chlór a bróm zároveň, a možno ich zloženie všeobecne vyjadriť vzorcom $SiBr_nCl_m$. Nakreslite molekulové vzorce týchto halogenidov.

d. Hmotnostná spektroskopia je metóda, ktorou možno dokázať prítomnosť látok na základe ich molekulovej hmotnosti. V akom rade rastú hmostnosti molekúl halogenidov z Úlohy 1c?

e. Rozdeľte molekuly možných halogenidov so zložením $SiBr_nCl_m$ (halogenidy z Úlohy 1c) a $SiBr_4$ na polárne a nepolárne. Vysvetlite.

Úloha 2 (12 b)

Ako by ste pomocou chemickej analýzy kremíka (hmotnostných percent) odlíšili zlúčeniny $SiOCl_2$ a Si_2OCl_6 ak viete, že relatívne atómové hmotnosti prvkov sú:

A_r(Si) = 28,09 A_r(O) = 16,00 A_r(Cl) = 35,45

Úloha 3 (15 b)

Koncom 19. storočia vedci poznali viacero koordinačných zlúčenín, ale nedokázali vysvetliť niektoré ich vlastnosti. Napríklad, podarilo sa pripraviť zlúčeniny A a B, ktoré mali podobné zloženie, ktoré možno popísať nasledovným spôsobom:

A: $2KCl \cdot MgCl_2$

B: $2KCl \cdot HgCl_2$

Na prvý pohľad jediným rozdielom medzi zlúčeninami A a B bola prítomnosť horčíka v zlúčenine A namiesto ortuti v zlúčenine B. Inak zloženie zlúčenín bolo rovnaké. Napriek tomu, zlúčenina B predstavuje koordinačnú zlúčeninu, ktorá má veľmi odlišné vlastnosti oproti látke A.

a. Napíšte chemický vzorec zlúčeniny B, vyznačte koordinačný ión a napíšte náboj tohto iónu.
b. Čo je centrálny atóm koordinačného polyédra a aké je koordinačné číslo?
c. Rozpustením látky A vo vode vznikajú v roztoku hydratované ióny. Napíšte aké.
d. Rozpustením látky B vo vode sa nepodarila dokázať prítomnosť hydratovaných ortuťnatých katiónov. Vysvetlite prečo.
e. Vzhľadom na koordinačné číslo centrálneho atómu v koordinačnej zlúčenine B sú dve možnosti tvaru iónu. Napíšte, aké sú najbežnejšie tvary molekúl s týmto koordinačným číslom.
f. Aký je skutočný tvar koordinačného polyédra látky B?

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Domáce kolo

Martin Walko

Maximálne 20 bodov Doba riešenia: 60 minút

Súťažné úlohy v tomto školskom roku sú zamerané na izoméria, rozlišovanie rôznych typov organických reakcií, výpočet výťažku chemických reakcií a substitučné elektrofilné reakcie na aromatickom jadre. Úspešné riešenie úloh si vyžaduje znalosti názvoslovia organických zlúčenín alkánov, alkénov, aromatických zlúčenín, halogénderivátov a zlúčenín s funkčnými skupinami obsahujúcimi kyslík.

Literatúra

1. P. Zahradník, M. Kollárová: Prehľad chémie 2 (Organická chémia a biochémia), SPN, Bratislava 1997.
2. J. Heger, I. Hnát, M. Putala: Názvoslovie organických zlúčenín, SPN, Bratislava 2004.
3. P. Zahradník, V. Lisá: Organická chémia I (učebnica pre gymnáziá), SPN Bratislava, 2006.

Úloha 1 (7 b)

Dietyléter (etoxyetán) je bežne používané laboratórne rozpúšťadlo so sumárnym vzorcom $C_4H_{10}O$. Od druhej polovice 19. storočia bol v medicíne využívaný ako anestetikum. Pre svoju veľmi nízku teplotu varu (34,6°C) a tendenciu vytvárať výbušné peroxidy je v priemysle zvyčajne nahrádzaný inými rozpúšťadlami.

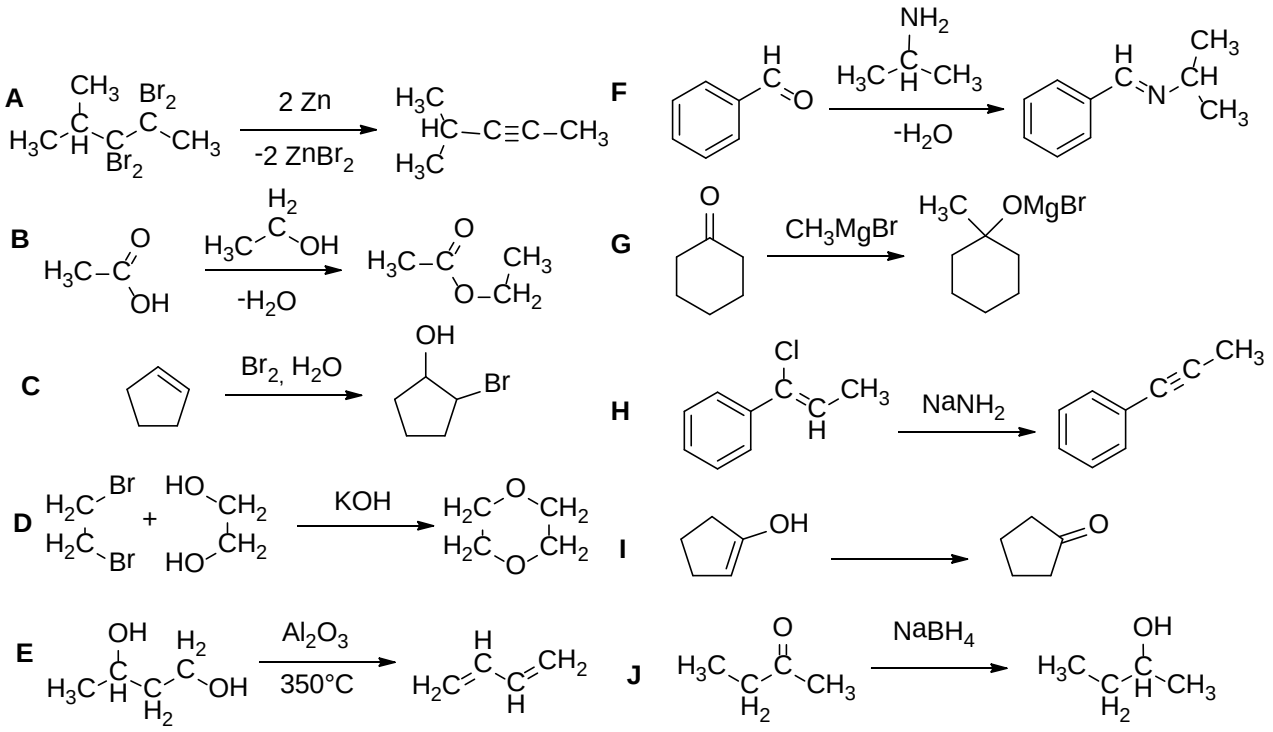
a) Napíšte štruktúrny vzorec dietyléteru.
b) Napíšte všetky konštitučné izoméry dietyléteru a pomenujte ich.
c) Ktorý z týchto izomérov obsahuje chirálne centrum?

Úloha 2 (4 b)

V organickej chémii existuje veľké množstvo reakcií. Jednou z možností, ako ich klasifikovať do určitých skupín, je zamerať sa na rozdiely medzi reaktantom

a produktom. Pri tejto úrovni klasifikácie reakcií nepotrebujeme vedieť podrobný mechanizmus reakcie.

Napíšte o aký typ organickej reakcie (adícia, eliminácia, substitúcia, prešmyk) ide v nasledujúcich príkladoch.



Úloha 3 (5 b)

Pri zmiešaní 2-brómpropánu (M = 123 g/mol, ρ = 1,31 g/ml) s hydroxidom sodným prebiehajú v zmesi dve konkurečné reakcie a vznikajú dva rôzne produkty. Produkt **A** je produktom eliminačnej reakcie a produkt **B** substitučnej reakcie.

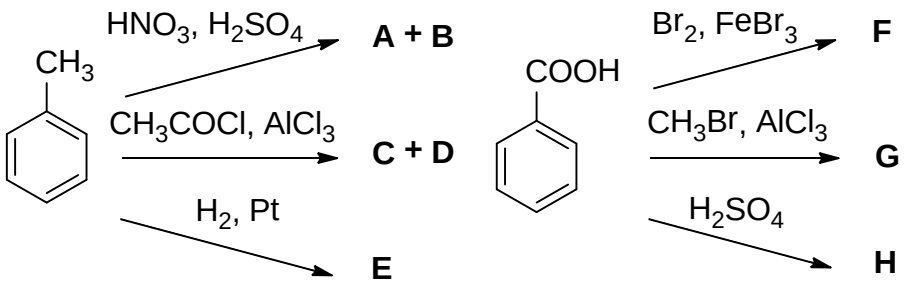
a) Napíšte vzorce a názvy produktov **A** a **B** ak viete že ich molové hmotnosti sú 42 g/mol a 60 g/mol.

b) Vyjadrite výťažky oboch produktov v % ak viete že 2-brómpropán úplne zreaguje a molový pomer produtov je 1:4 pričom viac je produktu substitučnej reakcie

c) Vypočítajte množstvá pripravených produktov v gramoch, ak do reakcie použijete 10 ml 2-brómpropánu. Zapíšte postup výpočtu.

Úloha 4 (4 b)

Pre benzén a ostatné aromatické zlúčeniny sú typické substitučné elektrofilné reakcie, pri ktorých je vodík na aromatickom jadre nahradený funkčnou skupinou. Napíšte produkty **A** – **H** nasledujúcich reakcií (jedna z reakcií nie je substitučnou elektrofilnou, ale adičnou reakciou).



PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

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

Domáce kolo

Pavel Májek

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: neobmedzená

Stanovenie koncentrácie odmerného roztoku $KMnO_4$

Úvod

Oxidačno-redukčné titrácie sú založené na výmene elektrónov medzi odmerným roztokom a stanovovanou látkou. Tieto metódy sa nazývajú podľa použitého odmerného roztoku. $KMnO_4$ nie je základnou látkou, preto sa jeho presná koncentrácia stanovuje pomocou vhodného štandardného roztoku.

Na úspešné riešenie praktickej časti kategórie B v tomto ročníku CHO je potrebné si naštudovať teóriu o oxidačno – redukčných reakciách, vyčíslovanie týchto reakcií a stanovenie látok manganometricky. Stanovenie železnatých zlúčenín a železitých zlúčenín po redukcii v roztoku patrí medzi základné stanovenia uvedenou metódou.

Zaujímavou skupinou sú soli oxokyselín dvoj- a trojmocných katiónov železa. Vytvárajú kryštalické látky a minerály, sú vo vode rozpustné a hydráty týchto zlúčenín obsahujú rôzny počet molekúl vody.

Literatúra

1. J. Kmeťová, M. Skoršepa, P. Mäčko: *Chémia pre 2. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*, Vydavateľstvo Expol Pedagogika, s.r.o., Bratislava, 2012, ISBN 978-80-8091-271-0
2. http://sk.wikipedia.org/wiki/Oxida%C4%8Dno-reduk%C4%8Dn%C3%A1_reakcia
3. http://cs.wikipedia.org/wiki/Redoxn%C3%AD_titrace
4. http://cs.wikipedia.org/wiki/Manganometrie
5. http://kubusz.net/Anala/Manganometrie.pdf

6. http://chemwiki.ucdavis.edu/Analytical_Chemistry/Electrochemistry/Redox_Chemistry/Oxidation-Reduction_Reactions
7. http://www.chemteam.info/Redox/Redox.html
8. http://chemie.gfxs.cz/index.php?pg=prvek&prvek_id=26

Poznámka: *Informácie na webových stránkach, ktoré sú uvedené v literatúre, boli dostupné ku dňu 30.9. 2014*

Experimentálna úloha A: (12 b)

Štandardizácia roztoku $KMnO_4$ na kyselinu šťaveľovú

Pracovný postup

Príprava roztoku $(COOH)_2$ s koncentráciou c = 0,05 mol dm^{-3}: Na prípravu 100 cm^{-3} roztoku $(COOH)_2$ s koncentráciou c = 0,05 mol dm^{-3} sa diferenčne odváži na analytických váhach potrebné množstvo $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$, rozpustí v kadičke a kvantitatívne prenesie do 100 cm^{-3} odmernej banky. Po doplnení po značku deionizovanou vodou a premiešaní vypočítame presnú koncentráciu štandardného roztoku.

Stanovenie presnej koncentrácie roztoku $KMnO_4$: Zo zásobného roztoku $KMnO_4$ s koncentráciou cca *c* = 0,2 mol dm^{-3} sa pripraví 250 cm^{-3} odmerného roztoku s koncentráciou približne c = 0,01 mol dm^{-3}. Potom sa do troch titračných baniek odpipetuje po 10 cm^{-3} 0,05 mol dm^{-3} štandardného roztoku $(COOH)_2$, pridá 10 cm^{-3} 2 mol dm^{-3} H_2SO_4 a 15 cm^{-3} deionizovanej H_2O. Roztok sa zahreje na cca 80ºC a teplý roztok sa za horúca titruje roztokom $KMnO_4$ do prvého ružového sfarbenia. Farebná zmena nastane jednou kvapkou. Pri titrácii sa prvý cm^{-3} pridáva po kvapkách, aby prebehla reakcia a roztok sa odfarbil. Z priemernej hodnoty spotreby roztoku $KMnO_4$ sa vypočíta presná látková koncentrácia odmerného roztoku $KMnO_4$.

Úloha 1 (2 b)

Vysvetlite pojmy oxidácia, redukcia, polreakcia, oxidovadlo, redukovadlo.

Úloha 2 (2 b)

Vymenujte základné látky, ktoré možno použiť v manganometrii na štandardizáciu $KMnO_4$.

Úloha 3 (3 b)

Napíšte reakciu štandardizácie roztoku $KMnO_4$ s $(COOH)_2$ v iónovom tvare a vyčíslite koeficienty na základe zmeny oxidačných stupňov reagujúcich látok.

Úloha 4 (3 b)

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

Úloha 5 (3 b)

Napíšte polreakciu priebehu redukcie manganistanu v neutrálnom a mierne zásaditom prostredí a vyjadrite ju pomocou Nernstovej rovnice.

Úloha 6 (2 b)

Prečo sa na začiatku titrácie pri štandardizácii roztoku $KMnO_4$ s roztokom $(COOH)_2$ titruje pomaly?

Úloha 7 (3 b)

Prečo sa titrácia pri štandardizácii roztoku $KMnO_4$ robí za horúca?

Úloha 8 (3 b)

Prečo sa roztok kyseliny šťaveľovej nesmie variť, napíšte reakciu.

Úloha 9 (3 b)

Vysvetlite, prečo je potrené pri práci s nízkymi koncentráciami $KMnO_4$ vykonať tzv. slepý pokus a ako sa jeho výsledok zohľadňuje pri výpočtoch.

Úloha 10 (2 b)

Vymenujte všetky zdroje chýb, ktoré by spôsobili nesprávne stanovenie koncentrácie roztoku $KMnO_4$ titráciou s roztokom $(COOH)_2$.

Úloha 11 (2 b)

Napíšte vzorce a názvy hydrátov niektorých solí a minerálov síranov železnatých a síranov železitých.

Pomôcky

Experimentálna úloha A:

Byreta 25 cm^3, pipeta 10 cm^3, 3 titračné banky 250 cm^3, odmerná banka 100 cm^3 a 250 cm^3, 2 kadičky 50 cm^3, kadička 75 - 100 cm^3, kadička 250 cm^3, odmerný valec 25 cm^3, strička, sklenená tyčinka, byretový lievik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

Chemikálie a roztoky

Experimentálna úloha A:

$KMnO_4$ (c = 0,01 mol dm^{-3}) [H272, H302, H410, P210, P273],

$(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ [H314, H318, P260, P264, P280, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P304+P340 P305+P351+P338 P310, P363, P405, P501],

H_2SO_4 (c = 2 mol dm^{-3}) [H314, P260, P264, P280, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P304+P340, P305+P351+P338, P310, P363, P405, P501],

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. Ing. Jana Sádecká, PhD.

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014