

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

53. ročník, školský rok 2016/2017

Kategória B

Školské kolo

SÚŤAŽNÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 53. ročník – školský rok 2016/2017

Školské kolo

Juraj Bujdák

Maximálne 40 bodov
Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (10 b)

Redukcia oxidu boritého kovmi je jedným zo spôsobov prípravy bóru. Nevýhodou tohto spôsobu prípravy je znečistenie bóru ďalšími produktmi reakcie. Okrem redukcie oxidu je niekoľko ďalších spôsobov prípravy bóru. Jedným z nich je reakcia plyných zlúčenín pri vysokých teplotách. Príkladom je redukcia plyného chloridu boritého zinkom pri teplote 900 °C. Vzniká kryštalický bór vysokej čistoty. Ďalším príkladom je redukcia bromidu boritého plyným vodíkom. Bór vzniká aj rozkladom jodidu boritého pri vysokej teplote.

a. Napíšte, aké vedľajšie produkty vznikajú pri príprave bóru redukciou oxidu boritého kovmi a spôsobujú znečistenie bóru.

b. Napíšte rovnice chemických reakcií príprav bóru:

- z plyného chloridu reakciou so zinkom,
- z bromidu reakciou s vodíkom
- tepelným rozkladom jodidu boritého.

c. Akým spôsobom sa môže oddeliť vzniknutý jód od bóru po príprave bóru rozkladom jodidu boritého?

Jód sa používa pri príprave najjednoduchšieho boránu B_2H_6 . V reakcii sa vychádza z tetrahydridoboritanu sodného $NaBH_4$, vzniká jodid sodný a uvoľňuje sa molekula vodíka.

d. Napíšte rovnicu chemickej reakcie prípravy B_2H_6 z $NaBH_4$ a jódu.

e. Uvedená syntéza diboránu z NaBH_4 je redoxná reakcia. Uvedte, ktorá látka vystupuje ako oxidovadlo a ktorá východisková látka podlieha oxidácii. Aká látka je produktom oxidácie a aká redukcie?

f. Reakcia prípravy B_2H_6 z NaBH_4 a jódu prebieha v organickom rozpúšťadle, čiže v nevodnom prostredí. Skúste vysvetliť, prečo reakcia nemôže prebiehať vo vodnom prostredí.

Úloha 2 (14 b)

Borán B_2H_6 bol pripravený rozkladom NaBH_4 v tavenine bezvodej kyseliny fosforečnej. Okrem boránu v tejto reakcii vznikajú ako produkty aj dihydrogénfosforečnan sodný a molekulový vodík.

a. Napíšte chemické vzorce reaktantov a produktov chemickej reakcie rozkladu NaBH_4 v tavenine bezvodej kyseliny fosforečnej.

b. Identifikujte oxidačné činidlo v tejto reakcii.

c. Na základe identifikácie čiastkových dejov oxidácie a redukcie vypočítajte a doplňte stechiometrické koeficienty reakcie.

d. Doplňte do rovnice chemickej reakcie skupenstvá východiskových látok a produktov.

e. Prečo je vznikajúca plynná zmes reakcie NaBH_4 v tavenine bezvodej kyseliny fosforečnej nebezpečná?

f. V prípade, že z reakčnej zmesi pripravíte 90 litrov plynnej zmesi, aký podiel pripadá na B_2H_6 ?

g. Predpokladajte, že plynná zmes sa správa ako ideálny plyn a jeden mól plynnej látky zaberá pri daných podmienkach objem 22,4 litra. Vypočítajte hmotnosť NaBH_4 potrebného na prípravu 90 litrov plynnej zmesi produktov.

$$M(\text{NaBH}_4) = 37,83 \text{ g mol}^{-1}$$

Úloha 3 (16 b)

Reakciou chlóru s kovovým kobaltom pri vyššej teplote vzniká bezvodý chlorid kobaltnatý, ktorý sa ľahko rozpúšťa vo vode. Na druhej strane, bezvodý chlorid kobaltnatý nemožno izolovať z vodného roztoku tejto zlúčeniny. Chlorid z vodného roztoku kryštalizuje vo forme hexahydrátu. Ďalším bežnejším spôsobom prípravy hexahydrátu chloridu kobaltnatého je reakcia kovu, oxidu alebo uhličitanu so zriedenou kyselinou chlorovodíkovou.

a. Napíšte rovnice chemických reakcií prípravy bezvodého chloridu kobaltnatého reakciami kovu s chlórrom a kovu s plynným chlorovodíkom.

b. Napíšte jednu z reakcií zriedenej kyseliny s uhličitanom alebo oxidom, pričom vzniká akvakomplex kobaltnatej soli. Reakciu napíšte v iónovom tvare.

c. Napíšte, akú maximálnu hmotnosť hexahydrátu možno získať kryštalizáciou z vodného roztoku, ktorý vznikol rozpustením 10 g bezvodého chloridu kobaltnatého.

$$M_r(\text{CoCl}_2) = 129,8 \qquad M_r(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 237,9$$

Chlorid kobaltnatý v prostredí vodného roztoku amoniaku a chloridu amónneho ľahko podlieha oxidácii prítomným vzdušným kyslíkom resp. peroxidom vodíka, pričom vzniká komplexná zlúčenina, v ktorej vystupujú ako ligandy molekuly amoniaku.

d. Napíšte vzorec kationu, ktorý vzniká oxidáciou kobaltnatej soli v prostredí vodného roztoku amoniaku. Vyznačte oxidačné číslo kobaltu v tomto katióne.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 53. ročník – školský rok 2016/2017

Školské kolo

Martin Walko a Matej Žabka

Maximálne 20 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (4,0 b)

Pri radikálovej monobromácii propánu sa pozoroval vznik dvoch produktov v pomere 97 : 3.

- Napíšte štruktúrny vzorec a názov hlavného produktu.
- Vypočítajte relatívnu reaktivitu C(sek)-H : C(prim)-H pre radikálovú bromáciu.
- Napíšte všetky produkty radikálovej bromácie do druhého stupňa a pomenujte ich.

Úloha 2 (7,8 b)

Uhl'ovodík **A** (C₁₀H₂₂) poskytne po radikálovej chlorácii len monochlóorderiváty **B** (22,2 %), **C** (59,3 %) a **D** (18,5 %). Derivát **B** vzniká reakciou C–H väzby na primárnom, derivát **C** na sekundárnom a derivát **D** C–H väzby na terciárnom uhlíku.

Relatívna reaktivita primárnych : sekundárnych : terciárnych C–H väzieb pri chlorácii je 1 : 4 : 5.

- Vypočítajte pomer počtu atómov vodíka na primárnych : sekundárnych : terciárnych uhlíkoch v uhl'ovodíku **A**.
- Napíšte vzorce a názvy **A** – **D**.
- Ktoré z monochlóorderivátov **B** - **D** sa dajú pripraviť adíciou HCl na alkén? Napíšte vzorce a názvy takýchto alkénov.

Úloha 3 (5,4 b)

Napíšte štruktúrne vzorce a názvy všetkých chlórderivátov, ktoré sa môžu vyskytovať v reakčnej zmesi pri radikálovej chlorácii etánu ak použijeme veľký nadbytku chlóru, ale reakciu nenecháme prebehnúť až na úplnú halogenáciu všetkého etánu.

Úloha 4 (2,8 b)

Označte nasledujúce tvrdenia o radikálových substitučných reakciách ako:

pravdivé/nepravdivé:

- a) Reaktivita halogénov klesá v rade $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$.
- b) Reaktivita jódu je pre radikálové substitučné reakcie príliš veľká, naopak fluór je takmer nereaktívny.
- c) Užitočné z praktických dôvodov sú len radikálové chlorácie a bromácie.
- d) Pre iniciáciu nie je nutné zmes zahrievať resp. ožarovať svetlom.
- e) Počas iniciácie sa ako prvé homolyticky štiepia najslabšie väzby (Cl–Cl, resp. Br–Br).
- f) Počas iniciácie sa ako prvé homolyticky štiepia silné väzby (C–H).
- g) Disociačná energia väzby Br–Br je oveľa vyššia ako disociačná energia väzby C–H.

Autori: RNDr. Juraj Bujdák, PhD., RNDr. Martin Walko, PhD., Mgr. Matej Žabka

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

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2016