

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

49. ročník, školský rok 2012/2013

Kategória C

Krajské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY Z ANORGANICKEJ A VŠEOBECNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 49. ročník – šk. rok 2012/2013

Krajské kolo

Milan Melicherčík, Jarmila Kmet'ová, Mária Lichvárová

Maximálne 60 bodov Doba riešenia: 120 minút
--

Úloha 1 (28 b)

Chlór bol prvý z halogénov, ktorý bol izolovaný (švédsky lekárnik C.W. Scheele v roku 1774) v elementárnej forme (reakciou HCl s MnO_2) a kuchynská soľ NaCl bola známa už od najstarších dôb (3000 rokov pred n. l.). Kuchynská soľ sa používala aj ako platidlo, ktoré vo forme daní vymáhali rímski vojvodcovia a tribúni. Blahodarné pôsobenie kuchynskej soli v ľudskej výžive bolo známe už v staroveku a tiež v Biblii je rad odkazov o dôležitosti tejto látky. Ale aj nadbytok tejto látky je v organizme škodlivý. Aplikácia 100 cm^3 3 % roztoku NaCl vyvoláva v organizme soľnú horúčku. Jednorazová toxická dávka pre dospelého človeka je 200 až 280 g NaCl. Túto dávku používali v Číne pri popravách.

Chlór v elementárnom stave a mnoho ďalších prvkov a zlúčenín (vodík, hydroxid sodný, fluór, sodík, draslík, vápnik, horčík, hliník, peroxid vodíka atď.) môžeme pripraviť elektrolýzou. Základy elektrolýzy položil významný anglický chemik a fyzik (narodil sa pred 222 rokmi), ktorý bol žiakom nie menej slávneho anglického chemika H. Davyho (1778-1829). Preslávil sa formulovaním základných zákonov elektrolýzy. Zaviedol do chémie a fyziky päť základných odborných názvov-termínov elektrochémie. Elektrolýza je redoxná reakcia vyvolaná prechodom jednosmerného prúdu elektrolytom. Veľký význam má aj pri ochrane životného prostredia, kde sa využíva na odstraňovanie iónov ťažkých kovov z odpadových vôd v metalurgickom priemysle (Cu, Pb, Zn, Hg). Využíva sa aj na ochranu proti korózii kovov (galvanické pokovovanie) napr. pomedžovanie, pozinkovanie, pochromovanie, ponikľovanie. Využíva sa aj pri čistení niektorých kovov napr. rafinácia medi. V analytickej chémii používame elektrolýzu pri stanovení obsahu jednotlivých prvkov v skúmaných látkach (cuolometria).

Vašou úlohou je odpovedať na nasledovné otázky:

- 1.1. Uviesť meno a priezvisko anglického chemika a fyzika, autora základných zákonov elektrolýzy.
 - 1.2. Napísať päť základných odborných termínov elektrochémie, ktoré tento vedec zaviedol v roku 1834 a ktoré sa dodnes v chémii a vo fyzike používajú.
 - 1.3. Napíšte, aké chemické deje prebiehajú na platinových elektródach (katóda aj anóda) pri elektrolýze taveniny chloridu sodného a aké ióny sú prítomné v tavenine. Uvedené deje zapíšte chemickými rovnicami. Určte, na ktorej elektróde prebieha oxidácia a na ktorej redukcia.
 - 1.4. Napíšte, aké chemické deje prebiehajú na platinových elektródach (katóda aj anóda) pri elektrolýze vodného roztoku chloridu sodného a aké ióny sú prítomné v roztoku. Uvedené deje zapíšte chemickými rovnicami. Určte, na ktorej elektróde prebieha oxidácia a na ktorej redukcia.
 - 1.5. Napíšte rovnice chemických reakcií prípravy chlóru reakciou kyseliny chlorovodíkovej:
 - a) s oxidom manganičitým,
 - b) s manganistanom draselným.
- Pri výpočte stechiometrických koeficientov využite čiastkové rovnice redukcie a oxidácie, z ktorých si odvodíte čiastkovú rovnicu redoxného deja. Určte, ktorý reaktant je v uvedených dejoch oxidovadlo a redukovadlo.
- 1.6. Vysvetlite princíp odfarbovacích účinkov chlóru. Napíšte chemické rovnice, ktorými sa princíp odfarbovania chlóróm dá objasniť.
 - 1.7. Napíšte chemickú rovnicu oxidačných účinkov chlóróvého vápna.
 - 1.8. Chemickou rovnicou objasnite vznik chlórámínu, dichlórámínu a trichlórámínu.
 - 1.9. Napíšte názov haloformu, ktorý môže vzniknúť pri úprave pitnej vody chlóróm.
 - 1.10. Napíšte názov a zloženie zmesi kyselín v ktorých sa rozpúšťa zlato za vzniku komplexnej zlúčeniny. Vysvetlite podstatu tohto deja a napíšte názov a vzorec produktu uvedeného deja.
 - 1.11. Napíšte chemické rovnice reakcií zvyšovania kyslosti pôdy plynnými emisiami Cl_2 a HCl (g).
 - 1.12. Vypočítajte, v akom objeme (v m^3) chlóru sa za normálnych podmienok nachádza $2,12 \cdot 10^{24}$ molekúl chlóru.

Úloha 2 (14 b)

Jodometria je odmerná analýza látok založená na oxidačno-redukčných vlastnostiach jódu a jodidov. Využíva sa schopnosť redukcie jódu na jodidy a schopnosť oxidácie jodidov na jód.



Z hodnoty štandardného redoxého potenciálu vyplýva, že jód nie je silné oxidačné činidlo, ale je selektívny. Systém jód-jodid je dokonale vratný, čo umožňuje veľmi presnú detekciu ekvivalentného bodu. Na stanovenie koncového bodu titrácie (ekvivalentného bodu), ktoré je možné určiť podľa žltého sfarbenia jódu, sa používa aj špecifický jodometrický indikátor – roztok škrobu, ktorý sa trijodidovým aniónom farbí na fialovomodro. Jodometricky možno titrovať v kyslom, neutrálnom aj slabo alkalickom prostredí. Používanými odmernými roztokmi sú roztok jódu a roztok tiosíranu sodného. Obe látky nie sú štandardnými roztokmi. Silné oxidovadlá sa jodometricky stanovujú priamou titráciou. Nepriamo, spätnou titráciou, sa stanovujú látky, ktoré majú väčší štandardný redox potenciál ako sústava jód-jodid. K roztoku sa pridáva nadbytok jodidu draselného a množstvo uvoľneného jódu sa stanoví nepriamo.

- 2.1. Na štandardizáciu odmerného roztoku jódu sa používa arzenitan trisodný resp. oxid arzenitý. Napíšte pri akom pH sa štandardizácia uskutočňuje. Prebiehajúci dej zdôvodnite a zapíšte chemickou rovnicou v iónovom tvare.
- 2.2. a) Na štandardizáciu odmerného roztoku jódu sa používa roztok tiosíranu sodného. Zapíšte prebiehajúci dej chemickou rovnicou v iónovom tvare.
b) Na štandardizáciu odmerného roztoku tiosíranu sodného sa používa napríklad dichróman draselný a manganistan draselný. Obidve tieto látky v kyslom prostredí oxidujú jodidy na jód, ktorý sa potom titruje. Zapíšte prebiehajúce deje oxidácie jodidov na jód chemickou rovnicou v iónovom tvare.
- 2.3. Chemickou rovnicou zapíšte reakciu spôsobujúcu zakalenie tiosíranu sodného pri jeho stáťí na vzduchu (príčinou je oxid uhličitý obsiahnutý vo vzduchu). Vzniku tohto zákalu sa predchádza pridaním malého množstva uhličitanu sodného k odmernému roztoku tiosíranu sodného. Vysvetlite prečo.

- 2.4. Vypočítajte koncentráciu látkového množstva a hmotnostnú koncentráciu meďnatých iónov vo vzorke, ktorej pôvodný objem 10 cm^3 bol kvantitatívne prenesený do odmernej banky s objemom 100 cm^3 a doplnený vodou. Z tohto zásobného roztoku sa na stanovenie odpipetovalo 25 cm^3 a pridalo sa 10 cm^3 roztoku jodidu draselného ($w = 0,1$). Oxidovaný jód sa titroval odmerným roztokom tiosíranu sodného s presnou koncentráciou látkového množstva $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$. Jeho spotreba bola 20 cm^3 . Napíšte slovnú odpoveď.
- $M_r(\text{Cu}) = 63,546$.

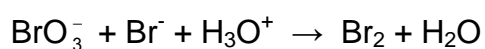
Úloha 3 (18 b)

Halogény sa pre svoju reaktivitu nevyskytujú v prírode voľné, ale len v zlúčeninách. Fluór a chlór tvoria viac druhov minerálov, kým bróm a jód bývajú primiešané v iných nerastoch. Zlúčeniny fluóru sa nachádzajú aj v organizme stavovcov, kde sa koncentrujú v kostiach a zubnej sklovine. Bróm sa zvyčajne vyskytuje vo forme bromidov rozpustených v morskej vode a v slaných jazerách.

Bezvodý fluorovodík sa používa na výrobu fluorovaných uhľovodíkov (CF_2Cl_2 – freon, teflon, polytetrafluoretylén), pri výrobe fluoridov. Kyselina fluorovodíková sa používa na leptanie skla, odstraňovanie oxidu kremičitého, na čistenie ocelí. Fluoridom sodným sa fluóruje pitná voda, fluorid cínatý je súčasťou niektorých zubných pást obmedzujúcich tvorbu zubného kazu. Bróm sa používa pri výrobe farbív, na výrobu bromidu strieborného na citlivé fotografické vrstvy a hasiacich prostriedkov.

- 3.1. Chemickou rovnicou zapíšte prípravu brómu oxidáciou bromidov halogénom, ktorý je silnejším oxidovadlom.
- 3.2. Chemickou rovnicou zapíšte reakciu (vo všeobecnom tvare) halogénov (chlór, bróm, jód) s vodou. Odôvodnite, prečo fluór s vodou nereaguje podľa tohto istého mechanizmu ako chlór, bróm a jód.
- 3.3. Reakčné schémy upravte na chemické rovnice a pomenujte reaktanty a produkty chemických reakcií:
 - a) $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - b) $\text{PBr}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 3.4. Vymenujte kyslíkaté kyseliny brómu a zapíšte ich chemickými vzorcami.

- 3.5. Zlúčeniny: NF_3 , BeF_2 , BF_3 , LiF , CF_4 , OF_2 zoradte podľa narastajúcej polarite kovalentnej väzby viažucich sa atómov v zlúčeninách (sú to atómy prvkov 2. periódy PSP s najelektronegatívnejším atómom fluóru). Odpoveď zdôvodnite.
- 3.6. a) Doplňte text: Fluór tvorí s kyslíkom len malý počet binárnych zlúčenín ktoré považujeme za Poznáme aj binárne zlúčeniny halogénov, ktorých zloženie môžeme všeobecne vyjadriť vzorcom XY_n , kde Y je a n je
- b) Napíšte názvy a chemické vzorce všetkých zlúčenín XY_n pre $n = 1$.
- 3.7. Vypočítajte stechiometrické koeficienty a reakčnú schému upravte na chemickú reakciu:



Autori: Doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., Doc. RNDr. Mária Lichvárová, PhD.,
Prof. RNDr. Milan Melicherčík, PhD. (vedúci autorského kolektívu)

Recenzenti: RNDr. Antón Sirota, PhD., Pavol Ondrisek, Mgr. Nadežda Kvetňanská

Redakčná úprava: Prof. RNDr. Milan Melicherčík, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2012