

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

55. ročník, školský rok 2018/2019

Kategória D

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 55. ročník – šk. rok 2018/19

Domáce kolo

Helena Vicenová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Úlohy všetkých kôl (domáceho, školského, okresného a krajského kola) CHO sú rovnaké pre žiakov základných škôl aj gymnázií s osemročným štúdiom.

Teoretické úlohy sú rozdelené do troch okruhov, ktoré sú v úlohách navzájom prepojené. Ich súčasťou je aj uplatňovanie prvkov environmentálnej výchovy (znečistenie a ochrana životného prostredia).

1. Testujeme základy chémie

Zopakujeme si základné pojmy, bez ktorých by sme sa v chémii nevedeli dorozumieť a nemohli by sme jej porozumieť. Budeme venovať zvýšenú pozornosť zloženiu látok, chemickým väzbám, periodickej tabuľke prvkov, chemickým reakciám, chemickým rovniciam (aj v iónovom tvare), pH roztokov, názvosloviu oxidov, hydroxidov, kyselín a ich solí (aj hydrogensolí a hydrátov solí).

2. Skúmame chemické prvky a ich zlúčeniny

Budeme sa venovať kovom – sodíku, draslíku, železu, medi a zinku, ich umiestneniu v periodickej tabuľke prvkov, vlastnostiam, výskytu, príprave, významu a chemickým reakciám. Zo zlúčenín budeme skúmať najmä ich oxidy, hydroxidy a soli (kyseliny chlorovodíkovej, sulfánovej, dusičnej, uhličitej a sírovej). Budeme potrebovať dobre ovládať nielen ich chemické názvy, ale aj bežne používané (triviálne).

3. Bez výpočtov to nejde

Veľmi častými príkladmi v chémii sú výpočty, ktoré súvisia s roztokmi. Budeme počítať hmotnosť rozpustenej látky, objem roztoku, hmotnostný zlomok rozpustenej látky a jej koncentráciu látkového množstva (koncentráciu). Pri výpočtoch budeme používať aj prepočty prostredníctvom hustoty. Je dôležité pripomenúť si aj látkové množstvo a molárnu hmotnosť.

Poznámka

S pripomienkami sa môžete obrátiť na autorku úloh: helena.vicenova@gmail.com

Pri riešení úloh v školskom, okresnom a v krajskom kole môžu žiaci používať kalkulačky, nie však periodickú sústavu prvkov ani tabuľky.

Úloha 1 (21 b)

Chlorid sodný vzniká chemickou reakciou sodíka a chlóru. Reakcia prebieha veľmi prudko za uvoľňovania energie.

Napíšte:

- chemickú rovnicu tejto reakcie,
- ktoré látky sú v chemickej reakcii reaktanty a ktoré sú produkty a zdôvodnite,
- zaradte reaktanty a produkty medzi prvky a zlúčeniny a zdôvodnite,
- aký typ chemickej väzby je v produkte a opíšte jej vznik,
- oxidačné čísla všetkých atómov v reaktantoch a produktoch,
- ktorý reaktant je oxidovadlo a ktorý redukovadlo,
- ako by sa zmenila rýchlosť reakcie, ak by sme namiesto chlóru použili fluór,
- ako sa volá zákon, ktorý platí pri chemických reakciách, uveďte jeho znenie.

Zaradte chemickú reakciu medzi

- exotermické/endoternické reakcie a zdôvodnite,
- chemické zlučovanie/chemický rozklad a zdôvodnite,
- neutralizačné/redoxné reakcie a zdôvodnite.

Úloha 2 (22 b)

Adama, bývalého úspešného riešiteľa chemickej olympiády, teraz už vysokoškoláka, pozvala pani učiteľka na chemický krúžok. Adam si pripravil text o kovoch. Okrem otázok, ktoré položil žiakom, urobil zámerne v texte chyby.

Odpovedzte na otázky, nájdite v texte osem chýb a opravte ich.

Železo je ľudstvu známe už od praveku, jeho väčšia priemyselná produkcia sa začala až v 18. storočí. Výroba je založená na neutralizačných reakciách s oxidom uhoľnatým, prípadne dusíkom vo vysokých peciach. Teplota vo vysokej peci je okolo 1 800 °C. Do vrchnej časti sa pridáva ruda, koks, troskotvorné prísady a zo spodnej časti sa v pravidelných intervaloch odpúšťa roztavené železo (odpich železa). Surové železo obsahuje okrem uhlíka aj rôzne prímеси, preto nemá vhodné vlastnosti na priame použitie. Jeho

úpravou sa vyrába oceľ, ktorá je pomerne tvrdá, ale krehká. Má však veľmi dobré lejacie vlastnosti. Preto sa používa na výrobky, kde nie je požadovaná veľká presnosť opracovania a ktoré je možné vyrobiť odlievaním (napríklad poklopy, radiátory). Odstraňovaním uhlíka zo surového železa sa získava liatina, ktorá je neporovnateľne lepšie spracovateľná, je kujná, ohybná. Pridávaním iných kovov (mangán, chróm, vanád, volfrám, kobalt a iné) sa upravujú rôzne mechanické vlastnosti (pevnosť, tvrdosť, chemická odolnosť a mnoho ďalších). Stretávame sa s ňou v každodennom živote (napríklad v priemysle, doprave a stavebníctve).

Meď je druhý kov, ktorý poznalo ľudstvo v svojej histórii. Používa sa ako vynikajúci vodič elektrickej energie, vyrábajú sa z nej rúrky na studenú i teplú vodu, roztoky zlúčenín medi sa používajú na ochranu rastlín. Meď je materiálom ťažným, ohybným, odolným proti korózii a recyklovateľným. Najznámejšou zlúčeninou medi s inými kovmi je mosadz. Mosadz obsahuje vždy určité percento zinku, ale môže obsahovať i cín, hliník, železo, mangán, olovo, arzén a kremík. Rôznymi prísadami sa dosiahnu široké možnosti použitia mosadzí.

Zinok je veľmi tvrdý kov, ktorý sa používa od stredoveku. Je súčasťou rôznych zliatin, využíva sa pri výrobe farbív a jeho prítomnosť v potrave je nevyhnutná pre správny vývoj organizmu. Nadmerné množstvo môže zinku však môže byť škodlivé.

Železo, meď a zinok sú prvky nevyhnutné pre ľudský organizmus – takéto prvky nazývame bionárne prvky.

Otázky:

- Koľko vrstiev majú atómy železa, medi a zinku? Zdôvodnite.
- Pre každý kov napíšte vzorce a názvy oxidu, sulfidu, soli halogenovodíkovej kyseliny a soli kyslíkatej kyseliny, v ktorých má kov vždy oxidačné číslo II. Anióny halogenovodíkových a kyslíkatých kyselín sa pri soliach nesmú opakovať.
- Napíšte chemické rovnice reakcií, ktoré prebiehajú, keď vložíme do roztokov kyseliny chlorovodíkovej pliešok zo zinku, medi a železa. Zdôvodnite, ktorý kov nebude reagovať.

Úloha 3 (17 b)

Zinok sa v prírode vyskytuje napríklad v podobe minerálu goslaritu. Chemická zlúčenina zinku so sírou a kyslíkom, nachádzajúca sa v mineráli, obsahuje vo vzorci 7 molekúl vody. Vyrába sa aj synteticky.

- Aký je chemický názov a vzorec uvedenej zlúčeniny zinku?
- Aké je jej sfarbenie?
- Aký je bežne používaný názov tejto zlúčeniny?
- Vypočítajte, akú hmotnosť tejto zlúčeniny je potrebné navážiť na prípravu 200 cm³ roztoku s hmotnostným zlomkom zlúčeniny v roztoku 14,0 %.

- e) Aká je látková koncentrácia zlúčeniny v pripravenom roztoku?
f) Napíšte dva príklady použitia tejto zlúčeniny.

$M(\text{Zn}) = 65,38 \text{ g/mol}$, $M(\text{S}) = 32,07 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16,00 \text{ g/mol}$, $M(\text{H}) = 1,01 \text{ g/mol}$,
 $\rho(\text{roztok zlúčeniny}) = 1,060 \text{ g/cm}^3$

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 55. ročník – šk. rok 2018/19

Domáce kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Realizácia úloh praktickej časti nie je časovo obmedzená, úlohy je potrebné uskutočniť podľa podmienok školy do termínu školského kola.

Na úspešné zvládnutie úloh je potrebné ovládať základné laboratórne postupy a techniky: váženie, meranie objemu odmerným valcom a pipetou, priame zahrievanie (nad plynovým kahanom, príp. na variči), zahrievanie nad vodným kúpeľom, príprava roztokov s požadovaným zložením, dekantácia, zostavenie aparatury na filtráciu, jednoduchá filtrácia cez hladký a skladaný filtračný papier, sušenie látok.

Nutným predpokladom zvládnutia praktickej časti je vedieť správne pomenovať a používať laboratórne pomôcky, opísať používané laboratórne postupy a zaznamenať výsledky pozorovania. Potrebné je tiež poznať názvoslovie oxidov, solí, hydrogensolí, názvoslovie ich hydrátov (mono- až deka-), základné chemické výpočty (látkové množstvo, hmotnostný zlomok, výpočet podľa chemickej rovnice) a opísať pozorované chemické deje pomocou chemických rovníc.

Pri realizácii laboratórných úloh používajte potrebné ochranné pracovné pomôcky.

Praktické úlohy v tomto ročníku chemickej olympiády sú zamerané na kovy: ich prípravu a redoxné vlastnosti. Popri redoxných reakciách je potrebné poznať tiež vylučovacie reakcie, zvlášť tie, pri ktorých sa vylučuje plynná alebo tuhá látka z kvapalného roztoku. Pri redoxných dejoch je potrebné poznať pojmy: oxidácia, redukcia, oxidovadlo, redukovadlo, ušľachtilosť kovov, Beketovov rad.

Meď je možné z vodného roztoku modrej skalice pripraviť redoxnou reakciou s rôznymi neušľachtilými kovmi. Vznik medi redoxnou reakciou roztokov meďnatých solí so železom označovali alchymisti v stredoveku ako premenu železa na meď. Tento spôsob získavania medi sa nazýva cementácia. Na Slovensku bol rozšírený v rudných oblastiach napr. v okolí Banskej Štiavnice.

Úloha 1: Príprava Cu z modrej skalice (15 b)

Pracovný postup

1. Naplňte veľkú kadičku s objemom napr. 250 ml asi do polovice vodou z vodovodu (pripravíte si vodný kúpeľ). Kadičku s vodou umiestnite na sieťku nad plynový kahan, príp. na varič. Na kadičku položte odparovaciu misku primeranej veľkosti.
2. Na váhach odvážte na hodinovom sklíčku 5,0 g modrej skalice. Z návažku modrej skalice a 28 ml destilovanej vody pripravte v malej kadičke vodný roztok. Rozpúšťanie urýchlite miešaním sklenenou tyčinkou. Do pripraveného roztoku pridajte pomocou pipety 2 ml roztoku H_2SO_4 . Roztok prelejte do odparovacej misky na vodnom kúpeli (po tyčinke).
3. Do roztoku v odparovacej miske pridajte pripravený návažok železných klinčekov a kadičku s vodným kúpeľom začnite zahrievať. Počas reakcie roztok miešajte sklenenou tyčinkou (snažte sa tyčinkou jemne klepať na klinčeky, aby z nich počas reakcie odpadávala vylúčená meď). Počas miešania si dávajte pozor, aby ste sa nepopálili! Vylučovanie medi je ukončené, keď sa modrá farba roztoku zmení na svetlozelenú. Po skončení reakcie reakčnú zmes prestaňte zahrievať, porcelánovú misku opatrne pomocou chemických klieští (príp. rukavíc) zložte na stôl a nechajte ochladiť.
4. Zostavte aparatúru na jednoduchú filtráciu cez hladký vopred odvážený filtračný papier.
5. Roztok nad vylúčenou meďou opatrne nalejte na filtračný lievik tak, aby meď a nezreagované klince zostali v odparovacej miske. Filtrát zachytávajte do kadičky. Z vylúčenej medi vyberte pinzetou nezreagované železné klince, opláchnite ich vodou a uložte na určené miesto.
6. Následne získanú meď prečistíte pomocou dekantácie: Preneste vylúčenú meď z odparovacej misky pomocou 50 ml destilovanej vody do kadičky. Zmes premiešajte sklenenou tyčinkou a počkajte, kým sa meď usadí na dne kadičky. Roztok nad meďou opatrne po tyčinke zlejte do umývadla (dávajte pozor, aby ste spolu s roztokom nevyliali aj časť získaného produktu). Dekantáciu zopakujte ešte dvakrát, vždy na premytie použijete približne 50 ml destilovanej vody.
7. Po poslednej dekantácii vylúčenú meď kvantitatívne preneste na hladký filter, ktorý máte pripravený vo filtračnej aparatúre. Filtrát zachytávajte do kadičky.
8. Filtračný papier so získanou látkou pomocou pinzety položte na hodinové sklíčko a nechajte sušiť voľne na vzduchu.
9. Po vysušení produkt odvážte, hmotnosť medi zapíšte do odpovedového hárku a uložte ju do určenej prachovnice.

Ruský chemik N. N. Beketov rozdelil kovy na základe skúmania ich reakcií s kyselinami a roztokmi solí rôznych kovov do dvoch základných skupín: na ušľachtilé a neušľachtilé. V závislosti od reaktivity zostavil z kovov rad: čím je kov v rade viac naľavo, tým je menej ušľachtilý takže ľahšie reaguje s roztokmi kyselín (napr. s HCl) a je schopný redukovať v roztokoch solí katióny kovov, ktoré sa v rade nachádzajú od neho napravo. Pri reakcii neušľachtilých kovov s kyselinami sa zvyčajne uvoľňuje vodík. Ušľachtilé kovy nereagujú s kyselinami, ktoré nemajú silné oxidačné účinky (napr. HCl alebo kyselina octová). Reagovať však môžu s kyselinami so silnými oxidačnými účinkami (napr. HNO₃ alebo koncentrovaný roztok H₂SO₄) pokiaľ sú dostatočne koncentrované, príp. pri vyššej teplote. Pri reakcii však nevzniká vodík, ale iné produkty.

Úloha 2: Reakcie vybraných kovov s roztokom HCl a HNO₃ (3 b)

Pracovný postup

1. Tri skúmavky označte číslami 1 až 3. Do každej napipetujte 2 ml roztoku HCl. Do prvej skúmavky vložte kúsok Zn, do druhej skúmavky kúsok Mg, do tretej skúmavky kúsok Cu. Svoje pozorovanie si zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku. Potom skúmavku s Cu ponorte do kadičky s horúcou vodou a pozorujte. Kvapaliny zo skúmaviek opatrne vylejte do umývadla, nezreagované kovy opláchnite vodou z vodovodu a použite ich na ďalší pokus. Skúmavky umyte.
2. Do troch označených skúmaviek napipetujte po 3 ml roztoku HNO₃. Do prvej skúmavky vložte kúsok Zn a do druhej kúsok Mg. Do tretej skúmavky vložte kúsok Cu (tento pokus realizujte v digestore!). Kovy v skúmavkách nechajte chvíľu reagovať, svoje pozorovanie si zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku. Potom skúmavku s Cu ponorte do kadičky s horúcou vodou a pozorujte. Kvapaliny zo skúmaviek opatrne vylejte do umývadla, nezreagované kovy opláchnite vodou z vodovodu a odložte na určené miesto. Skúmavky umyte.

Úloha 3: Reakcia Cu s roztokom Zn(NO₃)₂ a AgNO₃ (2 b)

Pracovný postup

Po jednom kúsku Cu vložte do dvoch skúmaviek. V odpovedovom hárku si poznačte aký bol ich vzhľad. Do prvej skúmavky nalejte približne 2 ml roztoku Zn(NO₃)₂, do druhej 2 ml roztoku AgNO₃. Nechajte kovy v skúmavkách 3 – 5 min reagovať. Svoje pozorovanie zaznačte do odpovedového hárku. Kvapaliny zo skúmaviek opatrne vylejte do umývadla,

nezreagované kovy opláchnite vodou z vodovodu a odložte na určené miesto. Skúmavky umyte.

Úloha 4 (16 b)

Do odpovedového hárka doplňte požadované údaje.

Pomôcky pre jedného žiaka:

váhy, hodinové sklíčko (1 ks), odparovacia miska (1 ks), sklená tyčinka (1 ks), malá kadička (100 cm³, 2 ks), striekačka s destilovanou vodou (1 ks), veľká kadička (napr. 250 cm³, 1 ks), pipeta (1 ks, 5 cm³), nástavec na pipetu príp. balónik (1 ks), odmerný valec (1 ks, 50 cm³), trojnožka (1 ks), sieťka (1 ks), plynový kahan, zápalky (zapaľovač) (alebo varič), laboratórny stojan (1 ks), filtračný kruh (1 ks), filtračný lievik (1 ks) a filtračný papier (2 ks), skúmavky (3 ks), stojan na skúmavky, kadička s horúcou vodou, fixka na označovanie.

Chemikálie pre jedného žiaka:

5,0 g CuSO₄·5H₂O, približne 1,5 g Fe klinčekov (pred pokusom je vhodné klinčeky na niekoľko minút ponoriť do 10 % roztoku NaOH aby sa odmastili a lepšie reagovali),
kovy na skúmavkové pokusy: Mg, Zn, Cu (v rôznej forme: drôtik, granulka alebo pliešok, pred reakciou by mali byť zbavené ochrannej vrstvičky),
vodné roztoky (max. po 20 ml): HCl (w = 0,1), HNO₃ (w = 0,1), H₂SO₄ (w = 0,1), AgNO₃ (w = 0,01), Zn(NO₃)₂ (w = 0,01).

Poznámky k realizácii:

Na prípravu medi je vhodné použiť nadbytok klinčov.

Na skúmavkovú reakciu medi s roztokom AgNO₃ je vhodný pliešok – zmeny počas reakcie sú na ňom lepšie pozorovateľné.

Použitá literatúra:

1. Vicenová, H., Ganajová, M.: *Chémia pre 7. ročník základných škôl a 2. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2017. ISBN 978-890-8091-427-1
2. Vicenová, H.: *Chémia pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2018. ISBN 978-80-8091-489-9

3. Vicenová, H., Ganajová, M.: *Chémia pre 9. ročník základných škôl a 4. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2012. ISBN 978-80-8091-267-3
4. Greb, E., Kemper, A., Quinzler, G.: *Chémia pre základné školy*. 1. vyd. Bratislava: SPN, 1995. ISBN 80-08-02291-4
5. Vicenová, H.: *Cvičebnica – chémia pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2017. ISBN 978-80-8091-435-6
6. Vicenová, H.: *Cvičebnica – chémia pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2018. ISBN 978-80-8091-504-9
7. Vicenová, H.: *Cvičebnica – chémia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2012. ISBN 978-80-8091-256-7

Autori: RNDr. Helena Vicenová (vedúca autorského kolektívu),

RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Recenzenti: PaedDr. Pavol Bernáth, Ing. Mária Filová

Redakčná úprava: RNDr. Helena Vicenová

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018