

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória D

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 56. ročník – šk. rok 2019/20

Domáce kolo

Jela Nociarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Milí žiaci, v úlohách chemickej olympiády sa v tomto ročníku stretieme s tromi tematickými okruhmi:

1. Testujeme základy chémie

Pozrieme sa na časticové zloženie látok, určovanie typov chemických väzieb – aj na základe rozdielu elektronegativít, periodickú sústavu prvkov, chemické reakcie, ich priebeh a zápis chemickými rovnicami (aj v iónovom tvare). Špeciálne sa budeme venovať neutralizačným a redoxným reakciám, ktoré budeme zapisovať aj pomocou čiastkových rovníc reakcií oxidácie a redukcie. Pri riešení úloh budeme potrebovať znalosti z názvoslovia anorganických látok (oxidov, hydroxidov, kyselín a solí – aj hydrogensolí a hydrátov solí).

2. Skúmame chemické látky a ich zlúčeniny

Budeme sa venovať vlastnostiam a chemickým reakciám zinku a jeho zlúčenín. Pri riešení niektorých úloh využijeme poznatky o ušľachtilých a neušľachtilých kovoch a o ich reaktivite s vodou a zriedenými kyselinami. Stretieme sa aj s reakciami, ktoré prebiehajú pri prechode elektrického prúdu roztokom alebo taveninou látky – teda s elektrolýzou.

3. Spoznávame chémiu vďaka chemickým výpočtom

Chemické výpočty robíme v živote často, aj keď si to ani neuvedomujeme – riedime hnojivo pre rastliny, pripravujeme postrek proti škodcom z koncentrovanej účinnej látky, či pečieme zákusky z dvojnásobnej dávky surovín, lebo očakávame väčšiu návštevu. Chemikom umožňujú chemické výpočty napríklad zistiť obsah škodlivých látok v pitnej vode, či v medicíne určiť množstvo liečiva presne podľa

hmotnosti pacienta. 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. Pri výpočtoch budeme používať aj prepočty prostredníctvom hustoty. Je dôležité pripomenúť si aj látkové množstvo a molárnu hmotnosť.

Úlohy všetkých kôl (domáceho, školského, okresného a krajského) sú spoločné pre žiakov základných škôl aj príslušných ročníkov osemročných gymnázií. Pri riešení úloh domáceho kola môžete využívať periodickú sústavu prvkov a akúkoľvek dostupnú literatúru (učebnice, encyklopédie, internet...). V ďalších kolách môžete používať kalkulačku, nie však periodickú tabuľku prvkov ani žiadne ďalšie pomôcky. V prípade akýchkoľvek otázok sa môžete obrátiť na autorky úloh: jela.nociarova@gmail.com, jana.chrappova@uniba.sk.

Prajeme vám veľa dobrých nápadov pri riešení úloh!

Autorky

Odporúčaná 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

Doplnková literatúra:

1. Adamkovič, E., Šimeková, J.: *Chémia pre 9. ročník základných škôl*. 6. vyd. Bratislava: SPN, 2001. ISBN 80-08-03094-1. str. 40 - 66
2. Greb, E., Kemper, A., Quinzler, G.: *Chémia pre základné školy*. 1. vyd. Bratislava: SPN, 1995. ISBN 80-08-02291-4. str. 91, 103
3. Prokša, M., Tatierysky J., Drozdíková A.: *Anorganická chémia*. 1. vyd. Bratislava: SPN, 2009. ISBN 978-80-10-01651-8 str. 87 - 89

Letná škola mladých chemikov



Baví ťa chémia?

Chceš zažiť niečo viac ako chémiu v školskom laboratóriu?

Chceš spoznať podobne „šialených“ kamarátov?

Šikovní mladí chemici môžu v lete zažiť týždeň v Banskej Štiavnici, kde ich čakajú prednášky z každého kúta chémie, pokusy, pri ktorých si vyskúšajú prácu skutočného chemika a nebudú chýbať ani výlety a bohatý program plný dobrodružstva.

Pozvánku na letnú školu mladých chemikov dostanú najúspešnejší riešitelia krajských kôl kategórie D. Viac informácií na www.lsmch.sav.sk.

Úspešní riešitelia okresného alebo krajského kola chemickej olympiády sa môžu zapojiť aj do Olympiády mladých vedcov (International Young Science Olympiad, IJSO). 17. ročník tejto súťaže sa bude konať v decembri 2020 v nemeckom Frankfurte. Viac informácií získate na stránke www.ijso.sk.

Informácie o ďalších chemických súťažiach, kluboch chemikov a iných chemických podujatiach nájdete aj na www.chemickaolympiada.sk.

Úloha 1 Chémia zinku (19 b)

Zinok je relatívne mäkký ľahko tavitelný kov, ktorý sa už od stredoveku používa ako súčasť rôznych zliatin (napr. mosadz – zliatina zinku a). V prírode sa vyskytuje len v zlúčeninách: ako minerál sfalerit (ZnS – chemický názov:), smithsonit (ZnCO_3 – chemický názov:), zinkit (ZnO - chemický názov:..... , triviálny názov:) a goslarit ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - chemický názov:..... , triviálny názov:). Z nich je najhojnejšie zastúpený sfalerit, z ktorého sa zinok získava reakciou s kyslíkom a následnou redukciou oxidu zinočnatého uhlíkom pri vysokej teplote. Kovový zinok sa na vzduchu pokrýva vrstvičkou oxidu, ktorá ho chráni pred koróziou spôsobenou kyslíkom a vzdušnou vlhkosťou. Tento dej nazývame Vďaka tomu sa nanosenie tenkej vrstvičky zinku používa ako ochrana železných predmetov pred hrdzavením – tejto povrchovej úprave hovoríme

Zinok (ktorý sa v periodickej sústave prvkov nachádza v skupine a perióde) má v zlúčeninách najčastejšie oxidačné číslo Typické sfarbenie zlúčenín zinku je , na rozdiel od zlúčenín medi s rovnakým oxidačným číslom, ktoré sú najčastejšie Zlúčeniny zinku sú väčšinou dobre rozpustné vo vode, s výnimkou oxidu, hydroxidu, uhličitanu, kremičitanu a sulfidu.

Zinok je veľmi dôležitý pre zdravie človeka, keďže je súčasťou niektorých enzýmov. Napriek tomu sa v tele dospelého človeka nachádzajú približne len 2 g tohto biogénneho prvku.

- Doplňte chýbajúce informácie do textu o zinku a jeho zlúčeninách v odpovedovom hárku.
- Napište vzorce vo vode nerozpustných zlúčenín zinku spomínaných v texte.
- Na základe informácií uvedených v texte vypočítajte hmotnostný zlomok zinku v tele dospelého človeka (počítajte s jeho hmotnosťou 80 kg).

Úloha 2 Chemik Samo skúma anorganické látky (12 b)

Chemik Samo a jeho spolužiaci majú na chemickom krúžku k dispozícii nasledovné chemikálie: hydroxid draselný, 5 % roztok kyseliny chlorovodíkovej, 5 % roztok kyseliny sírovej, uhličitan sodný, síran meďnatý, zinok, vápnik, zlato a destilovanú vodu.

Napište vzorce čo najviac chemických látok (aspoň 8), ktoré môžu pripraviť ich vzájomnými reakciami. Ku každej chemickej látke napíšte rovnicu chemickej reakcie jej prípravy a vyznačte, či daná reakcia je alebo nie je redoxná/neutralizačná.

	Vzorec chemickej látky	Chemická rovnica prípravy látky	Redoxná reakcia?	Neutralizačná reakcia?
1.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
2.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
3.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
4.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
5.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
6.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
7.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
8.			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE
			ÁNO/NIE	ÁNO/NIE

Poznámka: produkt ktorejkoľvek uvedenej reakcie môžete použiť ako reaktant v inej chemickej reakcii.

Úloha 3 O chloride sodnom (29 b)

Chlorid sodný je nielen dôležitou zložkou ľudskej potravy, ale aj významnou surovinou chemického priemyslu.

- Elektrolýzou taveniny chloridu sodného sa vyrába zelenožltá nebezpečná plynná látka A a mäkký, veľmi reaktívny kov B.

- Plyn A sa dá dokázať pridaním roztoku jodidu draselného – vznikne červenohnedé zafarbenie od uvoľneného halogénu.
- Kov B prudko reaguje s vodou, pričom vzniká zlúčenina C a uvoľňuje sa horľavý plyn D. Hodnota pH reakčnej zmesi po reakcii kovu B s vodou bola 12.

- Vysvetlite, čo je to tavenina.
- Napište vzorce a názvy častíc, ktoré sa nachádzajú v tavenine chloridu sodného.
- Vedie tavenina NaCl elektrický prúd? Zdôvodnite.
- Napište chemické rovnice reakcií, ktoré prebiehajú na elektródach za vzniku plynnej látky A a kovu B a označte, ktoré rovnica predstavuje oxidáciu a ktorá redukciu.
- Napište sumárnu chemickú rovnicu elektrolýzy taveniny chloridu sodného.
- Uveďte typ chemickej väzby, ktorá sa nachádza v uvedených látkach:
 - Chlorid sodný:
 - Molekula plynu A:
- Napište rovnicu reakcie plynu A s jodidom draselným.
- Napište rovnicu reakcie kovu B s vodou za vzniku látok C a D.
- Aké sfarbenie bude mať reakčná zmes po reakcii kovu B s vodou, ak k nej pridáme roztok fenolftaleínu?

Chemik Samo pripravil 100 cm^3 vodného roztoku chloridu sodného s hodnotou $w(\text{NaCl}) = 0,120$. V tabuľkách našiel, že hustota tohto roztoku je $1,086 \text{ g/cm}^3$.

- Vypočítajte hmotnosť NaCl potrebnú na prípravu tohto roztoku. Výsledok uveďte v gramoch.
- Vypočítajte látkovú koncentráciu NaCl v pripravenom roztoku. Výsledok uveďte v jednotke mol/dm^3 .
- Napište, či uvedené látky vedú, resp. nevedú elektrický prúd: tuhý chlorid sodný, vodný roztok NaCl. Svoju odpoveď zdôvodnite.
- Pri elektrolýze vodného roztoku NaCl vznikajú už spomínané plyny A a D a zlúčenina C. Napište rovnicu príslušnej chemickej reakcie.

$M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$, $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 56. ročník – šk. rok 2019/20

Domáce kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Realizácia úloh praktickej časti nie je časovo obmedzená, potrebné je uskutočniť ich do termínu školského kola.

Na úspešné zvládnutie úloh je potrebné ovládať základné laboratórne postupy a techniky: váženie, meranie objemu odmerným valcom a pomocou pipety, priame zahrievanie (nad plynovým kahanom, príp. na variči), príprava roztokov s požadovaným zložením, dekantácia, zostavenie aparatury na filtráciu a jednoduchá filtrácia cez hladký a skladaný filtračný papier, zisťovanie pH s univerzálnym pH papierikom a úprava pH na požadovanú hodnotu, 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, koncentrácia látkového množstva) a opísať pozorované chemické deje pomocou chemických rovníc.

Základná študijná literatúra je uvedená v zadaní teoretických úloh.

Pri realizácii laboratórnych úloh používajte potrebné ochranné pracovné pomôcky.

V tomto ročníku chemickej olympiády budú praktické úlohy zamerané na zinok a jeho zlúčeniny (oxid, hydroxid, uhličitan, síran, dusičnan a chlorid): ich prípravu a vlastnosti, najmä rozpustnosť vo vode a reakcie s roztokmi kyselín. Súťažiaci by mali poznať základné princípy acidobázických, redoxných a vylučovacích reakcií.

Oxid zinočnatý je biely vo vode nerozpustný prášok, ktorý našiel uplatnenie ako biela, netoxická maliarska farba s výbornou odolnosťou voči slnečnému žiareniu. Pre svoje protizápalové účinky sa pridáva do rôznych liečivých zásypov a púdrov. V lekárňach sa predáva napr. ako súčasť suspenzie tekutého púdro, ktorý sa nanáša na kožu a má vysušujúci, protisvrbivý a dezinfekčný účinok.

Okrem oxidu zinočnatého sa v tekutom púdre nachádzajú aj ďalšie látky, napriek tomu ho môžeme použiť ako východiskovú látku pre prípravu zinočnatých zlúčenín. Po oddelení zložiek púdro, ktoré sú rozpustné v etanole, môžeme z oxidu zinočnatého po reakcii s roztokmi kyselín pripraviť vodný roztok soli príslušnej kyseliny. Ten môžeme pomocou filtrácie oddeliť od tých zvyšných zložiek tekutého púdro, ktoré sa v roztokoch kyselín nerozpustia.

Úloha 1: Príprava uhličitanu zinočnatého z detského tekutého púdro (16 b)

Pracovný postup

1. Do kadičky odvážte približne 5 g suspenzie tekutého púdro. K suspenzii pridajte pomocou odmerného valca 30 cm³ etanolu a zmes dôkladne premiešajte sklenenou tyčinkou (tak, aby zmes neobsahovala hrudky).
2. Pripravený štvorec filtračného papiera poskladajte a upravte tak, aby ste získali hladký filter. Zostavte aparatúru na jednoduchú filtráciu cez hladký filter.
3. Zmes odfiltrujte, filtrát zachytávajte do kadičky. Po ukončení filtrácie filtračný papier so zmesou opatrne pomocou pinzety preneste na hodinové sklíčko a papier rozprestrite. Zmes nechajte vyschnúť. (Voľne na vzduchu sa zmes vysuší do 24 hodín, sušenie urýchlite ak zmes na papieri necháte stáť na teplom mieste).
4. Pomocou špachtle zoškrabte vysušenú zmes z filtračného papiera do kadičky. K zmesi pridajte 20 cm³ roztoku kyseliny sírovej a dôkladne ju premiešajte sklenenou tyčinkou.
5. Pripravte si skladaný filtračný papier a zmes prefiltrujte. Filtrát zachytávajte do odmerného valca. Po ukončení filtrácie filtrát v odmernom valci doplňte destilovanou vodou na objem 30 cm³. Filtrát prelejte do väčšej kadičky.

6. Odlejte z filtrátu do suchej čistej skúmavky asi 2 cm³. Do skúmavky pridajte najprv 2 cm³ roztoku vápenatej soli a následne asi 1 cm³ etanolu. Obsah skúmavky opatrne premiešajte. Keďže roztok obsahuje anióny SO₄²⁻, v prítomnosti vápenatej soli začne po prídavku etanolu vznikať biela zrazenina.
7. Na malom hodinovom sklíčku odvážite 1,7 g sódy bikarbóny. Návažok preneste do malej čistej kadičky a rozpustíte v 30 cm³ destilovanej vody. Rozpúšťanie urýchlíte miešaním sklenenou tyčinkou.
8. Pripravený roztok sódy bikarbóny po malých dávkach prilejte k filtrátu v kadičke. Po každom prídavku zmes premiešajte sklenenou tyčinkou. Reakciu sprevádza tiež uvoľňovanie bubliniek plynu, ktoré vznikajú v dôsledku reakcie sódy bikarbóny s roztokom síranu zinočnatého a nezreagovanou kyselinou sírovou prítomnou v reakčnej zmesi.
9. Kadičku s vyvráždaným uhličitanom zinočnatým umiestnite na porcelánovú sieťku, príp. na varič, sklenú tyčinku nechajte vloženú v kadičke. Zmes v kadičke za stáleho miešania zahrejte takmer do varu (dávajte si pozor, aby ste sa nepopálili).
10. Ukončíte zahrievanie a počkajte, kým sa nerozpustný uhličitan zinočnatý neusadí na dne kadičky.
11. Zrazeninu prečistíte dekantáciou: roztok nad zrazeninou opatrne po tyčinke zlejte do umývadla (dávajte pozor, aby ste spolu s roztokom nevyliali aj časť zrazeniny). Potom do kadičky so zrazeninou prilejte 100 cm³ destilovanej vody (objem merajte odmerným valcom). Zmes premiešajte sklenenou tyčinkou, zrazeninu nechajte usadiť na dne kadičky a celú dekantáciu ešte raz zopakujte.
12. Pri poslednej dekantácii prelejte časť z roztoku nad zrazeninou do skúmavky a uskutočnite skúšku na prítomnosť aniónov SO₄²⁻. Dekantáciu opakujte dovtedy, kým skúška na prítomnosť aniónov SO₄²⁻ nebude negatívna.
13. Prečistený uhličitan zinočnatý odfiltrujte pomocou jednoduchej filtrácie cez hladký filter. Filtrát zachytávajte do kadičky. Po skončení filtrácie filtračný papier s produktom preneste na hodinové sklíčko, rozprestrite ho pomocou pinzety a nechajte voľne vyschnúť.

Úloha 2: Zisťovanie vlastností vybraných látok (4 b)

Dôležitou vlastnosťou látok je ich rozpustnosť vo vode. V prípade, že látky tvoria vodné roztoky, ďalšou vlastnosťou, ktorú je možné zistiť je kyslosť, príp. zásaditosť vzniknutých roztokov. Pri tomto zisťovaní môžeme využiť univerzálne pH papieriky. Ďalšou z možností ako odlíšiť od seba chemické látky je ich rôzna schopnosť reagovať napr. s roztokmi kyselín, prípadne odlišnosť priebehu reakcie.

Pracovný postup

1. Pripravených 5 skúmaviek označte číslami 1 až 5. Do prvej skúmavky nasypete asi 0,3 g ZnCO_3 , do druhej skúmavky rovnaké množstvo ZnO , do tretej K_2CO_3 , do štvrtej NaCl a do piatej ZnSO_4 .
2. Do každej skúmavky pridajte pomocou pipety 5 cm^3 destilovanej vody, skúmavku uzavrite zátkou a poriadne pretrepte. Skúmavku otvorte a pozorované zmeny zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku.
3. Na hodinové sklíčko položte niekoľko kúskov pH papierika. Pomocou sklenej tyčinky preneste na pH papieriky po 1 kvapke zo skúmaviek, v ktorých v bode 2 vznikli vodné roztoky a porovnajte ich sfarbenie s pH stupnicou. Výsledky zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku.
4. Do všetkých skúmaviek pridajte pomocou pipety 1 cm^3 roztoku kyseliny sírovej, obsah skúmaviek premiešajte pretrepaním. Pozorované zmeny zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku.
5. Do každej skúmavky, v ktorej je skúmaná látka rozpustná vo vode, pridajte pomocou kvapkadla 4 – 5 kvapiek roztoku dusičnanu strieborného. Obsah skúmaviek premiešajte a svoje pozorovanie zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku.

Úloha 3 (20 b)

Do odpovedového hárka doplňte požadované údaje.

Pomôcky pre jedného žiaka:

- váhy, hodinové sklíčko (1 ks), sklená tyčinka (1 ks), kadičky (1 ks s objemom napr. 100 cm³ a 1 ks s objemom napr. 250 cm³), striekačka s destilovanou vodou (1 ks), pipeta (1 ks, 5 cm³), nástavec na pipetu príp. balónik (1 ks), odmerný valec (1 ks, 100 cm³), pomôcky na zahrievanie: 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 štvorce filtračného papiera (2 ks), skúmavky (5 ks), stojan na skúmavky, fixka na označovanie, ochranné rukavice na prácu s horúcimi predmetmi.

Chemikálie pre jedného žiaka:

- ♦ Syntéza častí: 5,0 g suspenzie tekutého prášku, 1,7 g sódy bikarbóny, vodný roztok H₂SO₄ ($c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; 20 cm³), CaCl₂ (nasýtený roztok, 5 cm³)
- ♦ Skúmovkové pokusy (max. po 0,3 g, stačí na špičku lyžičky): ZnCO₃ (použiť pripravený produkt), ZnO (použiť možno aj vysušenú zmes z bodu 3 zo syntézneho postupu), K₂CO₃, NaCl a ZnSO₄ (môže byť aj heptahydrát), vodný roztok AgNO₃ ($w = 0,01$; 5 cm³), vodný roztok H₂SO₄ ($c = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; 5 cm³)
- ♦ Na obe časti spolu: etanol (96 %; 40 cm³), destilovaná voda (300 cm³)

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

Mgr. Jela Nociarová

Recenzenti: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ing. Miroslava Jurčová

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019