

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

53. ročník, školský rok 2016/2017

Kategória D

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 53. ročník – šk. rok 2016/17

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 periodickej tabuľke prvkov, chemickým reakciám i rovniciam, kyslosti a zásaditosti, názvosloviu oxidov, hydroxidov, kyselín a ich solí (aj hydrogensolí a hydrátov solí).

2. Skúmame chemické prvky a ich zlúčeniny

Budeme sa venovať uhlíku, kremíku, germániu, cínu, olovu a ich zlúčeninám, skúmať ich zloženie, výskyt, význam, vlastnosti a chemické reakcie.

3. Bez výpočtov to nejde

Veľmi častými príkladmi v chémii sú výpočty, ktoré súvisia s roztokmi. Budeme počítvať 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.

Použitá literatúra:

1. Romanová, D., Adamkovič, E., Vicenová, H., Zvončeková, V.: *Chémia pre 6. ročník základných škôl a 1. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2009. ISBN 978-80-8091-181-2
2. Vicenová, H., Zvončeková, V., Adamkovič, E., Romanová, D.: *Chémia pre 7. ročník základných škôl a 2. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2010. ISBN 978-80-8091-218-5
3. Vicenová, H.: *Chémia pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2011. ISBN 978-80-8091-218-5
4. 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
5. Vicenová, H.: *Cvičebnica – chémia pre 6. a 7. ročník základnej školy, 1. a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2011. ISBN 978-80-8091-237-6
6. Vicenová, H.: *Cvičebnica – chémia pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2011. ISBN 978-80-8091-254-3
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
8. Reguli, J., Linkešová, M., Slanicay, J.: *Pôvod názvov chemických prvkov*. 1. vyd. Bratislava: FCHPT STU, 2001
9. Melicherčík, M., Melicherčíková, D.: *Vplyv prostredia a účinky látok na ľudský organizmus*. 1. vyd. Banská Bystrica: FPV UMB, 2010. ISBN 978-80-5570-005-2

Úloha 1 (18 b)

V dávnych dobách poznalo ľudstvo sedem kovov, sedem nebeských telies a týždeň bol rozdelený na sedem dní. V stredoveku boli planéty a kovy tak úzko spájané, že niesli podobné mená a pridelovali sa im podobné symboly. Antimón v 16. storočí dokonca nechceli uznať za samostatný prvok, lebo preň chýbala príslušná planéta. V stredoveku, keď sa alchymisti snažili premeniť rôzne kovy na zlato, držali svoje postupy v tajnosti. Túto tajomnosť zvyšovali i niektoré pomenovania látok ako napr. „Saturnov cukor“ alebo „Jupiterov vitriol“. Tento typ názvoslovia pretrval do konca 18. storočia. Súčasnú podobu značiek odvodených od latinských názvov zaviedol v roku 1811 jeden významný chemik.

- Vyhľadajte v literatúre alebo na internete názvy siedmich starobyľných kovov.
- Nakreslite alchymistické symboly dvoch kovov zo IV. A skupiny.
- V minulosti sa pod „saturnizmom“ rozumela otrava jedným prvkom. Zistite, ktorým.
- Uvedte chemické názvy a vzorce látok „Saturnov cukor“ a „Jupiterov vitriol“.
- Napište meno a priezvisko alchymistu, ktorému sa podľa legendy podarilo objaviť kameň mudrcov.
- Napište meno a priezvisko chemika, ktorý zaviedol značky prvkov v podobe, v akej sa používajú dodnes.

Úloha 2 (30 b)

V nasledujúcom texte sú uvedené informácie o uhlíku, kremíku, germániu, cíne, olove a ich zlúčeninách. Budeme sa im venovať aj v ďalších kolách chemickej olympiády. Pozorne si text prečítajte a vyriešte úlohy.

Uhlík sa v prírode vyskytuje väčšinou v zlúčeninách. V súčasnosti poznáme viac ako 35 miliónov organických zlúčenín, ktoré obsahujú atómy uhlíka. Uhlík sa na základe svojho výskytu v horninách zemskej kôry nedostal do prvej desiatky (17. miesto), avšak v ľudskom organizme obsadil 2. miesto svojím 18 % zastúpením.

Zdrojom uhlíka pre živú prírodu je zlúčenina **A**, ktorú rastlinné organizmy v priebehu chemickej reakcie (reakcia **1**) menia na rôzne organické zlúčeniny. Zlúčenina **A** sa dobre rozpúšťa vo vode, čo sa využíva pri výrobe šumivých nápojov. Sýtené vody by však nemali tvoriť základ pitného režimu – najideálnejšia je pramenistá pitná voda. Pri rozpúšťaní reaguje s vodou len menej ako 1 % zlúčeniny

A za vzniku slabšej kyseliny **B** (reakcia **2**). Kyselina sa zahriatím rozkladá (reakcia **3**). Kyselina tvorí dva druhy solí: **E** a **F**.

V prírode sa uvoľňuje do ovzdušia aj plynná zlúčenina **C**, ktorá vzniká napríklad neúplnou oxidáciou metánu, pri požiaroch, vulkanickej činnosti.

Kremík je po kyslíku druhý najrozšírenejší prvok v zemskej kôre (27,2 %). Vyskytuje sa iba v zlúčenom stave, až 90 % kremíka je vo forme kremičitanov. Človek ho využíval už dávno. Už pred 500 000 rokmi v paleolite boli z pazúrka vyrábané jednoduché nástroje a hroty šípov. Egypťania, Asýrčania a Feničania používali zlúčeninu kremíka **D** na výrobu skla. Popol všetkých orgánov a telových tekutín vyšších živočíchov obsahuje vždy kremičitany. V tele dospelého človeka je asi 1,4 g kremíka viazaného vo forme oxidu kremíka s oxidačným číslom **G**.

Kremík priaznivo ovplyvňuje rast zdravých a krásnych vlasov, nechťov a pokožky. Blahodarne pôsobí na celkový stav organizmu. Priaznivý vplyv má aj na kvalitu zubov.

Germánium objavil chemik **H** a pomenoval ho po svojej vlasti. Existenciu tohto prvku predpovedal tvorca PTP **I**, a nazval ho **J**. Germánium sa v zemskej kôre vyskytuje len veľmi zriedkavo.

Cín je známy už od staroveku, ako súčasť zliatiny **K**. Je kujný, dá sa valcovať na tenké fólie, má nízku teplotu topenia a je odolný proti korózii. Používa sa na výrobu zliatin, v potravinárstve pri dlhodobom uchovávaní potravín (pocínovanie konzerv, fólie) a na výrobu umeleckých predmetov.

Olovo je na Zemi najrozšírenejší ťažký prvok. Olovené predmety boli nájdené pri vykopávkach v starej Tróji. Poznali a využívali ho v staroveku Egypťania, Gréci i Rimanovia. Aj pre alchymistov bolo olovo zaujímavé. Rukopisy zo starej Číny popisujú príznaky akútnej otravy po požití „elixíru nesmrteľnosti“, ktorého súčasťou bolo olovo. Na nepriaznivé pôsobenie olova upozornil už Hippokrates (460 – 370 pred n. l.). Poukázal na súvislosť medzi pitím vína obsahujúceho olovo, ktoré sa uchovávalo v olovených nádobách a bolestivým kĺbovým ochorením, dnou. Olovo sa do organizmu dostáva predovšetkým tráviacou a dýchacou sústavou. Používa sa na ochranu pred rádioaktívnym žiarením, do olovených akumulátorov (napríklad v automobiloch) a ako ochranný plášť káblov. V prírode sa najčastejšie vyskytuje ako minerál **L**.

a) Doplňte tabuľku:

	Uhlík	Kremík	Germánium	Cín	Olovo
Značka prvku					
Latinský názov					
Protónové číslo					
Počet elektrónových vrstiev v atóme					
Počet elektrónov v poslednej vrstve					

- b) Napíšte chemické názvy a vzorce látok **A, B, C, D**.
- c) Napíšte chemické rovnice reakcií **1, 2, 3**. Pri chemickej reakcii **1** zapísanej rovnicou uveďte dve podmienky, ktoré sú nevyhnutné pre jej priebeh.
- d) Čo je cínový mor?
- e) Doplňte správne znenie za písmená **E, F, G, H, I, J, K**.
- f) Napíšte mineralogický a chemický názov látky **L**.
- g) Prečo nie je vhodné používať na rozvod vody olovené potrubia?

Úloha 3 (12 b)

Oxid uhličitý a hydrogenuhličitan sodný sú stálou zložkou krvi a podieľajú sa na udržiavaní acidobázickej rovnováhy. pH krvnej plazmy u zdravého človeka je udržiavané vo veľmi úzkom rozmedzí 7,36 – 7,44. Tejto hodnote zodpovedá pomer látkových množstiev hydrogenuhličitanu sodného a oxidu uhličitého 20 : 1. Porušenie tejto rovnováhy sa prejaví ako choroba – alkalóza alebo acidóza.

Vyriešte úlohy:

- a) Napíšte vzorec hydrogenuhličitanu sodného.
- b) Ako sa nazývajú prírodné minerálne vody s vysokým obsahom oxidu uhličitého?
- c) Prečo nie je dlhodobé pitie bublinkových nápojov prospešné pre naše zdravie?
- d) Vypočítajte hmotnosť hydrogenuhličitanu sodného v krvi človeka, ak je jeho koncentrácia $0,0240 \text{ mol/dm}^3$. V cievach človeka prúdi približne $5,00 \text{ dm}^3$ krvi.

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 53. ročník – šk. rok 2016/17

Domáce kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Všetky úlohy praktickej časti sa môžu realizovať v neobmedzenom čase, podľa podmienok školy, do termínu školského kola.

Na úlohách si možno precvičiť základné laboratórne postupy a techniky, ktoré budete potrebovať vo vyšších kolách. Sú to: váženie, meranie objemu odmerným valcom a pipetou, zahrievanie, príprava roztokov s požadovaným zložením, zostavenie aparatury na filtráciu, jednoduchá filtrácia, oboznámenie sa s jednoduchou aparaturou na prípravu plynnej látky a spôsobom zavádzania plynnej látky do reakčného roztoku.

Nutným predpokladom úspešného zvládnutia praktickej časti je vedieť správne pomenovať a používať laboratórne pomôcky (ktoré sa budú používať v domácom kole), opísať používané laboratórne postupy a zaznamenať výsledky pozorovania. Potrebne je tiež poznať názvoslovie solí, hydrogensolí, názvoslovie ich hydrátov (mono- až deka-), základné chemické výpočty (látkové množstvo, hmotnostný zlomok, koncentrácia látkového množstva).

Aby sa zabezpečila dobrá príprava a potrebné zručnosti pre vyššie kolá súťaže, je potrebné si preštudovať informácie o uhličitanoch a hydrogenuhličitanoch alkalických kovov a prvkov 2. skupiny PSP (zamerať sa na ich vlastnosti ako sú sfarbenie, rozpustnosť vo vode, acidobázické vlastnosti ich roztokov, triviálne názvy, výskyt v prírode a oblasti využitia). Zároveň je potrebné poznať všeobecné princípy zrážacích reakcií a acidobázických reakcií. Základná študijná literatúra je uvedená v zadaní teoretických úloh.

Úloha 1: Rozdeľte zmes MgCO_3 + salajka a vyjadrite jej zloženie pomocou hmotnostných zlomkov jednotlivých zložiek (6 b)

Aby sme mohli rozdeliť zmes, musíme poznať vlastnosti jej jednotlivých zložiek. MgCO_3 je biela, vo vode čiastočne rozpustná soľ. V tuhom stave je stála voči vysokej teplote. Salajka je obchodný názov pre NH_4HCO_3 . Je dobre rozpustná vo vode, ale tepelne veľmi nestála. Zahrievaním (už pri 60°C) sa začne meniť na $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Ďalším zahrievaním sa z nej uvoľňuje amoniak a CO_2 , preto sa používa na kyprenie cesta (napr. perníka):



Pracovný postup

1. Nasypete 4,00 g zmesi do vopred odváženej odparovacej misky. Zmes poriadne premiešajte tyčinkou a pokúste sa ju rozložiť na čo najväčšiu plochu misky.
2. Misku so zmesou položte na sieťku a začnite opatrne zahrievať. Zmes občas opatrne premiešajte tyčinkou.
3. Po desiatich minútach zahrievanie ukončíte a nechajte misku so zmesou vychladnúť.
4. Misku odvážte.

Úloha 2 Zisťovanie vlastností vybraných látok (4 b)

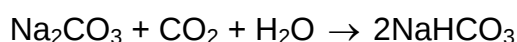
Voda je v chémii najbežnejším rozpúšťadlom, preto dôležitou vlastnosťou látok je ich rozpustnosť vo vode. V prípade, že je látka rozpustná, ďalšou dôležitou vlastnosťou je kyslosť, príp. zásaditosť vzniknutého roztoku, ktoré môžeme zisťovať pomocou univerzálnych pH papierikov. Acidobázické vlastnosti roztoku možno určiť aj pomocou výluhu z červenej kapusty, ktorý je v kyslom prostredí sfarbený do červena, v neutrálnom prostredí do fialova, v mierne zásaditom do modra, zásaditom do zelena a silne zásaditom až do žltá.

Pracovný postup

1. Pripravených 6 skúmaviek označte číslami 1 až 6. Do prvej skúmavky nasypete asi 0,5 g Na_2CO_3 , do druhej skúmavky rovnaké množstvo NaHCO_3 , do tretej K_2CO_3 , do štvrtej KHCO_3 , do piatej CaCO_3 a do šiestej NaCl .
2. Do každej skúmavky pridajte 10 cm^3 destilovanej vody, skúmavku uzavrite zátkou a poriadne pretrepte. Skúmavku otvorte a pozorované zmeny zapíšte do tabuľky v odpovedňovom hárku.
3. Na hodinové sklíčko položte 6 kúskov pH papierika. Pomocou sklenej tyčinky preneste na pH papieriky po kvapke z jednotlivých roztokov a porovnajte ich sfarbenie s pH stupnicou. Výsledky zapíšte do tabuľky v odpovedňovom hárku.
4. Do každej skúmavky pridajte pomocou pipety 1 cm^3 výluhu z červenej kapusty, obsah skúmaviek premiešajte pretrepaním. Pozorované zmeny sfarbenia výluhu zapíšte do tabuľky v odpovedňovom hárku.

Úloha 3 Príprava NaHCO_3 z Na_2CO_3 , príprava Na_2CO_3 z NaHCO_3 (10 b)

Hydrogenuhlíčan sodný získame zavádzaním CO_2 do vodného roztoku uhličitanu sodného, pričom prebieha reakcia:



NaHCO_3 , podobne ako iné hydrogenuhlíčitany, nie je tepelne stály. Zahrievaním vodného roztoku NaHCO_3 sa začne z roztoku uvoľňovať CO_2 a vznikne Na_2CO_3 , pričom prebieha reakcia:



Premenu uhličitanu na hydrogenuhlíčan (a opačne) sprevádza vždy aj zmena pH roztoku.

Pracovný postup

1. Odvážte 0,5 g Na_2CO_3 . Návažok preneste do malej kadičky, pridajte 20 cm^3 destilovanej vody a miešajte tyčinkou dovtedy, kým sa celé množstvo uhličitanu

nerozpustí. Kadičku označte číslom **1**. Rovnakým spôsobom pripravte roztok Na_2CO_3 aj do druhej malej kadičky, ktorú označíte číslom **2**.

2. Do oboch kadičiek pridajte malé množstvo výluhu červenej kapusty (asi 1 cm^3), roztoky premiešajte.
3. Do kadičky **1** ponorte rúrku s hadičkou, ktorá vedie z aparatury na vývoj CO_2 . Roztok Na_2CO_3 nechajte v kadičke prebublávať s CO_2 dovtedy, kým nebudete pozorovať farebnú zmenu. Na lepšie posúdenie, či je farebná zmena dostatočne výrazná použite porovnanie s kadičkou **2** (rýchlosť dosiahnutia farebnej zmeny výrazne závisí od intenzity a dĺžky zavádzania CO_2 , niekedy je potrebné CO_2 zavádzať aj 10 minút).
4. Roztok v kadičke **1** opatrne zahrejte a nechajte prejsť varom (asi 1 min.) Svoje pozorovanie zapíšte do odpovedového hárku.
5. Roztok v kadičke **2** opatrne zahrejte a nechajte prejsť varom (asi 1 min.) Svoje pozorovanie zapíšte do odpovedového hárku.

Úloha 4 (20 b)

Do odpovedového hárka doplňte požadované údaje.

Pomôcky pre jedného žiaka:

- odparovacia miska (1 ks), sklená tyčinka (1 ks), váhy
- skúmavky (6 ks), zátky na skúmavky (6 ks), odmerný valec (1 ks, 50 cm³), pH papieriky, hodinové sklíčko (1 ks), pipeta (1 ks, 5 cm³), sklená tyčinka (1 ks), striekačka s destilovanou vodou (1 ks), stojan na skúmavky
- kadička (2 ks: 100 cm³), sklená tyčinka (1 ks), hodinové sklíčko (1 ks), trojnožka (1 ks), sieťka (1 ks), plynový kahan alebo varič (1 ks), zápalky (zapaľovač), odmerný valec (1 ks, 50 cm³), striekačka s destilovanou vodou (1 ks), pipeta (1 ks, 5 cm³).

Chemikálie:

- príprava zmesi: 3,50 g MgCO₃ + 0,50 g salajky (NH₄HCO₃)
- Na₂CO₃, NaHCO₃, K₂CO₃, KHCO₃, CaCO₃, NaCl, výluh s červenej kapusty

Poznámky k realizácii:

- Pri úlohe 1 je vhodné použiť digestor, zmes v odparovacej miske je možné zahriať aj na variči. Salajku je možné zakúpiť v potravinách alebo v drogérii.
- Pri úlohe 3 zostavuje aparatúru na prípravu CO₂ učiteľ, žiaci sa len oboznámia s názvami laboratórnych pomôcok, ktoré tvoria aparatúru, a realizujú zavádzanie CO₂ pomocou hadičky do reakčného roztoku v kadičke.
- Aparatúra na prípravu CO₂:

Sú dve možnosti: CO₂ je možné pripravovať rozkladom uhličitanu príp. hydrogenuhličitanu s roztokom kyseliny, alebo je možné použiť suchý ľad.

Pri príprave CO₂ z uhličitanu je možné postupovať napr.: 30 g Na₂CO₃ dáte do frakčnej banky, uzavriete ju zátkou, v ktorej je vsunutý deliaci lievik. Gumenú hadičku jedným koncom zasuňte na bočný vývod frakčnej banky, na druhý koniec hadičky zasuňte sklenú rúrku. Namiesto rúrky môžete použiť pipetu. Do deliaceho lievika nalejte 300 cm³ roztoku H₂SO₄ (c = 3 mol·dm⁻³). Prikvapkávaním kyseliny do frakčnej banky sa začne z uhličitanu uvoľňovať CO₂.

Ďalší spôsob prípravy CO₂ je znázornený v: Vicenová, H.: *Chémia pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2011, str. 60, ISBN 978-80-8091-218-5.

V prípade, že máte možnosť si zaobstarat' suchý ľad, môžete zavádzať CO₂ aj tak, že peletky suchého ľadu (2 lyžičky) priamo vložíte do frakčnej banky, uzavriete ju a na bočný vývod nasadíte gumenú hadičku s rúrkou.

Návod na prípravu výluhu z červenej kapusty je v: Vicenová, H.: *Chémia pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2011., str. 63, ISBN 978-80-8091-218-5.

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

RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Recenzenti: PaedDr. Pavol Bernáth, Adam Palenčár

Redakčná úprava: RNDr. Helena Vicenová

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2016