SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

55. ročník, školský rok 2018/2019

Kategória C

Domáce kolo

PRAKTICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY PRAKTICKEJ ČASTI

Chemická olympiáda – kategória C – 55. ročník – školský rok 2018/2019

Domáce kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov

Úvod

V príprave na riešenie úloh praktickej časti budete potrebovať, podobne ako v teoretickej časti, preštudovať si z dostupných učebníc anorganickej chémie kapitoly, ktoré sa venujú s^1-prvkom, čiže prvkom 1. skupiny periodickej sústavy prvkov, tzv. alkalickým kovom. Okrem toho je potrebné ovládať názvoslovie anorganických zlúčenín a poznať nasledujúce pojmy: chemická reakcia, rovnica chemickej reakcie, stechiometrický koeficient, látkové množstvo, molárna hmotnosť. Pre úspešné riešenie praktických úloh budete tiež potrebovať ovládať vyčísľovanie stechiometrických koeficientov chemických rovníc, výpočty zloženia roztokov (hmotnostný zlomok, koncentrácia látkového množstva) a výpočty z chemickej reakcie.

Pri realizácii praktických úloh budete potrebovať praktické zručnosti pri základných laboratórnych operáciách a manipulácii so základnými laboratórnymi pomôckami. Osobitnú pozornosť venujte rozdeľovaniu zmesí látok, a to homogénnych i heterogénnych.

Pri príprave na riešenie súťažných úloh môžete využiť príslušné kapitoly ľubovoľnej gymnaziálnej učebnice pre 1. a 2. ročník štvorročných gymnázií, resp. ekvivalentný ročník osemročných gymnázií, pričom si môžete doplniť vedomosti štúdiom niektorej dostupnej vysokoškolskej učebnice všeobecnej a anorganickej chémie. Viaceré vlastnosti skúmaných anorganických zlúčenín nájdete v chemických tabuľkách.

Odporúčaná literatúra

1. KMEŤOVÁ, J. a kol. *Chémia pre 1. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 5. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2010. s. 14 – 39, 181 – 196.
2. KMEŤOVÁ, J. a kol. *Chémia pre 2. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2012. s. 18 – 22.
3. GAŽO, J. a kol. *Všeobecná a anorganická chémia*. Bratislava : Alfa, Praha : SNTL, 1981. s. 500 – 511.
4. GAŽO, J. a kol. *Anorganická chémia. Laboratórne výpočty a cvičenia*. Bratislava : Alfa, 1977. s. 101 – 105, 122 – 127, 387 – 414.
5. ŠIMA, J. a kol. *Anorganická chémia*. Bratislava : STU, 2009. s. 339 – 348.
6. KANDRÁČ, J., SIROTA, A. *Výpočty v stredoškolskej chémii*. Bratislava : SPN, 1995. s. 30 – 46, 58 – 84, 95 – 141.
7. ULICKÁ, Ľ., ULICKÝ, L. *Príklady zo všeobecnej a anorganickej chémie*. Bratislava : Alfa, Praha : SNTL, 1987. s. 34 – 36, 66 – 93.
8. *Chemické tabuľky* – ľubovoľné vydanie.

Rozdeľovanie sústav

Sústava skladajúca sa z dvoch alebo viacerých rôznych látok sa nazýva *zmes*. Jednotlivé látky, z ktorých sa zmes skladá, sa nazývajú *zložky* (*komponenty*) *sústavy*. Podľa skupenstva rozoznávame zmesi tuhé, kvapalné a plynné. Sú však i také zmesi, ktorých jednotlivé zložky sú v rôznych skupenských stavoch (napr. suspenzie, emulzie, disperzie a pod.). Oddeľovanie látok zo zmesi je jednou zo základných operácií vykonávaných v chemických laboratóriách. Používajú sa buď na izolovanie niektorej zložky obsiahnutej v zmesi alebo na odstránenie nežiaducich prímesí (čistenie).

Pri rozdeľovaní konkrétnej zmesi na jej zložky volíme taký postup, ktorý je najjednoduchší a najúčinnejší, ale vždy vychádza z chemických a fyzikálnych vlastností zložiek zmesi a z možností, ktoré poskytuje naše laboratórium. Na oddelenie tuhej látky rozpustenej v rozpúšťadle sa používa operácia nazývaná *kryštalizácia*. Kryštalizácia sa dá uskutočniť niekoľkými postupmi. Výber pracovného postupu závisí od toho, či sa rozpustnosť danej látky mení s meniacou sa teplotou. Ak áno, treba zistiť, či so stúpajúcou teplotou rastie alebo klesá. Pracovný postup ovplyvňuje i to, či chceme získať kryštály veľké a pekne vyvinuté alebo nám na ich veľkosti nezáleží, ale chceme prácu uskutočniť v krátkom čase.

Kryštalizácia, pri ktorej sa roztokom hýbe, sa nazýva *rušená*. Ak je počas kryštalizácie roztok v pokoji, kryštalizácia sa nazýva *voľná*. Pri rušenej a rýchlo prebiehajúcej kryštalizácii vznikajú drobné kryštáliky, pri voľnej a pomaly prebiehajúcej kryštalizácii vznikajú kryštály veľké a pekne vyvinuté.

Na to, aby rozpustená látka začala z roztoku kryštalizovať, musíme získať *presýtený roztok*. Od okamžiku, keď tento stav nastane, začnú sa vylučovať kryštály. Spôsob získania presýteného roztoku závisí od toho, ako sa mení rozpustnosť látky v závislosti od teploty roztoku. Ak sa s meniacou teplotou rozpustnosť výrazne nemení, volíme obvykle *izotermickú kryštalizáciu*, pri ktorej je teplota roztoku stála a rozpúšťadlo sa odparuje. Môže sa robiť pri laboratórnej teplote, tento postup je však pomalý a používa sa obvykle vtedy, keď chceme pripraviť veľké a dobre vyvinuté kryštály, teda ako voľná kryštalizácia. Ak chceme postup urýchliť, zahrievame roztok na vyššiu teplotu, a to buď na vodnom kúpeli (teplota roztoku zahrievaného na vodnom kúpeli dosahuje približne 80 °C) alebo ak je rozpustená látka tepelne stála, odparujeme rozpúšťadlo za varu. Keďže vtedy odparovanie

prebieha rýchlo a unikajúce bublinky pary premiešavajú roztok, prebehne kryštalizácia ako rušená. Ak sa rozpustnosť látky s teplotou výrazne mení, vytvoríme presýtený roztok zmenou teploty, čiže uskutočníme *neizotermickú kryštalizáciu*. Tento postup spravidla volíme vtedy, ak rozpustnosť rastie so stúpajúcou teplotou, čo platí o väčšine látok. Pri tomto postupe pripravíme nasýtený roztok v odparovacej miske odparením nadbytku rozpúšťadla pri vyššej teplote (napr. na vodnom kúpeli, teda pri teplote 80 °C). Znakom toho, že je roztok nasýtený, sú drobné kryštáliky plávajúce na hladine roztoku (tzv. *kryštalizačná blana*). Nasýtený roztok sa potom preleje do kryštalizačnej misky a nechá sa postupne vychladnúť na laboratórnu teplotu (približne 25 °C).

Získanú zmes kryštálov a kryštalizačného roztoku (materského lúhu) oddelíme pomocou ďalšej rozdeľovacej operácie – *filtrácie*. Podľa vybavenia laboratória zvolíme buď *filtráciu za zníženého tlaku*, čiže odsávaním alebo *filtráciu za normálneho tlaku*, pri ktorej preteká kvapalina cez filter účinkom gravitácie.

Na záver kryštalický produkt vysušíme. *Sušenie* je rozdeľovacia operácia, pri ktorej sa odstraňuje relatívne malé množstvo rozpúšťadla. Ak je látka tepelne stála, sušenie sa uskutočňuje v sušiarňach pri teplote 105 °C. Ak by sa kryštalický produkt pri zvýšenej teplote rozkladal (napr. kryštalohydráty), suší sa voľne na vzduchu na filtračnom papieri.

Úloha 1 (8,5 b)

Vyhľadajte v odporúčanej študijnej literatúre odpovede na nasledujúce otázky:

a) Čo je nasýtený roztok?
b) Čo je rozpustnosť látky?
c) Ako sa vyjadruje rozpustnosť látky?
d) Čo je krivka rozpustnosti? Vyhľadajte krivky rozpustnosti chloridu amónneho, chloridu sodného, síranu zinočnatého, uhličitanu sodného.
e) Aký typ kryštalizácie v závislosti od teploty je vhodné zvoliť pri kryštalizácii chloridu amónneho a chloridu sodného?
f) Aká maximálna teplota sa môže použiť, ak chceme z roztoku síranu zinočnatého získať jeho heptahydrát?
g) Kedy sa pri filtrácii používa hladký a kedy skladaný filter?
h) Čo je frita a kedy sa používa?

Úloha 2 (23,5 b)

Príprava chloridu sodného

Chlorid sodný, tzv. kuchynská soľ, kryštalizuje v kubickej sústave, jeho kryštály majú teda tvar kocky a sú bezfarebné. Vo vode sa dobre rozpúšťa. Keďže je soľou silnej kyseliny a silnej zásady, jeho vodný roztok nepodlieha hydrolýze, a preto reaguje neutrálne.

Pomôcky:

plynový kahan, zápalky alebo zapaľovač, trojnožka, sieťka (alebo elektrický varič), kadičky 2 ks (250 cm^3, 800 cm^3), odmerný valec (100 cm^3), navažovačka (alebo hodinové sklíčko), sklená tyčinka, laboratórna lyžička, hodinové sklíčko, technické váhy, striekačka na destilovanú vodu, odparovacia miska, kryštalizačná miska, laboratórny stojan, krížová svorka, držiak, filtračný kruh, filtračný papier, nožnice, filtračný lievik, varné kamienky

Reaktanty:

kyselina chlorovodíková (10,0 %) uhličitan sodný, destilovaná voda, univerzálny indikátorový papierik

Pracovný postup:

a) Napíšte rovnicu chemickej reakcie prípravy chloridu sodného rozkladom uhličitanu sodného kyselinou chlorovodíkovou.
b) Vypočítajte hmotnosť uhličitanu sodného potrebného na prípravu 10,0 g chloridu sodného.
c) Vypočítajte objem roztoku kyseliny chlorovodíkovej potrebnej na prípravu 10,0 g chloridu sodného.
d) Odmerným valcom odmerajte vypočítané množstvo roztoku kyseliny chlorovodíkovej a prelejte do vysokej kadičky 250 cm^3. Na navažovačke (alebo na hodinovom sklíčku) odvážte vypočítané množstvo uhličitanu sodného. Po malých čiastkach ho pridávajte do kadičky. Po každom pridaní kadičku ihneď prikryte hodinovým sklíčkom, aby unikajúci oxid uhličitý nestrhával so sebou kvapky roztoku z reakčnej nádoby. Roztok občas premiešajte pomalým krúžením kadičky. Po pridaní takmer všetkého uhličitanu sodného roztok zahrejte asi na 70 °C, aby sa odstránil rozpustený oxid uhličitý. Po vychladnutí skontrolujte univerzálnym indikátorovým papierikom pH roztoku – mal by byť slabo zásaditý.

Ak nie je, pridávajte ďalej uhličitan sodný až do slabo zásaditej reakcie roztoku. Steny kadičky a hodinové sklíčko pomocou striekačky opláchnite destilovanou vodou. Vzniknutý roztok chloridu sodného krátko povarte, aby sa odstránil všetok oxid uhličitý.

Takto pripravený roztok nie je nasýtený, preto ho treba zahustiť. Pripravte vodný kúpeľ do kadičky 800 cm^3, do ktorej pridáte 2 – 3 varné kamienky (najvhodnejšie sú malé porcelánové črepy; používať sklené guľky je nesprávne). Prelejte roztok do odparovacej misky a postavte na vodný kúpeľ. Odparujete dovtedy, kým sa nevytvorí kryštalizačná blana.

Keďže rozpustnosť chloridu sodného sa s teplotou takmer nemení, treba pre jeho izoláciu z roztoku použiť izotermickú kryštalizáciu. Po získaní nasýteného roztoku naďalej zahrievajte roztok na vodnom kúpeli dovtedy, kým sa nevylúčia asi ¾ kryštálikov chloridu sodného. Kryštalizačnú blanu rozrušujte sklenou tyčinkou, aby sa zahusťovanie roztoku urýchlilo. Zmes kryštálikov a kryštalizačného (materského) lúhu preneste do kryštalizačnej misky a nechajte v pokoji pomaly vychladnúť – kryštáliky pri pomalom nerušenom chladnutí ešte trochu narastú, budú väčšie, krajšie a ľahšie sa budú filtrovať.

Kryštáliky oddeľte od kryštalizačného lúhu filtráciou pomocou hladkého filtra. Filtrát nechajte dobre odtiecť, kryštáliky preneste na hodinové sklíčko a nechajte vysušiť. Ak máte v laboratóriu k dispozícii sušiareň, môžete v nej sušenie urýchliť pri teplote 105 °C. Vysušené kryštáliky odvážte a vypočítajte výťažok (vyjadrite ho v percentách).

e) Pripravte opätovne nasýtený roztok chloridu sodného rovnakým postupom ako v bode *d*. Nasýtený roztok už ďalej neodparujte, ale po vytvorení kryštalizačnej blany ho prelejte hneď do kryštalizačnej misky. Misku prikryte filtračným papierom, aby do nej nepadali nečistoty, ale aby sa mohol roztok naďalej pomaly voľne odparovať. Misku odložte na bezpečné miesto a nehýbte s ňou. Po niekoľkých dňoch skontrolujte vznik kryštálov v kryštalizačnej miske. Kryštály izolujte a vysušte rovnako ako v bode *d*. Porovnajte vzhľad kryštálov, ktoré ste pripravili v bode *d* s kryštálmi, ktoré ste pripravili v bode *e*.

f) Ako sa nazýva postup kryštalizácie, ktorý ste uskutočnili v bode *d* a ako ten, ktorý ste použili v bode *e*?

Úloha 3 (8 b)

Plameňové skúšky alkalických kovov

Soli alkalických kovov sú biele kryštalické látky a ich roztoky sú bezfarebné. Na ich identifikáciu sa používajú tzv. plameňové skúšky, pri ktorých sa využíva skutočnosť, že katióny týchto kovov sfarbujú plameň charakteristickým spôsobom.

Pomôcky:

plynový kahan, zápalky alebo zapaľovač, trojnožka, sieťka, kadičky 4 ks (100 cm^3), nádoba s rozprašovacím nástavcom, filtračný papier, (platinový drôtik)

Reaktanty:

nasýtené vodné roztoky chloridu lítneho, chloridu sodného, chloridu draselného, chloridu rubídneho, destilovaná voda, (v prípade použitia platinového drôtika kyselina chlorovodíková, koncentrovaný roztok)

Pracovný postup:

a) Naplňte prvým nasýteným roztokom nádobu s rozprašovacím nástavcom a zo vzdialenosti asi 20 cm nastriekajte malé množstvo roztoku smerom k plameňu. Ústie rozprašovacieho nástavca držte vo výške plameňa, tak, aby prúd rozprášeného roztoku vychádzal približne vodorovne. Pozorované sfarbenie plameňa zaznamenajte do tabuľky. Roztok vylejte, nádobu aj rozprašovací nástavec dôkladne umyte vodou, vypláchnite destilovanou vodou, naplňte druhým roztokom a pokus zopakujte postupne so všetkými pripravenými roztokmi.

b) Kúsok filtračného papiera rozmerov približne 10 x 10 cm stočte do tenkej rúrky. Koniec namočte do prvého z pripravených roztokov a vložte do plameňa. Pokus zopakujte postupne so všetkými pripravenými roztokmi. Pozorované sfarbenie plameňa porovnajte s predchádzajúcim pozorovaním.

c) Ak máte v škole k dispozícii platinový drôtik, môžete plameňové skúšky uskutočniť aj s ním. Platinový drôtik treba pred každým pokusom vyčistiť. Ponorte ho do koncentrovaného roztoku kyseliny chlorovodíkovej a vložte do nesvietivej (oxidačnej) časti plameňa plynového kahana. Ak je plameň sfarbený, treba opakovane namáčať drôtik do kyseliny chlorovodíkovej a vyžíhať ho, kým sa neprestane plameň sfarbovať. (Pozor! Platina sa nesmie vkladať do redukčnej časti plameňa!) Vyčistený platinový drôtik postupne ponárajte do roztokov jednotlivých solí. Pred ponorením do ďalšieho roztoku drôtik vždy vyčistite vyžíhaním po ponorení do kyseliny chlorovodíkovej. Pozorované sfarbenie plameňa porovnajte s predchádzajúcim pozorovaním. Skúšku so sodnou soľou

urobte ako poslednú (pretože sodík sfarbuje plameň veľmi intenzívne a drôtik sa čistí zdĺhavo).

Poznámka:

Pri pozorovaní sfarbenia plameňa draslíkom je vhodné pozerať cez kobaltové sklo (modrofialovo sfarbené), ktoré pohlcuje žlté svetlo sodíka.

katión	Li^+	Na^+	K^+	Rb^+
sfarbenie plameňa				