SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

52. ročník, školský rok 2015/2016

Kategória D

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 52. ročník – šk. rok 2015/16
Domáce kolo

Helena Vicenová

Maximálne 60 bodov Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Úlohy všetkých kôl (študijného, 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. Je potrebné venovať pozornosť názvosloviu oxidov, hydroxidov, kyselín a ich solí (aj hydrogensolí a hydrátov solí). Z organických zlúčenín si preštudujte názvoslovie, vlastnosti a použitie alkánov.

2. Skúmame chemické prvky a ich zlúčeniny

Budeme sa venovať kovom 1. a 2. skupiny (Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca) 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 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.

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. Greb, E., Kemper, A., Quinzler, G.: *Chémia pre základné školy*. 1. vyd. Bratislava: SPN, 1995. ISBN 80-08-02291-4
6. 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
7. 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
8. 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

Úloha 1 (26 b)

V nasledujúcom texte sú ukryté názvy ôsmich chemických prvkov.

Po výstupe na kopec sme pozerali bez slova. Nádherný výhľad na okolie sa všetkým páčil. Huni, Kelti a Vikingovia obývali v stredoveku územie Európy. Najznámejší mytologický pár – Adónisa a Afroditu, nájdeme v jednej z gréckych bájí. V starovekom Egypte bolo bežné používať ricínový olej proti zápche. Rímske légie boli rozdelené na menšie časti – kohorty. Nepriateľ kohortu ťažko dokázal poraziť. Hudba z Beethovenovej Ódy na radosť sa stala oficiálnou hymnou Európskej únie v roku 1985. Za objav prvku s protónovým číslom 88 môžeme ďakovať manželom Curieovcom. Neskôr bolo vo veľkom využívané na liečbu onkologických ochorení.

a) Napíšte názvy ukrytých chemických prvkov, ich latinské názvy a značky.
b) Uveďte číslo periódy a skupiny, v ktorej sú umiestnené.
c) Rozdeľte prvky na kovy, polokovy a nekovy.
d) Jeden z prvkov sa vyskytuje v nezlúčenom stave. Napíšte názov prvku, skupinu prvkov, do ktorej patrí a hodnotu oxidačného čísla prvku v nezlúčenom stave. Zdôvodnite jeho chemickú nereaktívnosť.

Úloha 2 (18 b)

Šikovný chemik má mať okrem teoretických znalostí aj dobré pozorovacie schopnosti a mal by vedieť vysvetliť pozorované deje pri experimente. Vyskúšajte si to na nasledujúcej úlohe: Pani učiteľka začala hodinu o alkalických kovoch nasledujúcim pokusom: Do skleného valca naliala rovnaké objemy vody a hexánu a opatrne pomocou pinzety vhodila kúsok sodíka veľkosti šošovice. Žiaci pozorovali, ako sodík cez vrchnú vrstvu kvapaliny klesal a keď sa dostal na rozhranie kvapalín, bol znova prudko vymrštený na hladinu. Na povrchu sodíka bolo vidieť bublinky, ktoré sa z neho pri pohybe nahor uvoľňovali. „Tento pokus sa volá sodíkové jojo“, povedala pani učiteľka.

Vyriešte úlohy:

a) Ako sa vo valci usporiadala vodná a organická fáza? Svoje tvrdenie zdôvodnite.
b) Ktorá látka sa prichytila na povrchu sodíka vo forme bubliniek?
c) Prečo sodík počas reakcie na hladine poskakuje?
d) Princíp uvedeného pokusu je reakcia sodíka s jednou z kvapalných fáz. Napíšte rovnicu chemickej reakcie a pomenujte produkty.

e) Čo sa stane, ak po skončení pokusu pridáme do valca pár kvapiek roztoku fenolftaleínu? Vysvetlite, prečo.
f) Prečo na reakciu používa len malý kúsok sodíka?
g) Mohla by pani učiteľka chytiť sodík rukou? Tvrdenie zdôvodnite.
h) Napíšte zjednodušený štruktúrny a molekulový vzorec hexánu.

ρ(hexán) = 0,655 g/cm^3 , ρ(voda) = 1,00 g/ cm^3, ρ(sodík) = 0,97 g/ cm^3

Úloha 3 (16 b)

Dusičnan sodný sa v prírode vyskytuje v podobe minerálu nitronatritu. Názov je odvodený z chemického zloženia – nitrát = dusičnan, natrium = sodík. Je dobre rozpustný vo vode, preto sa vyskytuje najmä v suchých oblastiach. Chemická zlúčenina dusičnan sodný sa vyrába aj synteticky.

a) Aký je iný, bežne používaný názov minerálu nitronatritu?
b) Napíšte vzorec dusičnanu sodného.
c) Vypočítajte, akú hmotnosť dusičnanu sodného je potrebné navážiť na prípravu 200 cm^3 roztoku s hmotnostným zlomkom rozpustenej látky 0,120?
d) Aká je koncentrácia dusičnanu sodného v pripravenom roztoku?
e) Aké je sfarbenie tuhého dusičnanu sodného.
f) Napíšte dva príklady použitia dusičnanu sodného.

M(Na) = 22,99 g/mol, M(N) = 14,01 g/mol, M(O) = 16,00 g/mol,
ρ(roztok dusičnanu sodného) = 1,080 g/cm^3

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 52. ročník – šk. rok 2015/16
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, pipetovanie, zahrievanie, chladenie, príprava roztokov s požadovaným zložením, zostavenie aparatúry na filtráciu, jednoduchá filtrácia, zahusťovanie roztokov na nasýtený roztok na vodnom kúpeli, rôzne spôsoby získavania kryštalickej látky z vodného roztoku.

Nutným predpokladom úspešného zvládnutia praktickej časti je vedieť správne pomenovať a používať laboratórne pomôcky (ktoré sa budú používať v študijnom kole), opísať používané laboratórne postupy a zaznamenať výsledky pozorovania. Potrebné je tiež poznať názvoslovie solí, hydrogensolí, názvoslovie ich hydrátov (mono- až dodeka-) a výpočty zloženia roztokov (hmotnostný zlomok, koncentrácia látkového množstva) a výpočty podľa chemických rovníc.

Aby sa zabezpečila dobrá príprava a potrebné zručnosti pre vyššie kolá súťaže, je potrebné si preštudovať informácie o soliach alkalických kovov a prvkov 2. skupiny PSP odvodených od kyseliny chlorovodíkovej, uhličitej, sírovej a trihydrogenfosforečnej (rozpustnosť vo vode, sfarbenie a v prípade, že sa tieto soli v prírode vyskytujú ako minerály, aj názvy príslušných minerálov). Zároveň je potrebné poznať všeobecné princípy zrážacích reakcií, neutralizácií a redoxných reakcií, a zamerať sa tiež na vzťah medzi polaritou rozpúšťadla a rozpustnosťou látok s rôznou polaritou chemickej väzby. Základná študijná literatúra je uvedená v zadaní teoretických úloh.

Úloha 1: Príprava heptahydrátu síranu horečnatého (14 b)

Pôsobením roztoku H_2SO_4 na $MgCO_3$ sa uvoľňuje CO_2 a vzniká bezfarebný roztok $MgSO_4$. Opatrným zahrievaním a miešaním reakčnej zmesi urýchlime uvoľňovanie bubliniek CO_2. Po ochladení nasýteného roztoku kryštalizuje $MgSO_4$ ako heptahydrát. Kryštáliky majú tvar bezfarebných lesklých ihličiek. Látka má nepríjemnú horkú chuť, preto jej triviálny názov je *horká soľ* (*Epsomská soľ*). V medicíne sa používala ako preháňadlo.

Celkovú chemickú rovnicu laboratórnej prípravy môžeme zapísať takto:

$$MgCO_3 + H_2SO_4 + 6H_2O \rightarrow MgSO_4 \cdot 7H_2O + CO_2$$

Pracovný postup

1. Na hodinové sklíčko odvážte 2,0 g $MgCO_3$.

2. Odváženú látku preneste do kužeľovej banky a pridajte pomocou pipety 10 cm^3 destilovanej vody a vzniknutú zmes premiešajte.

3. K vzniknutej suspenzii pridajte 45 cm^3 roztoku H_2SO_4 (dostanete ho od učiteľa). Roztok H_2SO_4 prilievajte po malých množstvách (po sklenej tyčinke). Po každom prídavku zmes v banke pomaly premiešajte tyčinkou.

4. Zmes v banke zohrejte (na sieťke nad plynovým kahanom) a počas zohrievania miešajte sklenou tyčinkou, kým sa všetok $MgCO_3$ nerozpustí (dávajte si pozor, aby ste sa nepopálili). Počas reakcie sa uvoľňuje značné množstvo CO_2, čo sprevádza výrazné šumenie, preto roztok kyseliny pridávajte najmä zo začiatku opatrne. V prípade, že sa CO_2 počas varu uvoľňuje príliš búrlivo, zahrievanie na chvíľu prerušte (odsuňte kahan spod sieťky).

5. Pripravte si aparatúru na jednoduchú filtráciu cez skladaný filter, filtrát budete zachytávať do kadičky. Pred samotnou filtráciou si na vonkajšej stene kadičky označte fixkou pokiaľ približne siaha objem 10 cm^3. (Do odmerného valca nalejte 10 cm^3 destilovanej vody, prelejte ju do kadičky a fixkou označte na vonkajšej stene kadičky výšku hladiny a destilovanú vodu vylejte).

6. Reakčnú zmes za horúca prefiltrujte cez skladaný filtračný papier.

7. Roztok v kadičke opäť zahrejte do varu a pri pomalom vare nechajte zahustiť na objem približne 10 cm^3.

8. Zahustenú reakčnú zmes z kadičky prelejte do malej kadičky. Kadičku prenášajte opatrne pomocou chemických klieští alebo v rukaviciach (kadička bude po zahrievaní horúca).
9. Ak kryštalizácia po prenesení roztoku do malej kadičky nezačne prebiehať hneď, miešajte zmes sklenou tyčinkou, kým sa nevytvoria kryštáliky.
10. Kryštáliky opatrne oddeľte od zvyšného roztoku pomocou filtrácie cez hladký filter. Na lepšie prenesenie kryštálikov z kadičky použite špachtličku.
11. Kryštáliky na filtračnom papieri premyte 10 cm^3 etanolu. (Pozor, počas manipulácie s etanolom nesmie byť v blízkosti otvorený oheň!)
12. Filtračný papier so získanou látkou rozprestrite, položte na hodinové sklíčko a nechajte voľne vysušiť na vzduchu.
13. Po vysušení produkt odvážte a odovzdajte vyučujúcemu.

Úloha 2 Rozpustnosť chloridov alkalických kovov (3 b)

Voda je polárne rozpúšťadlo. Chloridy všetkých alkalických kovov sú dobre rozpustné vo vode. LiCl, na rozdiel od chloridov ostatných alkalických kovov, sa rozpúšťa aj v menej polárnych rozpúšťadlách ako je napr. etanol.

Pracovný postup

1. Do troch skúmaviek napipetujte po 2 cm^3 etanolu a označte ich číslami od 1 až 3.
2. Do prvej skúmavky pridajte niekoľko kvapiek roztoku LiCl, do druhej niekoľko kvapiek roztoku NaCl a do tretej niekoľko kvapiek roztoku KCl. Skúmavky uzavrite, pretrepte a po otvorení nechajte stáť v pokoji aspoň 5 minút.
3. Pozorované zmeny zapíšte do tabuľky v odpoveďovom hárku.

Úloha 3 Príprava neutrálneho roztoku NaCl (3 b)

Vodný roztok, ktorý obsahuje čistý chlorid sodný je neutrálny, jeho pH má hodnotu 7.

1. Do kadičky nalejte 20 cm^3 roztoku NaOH a pridajte 20 cm^3 roztoku HCl. Reakčnú zmes premiešajte tyčinkou.

2. Na hodinové sklíčko položte kúsok pH papierika. Pomocou sklenej tyčinky preneste kvapku reakčnej zmesi z kadičky a porovnajte zistenú hodnotu pH so stupnicou.
3. V prípade, že pH je menšie ako 7, pridajte ku roztoku v kadičke pomocou kvapkadla niekoľko kvapiek roztoku NaOH a roztok zamiešajte. V prípade, že pH je väčšie ako 7, pridajte do kadičky niekoľko kvapiek roztoku HCl. Roztok po každom prídavku premiešajte a skontrolujte pH. Práca je ukončená, keď pH dosiahne hodnotu 7.

Úloha 4 (20 b)

Do odpoveďového hárka doplňte požadované údaje.

Pomôcky pre jedného žiaka:

hodinové sklíčka (2 ks), kadičky (2 ks: 150 cm^3, 100 cm^3), kužeľová banka (1 ks, 100 cm^3), trojnožka (1 ks), sieťka (1 ks), plynový kahan alebo varič (1 ks), zápalky (zapaľovač), odmerný valec (1 ks, 50 cm^3), laboratórny stojan (1 ks), filtračný lievik (1 ks), filtračný kruh (1 ks), skladaný filtračný papier (1 ks), sklená tyčinka (1 ks), striekačka s destilovanou vodou (1 ks), kvapkadlá (2 ks), skúmavky (3 ks).

Chemikálie:

- 2,0 g $MgCO_3$, 45 cm^3 roztoku H_2SO_4 (w = 0,05), destilovaná voda, etanol na premytie zrazeniny
- vodné roztoky: LiCl (c = 4 mol/dm^3), NaCl (c = 4 mol/dm^3), KCl (c = 4 mol/dm^3), etanol
- vodný roztok NaOH (c = 0,1 mol·dm^3), vodný roztok HCl (c = 0,1 mol·dm^3), pH papieriky

Autori: RNDr. Helena Vicenová (vedúca autorského kolektívu),
RNDr. Jana Chrappová, PhD.
Recenzenti: PaedDr. Pavol Bernáth
Redakčná úprava: RNDr. Helena Vicenová
Slovenská komisia chemickej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015