CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

54. ročník, školský rok 2017/2018

Kategória C

Domáce kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY Z ANORGANICKEJ, VŠEOBECNEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 54. ročník – školský rok 2017/2018

Domáce kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Michal Vrabec

Maximálne 60 bodov

Úvod

V príprave na chemickú olympiádu v kategórii C sa treba v tomto školskom roku zamerať na tieto oblasti:

- Základné charakteristiky chemických látok (hmotnosť, relatívna atómová resp. molekulová hmotnosť, molárna hmotnosť).
- Základy názvoslovia anorganických a organických zlúčenín.
- Výpočty z chemických vzorcov.
- Štruktúra atómov a iónov.
- Chemické reakcie a chemické rovnice.
- Redoxné reakcie
- Základné vlastnosti a reakcie prechodných prvkov.
- Názvoslovie, vlastnosti a použitie karboxylových kyselín.

Niektoré úlohy sú tiež zamerané na vyhľadávanie informácií v dostupných literárnych, príp. iných zdrojoch.

Úloha 1 (12 b)

Chemické prvky sú stavebnými blokmi všetkého, čo vidíme okolo nás. Existuje 118 chemických prvkov, z ktorých až 94 nájdeme prirodzene v prírode (napr. železo, striebro, zlato). Vymenované tri prvky patria medzi tzv. prechodné prvky alebo prechodné kovy. Toto označenie pochádza ešte z dôb, keď si chemici mysleli, že prvky, ktoré sú v strede periodickej tabuľky sa vyznačujú prechodnými vlastnosťami medzi alkalickými kovmi a nekovmi. Niektoré z nich ako napr. meď, striebro a zlato sa v minulosti používali ako platidlá. Dodnes sú tieto prvky využívané v klenotníctve, v digitálnych technológiách a mnohých ďalších odvetviach priemyslu. Poďme teraz zistiť o d-prvkoch niečo aj my.

1.1 Vyhľadajte a doplňte prvky patriace do jednotlivých triád : Fe, Cu, Mn, Co, Ca, Ni, Ru, Mo, Os, Au, Ir, Pd, Pt, Cr, Rh Ti, W.

a) Triáda železa
b) Triáda ľahkých platinových kovov
c) Triáda ťažkých platinových kovov

1.2 Doplňte valenčné elektrónové konfigurácie uvedených d-prvkov

a) $_{29}Cu$;
b) $_{30}Zn$;
c) $_{24}Cr$.

1.3 Doplňte do textu správne slovo alebo slovné spojenie. Pomôcka: vyberte z nasledujúcich slov alebo slovných spojení (pevné, plynné, vysoké, hydroxidy, zliatiny, kvapalné, vodivosť, väčšie, menšie, nízke)

d-prvky majú za normálnych podmienok ..... skupenstvo, okrem ortuti, ktorá má..... skupenstvo. Majú..... teploty topenia a varu. Sú tvrdé a vzájomne tvoria..... . Atómové polomery d prvkov sú ..... ako u s prvkov tej istej periódy.

1.4 Vypočítajte percentuálne zastúpenie prvkov v zlúčenine CuO.

Ar(Cu) = 63,546
Ar(O) = 15,999

1.5 Napíšte produkty reakcií a upravte koeficienty v rovniciach:

a) $Fe(s)+O_2(g) \rightarrow$
b) $Fe(s)+Cl_2(g) \rightarrow$
c) HNO_3 (konc.) + $Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$
d) $CO + Fe_2O_3 \rightarrow Fe + CO_2$
e) $ZnSO_4 + NaOH \leftrightarrow Zn(OH)_2 + Na_2SO_4$

Úloha 2 (28 b)

Chemické reakcie, pri ktorých niektoré atómy v reaktantoch a produktoch menia svoje oxidačné čísla, nazývame oxidačno-redukčné reakcie alebo aj redoxné reakcie. Pri redoxných reakciách prebiehajú súčasne dva deje: oxidácia a redukcia. V minulosti bol pojem oxidácia používaný pre reakcie, počas ktorých prvok alebo zlúčenina prijímajú kyslík alebo zlúčenina odovzdáva vodík. Redukcia potom znamenala prijímanie vodíka alebo odstraňovanie kyslíka zo zlúčeniny. Dnes vieme, že oxidácia je dej, pri ktorom atóm alebo ión odovzdáva elektróny, a redukcia dej, pri ktorom atóm alebo ión prijíma elektróny. Koľko elektrónov atóm alebo ión odovzdá alebo príjme, o toľko jednotiek sa zvýši alebo zníži jeho oxidačné číslo. Redoxné reakcie sú teda sprevádzané výmenou elektrónov medzi atómami prvkov, pričom počet prijatých elektrónov sa musí rovnať počtu odovzdaných elektrónov. Látka, ktorá odovzdáva elektróny sa nazýva redukovadlo a látka, ktorá prijíma elektróny sa nazýva oxidovadlo. Redoxné reakcie sa zapisujú redoxnými rovnicami, v ktorých vo vzorcoch látok možno určiť najmenej dva atómy prvkov, ktoré majú iné oxidačné číslo v reaktante a v produkte, pričom oxidačné číslo jedného z nich sa v reaktante zvyšuje, druhého znižuje.

Redoxné reakcie sú podstatou mnohých dejov prebiehajúcich okolo nás. Či už sú to biochemické deje prebiehajúce v živých organizmoch, priemyselné technologické postupy rôznych výrob, napríklad elektrolýza. Taktiež sú podstatou fungovania galvanických článkov, batérií, akumulátorov.

2.1 Určte oxidačné čísla atómov prvkov v zlúčeninách: MgO, HNO_3, $NaOH$, $K_2Cr_2O_7$, NH_4Cl.

2.2 Určte oxidačné číslo kovového prvku v komplexných zlúčeninách a komplexných iónoch. Napíšte názvy komplexných zlúčenín a iónov. Z kovov vyberte tie, ktoré patria medzi d-prvky.

a) $K_2[CrCl_3O]$
b) $Cs_4[CuF_6]$
c) $[Fe(CN)_6]^{4-}$
d) $(NH_4)_3[CuCl_4]$
e) $[Co(NH_3)_4CO_3]^+$
f) $[Zn(OH)_4]^{2-}$

Medzi *d*-prvky patria kovy: .....

2.3 Určte, ktoré reakcie patria medzi redoxné:

a) $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$

b) $8HNO_3 + 3Cu \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

c) $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$

d) $ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$

e) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl$

2.4 Doplňte počet prijatých alebo odovzdaných elektrónov:

a) H^0 ..... $\rightarrow H^I$

b) Cu^{II} ..... $\rightarrow Cu^0$

c) Mn^{VII} .....$\rightarrow Mn^{II}$

d) Cl^{-I} .....$\rightarrow Cl^{VII}$

e) N^V .....$\rightarrow N^{-III}$

2.5 Určte, ktoré z uvedených reakcií železa a jeho zlúčenín sú redoxné:

a) $2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$

b) $Fe_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$

c) $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

d) $FeCl_3 + 3KOH \rightarrow Fe(OH)_3 + 3KCl$

2.6 Určte, ktoré z uvedených polreakcií znázorňujú oxidáciu a ktoré redukciu:

a) $2H^I + 2e^- \rightarrow H_2^0$

b) $Fe^{2+} - e^- \rightarrow Fe^{3+}$

c) $Ag^I + e^- \rightarrow Ag^0$

d) $Mn^{II} - 2e^- \rightarrow Mn^{IV}$

e) $2I^{-I} - 2e^- \rightarrow I_2^0$

f) $Pb^{IV} + 2e^- \rightarrow Pb^{II}$

2.7 Vyberte správne tvrdenie. Látka, ktorá sa ľahko redukuje je silné/slabé oxidačné/redukčné činidlo.

2.8 Napíšte, ktoré látky pôsobia v uvedených reakciách ako oxidovadlo a ktoré ako redukovadlo:

a) $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$

b) $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$

c) $Br_2 + 2I^- \rightarrow 2Br^- + I_2$

d) $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

2.9 Peroxid vodíka môže byť oxidovadlom aj redukovadlom. Určte, v ktorej z uvedených reakcií má peroxid vodíka vlastnosti redukovadla a v ktorej vlastnosti oxidovadla:

a) $Ag_2O + H_2O_2 \rightarrow 2Ag + H_2O + O_2$

b) $2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H_3O^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 14H_2O + 5O_2$

c) $2KI + H_2O_2 + 2H_3O^+ \rightarrow I_2 + 2K^+ + 4H_2O$

d) $Na_2S + 4H_2O_2 \rightarrow Na_2SO_4 + 4H_2O$

2.10 Napíšte iónový zápis reakcie zinku s kyselinou chlorovodíkovou, čiastkové reakcie (oxidácia, redukcia) a názov atómu alebo iónu, ktorý sa oxidoval a ktorý redukoval.

2.11 Vyberte, ktoré z uvedených zlúčenín možno použiť ako oxidačné aj redukčné činidlá: H_2SO_3, HNO_3, MnO_2, SO_2, H_2S, $SnCl_2$, PbO_2, H_2O_2.

2.12 Porovnávaním vzájomného pôsobenia jednotlivých kovov napríklad s vodou, roztokmi kyselín a solí sa zistilo, že reaktivita kovov je veľmi rozdielna. Redoxné vlastnosti kovov vo vodných roztokoch možno určiť na základe elektrochemického radu napätia kovov. Kovy sú v tomto rade zoradené podľa ich redukčných schopností, hodnôt štandardných potenciálov $E°$ pri teplote 25 °C voči štandardnej vodíkovej elektróde.

Uvedené prvky zoraďte podľa rastúcich redukčných schopností:

K, Mg, Fe, Al, Cu, Pb, Hg, Zn, H, Ni.

2.13 Redoxná reakcia sa uskutoční, ak horčík pridáme k roztoku:

a) $NaNO_3$

b) KCl

c) $AgNO_3$

d) H_2SO_4

2.14 Vypočítajte stechiometrické koeficienty a chemické reakcie upravte na chemické rovnice:

a) $Cu_2S + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + NO + H_2O$

b) $KMnO_4 + PH_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_3PO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

2.15 Rovnováhu v redoxných reakciách charakterizuje rovnovážna konštanta. Jej hodnota závisí od redoxných schopností reagujúcich látok a od teploty. Napríklad čím je rozdiel v redukčných schopnostiach kovov väčší, tým má rovnovážna konštanta reakcie kovu A s katiónom kovu B (kov A je v elektrochemickom rade napätia kovov na ľavo od B) väčšiu hodnotu.

Porovnajte veľkosť rovnovážnej konštanty uvedených reakcií:

a) $Zn^0(s) + Cu^{2+}(aq) \leftrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu^0(s)$

b) $Co^0(s) + Ni^{2+}(aq) \leftrightarrow Co^{2+}(aq) + Ni^0(s)$

Úloha 3 (20 b)

Jednu zo skupín organických zlúčenín tvoria karboxylové kyseliny. Vďaka hojnému výskytu v prírode patria karboxylové kyseliny k najstarším známym organickým zlúčeninám. Okrem toho, že sa vyskytujú v rastlinných produktoch, telách živočíchov, využívajú sa od pradávna aj v domácnostiach. Mnohé z nich sú tiež významnými surovinami chemického priemyslu.

3.1 Napíšte racionálne vzorce a názvy dvoch najjednoduchších jednosýtnych karboxylových kyselín.

3.2 Určte, ktoré tvrdenia o karboxylových kyselinách sú správne:

a) Obsahujú vo svojich molekulách jednu a lebo viac skupín –COOH

b) Za bežných podmienok sa nachádzajú iba v kvapalnom skupenstve

c) Vyskytujú sa v prírode

d) Všetky sú vo vode veľmi dobre rozpustné

e) Ich molekuly sa viažu vodíkovými väzbami

3.3 Napíšte, kde sa v prírode vyskytuje kyselina metánová.

3.4 Akú farbu má kyselina octová? Prečo je ocot hnedožltý?

3.5 Ocot sa používa na odstraňovanie vodného kameňa. Napíšte rovnicu reakcie, ktorá pri tomto deji prebieha a pomenujte produkty reakcie.

3.6 Vymenujte aspoň štyri organické kyseliny, ktoré sa používajú v domácnosti.

3.7 Kyselina octová reaguje s horčíkom. Napíšte:

a) Rovnicu uvedenej reakcie a pomenujte produkty

b) Vypočítajte, koľko horčíka zreaguje s 1 l octu?

c) Aké množstvá produktov vzniknú za normálnych podmienok? (pri tuhých produktoch vypočítajte ich hmotnosť, pri plynných objem).

3.8 Niektoré karboxylové kyseliny sa používajú ako prísady do potravín a označujú sa príslušným E-číslom. Vyhľadajte, aké označenie majú nasledujúce kyseliny:

a) kyselina citrónová

b) kyselina benzoová

c) kyselina sorbová

Odporúčaná literatúra

1. G. I. Brown: Úvod do anorganické chemie, 1. vyd., SNTL, Praha, 1982, s. 13 – 35, 44 – 46, 56 – 61, 92 – 101.
2. J. Gažo a kol.: Všeobecná a anorganická chémia, 3. vyd., Alfa, Bratislava, 1981, s. 30 – 38, 41 – 80, 93 – 102, 135 – 141, 192 – 223.
3. J. Heger, I. Hnát, M. Putala: Názvoslovie organických zlúčenín. 1. vyd., SPN, Bratislava, 2004, s. 9 – 10, 28 – 44, 58 – 63, 74 – 77.
4. J. Kandráč, A. Sirota: Výpočty v stredoškolskej chémii, 2. vyd., SPN, Bratislava, 1995, s. 13 – 53, 95 – 155, 222 – 241.
5. J. Kmeťová a kol.: Chémia pre 1. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 5. ročník gymnázia s osemročným štúdiom, 1. vyd., EXPOL PEDAGOGIKA, Bratislava, 2010, s. 23 – 114, 125 – 137, 153 – 167.
6. G. Ondrejovič a kol.: Anorganická chémia, Alfa, Bratislava, 1993, s. 11 – 21, 84 – 85.
7. M. Prokša, J. Tatiersky, A. Drozdíková: Anorganická chémia, 1. vyd., SPN, Bratislava, 2009, s. 8 – 10.
8. J. Reguli, M. Linkešová, J. Slanicay: Pôvod názvov chemických prvkov, 1. vyd., FCHPT STU, Bratislava, 2001. s. 3 – 25.
9. P. Silný, M. Prokša: Chemické reakcie a ich zákonitosti, 1. vyd., SPN, Bratislava, 2006, s. 9 – 36, 50 – 64, 83 - 101.
10. A. Sirota, E. Adamkovič: Názvoslovie anorganických látok, 1. vyd., SPN, Bratislava, 2003, s. 15 – 17, 23 – 94.
11. J. Vacík a kol.: Chémia pre 1. ročník gymnázií, 5. vyd., SPN, Bratislava, 1994, s. 10 – 58, 90 – 113.

12. H. Vicenová, M. Ganajová: Chémia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom, 1. vyd., EXPOL PEDAGOGIKA, Bratislava, 2012, s. 8 – 39, 88 – 90, 93.

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúci autorského kolektívu), doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., Mgr. Michal Vrabec
Recenzenti: PaedDr. Dana Kucharová, PhD., doc. RNDr. Vladimír Zeleňák, PhD.
Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.
Slovenská komisia Chemickej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2017

Kritéria výberu žiakov za chémiu do súťažných družstiev na EUSO

EUSO - European Union Science Olympiad je medzinárodná súťaž organizovaná pre trojčlenné družstvá žiakov vo veku do 16 rokov z odborností chémia, fyzika a biológia. Každá krajina môže vyslať maximálne dve družstvá. Súťažné úlohy, zamerané na uvedené oblasti, majú prevažne experimentálny charakter.

Slovensko sa zúčastňuje na súťaži s dvomi súťažnými družstvami. Z toho vyplýva, že v slovenských družstvách sú dvaja žiaci – "chemici". Keďže na Slovensku sa neorganizuje žiadna osobitná súťaž EUSO, výber žiakov za chémiu sa robí na základe výsledkov dosiahnutých v roku konania EUSO v celoštátnom kole a krajskom kole kat. A a v predchádzajúcom roku v krajskom kole kategórie B a C a na Letnej škole chemikov. Kritériá pri výbere žiakov na EUSO za chémiu sú uvedené v poradí podľa ich významnosti a sú nasledovné:

1. Vyhovujúci vek
2. Umiestnenie v celoštátnom kole kategórie A v roku konania EUSO,
3. Umiestnenie v krajskom kole kategórie A v roku konania EUSO,
4. Umiestnenie v krajskom kole kategórie B v predchádzajúcom roku,
5. Umiestnenie v krajskom kole kategórie C v predchádzajúcom roku,
6. Umiestnenie na Letnej škole chemikov v kategórii B v predchádzajúcom roku,
7. Umiestnenie na Letnej škole chemikov v kategórii C v predchádzajúcom roku.