

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória C

Domáce kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY Z ANORGANICKEJ, VŠEOBECNEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Domáce kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmet'ová, Lenka Kramarová

Maximálne 60 bodov

Úvod

V príprave na chemickú olympiádu v kategórii C sa treba v tomto školskom roku zamerať na oblasti: Základné charakteristiky chemických látok (hmotnosť, relatívna atómová resp. molekulová hmotnosť, molárna hmotnosť). Základy názvoslovía anorganických a organických zlúčenín. Výpočty z chemických vzorcov a rovníc. Štruktúra atómov a iónov. Chemické reakcie a chemické rovnice. Hliník a jeho zlúčeniny. Oxidačno-redukčné reakcie. Názvoslovie, vlastnosti, použitie, základné reakcie a prípravy nenasýtených uhľovodíkov.

Úloha 1 (20 b.)

1.1 Do textu správne doplňte chýbajúce pojmy.

Procesy ako korózia, horenie, fotosyntéza, hnednutie ovocia, konzervovanie potravín, vyvíjanie fotografií sú dôležitou súčasťou sveta, ktorý nás obklopuje. Podstatou všetkých uvedených procesov sú redoxné reakcie. Počas redoxných reakcií dochádza k výmene **A)** (elektrónov/protónov) medzi látkou, ktorá je ich donormom a látkou, ktorá je ich akceptorom. Redoxné reakcie pozostávajú z dvoch čiastkových reakcií (polreakcií): oxidácie a **B)**, ktoré prebiehajú vždy súčasne. Počas oxidácie atóm prvku **C)** (odovzdáva/prijíma) jeden alebo viac **D)** (elektrónov/protónov), pričom dochádza k **E)** (znižovaniu/zvyšovaniu) jeho oxidačného čísla. Počas redukcie atóm prvku **F)** (odovzdáva/prijíma) jeden alebo viac **G)** (elektrónov/protónov). Oxidačné číslo tohto prvku sa **H)** (znižuje/zvyšuje). Látka, v ktorej daný prvok podlieha oxidácii, pôsobí v chemickej reakcii ako **I)** (oxidačné/redukčné) činidlo.

1.2 Napíšte chemickú rovnicu reakcie medi s roztokom dusičnanu strieborného.

1.3 Vyznačte správne tvrdenia.

- a) Atóm medi podlieha redukcii, pričom odovzdáva 2 elektróny.
- b) Atóm medi podlieha oxidácii, pričom odovzdáva 2 elektróny.
- c) Atóm striebra podlieha redukcii, pričom odovzdáva 1 elektrón.
- d) Atóm striebra podlieha redukcii, pričom prijíma 1 elektrón.

1.4 Napíšte, ktorá z látok v chemickej rovnici v úlohe 1.2 pôsobí ako oxidačné činidlo a ktorá ako redukčné činidlo (uvedte jej vzorec alebo názov).

1.5 Z uvedených chemických rovníc vyberte redoxné reakcie.

- a) $\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{HF}$
- b) $2 \text{Na} + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$
- c) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
- d) $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$

Prečítajte si nasledujúci text a riešte úlohy pod textom.

Každý z vás už určite počul o prístroji zvanom alkohol tester, ktorým policajti zisťujú u vodičov prítomnosť alkoholu v dychu a krvi. Princíp prístroja spočíva v priebehu redoxnej reakcie. Vzorka vydýchnutého vzduchu s obsahom **etanolu (A)** reaguje s kyslým **(B)** roztokom **dichrómanu draselného (C)**, pričom dochádza k premene etanolu na **kyselinu etánovú (D)**. Ďalšími vzniknutými produktami sú **síran chromitý (E)**, **síran draselný (F)** a **voda (G)**.

1.6 Na základe vzniknutých produktov napíš názov a vzorec kyseliny (B).

1.7 Na základe informácií v texte o alkoholovom testeri transformujte uvedenú schému na chemickú rovnicu:



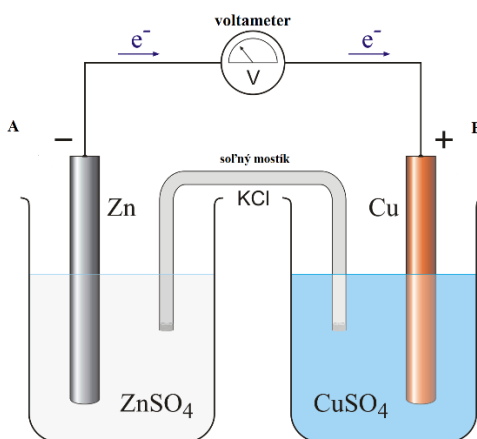
1.8 Doplňte nasledujúcu tabuľku.

Názov zlúčeniny	Oxidačné číslo atómu Cr	Farba roztoku	Názov polreakcie vyjadrujúcej zmenu ox. č. atómu Cr
dichróman draselný			
síran chromitý			

Prečítajte si nasledujúci text a riešte úlohy pod textom.

Medzi ďalšie dôležité redoxné reakcie patria elektrochemické procesy, počas ktorých sa energia uvoľnená spontánnou reakciou premieňa na elektrickú energiu, prípadne sa elektrická energia používa na vyvolanie reakcií, ktoré spontánne neprebiehajú.

Najznámejšie prístroje, ktoré produkujú elektrickú energiu vďaka spontánnemu priebehu chemických reakcií sú galvanické články (Obr. 1).



Obr. 1 – Galvanický článok

1.9 Na základe Obr. 1 doplňte do textu správnu odpoveď.

- Záporne nabitá zinková elektróda sa označuje (katóda/anóda).
- Kladne nabitá elektróda medi sa označuje (katóda/anóda).
- Na zinkovej elektróde prebieha (oxidácia/redukcia).
- Na medenej elektróde prebieha (oxidácia/redukcia).

1.10 Chemickou rovnicou zapíšte čiastkové reakcie prebiehajúce na katóde a anóde.

a) katóda:

.....

b) anóda:

.....

Prečítajte si nasledujúci text a riešte úlohy pod textom.

Koróziu kovov si väčšina z nás dáva do súvislosti so železnými materiálmi. Koróziu železa, ale napríklad aj medi a hliníka, zapríčiňuje tendencia daných kovov podliehať oxidácii. Vysokú schopnosť oxidácie má aj sodík, ktorý sa musí z tohto dôvodu uchovávať pod vrstvou petroleja.

Spomínaný hliník, ktorý má široké využitie napríklad v leteckom priemysle a sú z neho vyrobené aj plechovky rôznych nápojov, má v porovnaní so železom ešte vyššiu tendenciu podliehať korózii.

Poznáme však aj kovy, ktoré len tak korózii nepodliehajú. Ide napríklad o zlato alebo platínu, ktoré sú inertné a v prírode sa vyskytujú v čistej forme.

Ako veľmi sú kovy reaktívne, môžeme zistiť na základe pozorovania priebehu ich reakcií s kyslíkom, vodou, zriedenými kyselinami alebo roztokmi solí iných kovov. Atómy kovov sú usporiadané podľa ich reaktivity, prípadne redukčných schopností do radu. Daný rad začína najreaktívnejšími kovmi (K a Na) a končí najmenej reaktívnymi kovmi (Pt a Au). Platí, že čím je prvok reaktívnejší, tým ľahšie podlieha oxidácii a je silnejším redukčným činidlom.

1.11 Usporiadajte kovy podľa ich stúpajúcich redukčných schopností.

Zn, Al, Pb, Cu, Na

1.12 Usporiadajte kationy kovov uvedených vyššie podľa ich stúpajúcich oxidačných schopností.

Zn^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Na^+

Prečítajte si text a riešte úlohy pod textom.

Poradie jednotlivých kovov umožňuje tiež predpovedať, ktorý kov nahradí ďalší kov prítomný vo forme kationov v roztoku jeho soli. Reaktívnejšie kovy podliehajú, ako

bolo uvedené vyššie, ľahko oxidácii a odovzdávajú elektróny katiónom menej reaktívnych kovov.

Ak umiestnime medený drôt do roztoku dusičnanu strieborného, strieborné ióny sa redukujú a vznikajú atómy striebra. Atómy medi podliehajú oxidácii. Vznikajú meďnaté katióny, ktoré charakteristiky sfarbujú roztok na modro. Z uvedeného vyplýva, že meďnaté katióny nahradili v roztoku strieborné katióny.

1.13 Na základe uvedeného príkladu v texte vyberte správne tvrdenia.

- Zinok nahradí meďnaté katióny v roztoku síranu meďnatého.
- Meďnaté katióny v roztoku síranu meďnatého nahradia zinok.
- Nikel nahradí katióny medi v roztoku síranu meďnatého.
- Horčík nahradí nikelnaté katióny v roztoku síranu nikelnatého.

Úloha 2 (20 b.)

Chemická značka hliníka pochádza z názvu *aluminium*, odvodeného z latinského *alumen* (horká soľ), označujúceho podvojný síran $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, ktorý sa v starom Grécku a v Ríme používal v lekárstve ako sťahujúca látka pri krvácaní. Hliník je po kyslíku a kremíku tretím najrozšírenejším prvkom v zemskej kôre. Najčastejšie sa vyskytuje v podobe hlinitokremičitanov, je hlavnou zložkou mnohých zvetraných minerálov, vrátane živíc, slúd či zeolitov.

Hliník je striebrolesklý, mäkký kov s malou hustotou. Vytvára najtesnejšiu plošne centrovanú kubickú štruktúru. Je výborným vodičom tepla a elektriny a je odolný voči korózii. Je veľmi kujný a ťažný, dá sa vytiahnuť na tenký drôt a vyvalcovať na tenkú fóliu. Využíva sa najmä ako konštrukčný materiál v stavebníctve a strojárstve, v automobilovom, lodiarenskom a leteckom priemysle.

Atóm hliníka má v základnom stave elektrónovú konfiguráciu $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$. Aj keď je hliník typický kov, v zlúčeninách má tendenciu viazať sa kovalentnými väzbami, ktoré sú vzhľadom na malú hodnotu elektronegativity hliníka veľmi silne polárne. Hliník vytvára mnohé typy zlúčenín, ako napr. halogenidy hlinité, oxid hlinitý a jeho hydráty, či soli hlinité. Z dôvodu existencie voľných $3d$ orbitálov vo valenčnej vrstve, atóm hliníka nachádzame viazaný aj ako centrálny atóm v rôznych komplexoch, kryštálových štruktúrach. Typickým oxidačným stupňom pre hliník je +III. Známých je však aj niekoľko zlúčenín, v ktorých má hliník oxidačný stupeň +I (AlF , AlCl , AlBr ,

Al_2O_3), prípadne +II (AlO), ich existencia je zvyčajne obmedzená na plynný stav pri vysokých teplotách. Veľký význam majú aj organohlinité zlúčeniny, napr. ako akceptory elektrónového páru.

2.1 Určite názvy zlúčenín a iónov:

- a) $AlCl_3$
- b) $[Al(OH)_6]^{3-}$
- c) AlN
- d) $Li[AlH_4]$

2.2 Určite vzorce zlúčenín a iónov:

- a) alán
- b) hydroxid-oxid hlinitý
- c) hexaamminhlinitý kation
- d) octan hlinitý

2.3 Vytvorte dvojice:

1	<i>korund</i>	A	$[Al_2(OH)_4Si_2O_5]$
2	<i>kryolit</i>	B	Al_2MgO_4
3	<i>bauxit</i>	C	Al_2O_3
4	<i>kaolinit</i>	D	$Al_2Be_3(SiO_3)_6$
5	<i>spinel</i>	E	$AlO(OH)$
6	<i>beryl</i>	F	$Na_3[AlF_6]$

2.4 Doplňte text:

Aj napriek hodnote štandardného elektródového potenciálu $-1,66$ je hliník na vzduchu veľmi, pretože sa pokrýva súvislou vrstvičkou, ktorá ho takmer dokonale chráni. Pri styku s vodou sa hliník pokrýva ochranným povlakom, takže je proti nej prakticky úplne odolný. V praxi sa na povrchu hliníka necháva umelo vytvoriť silná vrstva oxidu oxidáciou, tzv., aby sa ešte zvýšila odolnosť hliníka voči

2.5 Určite správne tvrdenia:

- a) Hliník je v domácnosti známy pod názvom alobal.
- b) Oxid hlinitý je základom farebnej odrody kremeňa, nazývanej ametyst.
- c) Chlorid hlinitý je súčasťou niektorých prípravkov určených proti poteniu – antiperspirantov.
- d) Hliník je biogénny makroprvok.

2.6 Hliník je amfotérny prvok, rozpúšťa sa v roztokoch kyselín aj hydroxidov. Tiež oxid hlinitý a hydroxid hlinitý sú amfotérne látky, reagujú s kyselinami aj so zásadami. Reakčné schémy doplňte a upravte na chemické rovnice.

- a) $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow$
- b) $\text{Al} + \dots + \dots \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \dots$
- c) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
- d) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

2.7 Odolnosť a mechanické vlastnosti hliníka sa zlepšujú hlavne tvorbou jeho zliatin s inými kovmi. Najznámejšou zliatinou hliníka je *dural*, nazývaný aj duraluminium (z lat. tvrdý hliník). Oproti čistému hliníku má dural o niečo vyššiu hustotu, ale je až päťkrát pevnejší v ťahu a je aj tvrdší. Prvýkrát bol dural vyrobený v roku 1906 Alfrédom Wilmemom v Nemecku. Dural sa používa predovšetkým v automobilovom, lodiarenskom a leteckom priemysle. Aké je zloženie duralu?

2.8 Priemyselne sa hliník vyrába z hliníkových rúd, najčastejšie z bauxitu. Výroba kovu má dve fázy: 1) extrakcia, čistenie a dehydratácia bauxitu, 2) elektrolýza taveniny zmesi oxidu hlinitého a kryolitu pri teplote 940 – 980 °C.

- a) Ktorými oxidmi býva znečistený bauxit?
- b) Opíšte elektródy používané počas elektrolýzy taveniny.
- c) Uveďte produkty elektrolýzy na oboch elektródach.
- d) Množstvo kryolitu získaného z prírodných zdrojov je nepostačujúce. Zapíšte chemické rovnice prípravy kryolitu chemickou reakciou:
 - hydroxidu hlinitého s hydroxidom sodným a kyselinou fluorovodíkovou,
 - oxidu hlinitého s uhličitanom sodným a kyselinou fluorovodíkovou,

2.9 Silná afinita hliníka ku kyslíku a jeho redukčné vlastnosti sa využívajú pri získavaní niektorých kovov z ich oxidov pri vysokých teplotách.

- a) Ako sa nazýva uvedená metóda získavania kovov?
- b) Chemickou rovnicou zapíšte získavanie chrómu touto metódou.

2.10 Síran hlinitý je možné pripraviť z dusičnanu hlinitého, a to tak, že dusičnan sa rozpustí vo vode, roztokom hydroxidu draselného sa z neho vyzráža hydroxid hlinitý, a ten sa ďalej rozpustí v zriedenej kyseline sírovej. Vypočítajte:

- hmotnosť nasýteného roztoku síranu hlinitého pri teplote 50 °C, ktorý možno teoreticky pripraviť uvedeným spôsobom zo 100 g nonahydrátu dusičnanu hlinitého,
- hmotnosť oktadekahydrátu síranu hlinitého, ktorý vykryštalizuje pri ochladení nasýteného roztoku na teplotu 20 °C. $w_{(50)} = 0,343$, $w_{(20)} = 0,266$.

Úloha 3 (20 b.)

Uhlíkovodíky sú najjednoduchšie organické zlúčeniny. Sú zložené iba z uhlíka a vodíka. Môžu obsahovať jednoduché alebo násobné väzby, ich reťazec môže byť lineárny alebo rozvetvený a môžu tiež vytvárať cyklické zlúčeniny. Používajú sa hlavne ako palivá a na výrobu plastov.

Vyriešte nasledujúce úlohy týkajúce sa uhlíkovodíkov:

3.1 Zakrúžkujte správne tvrdenia o nenasýtených uhlíkovodíkoch:

- V ich molekule sa nachádza len jedna dvojitá väzba.
- Medzi atómami uhlíka sa nachádzajú aj väzby, ktoré sú kratšie ako väzby v nasýtených uhlíkovodíkoch.
- Nenasýtenú väzbu tvorí jedna σ väzba spolu s jednou alebo dvoma π väzbami.
- Väzba π je silnejšia ako väzba σ .
- Sú menej reaktívne ako nasýtené uhlíkovodíky.
- Typické sú pre ne adičné reakcie.
- V prírode sa bežne nevyskytujú.
- Nemôžu obsahovať dvojitú aj trojitú väzbu.

3.2 Vyberte správne tvrdenia. Dvojitá väzba je v porovnaní s jednoduchou:

- kratšia.
- dlhšia.
- rovnako dlhá.
- slabšia.
- silnejšia.
- rovnako silná.

3.3 Napíšte dve podobné a dve rozdielne vlastnosti alkánov a alkénov.

3.4 Vyberte správne tvrdenia. Väzba σ medzi atómami uhlíka v molekule eténu je v porovnaní s π - väzbou v tej istej molekule:

- kratšia.
- dlhšia.
- rovnako dlhá.
- slabšia.
- silnejšia.
- rovnako silná.

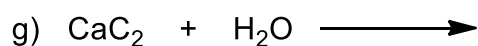
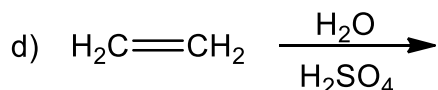
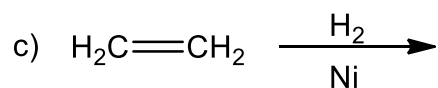
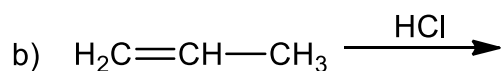
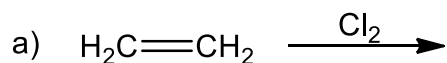
3.5 Do tabuľky doplňte chýbajúce údaje – názov alebo racionálny vzorec:

názov	vzorec
	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
penta-1,4-dién	
	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
cyklopentén	
	$\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \\ & & & & & \\ & \text{H}_3\text{C} & -\text{CH} & & \text{CH}_2 & \end{array}$
2-metylokt-3-én	
pent-1-én-4-ín	
	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$
2,2-dimetylhept-3-ín	
	$\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & -\text{CH}_2 & & \text{CH}_3 & & & \\ & & & & & & \\ \text{H}_3\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & \equiv\text{CH} & & \\ & & & & & & \\ \text{H}_3\text{C} & -\text{CH}_2 & & \text{CH}_3 & & & \end{array}$

3.6 Určte, v ktorých molekulách sa nachádzajú všetky atómy uhlíka v jednej priamke:

- a) metán
- b) etán
- c) propén
- d) etín
- e) etén

3.7 Doplňte reakčné schémy:



3.8 Zmes etánu a eténu s objemom 150 cm^3 je prepúšťaná cez vodný roztok brómu. Objem plynu sa po prepustení cez tento roztok zmenil na 45 cm^3 . Vyjadrite percentuálne zloženie pôvodnej zmesi plynov. (Objemy sú merané pri normálnej teplote a tlaku.)

3.9 Uhl'ovodík obsahuje 87,8 % uhlíka a 12,2 % vodíka a má molárnu hmotnosť $82 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Brómová voda sa pri reakcii s ním odfarbí. Na niklovom katalyzátore reaguje 1,5 g tejto látky so 410 ml vodíka. Napíšte názov a racionálny vzorec tohto uhl'ovodíka.

Odporúčaná literatúra

1. G. I. Brown: Úvod do anorganické chemie, 1. vyd., SNTL, Praha, 1982
2. J. Gažo a kol.: Všeobecná a anorganická chémia, 3. vyd., Alfa, Bratislava, 1981
3. J. Heger, I. Hnát, M. Putala: Názvoslovie organických zlúčenín. 1. vyd., SPN, Bratislava, 2004
4. J. Kandráč, A. Sirota: Výpočty v stredoškolskej chémii, 2. vyd., SPN, Bratislava, 1995
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
6. G. Ondrejovič a kol.: Anorganická chémia, Alfa, Bratislava, 1993
7. M. Prokša, J. Tatierysky, A. Drozdíková: Anorganická chémia, 1. vyd., SPN, Bratislava, 2009
8. J. Reguli, M. Linkešová, J. Slanicay: Pôvod názvov chemických prvkov, 1. vyd., FCHPT STU, Bratislava, 2001.
9. P. Silný, M. Prokša: Chemické reakcie a ich zákonitosti, 1. vyd., SPN, Bratislava, 2006
10. A. Sirota, E. Adamkovič: Názvoslovie anorganických látok, 1. vyd., SPN, Bratislava, 2003
11. J. Vacík a kol.: Chémia pre 1. ročník gymnázií, 5. vyd., SPN, Bratislava, 1994
12. H. Vicenová, M. Ganajová: Chémia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom, 1. vyd., EXPOL PEDAGOGIKA, Bratislava, 2012

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu), doc. RNDr.

Jarmila Kmeťová, PhD., Mgr. Lenka Kramarová

Recenzenti: PaedDr. Dana Kucharová, PhD., RNDr. Beata Vranovičová, PhD.

Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022