

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória C

Domáce kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY Z ANORGANICKEJ, VŠEOBECNEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 61. ročník – školský rok 2024/2025

Domáce kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Lenka Šikulíncová

Maximálne 60 bodov

Úvod

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

Úloha 1 (20 b.)

Redoxné reakcie, nazývané aj oxidačno-redukčné reakcie, sú chemické reakcie, pri ktorých dochádza k **prenosu elektrónov** medzi dvomi látkami. Jedna z látok elektróny stráca a druhá látka elektróny získava, čo vedie k **zmene oxidačných čísel** atómov daných látok. Redoxné reakcie sú základom mnohých procesov, ako v chémii, tak aj biológii. Medzi najznámejšie redoxné reakcie (deje) patria napríklad spaľovacie procesy, horenie, fotosyntéza, dýchanie, korózia, pasivácia, galvanizácia, elektrolyza či reakcie v lítiovo-iónových batériách. História redoxných reakcií súvisí s vývojom chémie ako vedy. Ich chápanie sa vyvíjalo postupne od doby staroveku, ktorý je známy pokusmi alchymistov, až po súčasnú modernú chémiu. Redoxné reakcie majú široké využitie aj v priemysle. Ide napríklad o výrobu železa, hliníka, amoniaku, kyseliny sírovej, elektrolytickú výrobu vodíka, chlóru, hydroxidu sodného, úpravu odpadových vôd, výrobu energie pomocou palivových článkov alebo oxidácie fosílnych palív. Medzi základné pojmy súvisiace s redoxnými reakciami patrí napríklad oxidácia, redukcia, polreakcia, oxidovadlo, redukovadlo, oxidačné číslo, kation, anión.

S redoxnými reakciami tiež úzko súvisí **elektrochemický rad napätia kovov**, v ktorom sú kovové prvky usporiadané podľa ich **štandardných elektródových potenciálov**.

Tie sú merané v porovnaní so štandardnou vodíkovou elektródou s hodnotou potenciálu 0,00 V. Tento rad poskytuje informácie o relatívnej schopnosti jednotlivých kovov uvoľňovať alebo prijímať elektróny, teda o ich schopnosti oxidovať sa alebo redukovať sa. **Kovy** umiestnené **naľavo od vodíka** sú schopné redukovať kation vodíka vo vodnom roztoku a nazývajú sa **neušľachtilé**. **Kovy** umiestnené **napravo od vodíka** nereagujú so zriedenými kyselinami za vzniku vodíka a nazývajú sa **ušľachtilé**. Význam elektrochemického radu napätia kovov súvisí s predpovedaním chemického správania sa kovov v redoxných reakciách. Pomáha tiež pochopiť, ktoré kovy sú náchylné k oxidácii alebo redukcii a ako budú reagovať v rôznych chemických a elektrochemických procesoch.

1.1 Zakrúžkujte správne tvrdenia.

- a) Oxidácia je reakcia, pri ktorej atóm, ión alebo molekula stráca elektróny v dôsledku čoho sa znižuje ich oxidačné číslo.
- b) Redukcia je reakcia, pri ktorej atóm, ión alebo molekula prijíma elektróny v dôsledku čoho sa znižuje ich oxidačné číslo.
- c) Oxidovadlo je látka, ktorá spôsobuje redukcii inej látky tým, že sa sama oxiduje.
- d) Redukovadlo je látka, ktorá spôsobuje redukcii inej látky tým, že sa sama oxiduje.

1.2 Určte, ktoré z uvedených chemických reakcií patria medzi redoxné.

- a) $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
- d) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}$

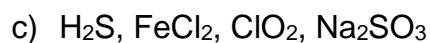
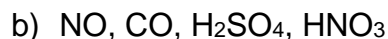
1.3 Doplňte počet prijatých alebo odovzdaných elektrónov v nasledujúcich polreakciách.

- a) $\text{Zn}^0 \dots \rightarrow \text{Zn}^{2+}$
- b) $\text{Cu}^{2+} \dots \rightarrow \text{Cu}^0$
- c) $\text{Cl}_2^0 \dots \rightarrow 2\text{Cl}^-$
- d) $\text{Fe}^0 \dots \rightarrow \text{Fe}^{3+}$

1.4 Určte, ktoré z uvedených polreakcií znázorňujú oxidáciu a ktoré redukciu.



1.5 V nasledujúcich možnostiach a – d zakrúžkujte látku, ktorá do daného radu **nepatrí**.



1.6 Doplňte nasledujúcu tabuľku.

<i>Zlúčenina</i>	<i>Oxidačné číslo prvku síry</i>	<i>Názov zlúčeniny</i>
SO_2		
H_2S		
H_2SO_4		
SO_3		
Na_2SO_3		
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$		

1.7 Na medených predmetoch, napríklad miskách alebo táckach sa vytvárajú použitím koncentrovanej kyseliny dusičnej rôzne ozdobné vzory. Chemická rovnica danej reakcie je nasledovná:



a) Určte oxidačné číslo medi:

pred chemickou reakciou:

po chemickej reakcii:

b) Určte oxidačné číslo dusíka:

pred chemickou reakciou:

po chemickej reakcii:

c) Určte, ktorá z látok v chemickej reakcii pôsobí ako:

oxidovadlo:

redukovadlo:

d) Zapište chemickú rovnicu polreakcií:

oxidácie:

redukcie:

- 1.8 Na základe uvedeného elektrochemického radu napätia kovov riešte nasledujúcu úlohu.

neušľachtilé kovy												ušľachtilé kovy			
K	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Fe	Cd	Sn	Pb	H	Cu	Hg	Ag	Au	

Chemik Adam vložil neznámy kov do dvoch roztokov: roztoku dusičnanu hlinitého a síranu železnatého. Po určitom čase pozoroval, že daný kov reagoval len s roztokom síranu železnatého. Uvedte o aký kov/kovy by mohlo ísť.

Neznámy kov/y:

- 1.9 Súbor redoxných reakcií, ktoré prebiehajú pri prechode jednosmerného elektrického prúdu roztokom alebo taveninou, sa nazývajú **elektrolýza**. Prechod elektrického prúdu zabezpečujú dve elektródy – **záporná katóda a kladná anóda**. Na **katóde** je **nadbytok elektrónov**, preto priťahuje katióny (kladné ióny). Katióny priťahujú z katódy elektróny čím sa redukujú. Na **anóde** je **nedostatok elektrónov**, preto priťahuje anióny (záporné ióny). Anióny odovzdávajú elektróny anóde a teda dochádza k ich oxidácii.

Jedným z typických príkladov elektrolýzy je elektrolýza vodného roztoku síranu meďnatého, pri ktorej sa využívajú medené elektródy napojené na zdroj jednosmerného napätia.

- a) Doplňte.

Vodný roztok síranu meďnatého obsahuje ióny: Cu^{2+} ,, H^+ ,

- b) Napíšte chemickú rovnicu polreakcie redoxného deja prebiehajúceho na katóde.

Katóda:

- c) Napíšte chemickú rovnicu polreakcie redoxného deja prebiehajúceho na anóde.

Anóda:

Úloha 2 (20b)

Meď je jedným z najdôležitejších prechodných kovov v prírode. Je to neušľachtilý nealotropický kov oranžovočervenej farby. Vyznačuje sa vysokou tepelnou vodivosťou, tvárnosťou za tepla aj studena a dobrou odolnosťou proti korózii. Podstata tejto odolnosti je predovšetkým v kladnom elektrochemickom potenciáli (+0,34 V) a v účinku oxidov a ďalších látok, ktoré sa vytvárajú na povrchu medi. Proti atmosférickej korózii chráni meď tzv. medenka – vrstva hydratovaných uhličitanov medi. Meď má tiež dobrú odolnosť voči roztokom kyselín bez oxidačných účinkov. Nepriaznivo pôsobia na meď chlór, amoniak a zlúčeniny síry. Chemická značka medi pochádza z latinského názvu cuprum, odvodeného z latinského Cyprium, čo je latinský názov ostrova Cyprus, na ktorom v období Rímskej ríše vznikli prvé bane na ťažbu medi.

Meď plní významnú úlohu v mnohých biologických procesoch, priemyselných aplikáciách a chemických reakciách. V prírode sa nachádza hlavne v mineráloch ako chalkopyrit, kuprit či malachit. V laboratóriu a priemysle sa meď využíva napríklad na výrobu elektrických vodičov, mincí a rôznych zliatin.

Medzi najbežnejšie zlúčeniny medi patria meďnaté zlúčeniny, veľmi dobre sú preskúmané aj zlúčeniny meďné. Medité zlúčeniny sú veľmi zriedkavé. Z meďných zlúčenín v tuhom skupenstve je známych množstvo zlúčenín, napríklad oxid, sulfid, nitrid, hydrid, halogenidy (s výnimkou fluóru). Síran meďnatý sa používa pri galvanickom pokovovaní, v lekárstve ako antiseptikum, na prípravu Fehlingovho činidla na dôkaz a stanovenie redukujúcich sacharidov a tiež na ničenie rastlinných škodcov (postrek viniča).

2.1 Určite názvy zlúčenín a iónov:

- $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$
- $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$
- $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

2.2 Určite vzorce zlúčenín:

- kyanid meďný
- difluorid-bis(uhličitan) meďnatý
- tetrachloridomeďnatan sodný
- tetrachloridomeďnatan tetraamminplatnatý

2.3 Vytvorte správne dvojice:

1	chalkopyrit	A	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
2	malachit	B	Cu_2S
3	kuprit	C	Cu_3FeS_3
4	chalkantit	D	CuS
5	azurit	E	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
6	kovelín	F	Cu_2O
7	chalkozín	G	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
8	bornit	H	CuFeS_2

2.4 Napíšte chemické rovnice prípravy elementárnej medi:

- z oxidu meďnatého redukciou vodíkom,
- zo síranu meďnatého redukciou zinkom (cementácia medi).

2.5 V zlúčenine $\text{K}_2[\text{CuCl}_4]$ určite:

- centrálny atóm,
- koordinačné číslo centrálného atómu,
- oxidačné číslo centrálného atómu,
- elektrický náboj ligandu.

2.6 Určte pravdivé tvrdenia. „O medi platí, že ...“ :

- patrí medzi biogénne prvky,
- je dobrý vodič tepla a elektriny,
- nachádza sa naľavo od vodíka v elektrochemickom rade napätia kovov,
- reaguje iba s kyselinami, ktoré majú oxidačné účinky.

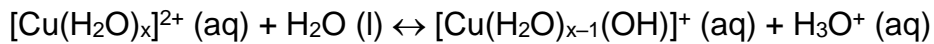
2.7 Reakčné schémy doplňte a upravte na chemické rovnice.

- $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (konc.) \rightarrow
- $\text{Cu} + \text{NaCN} + \text{H}_2\text{O}$ (l) \rightarrow
- CuCl (s) + NaCl (aq) \rightarrow
- $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S}$ \rightarrow

2.8 Konštanty rozpustnosti sulfidu meďnatého a sulfidu meďného sú $K_s(\text{CuS}) = 6,3 \cdot 10^{-36}$ a $K_s(\text{Cu}_2\text{S}) = 2,5 \cdot 10^{-48}$. Ktorý z uvedených sulfidov je rozpustnejší?

2.9 Produkty reakcie medi s kyselinou dusičnou sú rôzne, závisia od koncentrácie kyseliny. Napíšte chemické rovnice reakcie medi s a) koncentrovanou, b) zriedenou kyselinou dusičnou.

2.10 Ako sa zmení rovnovážne zloženie sústavy v prípade rovnováhy:



ak sa v sústave zvýši koncentrácia oxióniových katiónov.

2.11 Rovnicami polreakcií zapíšte deje, ktoré prebiehajú počas elektrolýzy vodného roztoku CuCl_2 .

Úloha 3 (20 b.)

Uhlíkovodíky sú organické zlúčeniny zložené výhradne z atómov uhlíka (C) a vodíka (H). Sú základnými stavebnými jednotkami mnohých látok, ktoré používame každý deň. Uhlíkovodíky môžeme rozdeliť do dvoch hlavných skupín: alifatické a aromatické. Alifatické uhlíkovodíky sa ďalej delia podľa typu väzieb medzi uhlíkovými atómami na alkány, alkény a alkíny.

Uhlíkovodíky sa získavajú prevažne z fosílnych palív, ako sú ropa a zemný plyn.

- **Ropa** je zmes kvapalných uhlíkovodíkov, ktorá sa nachádza v podzemných ložiskách. Jej ťažba prebieha pomocou vrtov, ktoré prenikajú do ropných ložísk. Po vyťahnutí na povrch sa ropa spracováva v rafinériách, kde sa rozdeľuje na rôzne frakcie pomocou destilácie. Medzi najdôležitejšie produkty patria benzín, nafta, kerosín a mazivá.
- **Zemný plyn** pozostáva hlavne z metánu (CH_4) a menších množstiev ďalších uhlíkovodíkov. Taktiež sa ťaží pomocou vrtov. Po vyťažení sa čistí od nečistôt a potom sa dopravuje potrubím alebo vo forme skvapalneného zemného plynu (LNG).

Frakčná destilácia ropy je základným procesom v rafinérii, kde sa surová ropa rozdeľuje na rôzne zložky alebo frakcie na základe ich bodu varu. Tento proces prebieha v destilačnej kolóne, ktorá je vysokým vertikálnym zariadením umožňujúcim separáciu zložiek. Destilačná kolóna je rozdelená na rôzne sekcie s perforovanými podlahami alebo platňami, ktoré umožňujú prechod pary a kondenzátov.

Každá frakcia je odoberaná z kolóny v rôznych výškach cez odberné potrubia. Tieto frakcie sa potom ďalej spracovávajú alebo používajú priamo:

- **1. frakcia (30 °C) – Plyny (C₁ – C₄)** sa získavajú na vrchole kolóny a používajú sa ako palivá alebo suroviny pre chemický priemysel (**LPG**)
- **2. frakcia (30 - 200 °C) Benzín (C₅ – C₁₂)** sa získava z hornej a strednej časti kolóny a používa sa ako palivo pre automobily.

- **3. frakcia (150 - 240 °C) Kerosín (C₁₀ – C₁₅)** sa získava zo strednej časti kolóny a používa sa ako palivo pre lietadlá a petrolej.
- **4. frakcia (200 - 350 °C) Nafta (C₁₅ – C₂₀)** sa získava zo strednej až spodnej časti kolóny a používa sa ako dieselové palivo.
- **5. frakcia (300 °C a viac) Mazacie oleje a ťažké zvyšky (C₂₀ a viac)** sa získavajú zo spodnej časti kolóny a používajú sa na mazanie strojov, výrobu asfaltu a iných ťažkých produktov.

Používanie fosílnych palív má významný dopad na životné prostredie. Spaľovanie uhľovodíkov prispieva k emisiám skleníkových plynov, ktoré spôsobujú globálne otepľovanie a klimatické zmeny. Ropné havárie a úniky môžu spôsobiť vážne znečistenie vodných a suchozemských ekosystémov.

Uhľovodíky majú široké využitie v rôznych oblastiach nášho života. Najviac sa využívajú ako palivá, v energetike a v chemickom priemysle na výrobu rôznych chemikálií, vrátane rozpúšťadiel, farieb, detergentov, plastov a syntetických materiálov, hnojív a pesticídov a liekov.

Vyriešte nasledujúce úlohy týkajúce sa uhľovodíkov:

3.1 Napíš vzorce a systémové názvy všetkých nasýtených necyklických uhľovodíkov, ktoré sú súčasťou plynnej frakcie pri destilácii ropy.

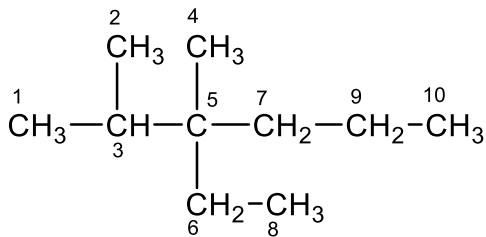
3.2 Pri benzíne, ktorý sa používa do motorových vozidiel, sa stretávame s pojmom oktánové číslo.

a) Vysvetlite pojem oktánové číslo.

b) Napíšte vzorec a systémový názov uhľovodíka, ktorý má oktánové číslo 100.

c) Napíšte vzorec a systémový názov uhľovodíka, ktorý má oktánové číslo 0.

3.3 Nasledujúcu zlúčeninu pomenujte systémovým názvom a zaradte označené uhľíky medzi primárne, sekundárne, terciárne a kvartérne.



3.4 Doplň do textu chýbajúce časti a odpovedz na nasledujúce otázky.

a) Nasýtené uhľovodíky sa nazývajú Vo svojej molekule obsahujú iba väzby. Sumárny vzorec ich homologického radu je sa vysokou reaktivitou. Typickými reakciami pre tieto uhľovodíky sú horenie (.....) a radikálová substitúcia. Pri horení týchto uhľovodíkov vznikajú v závislosti od podmienok,, a voda.

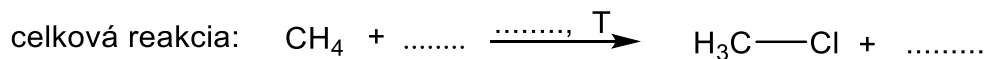
b) Vysvetlite pojem skleníkový efekt a uveďte aspoň 3 dôsledky zvyšovania skleníkového efektu na Zemi.

c) Ktorý plyn vznikajúci pri horení uhľovodíkov významnou mierou prispieva k zvyšovaniu skleníkového efektu?

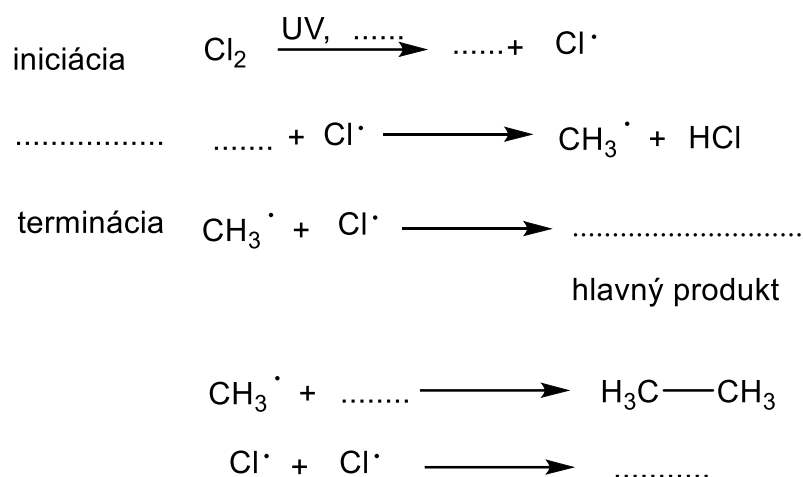
d) Vypočítajte, aký objem a koľko molekúl plynu z časti c) sa uvoľní do atmosféry, ak zhorí 1 dm³ etánu v nadbytku kyslíka za normálnych podmienok.

3.5

Doplňte chýbajúce časti v nasledujúcej schéme radikálovej substitúcie.



Priebeh radikálovej substitúcie metánu.



Odporúčaná literatúra

1. G. I. Brown: Úvod do anorganickej chémie, 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. Tatiersky, 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: Doc. PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu), doc.
RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., Mgr. Lenka Šikulínková, PhD.

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

Redakčná úprava: Doc. PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024