

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória C

Krajské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ, ANORGANICKEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 60. ročník – šk. rok 2023/2024

Krajské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Lenka Kramarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 120 minút

Úloha 1 (20 b.)

1.1 Napíšte chemickú rovnicu:

- tepelného rozkladu chlorečnanu draselného na chlorid draselný a kyslík,
- disproporcionačnej reakcie oxidu cíničitého so sírou a uhličitanom sodným za vzniku tritiociničitanu sodného a dvoch oxidov,
- reakcie síry s kyselinou dusičnou, ktorou vznikajú dva oxidy a voda,
- vytesnenia kyseliny trihydrogénboritej z tetraboritanu sodného pomocou kyseliny chlorovodíkovej,
- hydrolýzy fluoridu kremičitého,

1.2 Sodík reaguje s vodou veľmi búrlivo. Vypočítajte uvoľnené alebo spotrebované teplo pri zreagovaní 1,00 gramu sodíka za štandardných podmienok, ak štandardné tvorné entalpie $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H_f^\circ(\text{NaOH}(\text{aq})) = -470 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. $A_r(\text{Na}) = 22,99$

1.3 Aká je hodnota parciálneho poriadku reakcie vzhľadom na reaktant, pri nezmenených ostatných podmienkach, ak:

- zdvojnásobením jeho koncentrácie sa rýchlosť reakcie nezmení,
- zoštvornásobením jeho koncentrácie sa rýchlosť reakcie zväčší dvakrát.

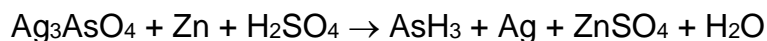
1.4 Chróman olovnatý sa pripravuje zrážaním chrómanu draselného dusičnanom olovnatým. Chróman draselný je možné pripraviť zo síranu chromitého, ktorého zrážaním hydroxidom draselným vznikne hydroxid chromitý, a ten sa oxiduje v alkalickom prostredí (KOH) peroxidom vodíka na chróman draselný. Výťažok syntézy chrómanu draselného je približne 76 %. Vypočítajte, koľko oktadekahydrátu síranu chromitého potrebujeme, ak máme vyzrážať chróman olovnatý a použijeme 6,00 g dusičnanu olovnatého.

$M[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3] = 392,16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}] = 716,45 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,

$M[\text{Cr}(\text{OH})_3] = 103,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M[\text{K}_2\text{CrO}_4] = 194,19 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,

$M[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 331,21 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1.5 Vypočítajte stechiometrické koeficienty chemickej reakcie:



Úloha 2 (20 b.)

2.1 Vytvorte správne dvojice.

1.	cinabarit	A	MoS_2
2.	molybdenit	B	Sb_2S_3
3.	antimonit	C	Cu_2S
4.	chalkocit	D	HgS

2.2 Zlúčeniny síry sú známe pod rôznymi triviálnymi názvami. Určte chemický vzorec zlúčenín síry a - e na základe ich triviálneho a systémového názvu.

Triviálny názov	Systémový názov	Vzorec
a) zelená skalica	heptahydrát síranu železnatého	
b) biela skalica	heptahydrát síranu zinočnatého	
c) Epsomská soľ	heptahydrát síranu horečnatého	
d) Mohrova soľ	hexahydrát síranu amonno-železnatého	
e) Glauberova soľ	dekahydrát síranu sodného	

2.3 Vyberte správne tvrdenia.

- a) Síra je v molekule síranu horečnatého štvorväzbová.
- b) Síra má v molekule sulfidu meďnatého dva nespárené elektrónové páry.
- c) Síra patrí napríklad spolu s kyslíkom v PSP do 16. skupiny, prvky v danej skupine nazývame chalkogény.
- d) Síra je v molekule oxidu sírového trojväzbová.

2.4 Doplňte reaktanty a produkty A - H chemických reakcií a reakčné schémy upravte na chemické rovnice.

- a) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4 \rightarrow \mathbf{A} + \text{MnSO}_4 + \mathbf{B} + \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \mathbf{C}$
- c) $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \mathbf{D} + \text{H}_2\text{O}$
- d) $\mathbf{E} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$
- e) $\mathbf{F} \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- f) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \mathbf{G} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \mathbf{H} + \text{H}_2\text{O}$

2.5 In Vino Chemeia (lat.)

Používanie oxidu siričitého prípadne siričitanov pri výrobe vína je známa téma. Na niektorých fľašiach sa dokonca vyskytujú aj označenia, ktoré na obsah siričitanov v danom víne upozorňujú. To u ľudí častokrát vyvoláva dojem, že siričitany sú ešte nebezpečnejšie, než v skutočnosti sú.

Oxid siričitý nie je len prídavná látka, ale v malom množstve sa vyskytuje v čerstvom ovocí a tiež vzniká ako vedľajší produkt fermentácie. Vinári zvyknú oxid siričitý používať pred alebo po fermentácii, čo sa odrazí aj na samotnom výsledku. Prídavanie oxidu siričitého pred fermentáciou zlepšuje hygienu výroby vína. Tento úkon je známy už od čias starovekého Grécka a používa sa dodnes, pretože bez prídavku síry by mikrobiálna aktivita a tiež oxidácia skrátila čas jeho skladovania. Prídanie síry pred fermentáciou síce zvýši konečný obsah síry vo víne, ale nie príliš, pretože väčšina sa usadí ako sediment.

Prídavanie oxidu siričitého do vína po fermentácii slúži na konzervovanie a teda zabraňuje oxidácii a kvaseniu vo vínach obsahujúcich cukor. Sladké biele, ružové, dezertné vína ako aj tie masovo vyrábané obsahujú oveľa viac síry ako suché červené kvalitné vína.

Obsah oxidu siričitého sa dá ľahko stanoviť aj v chemickom laboratóriu metódou zvanou titrácia. Je k tomu potrebná vzorka bieleho vína, roztok jódu ($0,01 \text{ mol dm}^{-3}$), kyseliny sírovej ($2,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), hydroxidu sodného ($1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), 2 % roztok škrobu, destilovaná voda a pomôcky na titráciu.

Oxid siričitý je vo víne súčasťou rôznych kyselín a ketónov, preto sa musí ku vzorke vína pridať roztok hydroxidu sodného, ktorý dané zlúčeniny rozštiepi, následne sa zmes okyslí roztokom kyseliny sírovej a pridá roztok škrobu. Takto pripravená zmes sa titruje roztokom jódu.

- Znázorníte elektrónový štruktúrny vzorec hydrogensiričitanového aniónu.
- Vysvetlite, prečo sa do vzorky vína pridáva roztok škrobu.
- Zapíšete chemickú rovnicu reakcie oxidu siričitého s jódom a vodou.
- Vypočítajte, ako by ste v laboratóriu pripravili 500 ml:
 - roztoku kyseliny sírovej s koncentráciou uvedenou v texte. ($c(98\% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 18,346 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)
 - roztoku hydroxidu sodného s koncentráciou uvedenou v texte. ($M(\text{NaOH}) = 39,997 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Úloha 3 (20 b.)

3.1 Doplníte do tabuľky chýbajúce vzorce alebo názvy zlúčenín:

názov	vzorec
chlóretán	
1-brómbut-1-én	
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl} \\ \\ \text{Br} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{F} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}-\text{C}=\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$
1, 3-difluórcyklohexán	
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \qquad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \quad \text{Cl} \end{array}$

3.2 Vyberte správne tvrdenia. O halogénderivátoch platí:

- a) ich molekuly obsahujú len polárne väzby,
- b) patria medzi málo reaktívne zlúčeniny,
- c) typické sú pre nich substitúcie,
- d) mnohé z nich sú výborné rozpúšťadlá tukov,
- e) najčastejšie sa pripravujú radikálovou substitúciou z alkánov,
- f) chloroform nie je škodlivý pre človeka.

3.3 Navrhňte spôsob prípravy chlórétanu:






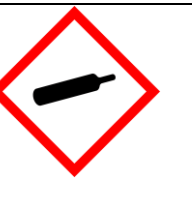



- a) radikálovou substitúciou
- b) adíciou

Pomenujte všetky reaktanty.

3.4 Doplňte do tabuľky chýbajúce údaje

Systémový názov	Triviálny názov	piktogram
	jodoform	c)
chlórétán		
	teflón	
	Chlorid uhličitý	

Chýbajúci piktogram vyberte z nasledujúcej tabuľky a doplňte prislúchajúce písmeno (nie je potrebné kresliť piktogram).

a) 	b) 	c) 	d) 
e) 	f) 	g) 	h) 
i) 			

3.5 Napíšte a pomenujte 9 brómderivátov, ktoré môžu vzniknúť z etánu reakciou s brómom, ktorý je v nadbytku.

3.6

Neznámy uhľovodík A, ktorý je zložený z 3 atómov uhlíka, reaguje s brómovou vodou za vzniku zlúčeniny s relatívnou molekulovou hmotnosťou 201,8 a neuvolňuje sa brómovodík.

- a) Určte sumárny a racionálny vzorec uhľovodíka.
- b) Vypočítajte, aký objem oxidu uhličitého vznikne zhorením 2,5 dm³ látky A v nadbytku kyslíka.

($A_r(\text{C}) = 12,0$, $A_r(\text{H}) = 1,0$, $A_r(\text{Br}) = 79,9$)

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu), doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., Mgr. Lenka Kramarová, PhD.

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 2024