

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória C

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ŠKOLSKÉHO KOLA

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

Školské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Mária Linkešová, Lenka Šikulíncová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 120 minút

Úloha 1 (spolu 15 bodov)

1.1 (1 b.)

Podľa vonkajšej zmeny triedime anorganické chemické reakcie na:

- protolytické, redoxné, skladné, rozkladné,
- skladné, rozkladné, substitučné, podvojná záměna
- protolytické, redoxné, zrážacie, komplexotvorné.
- syntetické, analytické, vytesňovacie, konverzia.

1.2 (6 b.)

Napíšte chemickú rovnicu:

- oxidácie síranu železnatého dichrómanom draselným v prostredí kyseliny sírovej,
- reakcie sulfidu arzenitého s koncentrovanou kyselinou dusičnou, pri ktorej vznikajú dve kyseliny a jeden oxid,
- disproporcionácie mangananu v kyslom prostredí na manganistan a oxid manganičitý.

1.3 (1 b.)

Napíšte rovnicu reakcie uhličitanu sodného s roztokom kyseliny chlorovodíkovej v iónovom tvare.

1.4 (4 b.)

5,00 g železných pilín sa pridalo do 150,0 g 15,0 % roztoku síranu meďnatého.

Vypočítajte:

- látkové množstvo nezreagovaného reaktantu,
- hmotnosť vylúčenej medi.

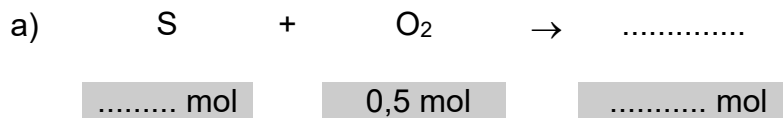
$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M(\text{CuSO}_4) = 159,60 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1},$$

1.5 (1 b.)

Reakciu hydroxidu sodného s kyselinou chlorovodíkovou zaradujeme podľa kritéria mechanizmu chemickej reakcie medzi reakcie

1.6 (2 b.)

Doplňte reakčné schémy na chemické rovnice. Pod reaktanty a produkty chemických rovníc doplňte hodnoty látkových množstiev, ktoré zodpovedajú stechiometrii chemickej rovnice.



Úloha 2 (spolu 15 bodov)

2.1 (2 b.)

Určte väzbovosť síry v nižšie uvedených zlúčeninách.

- a) sulfán,
- b) tiosíran sodný,
- c) kyselina sírová,
- d) oxid siričitý.

2.2 (1 b.)

Vyberte správne tvrdenia.

- a) Atómy kyslíka v molekule kyseliny sírovej majú jeden nespárený pár elektrónov.
- b) Síra má v molekule sulfánu dva nespárené elektrónové páry.
- c) Sulfán je nepolárna molekula.
- d) Sulfán má lomenú štruktúru rovnako ako molekula vody.

2.3 (3 b.)

Medzi najvýznamnejšie zlúčeniny síry patrí kyselina sírová. V čistom stave sa prirodzene nevyskytuje a to kvôli jej vysokej afinite k vodnej pare. Ide teda

o hygroskopickú látku so silnými dehydratačnými vlastnosťami. Táto vlastnosť sa využíva najmä pri sušení plynov a kondenzačných reakciách (reakciách produkujúcich vodu).

Využíva sa v rôznych odvetviach priemyslu, napríklad pri výrobe hnojív (napr. superfosfátov), anorganického pigmentu titánovej beloby, papierenskom priemysle, metalurgii atď.

Koncentrovaná kyselina sírová sa vyznačuje silnými korozívnymi účinkami. Koroduje ako minerálne látky, tak aj kovy. Zriedená kyselina sírová nemá dehydratačné a korozívne účinky.

Z kyseliny sírovej sú odvodené dva typy solí – hydrogensířany a sířany.

Uvedené reakčné schémy upravte na chemické rovnice. V chemických rovniciach doplňte vzorce chýbajúcich látok A – D.

Reakčná schéma 1:

kyselina sírová + zinok → látka A + plyn B

Reakčná schéma 2:

kyselina sírová + fosforečnan vápenatý → látka C + dihydrogenfosforečnan vápenatý

Reakčná schéma 3:

kyselina sírová + látka D → sířan sodný + kyselina chlorovodíková

2.4 (2 b.)

Súčasná výroba kyseliny sírovej pozostáva z troch hlavných krokov: 1. prípravy oxidu siričitého, 2. oxidácie oxidu siričitého, 3. rozpúšťania oxidu sírového vo vode. V súčasnosti sa oxid siričitý pripravuje najmä spaľovaním síry. V minulosti sa pripravoval predovšetkým pražením sulfidov. Oxidácia oxidu siričitého je zložitý proces, nakoľko ide o exotermickú rovnovážnu reakciu. Príprava oxidu siričitého sa po spaľovaní síry, prípadne sírnych zlúčenín zastavuje. Chemická reakcia prípravy oxidu sírového prebieha len pri nízkej teplote a má pomalý priebeh. Z tohto dôvodu sa začal používať platínový katalyzátor a neskôr oxid vanadičný nanesený na kremeline (sediment s vysokým obsahom oxidu kremičitého). Oxid sírový sa vyskytuje najmä vo forme pár a je veľmi hygroskopický. Jeho reakciou s vodou vzniká kyselina sírová. Ide o silne exotermickú reakciu.

Vyberte správnu odpoveď.

- a) Chemická rovnováha je pri oxidácii oxidu siričitého pri vysokej teplote posunutá na stranu **reaktantov / produktov**.
- b) Disociáciou kyseliny sírovej vzniká **dihydrogensíranový / síranový anión**.
- c) Tepelným rozkladom bezvodého síranu železnateho vznikajú dva oxidy síry. Ťažší z nich je **oxid siričitý / sírový**.
- d) Posun chemickej rovnováhy pri oxidácii oxidu siričitého je pri nízkej teplote v smere **endotermickej / exotermickej reakcie**.

2.5 (7 b.)

Je známe, že na výrobu 1000 kg kyseliny sírovej sa spotrebuje 330 kg síry, 17 m³ chladiacej vody a emisia oxidu siričitého je pod 2 kg.

- a) Vypočítajte hmotnosť oxidu siričitého, ktorý by vznikol spálením 16 g síry v nadbytku kyslíka. $M(S) = 32,065 \text{ g/mol}$; $M(SO_2) = 64,066 \text{ g/mol}$

Jedno z hnojív vyrobených s použitím kyseliny sírovej je síran amónny, ktorý sa používa v pôdach s vysokou hodnotou pH. Pripravuje sa chemickou reakciou kyseliny sírovej a amoniaku (chemická rovnica 1) alebo chemickou reakciou sadrovca (dihydrát síranu vápenateho) s uhličitanom amónnym (chemická rovnica 2).

- b) Zapíšte chemickými rovnicami prípravu síranu amónneho (chemická rovnica 1 a chemická rovnica 2) .
- c) Znázornite elektrónový štruktúrny vzorec síranu amónneho.
- d) Vypočítajte, aká hmotnosť kyseliny sírovej s hmotnostným zlomkom $w = 0,96$ je potrebná na prípravu 150 cm³ roztoku danej kyseliny s koncentráciou 0,5 mol/dm³. $M(H_2SO_4) = 98,079 \text{ g/mol}$; $\rho (96 \% H_2SO_4) = 1,8355 \text{ g/cm}^3$.

Úloha 3 (spolu 15 bodov)

3.1 (2 b.)

Doplňte do textu správne výrazy, prípadne vyberte a zakrúžkujte správnu možnosť.

Halogénderiváty sú zlúčeniny, ktoré obsahujú v molekule okrem atómov uhlíka a jeden alebo viac atómov halogénu (fluór,,,). Väzba medzi uhlíkom a halogénom **je/nie je**

polárna. Elektrónový pár tejto väzby **je/nie je** posunutý na stranu halogénu. Halogénderiváty sa najčastejšie pripravujú radikálovou substitúciou z Môžu sa vyskytovať v,, skupenstve. Halogénderiváty sa využívajú v chemickom priemysle, ale aj v bežnom živote. Mnohé z nich **sú/nie sú** škodlivé pre ľudské zdravie.

3.2 (2 b.)

Doplňte do tabuľky chýbajúci systémový názov zlúčeniny alebo racionálny vzorec.

názov	vzorec
	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Br}$
chlórcyklohexán	
hexafluoretán	
	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{Br} & & & \text{Cl} & & \\ & & & & & & \\ \text{CH}_3 & \text{-CH-} & \text{CH-} & \text{CH}_2 & \text{-CH-} & \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & & \text{F} & & & & \end{array} $
1-bróm-2-chlórcyklopentán	

3.3 (4 b.)

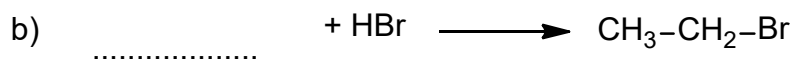
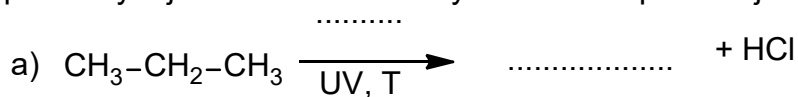
Vysvetlite, čo znamenajú uvedené piktogramy.

K piktogramom priradte správne zlúčeniny z uvedených látok: **vinylchlorid**, **chloroform**, **tetrachlórmetán**. (Pozor, niektoré látky môžu patriť do viacerých skupín.)



3.4 (3 b.)

Doplňte chýbajúce časti do reakčných schém a pomenujte produkty:



3.5 (2 b.)

Vypočítajte, aký objem oxidu uhličitého vznikne pri horení 50 g chlórétanu v nadbytku kyslíka. ($M_r(\text{chlórétán}) = 64,52$)

Úloha 4 (15 bodov)

Na laboratórnom cvičení z biológie budú žiaci v sterilných Petriho miskách pestovať mikroorganizmy. Misky budú uložené v drevenej debničke so skleným vrchnákom. Vnútorňa výška debničky je 15,0 cm, šírka 40,0 cm a dĺžka 60,0 cm.

Aby sa zamedzilo kontaminácii nežiaducimi mikroorganizmami, ktoré by mohli byť prítomné v dreve, treba debničku vopred vydezinfikovať. Výborným dezinfekčným prostriedkom na drevo je plyný oxid siričitý, ktorý preniká aj hlbšie do štruktúry dreva. Dezinfekcia sa uskutočnila v chemickom laboratóriu, kde sa pripravil potrebný oxid siričitý.

Do frakčnej banky sa dalo vypočítané a odvážené množstvo medi. Banka sa uzatvorila gumenou zátkou s navŕtanou dierkou, cez ktorú bola prestrčená rúrka oddeľovacieho lievika. Lievik bol naplnený roztokom kyseliny sírovej s hmotnostným zlomkom $w = 0,940$. Kyselina sírová sa pomaly prikvapávala do frakčnej banky. Jej obsah sa na začiatku mierne zahrial, aby sa naštartoval priebeh reakcie.

Na odvodnú rúrku frakčnej banky bola nasadená gumená hadička, ktorou sa vznikajúci plyn odvádzal do debničky. Celý proces sa, prirodzene, realizoval v uzatvorenom digestore s odsávaním. Teplota a tlak vznikajúceho plyného produktu počas prúdenia hadičkou a naplňania debničky sa vyrovnali s okolím a dosiahli normálne hodnoty.

- a) Napíšte v stechiometrickom tvare rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej vo frakčnej banke, pri ktorej vzniká oxid siričitý, síran meďnatý a voda. Vyznačte oxidačné čísla jednotlivých prvkov v zlúčeninách.
- b) Vypočítajte objem oxidu siričitého potrebný teoreticky na naplnenie debničky.
- c) Vzhľadom na to, že materiál debničky dobre netesní a určité množstvo plynu zostane aj v reakčnej aparatúre, je potrebné pripraviť dvojnásobný objem oxidu siričitého. Vypočítajte, aký objem oxidu siričitého potrebujeme pripraviť prakticky.
- d) Vypočítajte hmotnosť medi potrebnej na prípravu oxidu siričitého, ktorého množstvo ste vypočítali v úlohe c).
- e) Vypočítajte objem roztoku kyseliny sírovej potrebný na prípravu oxidu siričitého.
- f) Ako vedľajší produkt reakcie vzniká síran meďnatý. Keďže ide pomerne dôležitú a v laboratóriu často používanú látku, jeho roztok sa zachová a ďalej využije. Do frakčnej banky sa preto pridalo väčšie množstvo vody, roztok sa zahrial, prefiltraval a čistý filtrát sa nechal pomaly kryštalizovať. Z vodného roztoku kryštalizuje síran meďnatý ako kryštalohydrát. Napíšte jeho vzorec, uveďte jeho systematický názov a vypočítajte jeho hmotnosť, ktorá by touto kryštalizáciou teoreticky vznikla.

Údaje o niektorých zlúčeninách, ktoré sú potrebné pre výpočty:

Molárna hmotnosť medi je $63,54 \text{ g mol}^{-1}$, molárna hmotnosť kyseliny sírovej je $98,078 \text{ g mol}^{-1}$, molárna hmotnosť kryštalohydrátu síranu meďnatého je $249,678 \text{ g mol}^{-1}$, hustota 94,0 % roztoku kyseliny sírovej je $1,8321 \text{ g cm}^{-3}$, mólový objem plynu pri normálnych podmienkach je $22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

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

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., doc. Ing. Mária Linkešová, PhD.

Mgr. Lenka Šikulínková, 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