

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

---

# CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória C

Domáce kolo

PRAKTICKÉ ÚLOHY

# ÚLOHY PRAKTICKEJ ČASTI

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

## Domáce kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov
--------------------

### Úvod

V praktickej časti tohto ročníka chemickej olympiády sa budeme zaoberať, podobne ako v teoretickej časti, vlastnosťami síry a jej zlúčenín. V príprave na riešenie úloh je potrebné naštudovať si z dostupných učebníc anorganickej chémie informácie o týchto látkach.

Okrem toho je potrebné ovládať názvoslovie anorganických zlúčenín a poznať nasledujúce pojmy: chemická reakcia, rovnica chemickej reakcie, stechiometrický koeficient, látkové množstvo, molárna hmotnosť, molárny objem plynov pri normálnych podmienkach. Pre úspešné riešenie praktických úloh musíte ovládať vyčísl'ovanie stechiometrických koeficientov chemických rovníc, vrátane redoxných reakcií, výpočty zloženia roztokov (hmotnostný zlomok, koncentrácia látkového množstva) a výpočty z chemickej rovnice.

Pri realizácii praktických úloh sú nevyhnutné praktické zručnosti pri základných laboratórnych operáciách a manipulácii so základnými laboratórnymi pomôckami: váženie, príprava roztokov rozpúšťaním tuhej látky a zried'ovaním koncentrovanejších roztokov, meranie objemu, filtrácia, stanovenie hodnoty pH.

Pri príprave na riešenie súťažných úloh môžete využiť príslušné kapitoly ľubovoľnej gymnaziálnej učebnice pre 1. a 2. ročník štvorročných gymnázií, resp. ekvivalentný ročník osemročných gymnázií, pričom si môžete doplniť vedomosti štúdiom niektorej dostupnej vysokoškolskej učebnice všeobecnej a anorganickej chémie. Viaceré vlastnosti skúmaných zlúčenín nájdete v chemických tabuľkách. Informácie môžete čerpať i z internetu, treba si však overiť, či ste navštívili dôveryhodné stránky.

Vzhľadom na to, že niektoré z látok, s ktorými sa pri riešení nasledujúcich úloh stretnete, intenzívne zapáchajú a majú nepriaznivý účinok na organizmus, je potrebné, aby sa všetky pokusy realizovali v digestore, prípadne na dobre vetranom mieste.

### **Odporúčaná literatúra**

1. KMEŤOVÁ, J. a kol. *Chémia pre 1. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 5. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2010. s. 23 – 39, 97 – 104.
2. KMEŤOVÁ, J. a kol. *Chémia pre 2. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2012. s. 59 – 63.
3. GAŽO, J. a kol. *Všeobecná a anorganická chémia*. Bratislava : Alfa, Praha : SNTL, 1981. s. 306 – 337.
4. ŠIMA, J. a kol. *Anorganická chémia*. Bratislava : STU, 2009. s. 239 – 250.
5. KANDRÁČ, J., SIROTA, A. *Výpočty v stredoškolskej chémii*. Bratislava : SPN, 1995. s. 30 – 46, 58 – 79, 179 – 209.
6. ULICKÁ, L., ULICKÝ, L. *Príklady zo všeobecnej a anorganickej chémie*. Bratislava : Alfa, Praha : SNTL, 1987. s. 66 – 84, 155 – 178.
7. *Chemické tabuľky* – ľubovoľné vydanie.

## Úloha 1 (4,25 b)

### **Síra a jej vlastnosti**

Síra je pri normálnej teplote tuhá látka žltej farby, nerozpustná vo vode, rozpúšťa sa v nepolárnych rozpúšťadlách, je chemicky stála. Napriek tejto stálosti sa na vzduchu slabo oxiduje vzdušným kyslíkom. Budete cítiť slabý „zápach síry“, čo je v skutočnosti zápach oxidu siričitého, ktorý touto oxidáciou vzniká. Zapamätajte si tento zápach, budete podľa neho môcť identifikovať oxid siričitý vznikajúci pri nasledujúcich pokusoch. Síra môže v reakciách vystupovať ako oxidovadlo i redukovadlo, pretože v zlúčeninách nadobúda oxidačné čísla v rozmedzí od  $-II$  do  $VI$ .

Vyskytuje sa vo viacerých modifikáciách, kryštalických aj amorfných. Dve najstabilnejšie kryštalické modifikácie – jednoklonná a kosoštvorcová – sú tvorené cyklickými molekulami  $S_8$ . Modifikácie sa navzájom líšia spôsobom uloženia týchto molekúl. Pri laboratórnej teplote tvorí síra kosoštvorcovú modifikáciu, pri teplote  $95,6\text{ }^\circ\text{C}$  sa premieňa na jednoklonnú. Pri teplote približne  $119\text{ }^\circ\text{C}$  sa síra topí na žltú kvapalinu, ktorá je stále zložená z molekúl  $S_8$ . Pri teplote  $160\text{ }^\circ\text{C}$  hnedne a hustne (zväčšuje sa jej viskozita), pretože sa kruhové molekuly  $S_8$  štiepia a spájajú sa do dlhých reťazcov. Pri teplote  $190\text{ }^\circ\text{C}$  sa tieto reťazce začínajú trhať, v dôsledku čoho sa tavenina stáva redšou (znižuje sa jej viskozita). Po prudkom ochladení taveniny vznikne amorfná modifikácia – tzv. plastická síra.

### **1.1 Príprava plastickej síry**

#### **Pomôcky:**

skúmavka, plastová lyžička, vysoká kadička ( $600\text{ cm}^3$ ), držiak na skúmavky, kahan (plynový/liehový), zápalky, voda

#### **Reaktanty:**

kryštalická síra

#### **Pracovný postup:**

Kadičku naplňte asi do polovice studenou vodou. Do skúmavky nasypťte kryštalickú síru asi do výšky 2 cm. Skúmavku upevnite do držiaka a pomaly zahrievajte nad plameňom kahana. Síra sa postupne začne topiť na žltú taveninu. Pri ďalšom zahrievaní hnedne a hustne. Keď začne opäť rednúť, vylejte ju do studenej vody

v kadičke (Pozor, voda prudko zasyčí a môže vyprsknúť!). Vznikne žltohnedá tvarovateľná pružná hmota – plastická síra. Môžete sa o tom vlastnoručne presvedčiť.

### **1.2 Oxidačné vlastnosti síry – príprava sulfidu železnatého**

Sulfid železnatý sa dá v laboratóriu pripraviť syntézou práškovej síry a práškového železa. Obidva prvky sa dôkladne premiešajú a zahrievajú sa v porcelánovom tégliku na slabom plameni. Reakcia prebieha za svetelného efektu. Po vychladnutí je možné presvedčiť sa, že vznikol sulfid. K produktu sa prikvapká zriedený roztok kyseliny chlorovodíkovej, účinkom ktorej sa uvoľní sulfán (vysvetlenie vid' v úlohe 3).

- a) Napíšte rovnicu syntézy sulfidu železnatého z východiskových prvkov. Vyznačte oxidačné čísla jednotlivých prvkov v zlúčeninách.
- b) Vypočítajte hmotnosť síry potrebnej na prípravu sulfidu železnatého z 2,0 g železa.
- c) Napíšte rovnicu reakcie sulfidu železnatého s kyselinou chlorovodíkovou.
- d) Vypočítajte objem sulfánu, ktorý sa uvoľní z pripraveného sulfidu železnatého po pridaní potrebného množstva kyseliny chlorovodíkovej.

## **Úloha 2 (21,25 b)**

### ***Oxid siričitý – jeho príprava a vlastnosti***

Oxid siričitý je bezfarebný plyn ostrého dráždivého zápachu, ťažší ako vzduch. Keďže síra sa v zlúčeninách vyskytuje v oxidačných číslach od –II do VI, môžeme oxid siričitý, v ktorom má síra oxidačné číslo IV, pripraviť oxidačnými reakciami z látok s oxidačnými číslami nižšími (napr. spaľovaním síry, oxidáciou sulfánu, resp. sulfidov), ako aj redukčnými reakciami z látok s oxidačnými číslami vyššími (napr. redukciou síranov). Táto vlastnosť teda dáva oxidu siričitému jeho redoxné vlastnosti: v reakciách môže pôsobiť ako oxidovadlo i ako redukovadlo.

Oxid siričitý sa dobre rozpúšťa vo vode, pričom s ňou čiastočne reaguje za vzniku slabej kyseliny siričitej (prevažná väčšina oxidu je však v roztoku prítomná ako hydratovaný oxid siričitý  $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). Môžeme ho preto pripraviť aj pôsobením silných kyselín na jej soli – siričitany.

Medzi jeho vlastnosti patria aj bieliace a dezinfekčné, resp. konzervačné účinky. Bieliaca schopnosť sa využíva na bielenie vlny, bavlny, papiera a pod., konzervačné

(dezinfekčné) účinky sa využívajú v potravinárstve napr. pri ošetrovaní sušeného ovocia, na dezinfekciu drevených sudov na víno a pod.

## 2.1 Príprava oxidu siričitého spaľovaním síry

*Pomôcky:*

Erlenmayerova banka (500 cm<sup>3</sup>) s dobre tesniacou gumenou zátkou, spaľovacia lyžička vytvorená z medeného drôtu stočeného do hustej špirály, pevná tenká niť, niekoľko kvetov červenej alebo fialovej farby, univerzálny acidobázický indikátorový papierik, odmerný valec (50 cm<sup>3</sup>), zápalky, nádobka s objemom cca 50 cm<sup>3</sup> so zátkou

*Reaktanty:*

kryštalická síra, hydroxid sodný ( $w = 0,050$ ), destilovaná voda

*Pracovný postup:*

Do Erlenmayerovej banky nalejte 50 cm<sup>3</sup> destilovanej vody. Na niť priviažte niekoľko kúskov kvetov. Na druhú niť upevnite kúsok indikátorového papierika, ktorý navlhčíte kvapkou destilovanej vody. Obidve nite upevnite na banku tak, aby viseli približne v 1/3 od dna banky. Na spaľovaciu lyžičku naberte síru a zapáľte ju. Po vzplanutí síry zasunúť lyžičku do banky tak, aby sa neponorila do vody a okamžite banku zazátkujte. Síra bude horieť bledomodrým plameňom. Vznikajúci oxid siričitý je bezfarebný plyn, ale v prostredí, v ktorom je prítomná vodná para, sa už v plynnej fáze zlučuje s vodou, čo sa prejaví ako biely dym. Pozorujte sfarbenie kvetov a indikátorového papierika. Po skončení horenia krúživými pohybmi premiešavajte obsah banky asi 3 – 5 minút tak, aby sa vzniknutý plyn zmiešal s vodou. Banku opatrne otvorte, aby ste sa nenadýchali prípadných nerozpustených zvyškov oxidu siričitého, rýchlo vyberte spaľovaciu lyžičku, kvety a indikátorový papierik, banku opäť zazátkujte a dôkladne pretrepte jej obsah. Potom obsah banky prelejte do menšej nádoby a dôkladne zazátkujte. Pred uzatvorením produkt opatrne ovoňajte, tak, že si od ústia nádoby k sebe privaniete dlaňou malé množstvo výparov.

Po uskutočnení všetkých pokusov, pri ktorých budete používať tento produkt, ho zneškodnite pridaním asi 10 cm<sup>3</sup> roztoku hydroxidu sodného.

- Napište rovnicu chemickej reakcie spaľovania síry. Aký typ reakcie prebehol?
- Napište rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej pri premiešavaní obsahu banky. Aký typ reakcie prebehol?
- Akú vlastnosť produktu dokazuje zmena, ktorá nastala u použitých kvetov?

d) Akú vlastnosť produktu dokazuje zmena sfarbenia indikátorového papierika?

*Poznámka:*

Namiesto kryštalickej síry môžete použiť sírny knôt používaný na sírenie sudov vo vinárstve (dostať ho kúpiť v predajniach s potrebami pre záhradkárov, resp. vinárov).

## **2.2 Príprava oxidu siričitého rozkladom siričitanov**

*Pomôcky:*

skúmavka, plastová lyžička, držiak na skúmavky, univerzálny acidobázický indikátorový papierik

*Reaktanty:*

siričitan sodný, kyselina chlorovodíková ( $w = 0,050$ ), destilovaná voda

*Pracovný postup:*

Do skúmavky nasypete malé množstvo siričitanu sodného (približne 1/2 laboratórnej lyžičky), pridajte približne 3 cm<sup>3</sup> destilovanej vody a pretrepte, aby sa soľ rozpustila. Pridajte 3 – 4 kvapky roztoku kyseliny chlorovodíkovej. Z roztoku začnú unikať bublinky. Vlastnosti unikajúceho plynu môžete určiť pomocou navlhčeného indikátorového papierika ako aj pomocou farebných kvetov, ktoré pridržíte pri ústí skúmavky, prípadne ich do nej zasuniete. Veľmi opatrne môžete aj ovoňať.

– Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej v skúmavke. Aký typ reakcie prebehol?

## **2.3 Príprava oxidu siričitého redukciou síranov**

Atóm síry v kyseline sírovej má oxidačné číslo VI, ktoré je maximálne, aké môže atóm síry dosiahnuť. Koncentrovaná kyselina sírová má preto silné oxidačné vlastnosti, ktoré jej umožňujú reagovať s viacerými ušľachtilými kovmi. Pri tejto reakcii sa atóm síry redukuje a vzniká oxid siričitý.

a) Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej medzi koncentrovanou kyselinou sírovou a meďou za vzniku oxidu siričitého, síranu meďnatého a vody. Vyznačte oxidačné čísla tých prvkov v zlúčeninách, ktoré sa v priebehu reakcie zmenili.

b) Vypočítajte objem kyseliny sírovej ( $w = 0,92$ ) potrebný na reakciu s 5,0 g kovovej meďi.

c) Vypočítajte hmotnosť síranu meďnatého, ktorý vznikne touto reakciou.

d) Vypočítajte objem oxidu siričitého, ktorý vznikne touto reakciou pri normálnych podmienkach.

## 2.4 Dôkaz vlastností oxidu siričitého

*Pomôcky:*

4 skúmavky, stojan na skúmavky, kvapkadlá, pekárenské droždie, na drobno posekané sušené hrozienka, dve skúmavky uzatvorené zátkami s prevrtaným otvorom so zasunutou ohnutou sklenenou rúrkou, 2 kadičky (50 cm<sup>3</sup>),

*Reaktanty:*

destilovaná voda, roztok jódu v jodide draselnom, roztok jodičnanu draselného ( $w = 0,05$ ), škrobový maz, roztok manganistanu draselného ( $c = 0,005 \text{ mol dm}^{-3}$ ), kyselina sírová ( $w = 0,050$ ), roztok hydroxidu sodného ( $w = 0,050$ ), vápenná voda

### 2.4.1 Redukčné vlastnosti oxidu siričitého

*Pracovný postup:*

Pripravte si štyri skúmavky a do každej dajte 1 cm<sup>3</sup> destilovanej vody. Do skúmavky č. 1 pridajte 2 – 3 kvapky roztoku jódu v jodide draselnom, do skúmavky č. 2 pridajte 2 – 3 kvapky roztoku jodičnanu draselného a 2 – 3 kvapky škrobového mazu, do skúmaviek č. 3 a 4 pridajte 2 – 3 kvapky roztoku manganistanu draselného. Do skúmavky č. 3 pridajte ešte 2 – 3 kvapky roztoku kyseliny sírovej a do skúmavky č. 4 pridajte ešte 2 – 3 kvapky roztoku hydroxidu sodného. Do každej skúmavky prikvapkávajte postupne roztok, ktorý ste pripravili v úlohe 2.1 tak dlho, kým nespozorujete zmenu sfarbenia roztoku.

V skúmavke č. 1 sa roztok odfarbí, pretože sa prítomný jód zredukoval na jodidový anión a vznikla kyselina sírová. V skúmavke č. 2 sa bezfarebný jodičnan zredukoval na jód, ktorý dáva so škrobom modré sfarbenie (tzv. jódškrob). Roztok v skúmavke č. 3 sa odfarbil, pretože mangán sa v kyslom prostredí redukuje na bledoružovú mangánatú soľ (pri použitej nízkej koncentrácii je roztok prakticky bezfarebný). V skúmavke č. 4 vznikne hnedý tuhý oxid manganičitý, pretože v zásaditom prostredí prebehne redukcia mangánu na oxidačné číslo IV.

– Napíšte rovnice chemických reakcií prebiehajúcich v skúmavkách č. 1 – 4. Vyznačte oxidačné čísla tých prvkov v zlúčeninách, ktoré sa v priebehu reakcie zmenili. Vyčísľite stechiometrické koeficienty rovníc.



### 2.4.2 Oxidačné vlastnosti oxidu siričitého

#### *Pracovný postup:*

Do skúmavky nalejte 1 – 2 cm<sup>3</sup> roztoku pripraveného v úlohe 3.1 a pridajte k nemu niekoľko kvapiek roztoku pripraveného v úlohe 2.1. Po chvíli sa v skúmavke objaví žltý prášok.

- Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej v skúmavke. Vyznačte oxidačné čísla tých prvkov v zlúčeninách, ktoré sa v priebehu reakcie zmenili. Aký typ reakcie prebehol?

### 2.4.3 Konzervačné vlastnosti oxidu siričitého

#### *Pracovný postup:*

Pripravte si dve skúmavky, ktoré uzavriete zátkami s prevrtaným otvorom, do ktorého je zasunutá ohnutá sklená rúrka. Do oboch nasypete do výšky 2 – 3 cm hrozienka nakrájané na drobno, ktoré zalejete suspenziou droždia vo vlažnej vode. Do jednej zo skúmaviek prilejte asi 2 cm<sup>3</sup> roztoku pripraveného v úlohe 2.1. Obsah skúmaviek premiešajte. Obe skúmavky uzatvorte zátkou, ktorou prechádza ohnutá sklená rúrka. Druhý koniec rúrky ponorte do kadičky s čírou vápennou vodou (roztok hydroxidu vápenatého). V jednej zo skúmaviek začne po krátkej dobe prebiehať chemická reakcia, pri ktorej bude vznikať plyn. V kadičke, do ktorej sa tento plyn odvádza rúrkou, bude vznikať biely zákal až zrazenina.

- a) V ktorej skúmavke reakcia prebieha a v ktorej neprebieha? Prečo?
- b) Ako sa nazýva prebiehajúca reakcia?
- c) Aký plyn sa pri prebiehajúcej reakcii uvoľňuje?
- d) Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej v kadičke pri reakcii uvoľňovaného plynu s hydroxidom vápenatým za vzniku bieleho zákalu, resp. zrazeniny.

#### *Poznámka:*

Namiesto hrozienok môžete použiť aj roztok sacharózy.

### 2.4.4 Bieliace vlastnosti oxidu siričitého

Tieto vlastnosti ste už dokázali. V ktorých úlohách?

### Úloha 3 (1,75 b)

#### **Sulfán – jeho príprava a vlastnosti**

Sulfán (starší názov sírovodík) je bezfarebný plyn, nepríjemne zapáchajúci, ťažší ako vzduch, dobre rozpustný vo vode, s ktorou reaguje za vzniku slabej kyseliny sulfánovej. Môžeme ho preto pripraviť (podobne ako oxid siričitý) pôsobením silných kyselín na jej soli – sulfidy. Sulfán má redukčné účinky, pretože atóm síry má v ňom najnižšie možné oxidačné číslo:  $-II$ .

#### **3.1 Príprava sulfánu**

*Pomôcky:*

skúmavka, plastová lyžička, držiak na skúmavky, univerzálny acidobázický indikátorový papierik, laboratórne váhy, navažovačka

*Reaktanty:*

sulfid sodný, kyselina chlorovodíková ( $w = 0,050$ ), roztok hydroxidu sodného ( $w = 0,050$ )

*Pracovný postup:*

Do skúmavky nalejte  $3\text{ cm}^3$  destilovanej vody, do ktorej nasypete  $0,6\text{ g}$  sulfidu sodného (ak máte k dispozícii jeho nonahdrát, treba ho pridať  $1,8\text{ g}$ ). Obsah skúmavky pretrepávajte do rozpustenia sulfidu. Do roztoku pridajte niekoľko kvapiek kyseliny chlorovodíkovej. Z roztoku začnú unikať bublinky sulfánu. Jeho acidobázické vlastnosti zistíte pomocou navlhčeného indikátorového papierika.

– Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej v skúmavke. Aký typ reakcie prebehol?

#### **3.2 Dôkaz redukčných vlastností sulfánu**

*Pracovný postup:*

Vzniknutý roztok použite okamžite pri realizácii úlohy 2.4.2. Súčasne s oxidačnými schopnosťami oxidu siričitého dokážete redukčné schopnosti sulfánu.

Po uskutočnení pokusov, pri ktorých budete používať tento produkt, ho zneškodnite pridaním asi  $10\text{ cm}^3$  roztoku hydroxidu sodného.

## Úloha 4 (3,5 b)

### **Vlastnosti kyseliny sírovej**

Kyselina sírová je silná kyselina s oxidačnými vlastnosťami. Oxidačné vlastnosti má však iba jej koncentrovaný roztok, po zriedení ich stráca. Koncentrovaná kyselina sírová pôsobí oxidačne na tzv. ušľachtilé kovy, ktoré sa dajú oxidovať iba silnými oxidačnými činidlami. Oxidujúcim atómom z kyseliny sírovej je atóm síry, ktorého oxidačné číslo sa mení z hodnoty VI na IV, pričom sa tvorí oxid siričitý. Redukovadlom je atóm kovu. Zriedená kyselina sírová reaguje s tzv. neušľachtilými kovmi, ktoré sa oxidujú ľahko. Aj pri tejto reakcii je redukovadlom atóm kovu, ale oxidovadlom je atóm vodíka v katióne  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Vzniká pri tom plynný vodík a katióny kovového prvku.

#### *Pomôcky:*

2 skúmavky, kahan, zápalky, laboratórny stojan, 2 krížové svorky, 2 držiaky na skúmavky

#### *Reaktanty:*

koncentrovaný roztok kyseliny sírovej ( $w = 0,98$ ), zriedený roztok kyseliny sírovej ( $w = 0,050$ ), meď, zinok (drôtik, pliešok, granulka)

#### *Pracovný postup:*

Pri prvej časti pokusu požiadajte o pomoc pedagogický dozor, pretože tu treba pracovať s koncentrovanou kyselinou sírovou. Dve čisté a suché skúmavky upevnite pomocou krížovej svorky a držiaka na laboratórny stojan a požiadajte pedagogický dozor, aby vám do každej nalial približne  $2 \text{ cm}^3$  koncentrovaného roztoku kyseliny sírovej. Do jednej vhodte meď, do druhej zinok. Ak nezačne reakcia prebiehať samovoľne, obsah skúmavky opatrne zahrejte, aby sa naštartoval jej priebeh. Nechajte postáť niekoľko minút a pozorované zmeny zapíšte do tabuľky (napr. zmeny na povrchu kovu, zmena sfarbenia roztoku, únik bubliniek plynu a pod.). Unikajúce plyny identifikujte navlhčeným indikátorovým papierikom, prípadne opatrným ovoňaním.

Na stojan pripevnite rovnakým spôsobom dve čisté skúmavky a pokus zopakujte so zriedeným roztokom kyseliny sírovej. Túto časť pokusu môžete urobiť samostatne. Pozorované javy zapíšte do tabuľky.

roztok $\text{H}_2\text{SO}_4$	Cu	Zn
zriedený	1.	2.
koncentrovaný	3.	4.

- a) V prípade, v ktorom prebehla chemická reakcia, napíšte jej rovnicu v stechiometrickom tvare. Vyznačte oxidačné čísla tých prvkov v zlúčeninách, ktoré sa v priebehu reakcie zmenili.
- b) Pri reakcii, pri ktorej sa uvoľňuje vodík, vypočítajte objem vodíka (pri normálnych podmienkach), ktorý sa uvoľní reakciou s 30,0 cm<sup>3</sup> roztoku kyseliny sírovej.

## Úloha 5 (9,25 b)

### **Príprava síranu horečnatého**

Síran horečnatý pripravíte reakciou uhličitanu horečnatého s kyselinou sírovou. Uhličitaný sú soli slabšej kyseliny uhličitej. Účinkom silnejších kyselín sa uhličitanový anión rozkladá, pričom vzniká plynný oxid uhličitý. Uhličitanový anión sa nahradí aniónom silnejšej kyseliny, v našom prípade síranovým aniónom. Ide prakticky o rovnaký mechanizmus, ako pri pôsobení silných kyselín na siričitany, z ktorých sa uvoľňuje oxid siričitý, ako aj na sulfidy, pri ktorých sa uvoľňuje sulfán. Síran horečnatý je vo vode dobre rozpustný, z vodného roztoku kryštalizuje ako heptahydrát vo forme bezfarebných ihličkovitých kryštálikov.

#### *Pomôcky:*

kadičky (vysoká 250 cm<sup>3</sup>, 2 ks 100 cm<sup>3</sup>, 600 – 800 cm<sup>3</sup> na vodný kúpeľ, hodinové sklíčko, sklenená tyčinka, laboratórne váhy, navažovačka, plastová lyžička, odmerný valec, plynový kahan (alebo varič), zápalky, trojnožka, kovová sieťka, odparovacia miska, kryštalizačná miska, filtračný lievik, filtračný papier, laboratórny stojan, filtračný kruh

#### *Reaktanty:*

uhličitan horečnatý, kyselina sírová ( $w = 0,050$ )

- a) Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej pri príprave síranu horečnatého z uhličitanu horečnatého a kyseliny sírovej.
- b) Vypočítajte hmotnosť uhličitanu horečnatého potrebného na prípravu 4,0 g síranu horečnatého v roztoku.
- c) Vypočítajte objem kyseliny sírovej potrebný na reakciu.
- d) Vypočítajte objem oxidu uhličitého, ktorý sa uvoľní pri reakcii pri normálnych podmienkach.

- e) Síran horečnatý kryštalizuje z roztoku ako heptahydrát. Vypočítajte hmotnosť heptahydrátu síranu horečnatého, ktorý by mal teoreticky vykryštalizovať z roztoku po odparení všetkej vody.
- f) Po odvážení vysušeného produktu vypočítajte, aké straty nastali pri kryštalizácii (v %).

*Pracovný postup:*

Do kadičky nalejte 25 cm<sup>3</sup> destilovanej vody a pridajte odvážené vypočítané množstvo uhličitanu horečnatého. Premiešajte sklenou tyčinkou. Vznikne suspenzia, pretože uhličitan horečnatý má pomerne malú rozpustnosť. Po sklenej tyčinke prilievajte po malých množstvách roztok kyseliny sírovej. Uhličitan horečnatý reaguje s kyselinou sírovou pomerne prudko, roztok šumí a prská. Preto po každom prídavku prikryte kadičku hodinovým sklíčkom. Keď sa búrlivý priebeh reakcie utíši, zamiešajte obsah kadičky a pridajte ďalší podiel roztoku kyseliny sírovej. Postup opakujete až do spotrebovania celého objemu kyseliny. Po skončení reakcie zohrejte roztok v kadičke do varu, aby sa z neho vypudil zvyšok oxidu uhličitého. Pripravte si vodný kúpeľ. Roztok prelejte z kadičky do odparovacej misky a postavte ju na vodný kúpeľ. Je potrebné odpariť prebytočnú vodu, aby vznikol horúci nasýtený roztok. Roztok zahusťujte na vodnom kúpeli dovtedy, kým sa na jeho hladine nevytvorí súvislá vrstva kryštálikov, tzv. kryštalizačná blana. Nasýtený horúci roztok prelejte do kryštalizačnej misky a nechajte v pokoji vychladnúť. Roztokom nehýbte, vykryštalizujú tak krajšie a väčšie kryštály. Po vychladnutí prefiltrujte kryštály cez skladaný filter, nechajte dobre odtiecť kvapalinu (tzv. materský lúh), kryštály preneste na hodinové sklíčko a nechajte voľne vysušiť na vzduchu. Po vysušení produkt odvážte.

---

Autor: doc. Ing. Mária Linkešová, CSc.

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 2023