

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

ХІМІЧНА ОЛІМПІАДА

59-й рік, навчальний рік 2022/2023

Категорія D

Обласний етап

ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАВДАННЯ

Хімічна олімпіада - категорія D - 59-й рік – н/р 2022/23

Обласний етап

Lenka Šikulíncová, Jela Nociarová

Максимальна кількість балів - 60

Час на вирішення: 90 хвилин

Завдання 1 Хімік Само знову в дії (36 б)

Хімік Само не сидить без діла і знову взявся за проведення дослідів та спостережень.

Перший дослід він провів так: занурив метал **A** у склянку з розведеною соляною кислотою, спостерігаючи за утворенням бульбашок безбарвного газу **B** і зміною кольору розчину на світло-зелений. Таке забарвлення зумовлене присутністю хлориду заліза **C** (атом заліза перебуває у II ступені окиснення) (реакція 1).

Цей хлорид заліза **C** є світло-зеленою кристалічною речовиною за звичайних умов, але він окиснюється киснем повітря з утворенням хлориду заліза **D**, в якому атом заліза перебуває в ступені окиснення III.

- Напишіть назви речовин **A – D**.
- Напишіть рівняння хімічної реакції 1.

Оскільки в хімічній лабораторії Само також є вищезгаданий хлорид заліза **D**, він розчинив невелику кількість цього хлориду у воді і поступово додав до нього розчин гідроксиду натрію. Він спостерігав утворення осаду гідроксиду заліза **E** (атом заліза знаходиться в III ступені окиснення). У результаті хімічної реакції, крім осаду **E**, утворюється добре розчинна натрієва сіль **F** (реакція 2).

- Напишіть назви речовин **E – F**.
- Напишіть рівняння хімічної реакції 2.

Осад гідроксиду **E**, що утворився, Само відфільтрував, а потім розчиняв у розчині нітратної кислоти з утворенням нітрату заліза **G** (атом заліза знаходиться в ступені окиснення III) і води (реакція 3).

- Напишіть назву речовини **G**.
- Напишіть рівняння хімічної реакції 3.

Хіміка Сама також зацікавила реакція металу **A** з розведеним розчином сірчаної кислоти. Він знову спостерігав утворення бульбашок безбарвного газу **B**. Утворений розчин зеленого кольору містить сульфат заліза **H** (атом заліза перебуває у II ступені окиснення) (реакція 4).

g) Напишіть назву речовини **H**.

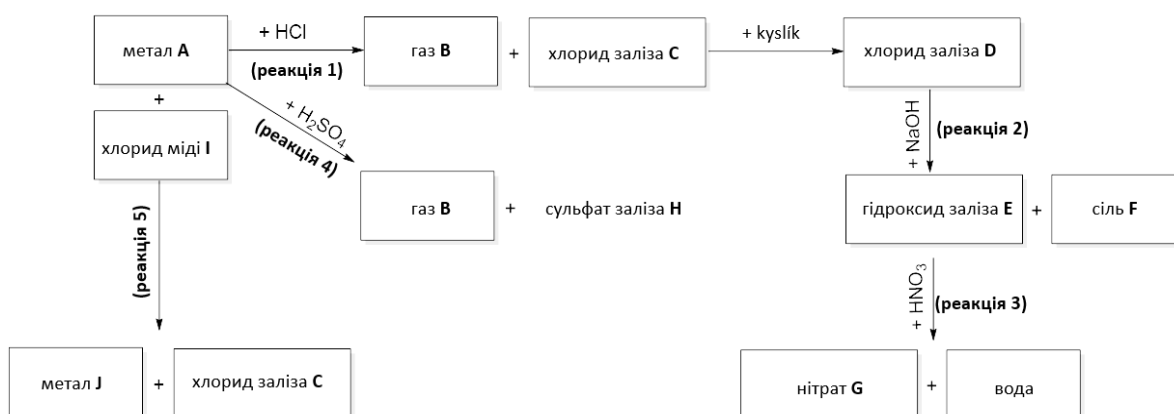
h) Напишіть рівняння хімічної реакції 4.

Остання реакція, яку виконав Само, полягала в зануренні металу **A** у вигляді тонкої металевої пластини до розчину хлориду міді **I** (атом міді знаходиться в ступені окиснення II). Через деякий час Само спостерігав зміну кольору розчину з синього на зелений через присутність хлориду заліза **C**, а також утворення металу **J** на зануреній частині металевої пластини (реакція 5).

i) Напишіть назви речовин **I – J**.

j) Напишіть рівняння хімічної реакції 5.

Вищезгадані реакції також проілюстровані на наступній діаграмі:



k) Визначте, які з хімічних реакцій 1 - 5 є реакціями окиснення-відновлення.

l) Визначте, чи виступає залізо як окисник або відновник у вибраних окисно-відновних реакціях.

m) Для всіх окисно-відновних реакцій запишіть часткові рівняння окиснення та відновлення. Позначте буквами, яка з окисно-відновних реакцій представляє окиснення (O), а яка - відновлення (R).

n) Напишіть:

- a. тривіальну назву гідратованого ферум (III) оксиду,
- b. тривіальну назву гептагідрату ферум (II) сульфату,
- c. мінерал, що містить ферум (II) карбонат.

Відомі також хімічні реакції, в результаті яких утворюються сполуки, де атом заліза входить до складу аніону. Прикладом такої сполуки є ферат натрію, який містить атом заліза в максимально можливому ступені окиснення.

- o) Напишіть формулу ферату натрія та визначте ступінь окиснення заліза в цій сполуці.
- p) Визначте, чи мають ферати окиснювальну або відновлювальну дію. Обґрунтуйте своє твердження.

Завдання 2 Хімік Само в подорожі до річки Слана (24 с)

Хоча залізо є біогенним елементом, високий вміст заліза в поверхневих або підземних водах шкідливий для рослин і тварин. На щастя, більшість заліза міститься в земній корі у вигляді важкорозчинних сполук. Проблема виникає, коли забруднені підземні води, наприклад, зі старих шахт, де видобували залізну руду, потрапляють у навколишнє середовище. Навесні 2022 року такі води потрапили до річки Слана, спричинивши її знебарвлення та масову загибель риби та інших водних тварин.

- a) Напишіть, що є біогенним елементом.
- b) Напишіть назви щонайменше трьох мінералів, що містяться в залізній руді.
- c) Поряд із залізними рудами часто зустрічаються мінерали, що містять кобальт, нікель і миш'як. Напишіть символи якими позначають ці елементи в хімічній таблиці.
- d) Напишіть, яке зазвичай забарвлення мають розчини солей феруму (III).

Хімік Само також пішов до річки Слана разом зі своїм старшим другом-хіміком Растьом, який працює в галузі аналітичної хімії (досліджує склад невідомих хімічних речовин і сумішей). Разом вони взяли зразок забрудненої води з річки, і Растьо визначив, що вміст заліза в цій воді (тобто катіонів двовалентного і тривалентного заліза разом) становив $0,000\ 430$ моль/дм³. Він також встановив,

що максимально допустима кількість заліза у поверхневих водах становить 2,00 мг в 1,00 дм³ води. Розв'яжіть наступні задачі:

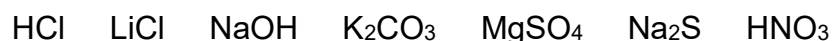
- e) Обчисліть масу заліза (тобто катіонів двовалентного та тривалентного заліза разом), що міститься в 1,00 дм³ відібраного зразка. Результат обчисліть у міліграмах та округліть до одного десяткового знаку.

$$M(\text{Fe}) = M(\text{Fe}^{2+}) = M(\text{Fe}^{3+}) = 55,8 \text{ г/моль}$$

- f) Обчисліть, у скільки разів перевищено максимально допустиму кількість солей заліза у воді з річки Слана.

Само хотів дослідити, як можна видалити іони феруму з поверхневої води. Однак, оскільки поверхнева вода також містить інші катіони та аніони, які можуть заважати його експериментам, для спрощення експериментів він приготував розчин гептагідрату сульфату заліза, в якому $c(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,020$ моль/дм³.

- g) Обчисліть масу ферум (III) сульфат гептагідрату, необхідну для приготування 250,0 см³ цього розчину. Молярна маса ферум (III) сульфат гептагідрату становить $M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 526$ г/моль.
- h) Обчисліть масову частку ферум (III) сульфат гептагідрату в цьому розчині, якщо його густина становить 1,00 г/см³.
- i) У лабораторних умовах солі феруму можна вилучити з розчину, наприклад, за допомогою реакції осадження. Обведіть усі речовини, які можна використати для осадження солей феруму з їхніх водних розчинів:



- j) Зрештою хімік використав калій гідроксид для осадження солей феруму. Напишіть рівняння цієї хімічної реакції в йонній формі, припускаючи, що осад, який утворився, є ферум (III) гідроксидом.

Кінець теоретичної частини

ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

Хімічна олімпіада - категорія D - 59-й рік – н/р 2022/23

Обласний етап

Jana Chrappová

Максимальна кількість балів - 40

Час на вирішення: 90 хвилин

Завдання 1: Очищення залізного купоросу (28 б)

Зеленуваті кристали залізного купоросу легко піддаються окисленню на повітрі: іони заліза в речовині змінюються з Fe^{2+} на Fe^{3+} . Кристали чистої речовини можна отримати, перекристалізувавши залізний купорос із слабокислого розчину, до якого додають залізні цвяхи, щоб змінити іони Fe^{3+} на Fe^{2+} .

Порядок виконання роботи

1. У суху і чисту склянку (100 cm^3) насипте наважку залізного купоросу. Поступово додайте до неї 15 cm^3 дистильованої води (виміряйте об'єм за допомогою мірного циліндра) і $2,5 \text{ cm}^3$ розчину H_2SO_4 (виміряйте об'єм за допомогою піпетки). Перемішайте суміш у склянці скляною паличкою до повного розчинення наважки. Склянку можна злегка нагріти, щоб прискорити розчинення. Перелийте розчин у випарну чашку.
2. Підготуйте водяну баню: налийте у велику склянку близько 300 cm^3 звичайної води і покладіть два-три киплячі камінчики. Поставте склянку з водяною банею на плиту (або якусь іншу нагріваючу поверхню) і нагрійте її.
3. Визначте рН розчину у випарній чашці за допомогою рН-паперу (перенесіть розчин на рН-папір за допомогою скляної палички), запишіть результат на бланку для відповідей. Потім обережно поставте випарювальну чашку з розчином на склянку з гарячою водяною банею (будьте обережні, щоб не обпектися).
4. Помістіть шматок заліза (цвях) до розчину у випарній чашці і дайте йому нагрітися на водяній бані. Поспостерігайте, коли вода у водяній бані почне закипати. Нагрівайте розчин у випарній чашці над киплячою водою протягом 10 хвилин, потім припиніть нагрівання. Запишіть зміни, які ви спостерігаєте під час нагрівання, на бланку для відповідей.
5. Поки розчин концентрується на киплячій водяній бані, підготуйте приладдя для фільтрації через гладкий фільтр. Зберіть фільтрат у склянку, яку помістіть у більшу ємність з підготовленою крижаною банею.

6. Обережно профільтруйте загусту суміш (будьте обережні, вона гаряча). Перемішайте фільтрат у склянці скляною паличкою (будьте обережні, щоб не вилити вміст склянки на крижану баню) і залиште кристалізуватися приблизно на 5-10 хвилин. Якщо у фільтраті не випадають кристали, додайте (піпеткою) 1 см^3 етанолу по краплях до розчину і перемішайте суміш. Під час роботи з етанолом переконайтеся, що поблизу немає запаленої плити або іншого відкритого полум'я!
7. Підготуйте фільтрувальний папір так, щоб можна було пропустити через складчастий фільтр (звичайний складений фільтр) і відфільтрувати кристалізований продукт. Промийте кристали на фільтрувальному папері невеликою кількістю етанолу (приблизно 10 см^3). Коли фільтрування завершиться, обережно перенесіть фільтрувальний папір з продуктом і викладіть його на годинникове скло. Опишіть зовнішній вигляд продукту на бланку для відповідей..
8. Вимийте обладнання та посуд, здайте продукт керівнику.

Завдання 2: Ідентифікація розчинів солей (12 б)

У вас є дві означені пробірки (**A** і **B**), в яких знаходиться водний розчин Na_2CO_3 або FeSO_4 . Ви можете визначити, який з розчинів знаходиться в конкретній пробірці, за допомогою різних хімічних реакцій. Одна з можливостей - подивитися, як розчин у пробірці реагує з розчином H_2SO_4 і розчином NaOH .

Порядок виконання роботи

1. У штативі у вас є 2 пробірки з розчинами (**A** і **B**) і 2 порожні пробірки з етикетками **A** і **B**. З розчину в пробірці **A** вилийте приблизно половину в порожню пробірку, позначену **A**. Зробіть те саме з розчином **B**.
2. В одну пробірку з розчином **A** внесіть піпеткою 1 см^3 розчину H_2SO_4 , в іншу пробірку з розчином **A** внесіть піпеткою 3 см^3 розчину NaOH . Результати спостереження запишіть у таблицю на бланку для відповідей. Зробіть те саме з розчином у пробірці **B**.
3. На основі отриманих результатів визначте, який з розчинів був у пробірці **A**, а який - у пробірці **B**.

Заповніть необхідні данні у бланку відповідей.

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Mgr. Lenka Šikulincová, PhD.

Recenzenti: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Preklad do ukrajinského jazyka: Igor Bodnar (študent PriF UK v Bratislave)

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023