

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

Олімпіада з хімії

59. рік, шкільний рік 2022/2023

Категорія D

Районний етап

Теоретична частина

Теоретична частина

Хімічна олімпіада – категорія D – 59. рік –шкільний рік 2022/23

Районний етап

Jela Nociarová, Lenka Šikulíncová

Максимальна кількість балів: 60

Час на рішення: 70 хвилин

При вирішенні завдань дозволено використовувати калькулятор. Заборонено користуватися таблицею хімічних елементів.

Увага! Цей переклад є лише додаток, призначений для кращого розуміння завдань. Проте всі відповіді необхідно давати лише словацькою мовою!

Завдання 1 Важливі хімічні реакції заліза та його сполук (30 балів)

а) В попередніх етапах хімічної олімпіади ви познайомилися з деякими важливими хімічними реакціями заліза та його сполук. Напишіть рівняння наступних хімічних реакцій 1-4 (не забудьте розставити правильні стехіометричні коефіцієнти у рівнянні)

1. Виготовлення заліза за допомогою алюмотермії (алюмотермічного процесу) – хімічна реакція оксиду заліза (атом заліза має ступінь окиснення III) з алюмінієм. Утворюється оксид алюмінію (атом алюмінію має ступінь окиснення III) та залізо.
2. Пряма відновна реакція гематиту (Ферум (III) оксид) за допомогою коксу з утворенням заліза та оксиду карбону (атом карбону має ступінь окиснення II)
3. Непряма відновна реакція гематиту (Ферум (III) оксид) за допомогою карбон (II) оксиду [монооксиду вуглецю] з утворенням магнетиту (ферум (II, III) оксиду) та оксиду карбону (карбон має ступінь окиснення IV)
4. Хімічна реакція заліза та сірки [сульфуру] з утворенням двоелементної [бінарної] сполуки заліза (атом заліза має ступінь окиснення II) та сірки (атом сульфору має ступінь окиснення -II)

б) На основі хімічних реакцій 1-4 запишіть до таблиці символи тих елементів, атоми яких у відповідній окисно-відновній реакції підлягають відновленню/окисненню

	Атом, що підлягає відновленню	Атом, що підлягає окисненню
1. Алюмотермія		
2. Пряме відновлення		
3. Непряме відновлення		
4. Реакція заліза та сірки		

с) Напишіть схему електронного балансу окиснення та відновлення в реакції **4**. В схемі електронного балансу означте, яке рівняння відповідає окисненню, а яке - відновленню.

д) Оберіть всі правильні твердження.

- а. Алюміній в реакції 1 виступає як відновник,
- б. Алюміній в реакції 1 виступає як окисник,
- с. Залізо в реакції 4 виступає як окисник,
- д. Залізо в реакції 4 виступає як відновник.

е) Вирахуйте масу сірки, яка необхідна для реакції з 55,85 г. заліза, на основі хімічної реакції 4, якщо після реакції утвориться 87,91 г. продукту. ($M_{(Fe)} = 55,85$ г/моль; $M_{(S)} = 32,06$ г/моль; $M_{(продукт)} = 87,91$ г/моль)

ф) Залізо класифікуємо, як:

- а. Благородний метал
- б. Неблагородний метал
- с. Важкий метал,
- д. Легкий метал.

г) Напишіть, який/які з наведених атомів: ${}^{56}_{26}Fe$, ${}^{59}_{27}Co$, ${}^{58}_{28}Ni$

- а. Має/мають найнижчу кількість нейтронів,
- б. Має/мають найнижчу кількість електронів,
- с. Має/мають найбільше масове [нуклонне] число

h) Оберіть, яка з наведених сполук має найбільшу молярну масу.

($M_{(O)} = 16,00$ г/моль; $M_{(Fe)} = 55,85$ г/моль; $M_{(S)} = 32,06$ г/моль)

- a. Ферум (II) оксид
- b. Ферум (III) оксид
- c. Ферум(II) сульфід
- d. Ферум (II) сульфат

i) При хімічній реакції заліза з хлоридом міді(II) утворюється:

- a. хлорид заліза(III), [ферум(III) хлорид]
- b. хлорид заліза (II), [ферум(II) хлорид]
- c. хлорид міді (I)
- d. хлор

j) У кожному з наступних тверджень обведіть у кружок один правильний з двох варіантів, які розділені косою рисою (символом “/”) та виділені жирним шрифтом:

- a. Цвяхи та ножі виробляють з: (**переробного чавуну**)/(сталі)
- b. Для знищення моху та лишайників на газонах використовують (**залізний купорос**)/(мідний купорос)
- c. Для дезінфекції та обробки води в басейнах використовувався (**залізний купорос**)/(мідний купорос)
- d. З вапняку в доменній печі утворюється (**шлак**)/(шихта)

k) В наступних речовинах визначте ступінь окиснення атому заліза

- a. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$,
- b. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,
- c. K_2FeO_4 ,
- d. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

l) Установіть відповідність:

- | | |
|---|----------------------------|
| a. $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ | 1. Хімічне сполучення |
| b. $\text{HBr} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ | 2. Хімічний розклад |
| c. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ | 3. Окисно-відновна реакція |
| d. $2 \text{CaO} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Ca}(\text{OH})_2$ | 4. Реакція нейтралізації |

m) Хіміку Само його друг приніс два мінерали. Та сказав йому, що це мінерал **гематит** (Fe_2O_3) та мінерал **сидерит** (FeCO_3). На жаль, мінерали не були

підписані, тому хімік Само вирішив їх відрізнити за допомогою хімічної реакції з розчином сульфатної [сірчаної] кислоти. Спочатку він позначив мінерали літерами **A** та **B**. Потім на обидва мінерали він капнув розчин сульфатної кислоти. У результаті дії кислоти з мінералу **A** почали виділятися бульбашки газоподібної речовини, з мінералом **B** Само не помітив жодні зміни.

- a. На основі експерименту визначте, який з мінералів **A** та **B** є гематит, а який - сидерит.
- b. Напишіть хімічне рівняння реакції мінералу з розчином сульфатної кислоти, при якій було вивільнення бульбашок газу.

Завдання 2 Хімік само прибирає склад хімікатів (16 балів)

– *Shcho skazhemo khimiku, yakyy pytaye natriy?*

– *Na!* (це жарт, перекласти його нормально неможливо)

Посміялися - і годі. Так, хімік Само визвався навести лад на складі з хімікатами. Хімікати на складі були впорядковані за катіонами, таким чином, на одній полиці разом опинилися речовини

Речовина	Молярна маса
Натрій гідроксид	40,00 г/моль
Хлорид натрію	58,44 г/моль
Сульфат натрію	142,04 г/моль
Сульфід натрію	78,05 г/моль
Карбонат натрію	105,99 г/моль

що містять Натрій: натрій гідроксид, хлорид натрію, сульфат натрію, сульфід натрію та карбонат натрію. На жаль, поруч з хімікатами також зберігався йод у недостатньо герметичному резервуарі, який таким чином зіпсував всі наліпки з назвами хімікатів так, що Само вже не може їх прочитати. Тому він вирішив їх ідентифікувати способом, який вміє найкраще - експериментом.

Він приготував п'ять розчинів, додаючи по 1 г кожного хімікату до 100 см³ дистильованої води. Невідомі розчини означив **1 – 5**. Кожен з розчинів він налив до окремих пробірок і провів наступні експерименти:

- До кожного розчину (**1 – 5**) додав 2 см³ розбавленої соляної (хлоридної) кислоти. З пробірки з розчином **1** розповсюдився неприємний запах, нагадуючий сірчані мінеральні води. В пробірці з розчином **2** почав інтенсивно утворюватися газ без кольору та запаху. В інших пробірках не спостерігалася жодна реакція.
- До кожного розчину (**1 – 5**) додав 1 см³ розчину хлориду заліза(II). В пробірці з розчином **1** випав чорний осад. В пробірках з розчинами **2** та **3**

випав синьо-зелений осад, в пробірках з розчинами **4** та **5** Само не помітив ніяких змін.

- a) Напишіть формули газів, що утворилися при додаванні хлоридної кислоти:
- до розчину **1**;
 - до розчину **2**.
- b) Напишіть хімічні рівняння реакцій, які відбулися після додавання розчину хлориду заліза(II) в пробірках з розчинами **1**, **2** та **3**.
- c) На основі попередніх спостережень напишіть формули речовин, що знаходяться
- в розчині **1**;
 - в розчині **2**;
 - в розчині **3**.

Само не знав що йому вже робити, щоб дізнатися, які речовини були розчинені в розчинах **4** та **5**. Але його подруга Барбара проаналізувала розчин **4** більш сучасними методами та на другий день йому повідомила, що щільність цього розчину є $1,01 \text{ г/см}^3$, а концентрація невідомої розчиненої речовини в розчині **4** є $0,171 \text{ моль/дм}^3$.

- d) За допомогою інформації від Барбори визначте, яка речовина знаходиться в розчині **4**, а яка в розчині **5**.

*Підказка: розрахуйте молярну масу розчиненої речовини **4**. Не забудьте, що Само приготував усі розчини розчинивши 1 г речовини на 100 см^3 дистильованої води. (Щільність дистильованої води = 1 г/см^3)*

Завдання 3 Міст Словацького національного повстання (14 балів)

Коли кажуть “залізо”, багатьом спаде на думку міцність та стійкість цього матеріалу. Це, проте, не зовсім так! Чисте залізо є відносно м'яке та легко реагує з киснем з повітря чи вологістю. Однак, якщо змішати залізо з малою кількістю інших речовин, отримаємо набагато більш стійкий та міцний матеріал - сталь.

Типова сталь містить (у вигляді масової частки) близько 99 % заліза, 0,5 % вуглецю [карбону], 0,3 % марганцю [мангану], та залишок складається з таких елементів, як: кремній [силіцій], фосфор чи сірка [сульфур]. Можливо найвідомішим сталевим гігантом Братислави є Міст Словацького національного повстання, сталева конструкція якого важить приблизно 7500 тонн.

- a) Напишіть символи хімічних елементів, згаданих в тексті.
- b) Наведені елементи розділіть на метали, напівметали та неметали
- c) Виберіть всі правильні варіанти:

Сталь - це:

- a. сплав
- b. хімічно чиста речовина
- c. суміш
- d. сполука,
- e. елемент.

Ступінь окиснення атому заліза в сталі:

- a. 0
- b. I
- c. II
- d. III
- e. IV.

- d) Розрахуйте масу заліза, вуглецю [карбону] та мангану, що знаходяться в сталевій конструкції мосту СНП. Результат наведіть у тоннах.
- e) Розрахуйте масу залізної руди, яка знадобилася для виробництва сталі конструкції моста СНП. Для простоти, вважаємо, що:
 - Залізна руда містить лише магнетит ($w_{\text{магнетит в руді}} = 0,85$), жоден з її інших компонентів не містить заліза;
 - Вміст заліза в магнетиті є 70 %;
 - Втрат при виробництві заліза немає.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

Олімпіада з хімії – категорія D – 59. рік – шк. рік 2022/23

Районний етап

Jana Chrappová

Максимальна кількість балів: 40

Час на рішення: 70 хвилин

Завдання 1: Отримання $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ з солі заліза(II) (25 балів)

Виготовлення розчину проходитиме в два етапи. Спочатку розчин солі заліза(II) окиснімо підходящим окисником, причому утвориться розчин солі заліза (III). На другому етапі додаємо до розчину солі заліза (III) розчин гідроксиду лужного металу. При реакції утвориться нерозчинний оксид, який містить перемінну кількість води, тому його склад найкраще описується формулою $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Хід роботи:

1. До хімічного стакану об'ємом 250 cm^3 налейте за допомогою мірного циліндру 50 cm^3 розчину FeSO_4 .
2. За допомогою піпетки додайте до розчину 1 cm^3 розчину H_2O_2 . Запишіть зміни, які ви помітили до бланку відповідей.
3. Хімічний стакан з розчином помістіть на решітку штатива/нагріваючу поверхню та почніть нагрівати, періодично помішуючи скляною паличкою. (будьте обережні при роботі, щоб не обпіктися).
4. Коли розчин в хім.стакані почне кипіти, припиніть нагрівання та обережно приберіть хім.стакан з решітки/нагріваючою поверхні (використовуйте засоби захисту, щоб уникнути опіків).
5. До гарячого розчину за допомогою піпетки поступово, невеликими порціями додайте 25 cm^3 розчину гідроксиду натрію. Після кожного додавання перемішуйте реакційну суміш у стакані скляною паличкою.
6. Скляну паличку дістаньте, а реакційну суміш залиште постояти, поки нерозчинена речовина не осяде на дно стакану.

7. У чистому хімічному стакані нагрійте 150 cm^3 дистильованої води. Припиніть нагрівання ще до того, як вода закипить (вистачить, щоб вода була гаряча).
8. Зайвий розчин над осадом обережно по паличці злийте до раковини, будьте однак уважні, щоб разом з розчином до раковини не вилити частину осаду. (Рідину над осадом обережно злийте, навіть якщо вона вже трохи каламутна).
9. Потім до стакану, де залишився лише осад, влийте 150 cm^3 гарячою дистильованої води. Перемішайте суміш скляною паличкою і дайте осаду осісти на дні склянки. Обережно злийте рідину над осадом (як у попередньому етапі).
10. Зберіть пристрій для простої фільтрації, фільтрат треба буде збирати у стакан. Підготуйте собі фільтрувальний папір(складіть, виріжте, тощо) так, щоб ви змогли профільтрувати через нього розчин.
11. До чистої пробірки (без маркування) у підставці відлийте зі стакану приблизно 1 cm^3 суспензії з $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Залишки $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ відфільтруйте.
12. Після закінчення фільтрації, папір для фільтрування з отриманою речовиною розкладіть на скельце(кругле плоске скло). Опишіть зовнішній вигляд продукту в бланку відповідей в частині результатів (vysledky). Здайте продукт керівнику робіт.

Завдання 2: Властивості $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (15 балів)

Свіжоосаджений $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ реагує з розчинами кислот з утворенням відповідних солей заліза(III). Якщо на $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ впливає достатньо висока температура (напр. у печі), сполука втрачає воду та змінюється на Fe_2O_3 .

Хід роботи:

1. На підставці окрім неозначеної пробірки з суспензією $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ є три пробірки, означені як: **A**, **B**, та **C**. В кожній є одна з наступних речовин: розчин натрій гідроксиду, розчин сульфатної кислоти або дистильована вода. За допомогою рН папірців визначте рН розчинів у пробірках (завжди мийте та висушуйте скляну паличку). Результати запишіть до таблиці в бланку відповідей. За отриманим результатом установіть відповідність між пробіркою з позначенням(A,B,C) та речовиною, яка там знаходиться.

2. Обережно влийте весь вміст пробірки з розчином кислоти до пробірки з суспензією. Дайте пробірці постояти деякий час і спостерігайте зміни. Свої спостереження запишіть до результатів у бланку відповідей.

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

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Preklad do ukrajinského jazyka: Mykyta Lebid (študent PriF UK v Bratislave)

Slovenská komisia chemickej olympiády

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