

II семестр навчання

МОДУЛЬ I. ТВЕРДИЙ СТАН РЕЧОВИН. ЕЛЕМЕНТИ ЗОННОЇ ТЕОРІЇ ТВЕРДИХ ТІЛ. ХІМІЯ РЕАЛЬНИХ КРИСТАЛІВ. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛІВ. МЕТАЛИ, ЇХ ДОБУВАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ І ЗАСТОСУВАННЯ. ТВЕРДІ РОЗЧИНИ. ІНТЕРМЕТАЛІДИ. ТИПОВІ ДІАГРАМИ СТАНУ ДВОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ. ПОНЯТТЯ ПРО ТРИКОМПОНЕНТНІ СИСТЕМИ.

1. ТВЕРДИЙ СТАН РЕЧОВИН. ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

Програмні вимоги:

Твердий стан речовин. Кристалічні та аморфні тіла. Кристалічна ґратка та її різновиди. Залежність фізичних властивостей твердих тіл від виду кристалічної ґратки. Зонна теорія кристалічного стану. Зонна структура діелектриків, напівпровідників та металів. Основні типи дефектів в кристалах (точкові дефекти по Шоткі, Френкелю та різновиди дислокацій). Відхилення від стехіометрії у складі твердих фаз (бертоліди, дальтоніди). Область гомогенності сполук із атомною структурою.

Загальні властивості металів: Метали в періодичній системі. Метали та їх сполуки в природі. Основні види руд та методи їх збагачення. Методи добування металів. Одержання металів високої чистоти. Фізичні властивості металів. Класифікація металів. Хімічні властивості металів. Електрохімічний ряд напруг металів. Реакції металів з простими речовинами. Відношення металів до води. Реакції металів з кислотами та лугами. Корозія металів. Типи корозії металів. Хімічна корозія. Електрохімічна корозія. Методи захисту металів від корозії. Металічні сплави і їх класифікація. Типи сплавів. Інтерметаліди. Тверді розчини. Методи одержання і дослідження сплавів. Поняття про фізико-хімічний аналіз. Основи термічного аналізу. Діаграма плавкості системи. Основні види двокомпонентних систем. Поняття про трикомпонентні системи.

Література для самостійної роботи: [1] ч.1 розд.ІІІ с.102-138; [5] гл.7 розд.І,2, гл.8 розд.1-7, гл.9; [4] розд.1,2; [3] розд.ІУ с.228-254; [8] т.2 розд.ХІ с.207-216.

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ. СПЛАВИ. ТВЕРДІ РОЗЧИНИ. ІНТЕРМЕТАЛІДИ

Теоретичні питання:

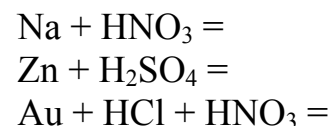
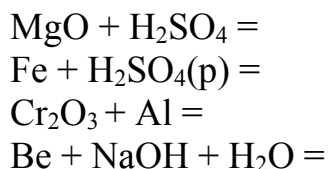
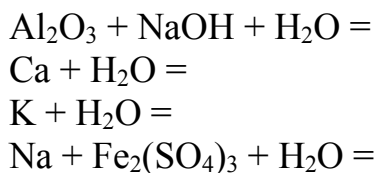
- 1.1. Класифікація хімічних елементів на метали і неметали та їх положення в періодичній системі. Відносність цього поділу.
- 1.2. Розташування металів в періодичній системі хімічних елементів.
- 1.3. Чим відрізняються по будові атоми металів від атомів неметалів? Наведіть приклади.
- 1.4. Що таке металічний зв'язок?
- 1.5. Чим відрізняється металічний зв'язок від іонного та ковалентного?
- 1.6. Яку будову має кристалічна ґратка металів?
- 1.7. Проаналізуйте величини перших потенціалів іонізації для металевих і неметалевих елементів.

- 1.7. Валентність і ступені окиснення металів.
- 1.8. Знаходження металів у природі. Класифікація руд за хімічним складом.
- 1.9. Методи добування металів із природних руд: а) пірометалургія; б) гідрометалургія; в) електрометалургія. Навести приклади хімічних реакцій цих процесів.
- 1.10. Хімічні методи очистки металів.
- 1.11. Фізичні методи очистки металів.
- 1.12. Фізичні властивості металів.
- 1.13. Назвіть метали: а) найкращі провідники електрики і тепла; б) найбільш тугоплавкі і легкоплавкі; в) найбільш тверді.
- 1.14. Методи одержання сплавів. Найважливіші сплави та їх застосування в техніці.
- 1.15. Інтерметаліди. Дати визначення. Навести приклади. Як експериментальним шляхом відрізнити сплав, що є твердим розчином, від сплаву, що є інтерметалідом?
- 1.16. Критерії утворення твердих розчинів (кристалохімічний та розмірний фактори).
- 1.17. Тверді розчини та їх класифікація.
- 1.18. В яких галузях промисловості застосовуються чисті та надчисті метали?
- 1.19. Що таке електрохімічний ряд напруг металів? Чому в цьому ряду знаходиться Гідроген?
- 1.20. Ряд напруг металів і хімічні властивості металів в залежності від положення в цьому ряді.
- 1.21. Взаємодія металів з простими речовинами: гідриди, оксиди, галогеніди, сульфіді, нітриди, фосфіді, карбіді.
- 1.22. Напишіть три-чотири рівняння реакцій металів з неметалами і поясніть їх механізм на основі електронної теорії будови речовин.
- 1.23. Взаємодія металів з водою, з кислотами-неокисниками, з кислотами-окисниками, з лугами, з солями.
- 1.24. Добування та хімічні властивості оксидів металів.
- 1.25. Природа гідроксидів металів, їх добування та властивості.
- 1.26. Електродний потенціал. Теорія Нернста. Стандартний електродний потенціал.
- 1.27. Гальванічні елементи та принципи їх роботи. Навести приклади.
- 1.28. Електроліз розчинів та розплавів солей.
- 1.29. Закони електролізу.
- 1.30. Явище поляризації при електролізі солей.
- 1.31. Корозія металів та її види. Показати хімізм корозії заліза на повітрі.
- 1.32. Методи захисту металів від корозії.
- 1.33. Механізм хімічної та електрохімічної корозії.

Тестові завдання:

- 2.1. У кристалічних структурах атоми металів існують або в гексагональному щільному упакуванні (ГПУ), або в гранецентрованому кубічному упакуванні (ГКУ), або в об'ємно-центрованому кубічному упакуванні (ОЦКУ). Віднесіть кожен із названих нижче металів до відповідного типу упакування: магній, кальцій, барій, натрій, цинк, алюміній, залізо, титан.
- 2.2. Кристали солей легко розколюються під впливом деформуючої сили, а метали при цьому змінюють форму, не утворюючи тріщин. Поясніть цю відмінність.

- 2.3. Наведіть не менше чотирьох прикладів кристалічних речовин, що мають молекулярні структури.
- 2.4. Наведіть не менше чотирьох прикладів кристалів, що мають макромолекулярні (атомні) структури.
- 2.5. Порівняйте температури плавлення кристалів із молекулярною та атомною структурою.
- 2.6. Яка з речовин – алмаз чи графіт – має більшу густину і чому?
- 2.7. Чи можна шматочок металу або алмазу розглядати як одну велику молекулу?
- 2.8. Назвіть не менше трьох металів, які при 30°C перебувають у рідкому стані.
- 2.9. Назвіть не менше трьох металів, здатних плавати на поверхні води.
- 2.10. Які із вказаних металів взаємодіють з розведеним розчином сірчаної кислоти: Mg, Al, Zn, Cu, Ag, Hg, Fe, Sn? Напишіть рівняння можливих реакцій.
- 2.11. Які з перерахованих металів витісняють водень з кислот: Al, Zn, Fe, Cu, Ag, Au. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2.12. Назвіть п'ять металів, які можуть використовуватися для витіснення срібла з водного розчину аргентум нітрату.
- 2.13. З якими із вказаних металів буде реагувати при нагріванні концентрована сірчана кислота: Cu, Hg, Zn, Au? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.14. Розчин сульфату цинку має домішку сульфату купруму. Як найпростіше очистити цей розчин від сульфату купруму?
- 2.15. Які метали і в якій послідовності виділятимуться із розчинів, якщо: а) залізна пластинка опущена в розчин, що містить сульфати цинку, купруму(II), п्लумбуму(II), ніколу(II); б) мідна пластинка опущена в розчин, що містить нітрати барію, аргентуму, меркурію(II), алюмінію. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2.16. Які метали і в якій послідовності будуть витіснятися, якщо свинцеву пластинку занурити в розчин, що містить нітрати феруму(II), купруму(II), магнію, меркурію(II) і аргентуму?
- 2.17. Які метали можуть бути використані в якості негативних електродів (катодів) в гальванічному елементі, якщо позитивним електродом (анодом) будуть: а) свинець; б) нікель; в) мідь.
- 2.18. Наведіть по одному прикладу солей, для яких електроліз розчину і розплаву призводить до утворення: а) однакових, б) різних продуктів.
- 2.19. Чому не можна алюмінієві листи сполучати з допомогою мідних заклепок? Відповідь обґрунтуйте необхідними рівняннями реакцій.
- 2.20. Хром знаходиться в контакті з міддю. Який із металів буде окислятися при корозії, якщо ця пара металів потрапляє в кисле середовище (HCl)? Зобразіть схему гальванічного елементу, що при цьому утворюється.
- 2.21. Опишіть процес корозії лужного заліза у вигляді порушення цілісності покриття: 1) в кислому середовищі; 2) в середовищі вологого повітря (O₂+H₂O).
- 2.22. Як протікає корозія оцинкованого заліза при порушенні цілісності покриття. Напишіть відповідні рівняння реакцій та схему гальванічного елемента.
- 2.23. Залізо покрито тонким шаром хрому. Який з металів буде передувати у вихідному порушенні цілісності покриття в середовищі вологого повітря? Складіть схему гальванічного елемента.
- 2.24. Запишіть рівняння реакції:
- $$\text{Zn} + \text{HNO}_3 = \text{N}_2 + \dots \qquad \text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{p}) = \dots \qquad \text{Zn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \dots$$



ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ

Теоретичні питання:

- 1.1. Які методи досліджень відносять до фізико-хімічного аналізу?
- 1.2. Макро- та мікроструктурний аналізи.
- 1.3. Рентгенівський фазовий аналіз.
- 1.4. Прості та комбіновані термопари.
- 1.5. Термічний аналіз. Криві нагрівання та охолодження.
- 1.6. Термограми та їх розшифровка.
- 1.7. Правило фаз Гіббса та його значення при побудові діаграм стану систем.
- 1.8. Принцип методу побудови діаграм стану багатокомпонентних систем.
- 1.9. Типові діаграми стану двокомпонентних систем: а) діаграми стану з необмеженою розчинністю; б) діаграми стану з обмеженою розчинністю компонентів; в) діаграми стану з утворенням хімічних сполук; г) діаграми стану з перитектичною взаємодією.
- 1.10. Діаграми "склад–температура плавлення": а) евтектичного типу; б) з утворенням інтерметалічних сполук; в) з утворенням неперервних рядів твердих розчинів. Точки евтектики, дистектики, лінії ліквідуса і солідуса на діаграмі стану.
- 1.11. Поняття про трикомпонентні системи, методи зображення їх складу.

Розрахункові задачі:

- 3.1. Визначити електродний потенціал цинку, який опущений в розчин його солі з концентрацією іонів Zn^{2+} 0,001 моль/л.
- 3.2. Визначити ЕРС гальванічного ланцюгу: $\text{Fe} \mid 0,1 \text{ M FeSO}_4 \parallel 0,01 \text{ n. NaOH} \mid \text{H}_2, \text{Pt}$; ступінь електролітичної дисоціації FeSO_4 і NaOH відповідно дорівнює 60 та 100 %.
- 3.3. При порушенні цілісності поверхневого шару мідного покриття на алюмінії відбувається корозія внаслідок роботи гальванічної пари: $(-) 2\text{Al}^0 \mid 2\text{Al}^{3+} \parallel \text{H}_2\text{SO}_4 \parallel (\text{Cu}) 3\text{H}_2 \mid 6\text{H}^+ (+)$. За 45 секунд роботи цієї гальванопари на катоді виділилося 0,09 л водню (виміряного при н.у.). Яка маса алюмінію розчинилася за цей час і яку силу струму дає ця гальванопара?
- 3.4. Розрахувати стандартну ЕРС поляризації при електролізі водного розчину NaCl на платинових електродах.
- 3.5. Визначити час, необхідний для одержання 1 кг металічного натрію при електролізі розплаву гідроксиду натрію силою струму 2500 А. Вихід по струму дорівнює 35%. Який об'єм кисню виділився?
- 3.6. В розчин, що містить 20 г ZnSO_4 і 20 г CuSO_4 опустили залізну пластинку вагою 5 г. Який метал і в якій кількості витісниться залізом?

- 3.7. Визначити в масових частках (%) склад латуні (сплав міді з цинком), якщо при взаємодії цього сплаву з соляною кислотою виділився водень об'ємом 0,561 л, а на хлорування такої ж наважки сплаву потрібно 1,035 л хлору.
- 3.8. Силумін, сплав Al з Si, масою 6 г розчинили в розчині лугу. При цьому виділився газ об'ємом 8186 мл, виміряний при температурі 18 °C і тиску $1,01 \cdot 10^5$ Па. Визначити масові частки (%) компонентів у суміші.
- 3.9. Визначити масу технічного заліза, що містить 12 % домішок, необхідну для витіснення з розчину плюмбум(II) нітрату метал масою 5,5 г.
- 3.10. Розрахуйте масу розплаву, що складається з хлоридів берилію і натрію, сплавлених в масовому співвідношенні 1:1, необхідну для одержання берилію масою 1 кг. Визначити час роботи електролізера при силі струму 3500 А.
- 3.11. Яку масу заліза можна одержати з руди масою 1 т, що містить 20 % пустої породи і мінерал магнетит (Fe_3O_4)?
- 3.12. Яку масу Fe_2O_3 і SO_2 можна одержати з 1,5 т руди, що містить 90 % FeS_2 ?
- 3.13. Визначте масу металічного натрію, яку можна одержати електролізом розплаву NaOH за 1 год. 20 хв. при силі струму 2500 А.
- 3.14. Кристали металічної міді мають гранецентровану кубічну кристалічну комірку, в якій міститься чотири атоми Купруму. За допомогою рентгенівської дифракції встановлено, що довжина ребра цієї елементарної комірки складає 0,361 нм. Густина міді дорівнює $8,920 \text{ г/см}^3$, її відносна атомна маса дорівнює 63,54. На основі цих даних розрахуйте сталу Авогадро. // $6,06 \cdot 10^{23}$
- 3.15. Для оцінки середньої відстані d між молекулами або атомами в речовині можна використовують просту модель, згідно з якою кожна молекула (атом) рухається всередині куба з ребром d . Знайдіть значення d за нормальних умов для: а) ідеального газу; б) води; в) титану. Необхідно для розрахунків значення густини речовин візьміть із довідкової літератури. // а) 3,34 нм, б) 0,31 нм, в) 0,26 нм.

Контроль знань на практичних заняттях №1, 2, 3

МОДУЛЬ II. ХІМІЯ s- I p-МЕТАЛІВ

2. ЛУЖНІ МЕТАЛИ

Програмні вимоги: Знаходження в природі, добування, практичне застосування. Будова атомів, фізичні та хімічні властивості. Бінарні сполуки. Оксиди, пероксиди, оксигеніди, озоніди, галогеніди, халькогеніди. Найважливіші солі лужних металів, їх одержання, властивості та застосування. Якісне визначення солей Літію, Натрію, Калію, Рубідію та Цезію.

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.ІІ с.461-470; [2] розд.УІ с.290-300; [3] розд.УІ с.289-314; [8] т.3 гл.ХІІІ с.5-38.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

Теоретичні питання:

- 1.1. Дати характеристику електронної будови атомів лужних металів. Чому їм не властиво виступати в якості центральних атомів в координаційних сполуках?

- 1.2. Написати хімічні формули основних природних сполук лужних. Як одержуються із них чисті метали?
- 1.3. Чому лужні метали не можна одержати електролізом водних розчинів їхніх солей?
- 1.4. Дати характеристику фізичним і хімічним властивостям лужних металів.
- 1.5. Назвіть основні відмінності хімічних властивостей літію від інших лужних металів. В чому їх причина?
- 1.6. Як одержують оксиди лужних металів? Чи можна їх одержати при безпосередній взаємодії металів з киснем? Напишіть рівняння хімічних реакцій.
- 1.7. Які типи сполук утворюють лужні метали при згорянні в кисні?
- 1.8. Як реагує пероксид натрію з вуглекислим газом?
- 1.9. Як одержують гідриди лужних металів? Які властивості характерні для них? Який тип хімічного зв'язку у цих сполуках?
- 1.10. Як одержують нітриди лужних металів? Який склад вони мають? Чи існують аміди та іміди лужних металів?
- 1.11. Як одержують гідроксиди лужних металів? Які властивості цих сполук?
- 1.12. Чи однаково активно відбуваються реакції взаємодії лужних металів з водою?
- 1.13. Чому розчини лугів руйнують скляний посуд?
- 1.14. Який склад має оксиліт? Для чого його використовують?
- 1.15. Назвіть малорозчинні солі лужних металів. Чи можна використовувати ці солі для визначення лужних металів?
- 1.16. Як одержують карбонат натрію у промисловості? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 1.17. Які сполуки називаються кальцинованою содою, питною содою, кристалічною содою? Де вони використовуються?
- 1.18. На якій властивості лужних металів базується їх застосування для виготовлення фотоелементів? Який із лужних металів найбільш придатний для цієї мети і чому?
- 1.19. В який колір забарвлюють полум'я сполуки лужних металів?

Тестові завдання:

- 2.1. Чому літій, на відміну від натрію та калію, не зберігають під шаром гасу?
- 2.2. Як можна встановити, що під час горіння металічного калію утворюється не оксид, а пероксид?
- 2.3. Складіть схему електролізу розчинів: а) хлориду рубідію; б) гідроксиду калію.
- 2.4. З яким із наведених нижче речовин може вступати в реакцію натрій гідроксид: купрум(II) хлорид; силіцій(IV) оксид; карбон(IV) оксид; нітратна кислота; купрум(II) оксид; цинк(II) оксид; сульфатна кислота; ферум(III) оксид; сульфур(IV) оксид? Напишіть молекулярні та іонні рівняння можливих реакцій.
- 2.5. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:

$$\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3;$$

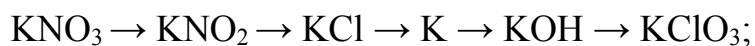
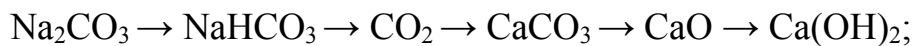
$$\text{KCl} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaOH};$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4;$$

$$\text{K} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2;$$

$$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4;$$

$$\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiCl} \rightarrow \text{Li} \rightarrow \text{LiNO}_3;$$



- 2.6. В золі рослин поряд з карбонатом калію міститься сульфат калію. Як можна виявити цю сіль в золі?
- 2.7. Які речовини одержують при електролізі гарячого водного розчину KCl, якщо видалити перегородку між катодом і анодом.
- 2.8. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що проходять на електродах при електролізі водного розчину KI і розплаву KOH.
- 2.9. З якими з наведених нижче речовин може взаємодіяти NaOH: CuCl₂, SiO₂, CO₂, HNO₃, CuO, SO₃, Cl₂. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2.10. Напишіть рівняння хімічних реакцій:
- | | | | |
|---|--|---|--|
| Li+C= | Na+O ₂ = | Na ₂ O ₂ +CO ₂ = | K ₂ O ₄ +CO ₂ = |
| KOH+O ₃ = | Na ₂ SO ₄ \xrightarrow{t} | NaHCO ₃ \xrightarrow{t} | NaNO ₃ \xrightarrow{t} |
| LiOH \xrightarrow{t} | NaH+H ₂ O= | Li ₂ S+H ₂ O = | NaN ₃ +NaNO ₃ = |
| K + C ₂ H ₂ → | Li + N ₂ → | K ₂ O ₂ +H ₂ S= | KO ₃ +H ₂ O= |
| Na ₂ O ₂ +H ₂ SO ₄ = | K ₂ O ₄ +H ₂ O= | Na+H ₂ = | Li ₃ N+H ₂ = |
| Na ₂ O ₂ +KMnO ₄ +H ₂ SO ₄ = | KO ₃ +KI+H ₂ SO ₄ = | Na ₂ O ₂ +K ₂ Cr ₂ O ₇ +H ₂ SO ₄ = | |
| Na ₂ O ₂ +N ₂ H ₄ +H ₂ SO ₄ = | K ₂ O ₄ +Na ₂ SO ₃ +H ₂ SO ₄ = | NaO ₂ +KI+H ₂ SO ₄ = | |
- 2.11. Написати в молекулярному і іонному виді рівняння реакції гідролізу наступних солей: літій нітриду, калій сульфіді і карбонату, кальцій гідриду.
- 2.12. Які солі лужних металів практично не гідролізують: калій карбонат, натрій нітрат, літій хлорид, калій ацетат, натрій сульфід?
- 2.34. Із наведених нижче речовин вкажіть ту, яка не буде вступати в реакції обміну у водному розчині з рештою речовин. Із числа тих, що залишились, виберіть ту, яка буде реагувати з двома іншими. Напишіть рівняння реакцій. а)нітрат калію, сульфат калію, сульфід калію, хлорид барію, б)гідроксид калію, хлорид калію, фосфат калію, нітрат магнію, в)вуглекислий газ, хлоридна кислота, сульфат калію, гідроксид калію, г)сульфатна кислота, хлорид калію, гідроксид калію, оксид сульфуру(IV). // а) KNO₃, BaCl₂, б) KCl, Mg(NO₃)₂, в) K₂SO₄, KOH, г) KCl, KOH.

Розрахункові задачі:

- 3.1. Для заправки лужних акумуляторів використовують 30%-ний розчин калій гідроксиду. Скільки необхідно KOH для виготовлення 10 кг такого розчину?
- 3.2. Скільки моль Натрію міститься в 6 кг натрій хлориду?
- 3.3. При прожарюванні 1,43 г кристалічної соди до постійної маси було отримано 0,9 г води. Знайдіть формулу кристалогідрату карбонату натрію.
- 3.4. Скільки кристалічної соди Na₂CO₃·10H₂O необхідно для виготовлення 500 г 10%-ного розчину карбонату натрію?
- 3.5. Через розчин, що містить 170 г NaF та NaI пропустили Cl₂. При цьому виділилось 12,7 г йоду. Визначте масові частки солей у суміші.
- 3.6. При нагріванні 86 г суміші карбонату та гідрокарбонату натрію виділилось 0.5 моль газу. Визначити масові частки кожної солі у суміші.

- 3.7. При взаємодії 9,2 г одновалентного металу з водою виділилось 0,2 моль водню. Визначте метал.
- 3.8. При електролізі водного розчину калій гідроксиду з інертними електродами на катоді виділилося 6,72 л водню (н.у.) Який об'єм кисню виділився на аноді?
- 3.9. Який час треба пропускати струм силою 10 А через водний розчин натрій хлориду, щоб отримати у розчині 40 г натрій гідроксиду?

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота №1

Дослід 1. Натрій пероксид

а) взаємодія натрій пероксиду з водою: У пробірку внести трохи порошку натрій пероксиду, додати 8-10 крапель дистильованої води і розмішати скляною паличкою. Довести наявність луку в одержаному розчині, для чого внести в нього одну краплю розчину фенолфталеїну. Написати рівняння реакції взаємодії натрій пероксиду з водою.

б) окисні властивості натрій пероксиду: Внести в тигель 3 мікрошпателі натрій пероксиду, 2 мікрошпателі соди і трохи розтертого у порошок хром(III) сульфату. Суміш добре перемішати скляною паличкою, поставити тигель у фарфоровий трикутник і нагрівати його полум'ям горілки до сплавлення суміші. Охолодити тигель на повітрі. Внести в суміш 8-10 крапель дистильованої води, перемішати скляною паличкою вміст тигля, дати суміші відстоятися і перелити розчин у пробірку. Відмити колір утвореного натрій хромату. Написати рівняння реакції взаємодії натрій пероксиду із хром сульфатом у присутності Na_2CO_3 , враховуючи, що при цьому виділяється карбон(IV) оксид.

в) відновні властивості натрій пероксиду: Внести у пробірку 4-5 крапель розчину калій перманганату, додати 1 мікрошпатель порошку натрій пероксиду і все перемішати. Відмити виділення газу і появу бурого осаду. Написати рівняння реакції.

Дослід 2. Натрій карбонат і гідрокарбонат

а) реакція середовища у розчинах натрій карбонату і натрій гідрокарбонату: Внести у три пробірки по 6-7 крапель дистильованої води. В кожну з них додати таку ж кількість нейтрального розчину лакмусу. В одну з пробірок внести один мікрошпатель кристалів натрій карбонату, а в другу – таку ж кількість натрій гідрокарбонату. Третю пробірку залишити для порівняння. Перемішати розчини скляними паличками. Порівняти забарвлення лакмусу в розчинах солей. Усі три пробірки зберегти у якості контрольних для наступного дослідів. Написати йонні і молекулярні рівняння реакцій.

б) термічний розклад натрій гідрокарбонату: Помістити в тигель 3-4 мікрошпателі порошку натрій гідрокарбонату, поставити його на трикутник та прокалювати полум'ям горілки протягом 10-15 хв. Охолодити тигель на повітрі, внести в нього 12-14 крапель дистильованої води, перемішати скляною паличкою і розділити розчин на дві пробірки. Довести, що у розчині знаходиться сіль вугільної кислоти. Для цього у одну з пробірок додати 3-4 краплі 2 н. розчину хлоридної кислоти і спостерігати виділення газу. У другу пробірку до одержаного розчину додати таку ж кількість нейтрального розчину лакмусу. Порівняти забарвлення лакмусу у одержаному розчині із контрольним розчином дослідів (а). По забарвленню лакмусу

визначити, яка сіль знаходиться у розчині: натрій карбонат чи гідрокарбонат. Написати рівняння реакції розкладу натрій гідрокарбонату при нагріванні.

Дослід 3. Малорозчинні солі лужних металів

а) мікрокристалоскопічна реакція на йон Натрію (одержання кристалів $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$): На предметне скло помістити краплю насиченого розчину калій гексагідроксостибату(V) і скляною паличкою внести в неї крупинку солі натрію. Утворені кристали $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ розглянути у мікроскоп. В залежності від швидкості кристалізації вони мають різну форму. Написати рівняння реакції і замалювати форми кристалів.

б) мікрокристалоскопічна реакція на йон Калію (одержання кристалів $\text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$): На предметне скло помістити краплю спеціального реактиву складу $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$, і внести в неї крупинку солі Калію. Утворені кристали $\text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ чорного кольору розглянути в мікроскоп, спостерігати їх ріст. Написати рівняння реакції. Замалювати форму кристалів.

в) одержання літій карбонату: Внести у пробірку 4-5 крапель розчину літій сульфату і додати рівний об'єм розчину натрій карбонату. Помістити пробірку у нагріту до кипіння водяну баню і спостерігати спочатку помутніння, а потім випадання дрібних кристалів літій карбонату. Записати рівняння реакції.

Дослід 4. Забарвлення полум'я солями лужних металів. Кінець дротинки опустити у насичений розчин калій хлориду, а потім внести у полум'я горілки. Відмітити колір полум'я. Обумовлений незначними домішками солей Натрію жовтий колір часто маскує фіолетове полум'я Калію. У цьому випадку потрібно розглядати полум'я через скляну призму з розчином синього індиго, що повністю поглинає жовте проміння.

Дослід повторити з насиченими розчинами літій сульфату і натрій хлориду. Перед кожним дослідом дротинку необхідно очищати, занурюючи її у концентровану хлоридну кислоту і прокалюючи в полум'ї горілки.

Контроль знань на лабораторному занятті № 1

3. БЕРИЛІЙ І МАГНІЙ. ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ

Програмні вимоги: Загальна характеристика елементів II групи головної підгрупи.

Берилій, магній: Знаходження в природі. Одержання та застосування берилію та магнію. Оксид берилію. Гідроксид берилію. Сполуки Берилію з галогенами. Токсичність сполук Берилію. Фізичні та хімічні властивості магнію. Найважливіші сполуки Магнію. Аналітичні особливості Берилію та Магнію.

Лужноземельні метали: Сполуки металів в природі. Одержання кальцію, стронцію, барію. Застосування лужноземельних металів та їх сполук. Сполуки Кальцію в будівництві. Фізичні та хімічні властивості металів. Оксиди. Гідроксиди. Солі. Гідриди. Карбід кальцію. Розчинність сполук Кальцію, Стронцію, Барію у воді. Твердість води та методи її усунення.

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.ІІ с.446-461; [2] розд.5 с.257-272; [3] розд.У с.255-288; [8] т.2 гл.ХІІ с.266-334.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквіум:

БЕРИЛІЙ ТА МАГНІЙ

Теоретичні питання:

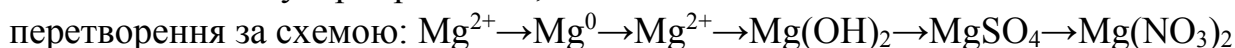
- 1.1. Охарактеризуйте поширеність Берилію та Магнію в природі. Назвіть декілька найважливіших мінералів кожного із цих елементів та вкажіть їх хімічний склад.
- 1.2. Поясніть суттєву відмінність властивостей Берилію від властивостей інших s-елементів II групи
- 1.3. Які методи використовують для переробки мінералів Берилію та Магнію? Зобразіть схему переробки.
- 1.4. Розкажіть про застосування берилію та магнію і їх сплавів у техніці.
- 1.5. Як відносяться берилій та магній до води, кислот і лугів? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 1.6. Як можна одержати гідрид магнію? Як відноситься гідрид магнію до води та кислот? Складіть рівняння відповідних реакцій.
- 1.7. Охарактеризуйте кислотно-основні властивості берилій гідроксиду як координаційно насиченої сполуки, що має склад $[\text{Be}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$.
- 1.8. Що таке магнезійний цемент? Як його одержують, яка його будова, для чого його використовують?
- 1.9. Що таке "ангідрон"? Де його використовують?
- 1.10. Дайте характеристику аналітичних та токсичних особливостей іонів Mg^{2+} та Be^{2+} .

Тестові завдання:

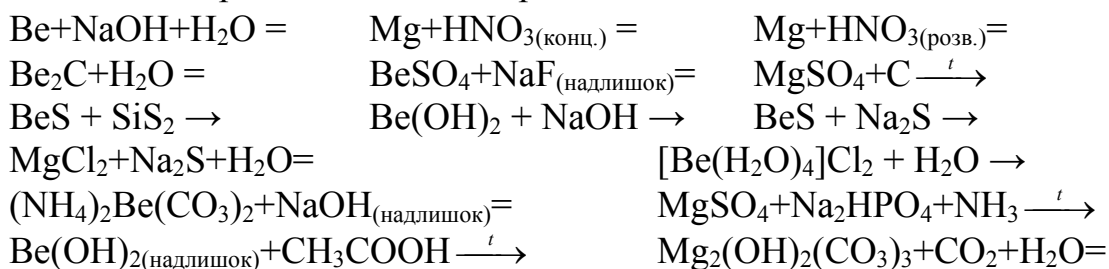
- 2.1. Як одержати $\text{Be}(\text{OH})_2$ маючи Be , KOH і H_2O . Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.2. Напишіть рівняння реакцій, що проходять при електролізі хлориду магнію у розплаві та у водному розчині.
- 2.3. Запропонуйте як мінімум два різних способи розділення суміші порошків берилію та магнію.
- 2.4. Що є спільним у хімічних властивостях Берилію та Алюмінію? Яка основна причина подібності цих елементів?
- 2.5. Як розділити суміш гідроксидів берилію та алюмінію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.6. Зіставте схильність до гідролізу $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ і Na_2BeO_2 ; BeSO_4 і MgSO_4 . Складіть рівняння реакцій гідролізу в іонно-молекулярній формі.
- 2.7. Як розділити суміш карбонатів берилію та магнію? Запропонуйте два різні способи.
- 2.8. Дайте характеристику складу гідратованих катіонів Берилію і Магнію, а також схильності солей цих металів до утворення кристалогідратів.
- 2.9. Як одержати середній карбонат магнію? Напишіть рівняння реакцій.
- 2.10. Яка з солей – магній нітрат чи берилій нітрат – при однакових умовах в більшій мірі піддається гідролізу?
- 2.11. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:
 - а) $\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$
 - б) $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO}$
 - в) $\text{BeCl}_2 \rightarrow \text{Be} \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BeCO}_3 \rightarrow \text{Be}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{BeCO}_3 \rightarrow \text{BeCl}_2$
 - г) $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
 - д) $\text{Be} \rightarrow \text{BeO} \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Be}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2$



2.12. Скласти молекулярні рівняння, за допомогою яких можна здійснити



2.13. Складіть рівняння хімічних реакцій:



ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ

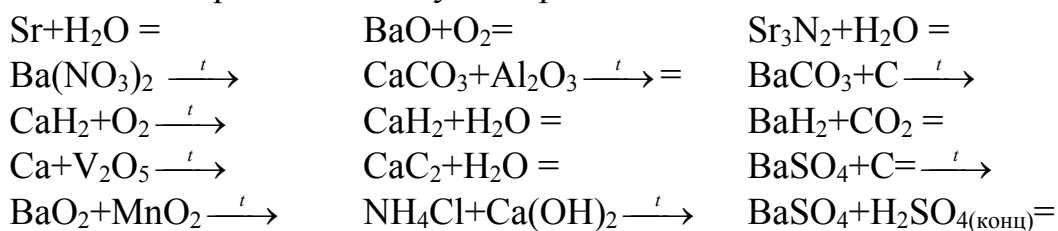
Теоретичні питання:

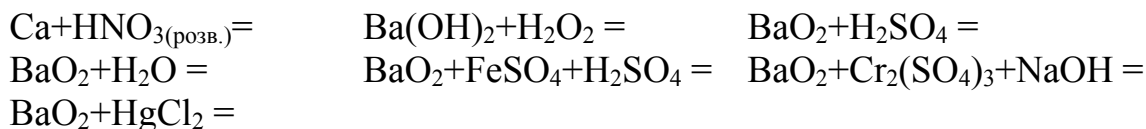
- 1.1. Напишіть електронні формули атомів Берилію, Магнію та лужноземельних металів та дайте відповіді на запитання: а) Яку валентність можуть проявляти ці атоми в незбудженому вигляді? б) Як повинні змінюватися кислотно-основні властивості гідроксидів елементів цієї групи? Відповіді мотивувати.
- 1.2. Наведіть найважливіші природні мінерали, що містять Кальцій, Стронцій, Барій.
- 1.3. Які методи найчастіше використовуються у промисловості для добування лужноземельних металів?
- 1.4. Що таке гашене, негашене, хлорне вапно? Як одержують кожен з цих речовин?
- 1.5. Що таке гіпс? Які сполуки утворюються при його термічному розкладі? Де застосовується одна з цих сполук?
- 1.6. Яка твердість води називається тимчасовою, а яка – постійною? Перерахувати сполуки, що обумовлюють кожний вид твердої води.
- 1.7. Наведіть хімічні методи усунення тимчасової та постійної твердості води. Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.

Тестові завдання:

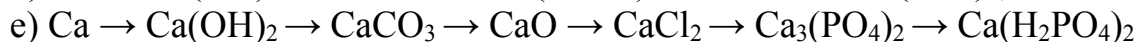
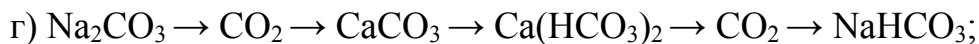
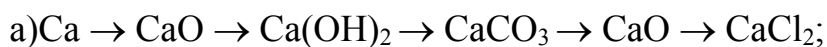
- 2.1. Чому йони лужноземельних металів проявляють меншу здатність до утворення комплексів, ніж йони елементів підгрупи Цинку?
- 2.2. Чим пояснюється несистематичність у значеннях густин, а також температур плавлення і кипіння металів II групи?
- 2.3. Чому запалений магній не можна гасити водою? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2.4. В чому відмінність гідридів лужноземельних металів від гідрогенгалогенідів?
- 2.5. До розчину, що містить солі Кальцію, Берилію і Магнію, додали надлишок розчину їдкого натру. Написати йонні рівняння всіх реакцій, які при цьому відбулися. Яка речовина випала в осад? Які йони залишилися в розчині?
- 2.6. Чим пояснюється факт розчинення сульфату кальцію в розчині сульфату амонію?
- 2.7. Напишіть рівняння двох різних реакцій, за допомогою яких можна перетворити гідрокарбонат кальцію в карбонат.

- 2.8. Як одержати $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ маючи Ca , CO_2 і H_2O ? Напишіть рівняння реакції.
- 2.9. Як одержати не менше п'яти речовин, маючи в розпорядженні тільки карбонат кальцію і воду. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.10. Пояснити, чому при пропусканні карбон діоксиду через розчин кальцій хлориду осад кальцій карбонату не випадає, а при дії карбон діоксиду на вапняну воду – випадає.
- 2.11. Який осад почне випадати першим, якщо до розчину, що містить йони Ca^{2+} і Ba^{2+} в однаковій концентрації, поступово по краплям добавляти розбавлений розчин натрій сульфату? Яка буде послідовність осадження із розчину йонів Ca^{2+} і Ba^{2+} , якщо до нього поступово добавляти розбавлений розчин амоній оксалату? ($DP(\text{CaSO}_4) = 1 \cdot 10^{-5}$; $DP(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$; $DP(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2 \cdot 10^{-9}$; $DP(\text{BaC}_2\text{O}_4) = 1,1 \cdot 10^{-7}$)
- 2.12. Як розрізнити розчини хлоридів кальцію, стронцію та барію, що знаходяться в склянках без надпису, не використовуючи хімічні реактиви?
- 2.13. Оксид барію раніше використовували для одержання пероксиду водню. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.14. Які досліди можна запропонувати, щоб розрізнити крейду, алебастр та негашене вапно?
- 2.15. Сульфат барію використовують у будівництві для виготовлення рентгенозахисних штукатурок. Якими речовинами можна користуватися для одержання цієї солі? Напишіть рівняння реакцій.
- 2.16. Для пом'якшення води у промисловості використовують іонообмінні смоли – іоніт. Приймавши умовно формулу катіоніту RH_2 , а аніоніту – ROH , напишіть рівняння хімічних реакцій, що проходять при пропусканні через іоніти води, яка містить гідрокарбонати кальцію та магнію.
- 2.17. Які із наведених нижче речовин можна використовувати для усунення твердості води, що містить гідрокарбонат кальцію: а) поташ; б) азотна кислота; в) гідроксид калію; г) хлорид барію? Дайте обґрунтовану відповідь і напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.18. Які реакції необхідно проробити для розрізнення кальцій оксиду від цинк оксиду?
- 2.19. Як можна одержати нітрид магнію, гідрид кальцію? Як відносяться ці сполуки до води та до кислот? Складіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.20. Чому в твердій воді неефективне використання мила? Яка із видів води – дощова, річкова, снігова, морська – мають найбільшу та найменшу твердість води?
- 2.21. Складіть рівняння наступних реакцій:



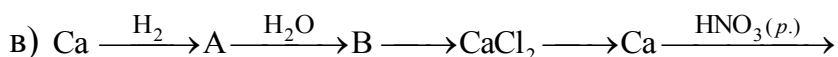
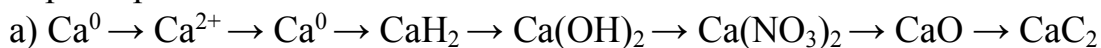


2.21. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



2.22. Виходячи із розчинності солей, визначте, в який бік зміщені наступні рівноваги: а) $\text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4$; б) $\text{BaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaSO}_4$.

2.23. Скласти молекулярні рівняння, за допомогою яких можна здійснити перетворення за такими схемами:



2.24. Запишіть рівняння катодних і анодних процесів, які відбуваються при електролізі розплаву та водного розчину кальцій хлориду.

2.21. Які дві речовини прореагували і за яких умов, якщо в результаті утворились такі речовини (всі продукти вказані без коефіцієнтів): 1) $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; 2) $\text{BaCO}_3 + \text{NaCl}$; 3) $\text{BaCO}_3 + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$?

2.28. Як можна встановити в сульфаті барію наявність домішки: а) карбонату барію, б) хлориду барію?

Розрахункові задачі:

3.1. При випалюванні магнезиту MgCO_3 маса його зменшується в 2 рази внаслідок виділення карбон(IV) оксиду. Чи відповідають ці дані розрахунковим?

3.2. При сильному нагріванні гіпсу сульфат кальцію, що входить до його складу, розкладається на оксид кальцію та оксид сульфуру(VI). Розрахувати кількість гіпсу, необхідну для одержання 16 т оксиду сульфуру(VI).

3.3. При нагріванні гіпсу проходить реакція, в результаті якої утворюється вода та напівводний гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$. Визначити, яка кількість води випариться при одержанні 220 т напівводного гіпсу.

3.4. При дії активних металів на воду виділяється водень. Якого металу – кальцію чи натрію – треба взяти більше за масою для одержання 1 л водню таким способом?

3.5. Яка тимчасова твердість води, якщо для її усунення до 100 л води необхідно додати 6,02 г гідроксиду натрію?

3.6. 1 л води містить 48,6 мг гідрокарбонату кальцію і 24,6 мг сульфату магнію. Яка загальна твердість води?

- 3.7. У результаті взаємодії 10,96 г металу з водою виділилося 1,792 л водню. Визначте цей метал, якщо у своїх сполуках він двовалентний. // 137 г/моль.
- 3.8. Змішали 1 моль кальцій оксиду, 2 моль кальцій карбїду і 3 моль кальцій фосфїду. Який об'єм води може прореагувати з 16 г такої суміші? Яка маса кальцій гідроксиду утворюється в результаті взаємодії? // 9,1 моль H_2O ; 19,5 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- 3.9. Який об'єм водню (н.у.) виділиться, якщо у 109,5 г 10 %-ного розчину хлоридної кислоти опустити 3 г магнію, що містить 20 % домішок?
- 3.10. Унаслідок кип'ятіння 1 л води в осад випало 10 мг кальцій карбонату. Чому дорівнює тимчасова твердість води?
- 3.11. У 10 л води міститься 240 мг йонів Mg^{2+} та 400 мг йонів Ca^{2+} . Обчисліть загальну твердість води.
- 3.12. Скільки літрів води поглине 1 кг алебастру при перетворенні в гіпс?
- 3.13. Для нейтралізації 100 мл насиченого при 25 С розчину кальцій гідроксиду витратили 49 мл 1 М розчину хлоридної кислоти. Обчисліть добуток розчинності кальцій гідроксиду при цій температурі.

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота №2

Дослід 1. Взаємодія магнію з водою. Взяти шматочок (1 см) магнієвої стрічки і очистити її поверхню наждачним папірцем від оксидної плівки. В пробірку внести 6-7 крапель дистильованої води і опустити в воду очищений магній. Відмітити відсутність реакції при кімнатній температурі. Нагріти пробірку невеликим полум'ям горїлки. Що спостерігається? Додати до одержаного розчину одну краплю фенолфталеїну. Описати спостереження. Написати рівняння реакції взаємодії магнію з водою при нагріванні.

Дослід 2. Взаємодія магнію з кислотами. У дві пробірки опустити по невеликому шматочку магнієвої стрічки. В одну пробірку додати декілька крапель 2 н. розчину хлоридної кислоти, у другу - таку ж кількість 2 н. розчину нітратної кислоти. Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. Добування магній оксиду і взаємодія його з водою. Взяти пінцетом магнієву стрічку і підпалити її у полум'ї горїлки. Як тільки магній запалиться, вийняти його з полум'я і тримати над тиглем. Утворений магній оксид скинути в тигель і додати туди ж декілька крапель дистильованої води, розмішати все скляною паличкою і перелити вміст тигля у пробірку. Чому розчин мутний? Довести наявність в розчині $\text{Mg}(\text{OH})_2$, додавши 1 краплю фенолфталеїну. Написати рівняння реакцій: утворення магній оксиду при горінні; взаємодії магній оксиду з водою.

Дослід 4. Добування магній гідроксиду і його розчинення у кислоті і в солях амонію. Внести у дві пробірки по 3 краплі розчину солі Магнію і в кожену з них додати по 4 краплі розчину натрій гідроксиду. У одну із пробірок, помішуючи її вміст скляною паличкою, додавати по краплям 2 н. розчин хлоридної кислоти до повного розчинення осаду. Додаваючи кислоту, рахувати кількість крапель. У другій пробірці таким же способом (помішуючи скляною паличкою і рахуючи краплі) розчинити осад магній гідроксиду в 2 н. розчині амоній хлориду. У якому випадку для розчинення осаду пішло більше реактиву? Написати рівняння реакцій.

Користуючись правилом добутку розчинності, пояснити процес розчинення магній гідроксиду у амоній хлориді і у хлоридній кислоті.

Дослід 5. Деякі малорозчинні солі магнію

а) одержання магній гідроксикарбонату: У пробірку з розчином солі магнію додавати розчин соди до утворення осаду магній гідроксикарбонату. Відмити виділення газу. Дослідити відношення осаду основної солі Магнію до хлоридної кислоти. Написати рівняння реакції одержання магній гідроксикарбонату і його розчинення у кислоті.

б) мікрокристалоскопічна реакція одержання магній-амоній фосфату: Помістити на предметне скло краплю розчину солі Магнію. Додати до неї краплю 1 н. розчину аміаку, насиченого амоній хлоридом, і перемішати все скляною паличкою. Одержаний розчин повинен бути прозорим. Внести в нього паличкою кристалик натрій гідрофосфату Na_2HPO_4 . Розглянути утворені кристали подвійної солі $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ у мікроскоп. Зняти скло з мікроскопу і додати до кристалів одержаної солі краплю хлоридної кислоти. Спостерігати розчинення осаду. Написати рівняння реакції. Замалювати форму одержаних кристалів.

Лабораторна робота № 3.

Дослід 1. Взаємодія кальцію з водою. Налити в пробірку (до 1/3 її об'єму) дистильовану воду і пінцетом внести в неї маленький шматочок металічного кальцію. Довести наявність лугу в розчині, для чого внести туди краплю фенолфталеїну. Написати рівняння реакції взаємодії кальцію з водою та пояснити спостереження. Вказати окисник і відновник.

Дослід 2. Кальцій карбонат і гідрокарбонат

а) одержання кальцій карбонату і гідрокарбонату: Наповнити пробірку (до 1/2 її об'єму) вапняною водою і пропускати через неї карбон диоксид. Відмити появу осаду та його послідує розчинення при подальшому пропусканні газу. Пояснити всі спостереження та написати відповідні рівняння реакцій. Розчин зберегти для дослідів 2 б.

б) усунення карбонатної "тимчасової" твердості води: Розділити одержаний у досліді а розчин на дві пробірки. Одну пробірку закріпити під кутом у штативі і, обережно нагріваючи, кип'ятити розчин до утворення осаду. У другій пробірці одержати такий же осад, додавши в розчин натрій гідроксид. Відмити всі спостереження і написати рівняння реакції.

Дослід 3. Карбонати лужноземельних металів. Одержати осади карбонатів кальцію, стронцію і барію взаємодією розчинів відповідних солей з розчином соди. Дослідити відношення одержаних карбонатів до хлоридної кислоти. Кислоту добавляти обережно, по краплям. Написати рівняння реакцій. Відмити розчинність карбонатів у кислоті.

Дослід 4. Сульфати лужноземельних металів

а) одержання кальцій, стронцій, барій сульфатів: У три пробірки внести розчини солей: у першу - сіль Кальцію, у другу - Стронцію, у третю - Барію. У кожен пробірку додати розчин натрій сульфату. Відмити різну швидкість утворення осадів сульфатів. Дослідити дію хлоридної кислоти на одержані сульфати. Написати рівняння реакцій та, користуючись правилом добутку розчинності пояснити, чому барій карбонат розчиняється у розбавленій хлоридній кислоті, а барій сульфат – ні.
 $DP(\text{BaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-9}$, $DP(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$.

б) порівняльна розчинність кальцій карбонату і сульфату: Одержати кальцій сульфат, додавши до розчину кальцій хлориду розчин натрій сульфату. Дати розчину відстоятися і піпеткою перенести його частину в чисту пробірку. Переконалися у повноті осадження, додавши ще одну краплю розчину натрій сульфату. У одержаний прозорий розчин внести декілька крапель розчину соди. Спостерігати утворення осаду. Написати рівняння реакцій та, користуючись правилом добутку розчинності пояснити, чому з розчину після того, як випав осад кальцій сульфату, знову випадає осад при додаванні іонів CO_3^{2-} . $DP(\text{CaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-9}$, $DP(\text{CaSO}_4) = 1 \cdot 10^{-5}$.

в) мікрокристалічна реакція одержання кальцій сульфату: Помістити краплю розчину кальцій хлориду на предметне скло. Додати краплю 2 н. розчину H_2SO_4 і, коли розчин помутніє, розглянути утворені кристали $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ під мікроскопом. Написати молекулярне і йонне рівняння реакції і замалювати форму кристалів.

Дослід 5. Оксалати лужноземельних металів. Одержати осад оксалатів кальцію, стронцію і барію шляхом взаємодії розчинів відповідних солей з розчином оксалату амонію. Дослідити дію хлоридної кислоти на осад оксалатів. Написати рівняння реакцій, що відбуваються.

Дослід 6. Хромати лужноземельних металів. У три пробірки роздільно внести по 3-4 краплі розчинів солей Кальцію, Стронцію, Барію. У кожен додати по 4-5 крапель розчину калій хромату. Хромати яких металів випадають у осад? Відмітити їх колір. Дослідити дію оцтової кислоти на осад хроматів.

В окремій пробірці одержати осад барій хромату та дослідити дію на нього хлоридної кислоти. Написати рівняння реакцій.

Дослід 7. Забарвлення полум'я солями лужноземельних металів. Дротинку з петлею на кінці (або фарфорову соломку) внести у концентровану HCl , а потім прокалити у полум'ї горілки. При цьому дротинка очищується від забруднень. Чиста дротинка не повинна забарвлювати полум'я.

Очищену дротинку опустити у насичений розчин барій хлориду і знову внести у полум'я горілки. Відмітити колір полум'я. Дослід повторити з насиченим розчином стронцій і кальцій хлориду. Перед кожним дослідом дротинку промивати у концентрованій соляній кислоті і прокалювати. Описати всі спостереження.

Дослід 8. Визначення тимчасової твердості. Відміряти піпеткою вказаний викладачем об'єм досліджуваної води (50-100 мл) і перенести її у конічну колбу для титрування. Додати 2-3 краплі індикатору метилового оранжевого. В бюретку налити 0,1 н. титрований розчин хлоридної кислоти. Встановити рівень розчину в бюретці на нульову поділку і по краплям додавати хлоридну кислоту у воду до зміни забарвлення розчину від жовтого до оранжево-рожевого. Визначити об'єм використаної на титрування хлоридної кислоти і записати його у таблицю. Титрування повторити ще два рази, щоразу доливаючи у бюретку кислоту до нульової поділки і споліскуючи колбу для титрування. Результати дослідів записати. Результати дослідів внесіть у таблицю:

№ титрування	Об'єм піпетки—об'єм H_2O V_1 , мл	Об'єм HCl , витрачений на титрув., мл	Середній об'єм розчину HCl , V_2 , мл	Нормальність розчину HCl , N_{HCl}

Тимчасову твердість води (у ммоль екв/л) розраховують по формулі:

$$\text{Тимчасова твердість (карбонатна)} = \frac{N_{\text{HCl}} \cdot V_{2\text{HCl}} \cdot 1000}{V_{1\text{H}_2\text{O}}}$$

Дослід 9. Визначення загальної твердості. Заповнити бюретку титрованим розчином ЕДТА (0,02 н). Відміряти піпеткою вказаний об'єм досліджуваної води і перенести її у конічну колбу для титрування. Долити дистильованої води до загального об'єму 100 мл (воду відміряти мензуркою). Додати 5 мл буферного розчину ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$) для підтримання рН в інтервалі 9-10 і 2-3 краплі індикатору еріохрому чорного, при якому розчин забарвиться у червоний колір. Перемішати розчин і відразу титрувати із бюретки розчином ЕДТА до переходу червоного забарвлення у синє. Титрування повторити три рази, як у досліді 1. Результати записати в таблицю.

Загальну твердість води (у ммоль екв/л) розраховують по формулі:

$$\text{Загальна твердість} = \frac{N_{\text{ЕДТА}} \cdot V_{2\text{ЕДТА}} \cdot 1000}{V_{1\text{H}_2\text{O}}}$$

Визначити постійну твердість:

Постійну твердість = Загальна твердість - Тимчасова твердість

Вказати, до якого типу твердості відноситься досліджувана вода.

Контроль знань на лабораторних заняттях № 2, 3

4. АЛЮМІНІЙ. ПІДГРУПА ГАЛІЮ

Програмні вимоги: Загальна характеристика елементів підгрупи.

Алюміній: Знаходження Алюмінію в природі. Одержання, застосування алюмінію та його сполук. Фізичні та хімічні властивості алюмінію. Оксид алюмінію. Рубін. Амфотерність алюмінію та його сполук. Солі Алюмінію. Алюмінати. Природні алюмосилікати.

Галій, індій, талій: Загальна характеристика елементів підгрупи. Одержання металів. Токсичність Зміна стійкості валентних станів в ряду Галій–Індій–Талій. Сполуки елементів (I) і (III), їх властивості та застосування.

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.ІІ с.427-446; [2] розд.3 с.171-192; [3] розд.ІІІ с.171-192; [8] т.2, гл.ІІІ с.189-207, 216-227.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

Теоретичні питання:

- 1.1. Які мінерали, що містять Алюміній, найбільш поширені в природі? Які з них використовуються для одержання алюмінію?
- 1.2. Які сплави алюмінію знайшли найбільш широке використання в техніці? Чим це обумовлено?
- 1.3. В чому полягає суть алюмотермії? Які метали можна одержати алюмотермічним методом?
- 1.4. З якими кислотами взаємодіє алюміній? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 1.5. Що таке лазер і який принцип його роботи?

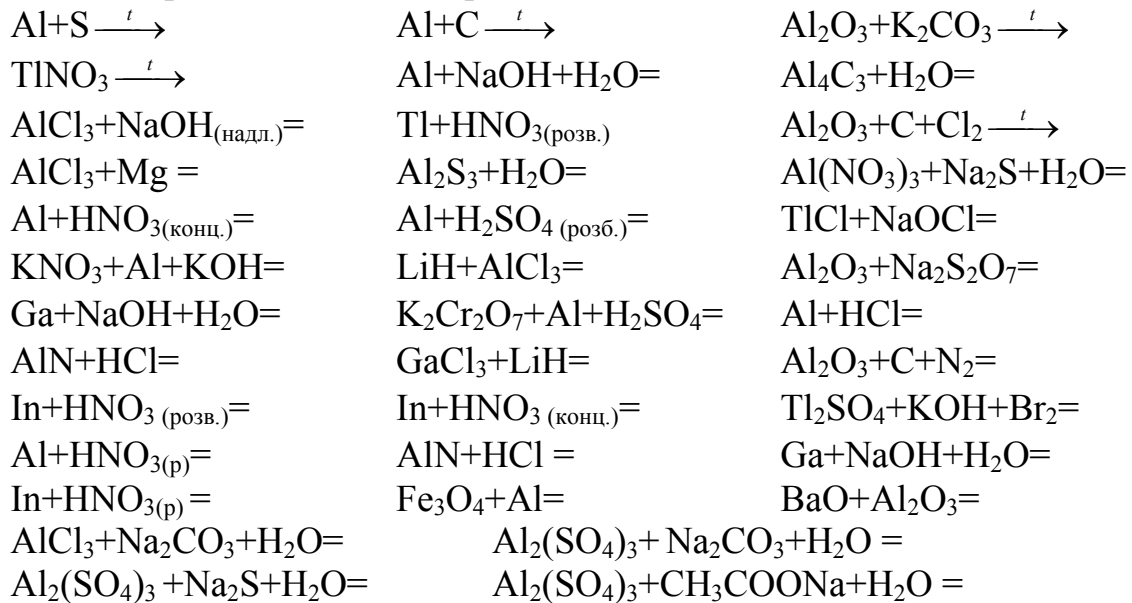
- 1.6. Які координаційні числа характерні для алюмінію в його сполуках? Наведіть конкретні приклади.
- 1.7. Показати за допомогою рівнянь реакцій амфотерні властивості оксиду та гідроксиду алюмінію.
- 1.8. Що таке цеоліти і де їх застосовують?
- 1.9. Де застосовують алюмокалієві галуни ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) та сульфат алюмінію ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$)?
- 1.10. Як відносяться індій, галій і талій до кислот? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 1.11. Які координаційні числа характерні для Галію, Індію, Талію в їх сполуках? Наведіть відповідні приклади.
- 1.12. Як одержують фосфіди галію та індію? Якими важливими електричними властивостями вони володіють?
- 1.13. Як змінюється характер гідроксидів елементів підгрупи Галію?
- 1.14. Який ступінь окиснення виявляють елементи підгрупи Галію у сполуках? Який ступінь окиснення найбільш характерний для Галію й Індію, який – для Талію?
- 1.15. Які властивості має талій(I) гідроксид?
- 1.16. Як протікає взаємодія галію, індію, талію з кислотами: а) концентрованою хлоридною; б) концентрованою нітратною при нагріванні? в) з їдким натром? Написати відповідні рівняння реакцій.

Тестові завдання:

- 2.1. Написати електронну формулу атому Алюмінію, показати роль вільної *p*-орбіталі в утворенні хімічного зв'язку.
- 2.2. Чим можна пояснити різку відмінність властивостей елементів при переході від В до Al? Чи є схожість в хімії цих елементів?
- 2.3. Чому алюміній, не дивлячись на його високу хімічну активність, стійкий на повітрі? Як довести активність алюмінію?
- 2.4. Чому алюміній розчиняється в концентрованих розчинах NH_4Cl та Na_2CO_3 ? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2.5. Написати рівняння реакцій взаємодії алюмінію: а) з розбавленими сульфатною і нітратною кислотами; б) з концентрованими сульфатною і нітратною кислотами; в) з водним розчином їдкого натру.
- 2.6. Криоліт $Na_3[AlF_6]$ одержують синтетичним шляхом при розчиненні алюміній гідроксиду і соди у водному розчині плавикової кислоти. Напишіть рівняння реакції.
- 2.7. Як можна перевести у водорозчинні сполуки Al_2O_3 ? Написати відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 2.8. Який розчин не можна кип'ятити в алюмінієвому посуді: натрій нітрату; меркурій нітрату; соди; калій хлориду? Відповідь обґрунтувати, написавши відповідні рівняння реакцій.
- 2.9. Корунд нерозчинний в кислотах, а продукт сплавлення його з лугом розчиняється в кислоті. Написати рівняння реакцій: сплавлення корунду з лугом і взаємодії одержаного продукту з сірчаною кислотою.

- 2.10. Як практично пересвідчитися в амфотерних властивостях алюміній гідроксиду? Написати рівняння відповідних реакцій.
- 2.11. При дії надлишку калій гідроксиду і амоній гідроксиду на розчин алюміній сульфату випавший спочатку осад зберігається тільки в одному випадку. Вказати, в якому саме. Написати рівняння реакцій.
- 2.12. Дією якого реактиву можна перевести йон Al^{3+} в йон $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$? Написати відповідне рівняння реакції в йонному і молекулярному вигляді.
- 2.13. Чому безводний AlCl_3 "димить" на повітрі?
- 2.14. Який склад алюмоамонійних галунів? Написати формулу і рівняння дисоціації цієї солі в розчині. Яка реакція середовища водного розчину цієї солі? Чому?
- 2.15. Розчин, що містить алюміній сульфат і натрій ацетат, прокип'ятили. Яка речовина випала при цьому в осад? Напишіть відповідне рівняння реакції.
- 2.16. Написати рівняння реакції гідролізу калій алюмінату.
- 2.17. Що буде спостерігатися при поступовому додаванні надлишку хлоридної кислоти до розчину калій алюмінату? Які сполуки Алюмінію при цьому утворюються? Написати відповідні рівняння реакцій.
- 2.18. Написати рівняння реакцій розчинення алюмінію у хлоридній і нітратній кислотах, у розчині натрій гідроксиду.
- 2.19. Скласти рівняння гідролізу алюміній(III) карбонату, сульфату, сульфіді та хлориду. Вказати кислотність середовища.
- 2.20. Розчини яких солей не можна кип'ятити в алюмінієвому посуді: NaCl , NaNO_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 . Відповідь обґрунтуйте написанням відповідних рівнянь реакцій.
- 2.21. При дії KOH , NH_4OH на розчин $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ утворений спочатку осад збереться тільки в одному випадку. Визначте в якому саме. Написати відповідні рівняння реакцій.
- 2.22. Чим можна пояснити стійкість сполук Талію із ступенем окиснення +1?
- 2.23. Чому властивості сполук Tl(I) нагадують властивості лужних металів?
- 2.24. Виходячи із значень нормальних електродних потенціалів, визначте, чи може $\text{Tl}_2(\text{SO}_4)_3$ окислити : а) HCl ; б) HBr ; в) HI ; г) H_2O_2 ; д) H_2S .
- 2.25. Яка з вказаних сполук є більш сильним окисником: Ga_2O_3 , In_2O_3 , Tl_2O_3 ?
- 2.26. Як змінюється сила основ в ряду $\text{Ga}(\text{OH})_3$, $\text{In}(\text{OH})_3$, $\text{Tl}(\text{OH})_3$. Написати рівняння реакцій, що характеризують властивості даних гідроксидів: основні? амфотерні?
- 2.27. Як відбувається взаємодія галій(III) та талій(III) хлоридів з надлишком їдкого натру? Написати відповідні рівняння реакцій.
- 2.28. Написати рівняння одержання тіосоли індію(III) з його хлориду.
- 2.29. Дайте характеристику та назву сполуки Tl_3 .
- 2.30. Виконати хімічні перетворення за схемою:
- $\text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - $\text{Tl} \rightarrow \text{Tl}(\text{NO}_3) \rightarrow \text{TlOH} \rightarrow \text{Tl}_2\text{SO}_4$
 - $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{AlOHCl}_2 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Na}_3\text{AlO}_3$
 - $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{KAlO}_2 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
 - $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
 - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
 - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{AlCl}_3$

2.31. Напишіть рівняння хімічних реакцій:



2.32. Дати назви наступним комплексним сполукам: $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$, $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$.

2.33. Складіть термохімічне рівняння горіння алюмінію, якщо утворюється алюміній оксид і виділяється теплота – 1582 кДж на 1 моль оксиду.

2.23. Напишіть рівняння реакції окиснення алюмінію калій нітратом у кислому і лужному середовищах.

Розрахункові задачі:

3.1. При сплавленні K_2CO_3 з Al_2O_3 одержимо сіль, що містить 39,8%-К; 27,55%-Al, та 32,65%-О. Напишіть формулу одержаної солі та складіть відповідне рівняння реакції.

3.2. Яка маса нітриду алюмінію необхідна для одержання 3 літрів аміаку (н.у.).

3.3. Алюміній масою 4 г провзаємодіяв з гідроксидом калію масою 8,3 г і водою масою 13,3 г. Визначити масу утвореної солі та об'єм виділеного водню.

3.4. Барій добувають методом алюмотермії з оксиду барію. Визначте масу барію, що утворилася в результаті взаємодії оксидного концентрату масою 20 т ($\omega(\text{Ba})=91,8\%$). Обчисліть масу технічного алюмінію ($\omega(\text{Al})=98,55\%$), який потрібний для цього процесу.

3.5. При розчиненні 1,11 г суміші залізних та алюмінієвих ошурок у 18,25 % розчині HCl ($\rho = 1,09$ г/мл) виділилось 0,672 л водню. Визначити процентний склад суміші та об'єм 18,25 % розчину соляної кислоти, яка пішла на розчинення цієї суміші.

3.6. До 15 мл 1М розчину AlCl_3 прилили 25 мл 2М розчину NaOH . Осад відфільтрували і процідили. Визначити його масу і хімічний склад.

3.7. Сплав 6 г Al із Cu обробили соляною кислотою і зібрали 3,7 л водню. Визначити масові частки металів суміші.

3.8. Алюміній масою 5,4 г сплавили з сіркою. Даний продукт піддали повному гідролізу. Продукт гідролізу розбавили в соляній кислоті. Наведіть рівняння всіх реакцій що відбулися. Обчисліть масу $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, який можна виділити з добутого розчину.

- 3.9. Скільки л водню (н.у.) та скільки кг натрій метаалюмінату можна одержати при дії металічного алюмінію на 27,2 кг 25 %-ного розчину гідроксиду натрію? // 615,4 л; 1394 кг
- 3.10. Алюміній одержують електролізом розчину глинозему в розтопленому кріоліті. Скільки кілограмів алюмінію утвориться при електролізі 1 т глинозему, що містить 95% алюміній оксиду і яка тривалість електролізу при силі струму 3000 А, якщо коефіцієнт використання струму становить 95%? // 0,5 т; 52 год.
- 3.11. Визначте масову частку алюмінію й алюміній оксиду в мінералі сподумені $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$, який містить 10% домішок. // 13,1% Al; 24,7% Al_2O_3
- 3.12. Розчинність талій(I) йодиду при температурі 20°C становить $6 \cdot 10^{-3}$ г на 100 г води. Обчисліть значення добутку розчинності цієї солі. // $3,28 \cdot 10^{-8}$

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 4

Дослід 1. Взаємодія алюмінію з кислотами

а) взаємодія алюмінію з розведеними кислотами: В пробірки з 2 н. розчинами кислот (хлоридної, сульфатної, нітратної) опустити по маленькому шматочку алюмінієвої фольги. Відмітити, в яких випадках реакція проходить при кімнатній температурі, а в яких – при нагріванні (на водяній бані). Написати рівняння реакцій.

б) взаємодія алюмінію з концентрованими кислотами: Проробити дослід, аналогічний досліду *а*, замінивши розведені кислоти концентрованими: хлоридною (густина 1,19 г/см³), сульфатною (густина 1,84 г/см³), нітратною (густина 1,4 г/см³). Як проходить реакція на холоді і при нагріванні на водяній бані? Написати рівняння реакцій.

в) пасивування алюмінію: У пробірку з розчином хлоридної кислоти опустити алюмінієву фольгу та спостерігати виділення водню. Вийняти алюміній із пробірки, сполоснути водою і опустити у розчин концентрованої нітратної кислоти (густина 1,4 г/см³) на 2-3 хв. Вийняти, сполоснути водою і знову опустити у пробірку із хлоридною кислотою. Чи виділяється водень? Що сталося з алюмінієм?

Дослід 2. Розчинення алюмінію у водному розчині лугу. Внести в пробірку алюмінієву фольгу і додати кілька крапель води. Нагріти пробірку на водяній бані. Чи спостерігається виділення водню? Долити в пробірку 2 н. розчин лугу. Відмітити інтенсивне виділення водню. Написати рівняння реакції.

Дослід 3. Взаємодія амальгамованого алюмінію з водою. Поверхню шматочка алюмінію очистити наждачним папером, промити водою, висушити фільтрувальним папером, і опустити його в пробірку з дистильованою водою. Обережно потерти поверхню пластинки скляною паличкою. Чи помітне виділення газу? Алюміній вийняти з пробірки, витерти, покласти на фільтрувальний папір і змочити його поверхню однією краплею розчину меркурій(I) нітрату. Через 2-3 хв. осушити поверхню алюмінію фільтрувальним папером і знову опустити його в пробірку з дистильованою водою. Потерти поверхню алюмінію скляною паличкою. Відмітити виділення водню. Написати рівняння реакцій взаємодії алюмінію з меркурій(I) нітратом та з водою.

Дослід 4. Взаємодія алюмінію з неметалами (проводити у витяжній шафі!)

а) взаємодія алюмінію з йодом: У фарфорову чашку помістити по одному мікрошпателю дрібно розтертого йоду і порошку алюмінію. Добре перемішати

скляною паличкою. До суміші додати 1-2 краплі дистильованої води. Відмітити появу парів йоду. Написати рівняння реакції (вода відіграє роль каталізатора) і вказати її тепловий ефект.

б) взаємодія алюмінію з сіркою: 1 мікрошпатель порошку алюмінію і 2 мікрошпатели розтертої в порошок сірки добре перемішати на фільтрувальному папері. Виготовлену суміш перенести на азбестову сітку і полум'ям горілки нагрівати її в місці, де знаходиться суміш. Під час нагрівання суміш перемішувати скляною паличкою та спостерігати спалахи, що свідчать про екзотермічність реакції. Одержаний продукт перенести в пробірку і зберегти для досліду 6, б. Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Алюміній гідроксид, його одержання і властивості. У дві пробірки з розчином солі Алюмінію доливати розчин натрій гідроксиду до утворення осаду алюміній гідроксиду. В одну пробірку до осаду додати 2 н. розчин хлоридної кислоти, а в другу - стільки ж 2 н розчину натрій гідроксиду. Написати рівняння реакцій і пояснити кислотно-основний характер алюміній гідроксиду.

Дослід 6. Гідроліз солей алюмінію

а) гідроліз алюміній хлориду: У пробірку налити нейтральний розчин лакмусу, долити кілька крапель розчину алюміній хлориду. Відмітити як змінилося забарвлення і пояснити причину зміни. Написати у молекулярному і іонному вигляді рівняння гідролізу.

б) гідроліз алюміній сульфід: У пробірку з одержаним у досліді 4, б алюміній сульфід долити 5-8 крапель води. Спостерігати виділення газу. Написати у молекулярній і іонній формі рівняння реакції.

в) сумісний гідроліз алюміній хлориду і амоній сульфід: До розчину солі алюмінію і долити стільки ж розчину амоній сульфід. Написати рівняння реакції сумісного гідролізу двох солей.

Дослід 7. Взаємодія галію і індію з кислотами. У три пробірки внести по шматочку металічного галію і влити концентровані кислоти: в одну – хлоридну, другу – сульфатну, третю – нітратну. Спостерігати, як проходить реакція на холоді і при нагріванні (на водяній бані). Аналогічний дослід проводити з індієм. Написати рівняння всіх реакцій.

Дослід 8. Взаємодія галію і індію з лугами у водному розчині. У дві пробірки налити по 5-6 крапель 6 н. розчину натрій гідроксиду і внести в одну з них маленький шматочок галію, а в другу - стільки ж індію Обережно підігріти пробірки на маленькому полум'ї горілки. Написати рівняння реакцій.

Дослід 9. Гідроксиди галію і індію, їх одержання і властивості. Дослідити гідроксиди галію і індію на амфотерність. Досліди проводити аналогічно досліді 5. Написати рівняння реакцій.

Контроль знань на лабораторному занятті № 4

5. ПІДГРУПА ГЕРМАНІЮ

Програмні вимоги: Загальна характеристика елементів підгрупи. Знаходження елементів підгрупи Германію у природі.

Германій: Одержання, застосування, хімічні властивості. Одержання високочистого германію. Сполуки.

Станум: Одержання та застосування олова. Алотропія. Хімічні властивості олова. Сполуки стануму(II), їх амфотерна здатність. Сполуки стануму(IV).

Плюмбум: Одержання та застосування, хімічні властивості свинцю. Сполуки плюмбуму(II), їх амфотерність. Оксиди плюмбуму (III,IV). Сполуки плюмбуму(IV). Хімічні процеси в свинцевому акумуляторі.

Література для самостійної роботи: [1] розд. II гл.6; [2] розд. II с.126-139; [3] розд. II с.126-139; [8] т.2 гл. X с.127-148.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

Теоретичні питання:

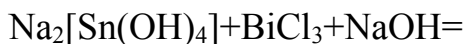
- 1.1. Напишіть формули електронної структури атомів Ge, Sn, Pb. Які ступені окиснення характерні для цих елементів? Як змінюється стійкість ступенів окиснення елементів в цьому ряду?
- 1.2. В чому проявляється вторинна періодичність для елементів та сполук на їх основі в ряду Si – Ge – Sn – Pb?
- 1.3. У вигляді яких мінералів зустрічаються в природі Ge, Sn, Pb? Як ці елементи одержують у вільному вигляді?
- 1.4. В яких кислотах (або сумішах кислот) розчиняються германій, олово, свинець?
- 1.5. Напишіть рівняння хімічних реакцій взаємодії германію, олова та свинцю з розчинами лугів.
- 1.6. Які домішки необхідно додати до германію для одержання напівпровідника *n*- чи *p*-типу провідності?
- 1.7. Як одержують у промисловості германій напівпровідникової чистоти?
- 1.8. Що представляють собою α - і β -олов'яні кислоти? Як їх одержують? В чому полягає різниця між ними?
- 1.9. Що таке “свинцеві білила”? Який їх склад, де вони використовуються?
- 1.10. Які оксиди утворюються при взаємодії германію, олова та свинцю з киснем повітря?
- 1.11. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що відбуваються при зарядці та розрядці свинцевого акумулятора.
- 1.12. Порівняти окисно-відновні властивості іонів Ge^{2+} , Sn^{2+} , Pb^{2+} та Ge^{4+} , Pb^{4+} , Sn^{4+} , підтвердити прикладами відповідних рівнянь реакцій.
- 1.13. Написати рівняння реакцій одержання сульфідів Ge^{2+} , Sn^{2+} , Pb^{2+} з розчинів їх солей. Який з сульфідів розчиняється у сульфіді, а який у дисульфіді амонію. Напишіть рівняння всіх реакцій, що проходять при цьому.
- 1.14. Як можна одержати сульфід та дисульфід германію, стануму та плюмбуму? Які властивості мають ці сполуки? Відповідь підтвердити рівняннями хімічних реакцій.
- 1.15. Чи взаємодіють сульфід та дисульфід германію та стануму з розчином сульфід амонію? Напишіть рівняння хімічних реакцій.
- 1.16. Для якого елементу: 1) Ge; 2) Sn; 3) Pb найбільш характерні такі ступені окиснення +2 та +4.

- 1.17. Для якого гідроксиду найбільш характерні окисні властивості: 1) $\text{Sn}(\text{OH})_2$; 2) $\text{Pb}(\text{OH})_2$; 3) $\text{Ge}(\text{OH})_2$

Тестові завдання:

- 2.1. У промисловості частину олова одержують шляхом регенерації білої бляхи (жерсті) або промислових відходів, консервних банок тощо. Запропонуйте декілька методів регенерації. Напишіть рівняння хімічних реакцій.
- 2.2. Суміш олова та свинцю нагріли в концентрованій азотній кислоті. Після припинення реакції осад відділили, висушили та прокалили. Який склад осаду? Що знаходиться в розчині? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.3. Як довести, що PbO_2 – оксид, а BaO_2 – пероксид?
- 2.4. Одержання металевого свинцю в промисловості ведуть по схемі: $\text{PbS} \rightarrow \text{PbO} \rightarrow \text{Pb}$. Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 2.5. Як довести, що плюмбум в Pb_3O_4 має різні ступені окиснення?
- 2.6. Напишіть послідовність утворення нижчих оксидів при нагріванні PbO_2 .
- 2.7. Напишіть рівняння хімічної взаємодії йодиду калію з нітратом плюмбуму(II).
- 2.8. Які солі можна одержати, виходячи із оксидів германію(IV), стануму(IV), плюмбуму(IV)? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.9. Чи можна одержати тверді розчини германію в кремнії, а кремнію – в свинці?
- 2.10. Скласти рівняння реакції розчинення сплаву стануму та плюмбуму: а) у розведеній нітратній кислоті; б) при нагріванні у концентрованій нітратній кислоті; в) в концентрованій та розведеній сульфатній кислоті.
- 2.11. Скласти рівняння реакції гідролізу станум(II) хлориду, станум(IV) хлориду, плюмбум(II) нітрату.
- 2.12. Написати рівняння, які показують: а) відновні властивості станум(II) хлориду (реакція з солями меркурій(II), бісмут(III)); окисну дію діоксиду плюмбуму (реакція окислення іонів мангану(II) до іонів мангану(VII)).
- 2.13. Написати декілька рівнянь реакцій, які характеризують амфотерність олова та його сполук.
- 2.14. Напишіть рівняння одержання тіогерманату амонію із сульфідів германію та амонію.
- 2.15. В якому випадку випаде осад SnS_2 : а) $\text{SnCl}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2 \rightarrow$; б) $\text{SnCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$; в) $\text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$; г) $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3 + \text{HCl} \rightarrow$; д) $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
- 2.16. В якому середовищі сильно проявляються відновні властивості Sn^{2+} : 1) в нейтральному; 2) в кислому; 3) в лужному.
- 2.17. Як змінюються: а) відновні властивості сполук в ряду Ge^{+IV} , Sn^{+IV} , Pb^{+IV} ? Вказати найбільш слабкий відновник і найбільш сильний окисник і написати електронні схеми цих елементів у відповідному ступені окиснення.
- 2.18. Який елемент підгрупи Германію і в якому ступені окиснення утворює гідроксид: а) найбільш основного характеру; б) найбільш кислотного? Написати формули цих гідроксидів.
- 2.19. Написати рівняння реакцій, що вказують на амфотерні властивості: а) станум(II) гідроксиду; б) плюмбум(II) оксиду.

- 2.20. При розчиненні в воду станум(II) хлориду додають хлоридну кислоту і металічне олово. Яке значення має добавляння кожної з цих речовин? Написати рівняння відповідних реакцій.
- 2.21. В чому може розчинитися $\text{Sn}(\text{OH})_2$ та $\text{Pb}(\text{OH})_2$: 1) вода; 2) розчин кислоти; 3) розчин лугу.
- 2.22. Яку речовину потрібно додати до розчину SnCl_2 , щоб: а) збільшити гідроліз; б) зменшити гідроліз.
- 2.23. З якими із приведених сполук олово поводить себе як неметал: 1) HCl ; 2) Cl_2 ; 3) $\text{HNO}_3(\text{k})$; 4) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{p})$; 5) $\text{HNO}_3(\text{p})$.
- 2.24. Написати рівняння реакції одержання тіогерманату амонія з сульфідів германію і амонію та взаємодії тіогерманату амонію з кислотою.
- 2.25. Написати рівняння одержання сульфідів стануму(II), стануму(IV) та плюмбуму(II) з розчинів їх солей. Який із сульфідів розчиняється в амоній сульфіді? Який – в амоній дисульфіді? Написати рівняння всіх реакцій.
- 2.26. Як здійснити перетворення:
- | | |
|---|---|
| а) $\text{Sn}^{2+} \rightarrow [\text{Sn}(\text{OH})_6]^{4-}$; | б) $\text{Sn}^{2+} \rightarrow [\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$; |
| в) $[\text{Pb}(\text{OH})_6]^{4-} \rightarrow \text{Pb}^{2+}$; | г) $\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbO}_2$; |
| д) $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{Pb}^{2+}$; | е) $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{SnS}_3^{2-}$; |
| є) $\text{SnS}^{2-} \rightarrow \text{SnS}_2$; | ж) $\text{GeS}_2 \rightarrow \text{GeS}_3^{2-}$. |
- 2.27. Здійснити наступні цикли перетворень:
- а) $\text{Sn} \rightarrow \text{SnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{SnO}_2 \rightarrow \text{SnS} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SnS}_3 \rightarrow \text{SnS}_2$
 б) $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbI}_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{PbI}_4]$
- 2.28. Навести приклади комплексних сполук стануму та плюмбуму і дати їх міжнародні назви.
- 2.29. Напишіть рівняння хімічних реакцій:
- | | | |
|--|---|---|
| $\text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} =$ | $\text{Sn} + \text{HCl}_{(\text{конц.})} =$ | $\text{Sn} + \text{HCl}_{(\text{розв.})} =$ |
| $\text{Sn} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} =$ | $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 =$ | $\text{K}_2\text{SnS}_3 + \text{HCl} =$ |
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} =$ | $\text{SnCl}_2 + \text{KNO}_2 + \text{KCl} =$ | $\text{SnCl}_4 + \text{CrCl}_2 =$ |
| $\text{SnCl}_2 + \text{HgCl}_2 =$ | $\text{Pb} + \text{HCl} =$ | $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц.} < 80\%)} =$ |
| $\text{Sn} + \text{HNO}_3_{(\text{конц.})} =$ | $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HCl} =$ | $\text{Pb}_2\text{O}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ |
| $\text{SnCl}_2 + \text{NH}_2\text{OH} + \text{NaOH} =$ | $\text{PbCl}_4 + \text{H}_2\text{O} =$ | $\text{Sn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} =$ |
| $\text{SnCl}_2 + \text{NH}_4\text{VO}_3 + \text{HCl} =$ | $\text{PbO}_2 + \text{CaO} =$ | $\text{H}_2\text{SnCl}_6 + \text{H}_2\text{S} =$ |
| $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ | $\text{GeS}_2 + \text{K}_2\text{S} =$ | $\text{SnCl}_2 + \text{KClO}_3 + \text{HCl} =$ |
| $\text{Pb}_2\text{O}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ | $\text{Ge} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 =$ | $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HCl} =$ |
| $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CaOCl}_2 =$ | $\text{Ge} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 =$ | $\text{Pb} + \text{HNO}_3(\text{k}) =$ |
| $\text{Sn} + \text{HNO}_3(\text{p}) =$ | $\text{Ge} + \text{HNO}_3_{(\text{конц.})} =$ | $\text{Ge} + \text{KOH} =$ |
| $\text{GeO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 =$ | $\text{Ge} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} =$ | $\text{SnCl}_2 + \text{HgCl}_2 =$ |
| $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 =$ | $\text{SnCl}_2 + \text{KNO}_2 + \text{HCl} =$ | $\text{Sn} + \text{HNO}_3(\text{k}) \rightarrow$ |
| $\text{PbO}_2 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3 =$ | $\text{Ge} + \text{HNO}_3(\text{k}) =$ | $\text{Sn} + \text{HCl} =$ |
| $\text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} =$ | $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4(80\%) \xrightarrow{t^\circ}$ | $\text{GeS}_2 + \text{H}_2\text{S} =$ |
| $\text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{Bi}(\text{OH})_3 =$ | $\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) =$ | $\text{Pb} + \text{O}_2 =$ |
| $\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{k}) =$ | $\text{Ge} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{k}) =$ | $\text{Sn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} =$ |
| $\text{PbO} + \text{PbS} =$ | $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 =$ | $\text{Pb} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} =$ |
| $\text{GeCl}_4 + \text{Zn} =$ | $\text{Sn} + \text{NaOH} =$ | $\text{SnO}_2 + \text{C} =$ |



Розрахункові задачі:

- 3.1. Максимально допустимим вмістом п्लомбуму у повітрі вважають концентрацію 10^{-5} мг/л. Скільки атомів п्लомбуму знаходиться в 1 мл такого повітря? // $2,9 \cdot 10^{10}$ атомів
- 3.2. Який об'єм 2 н розчину натрій гідроксиду необхідно додати до 200 г 5 %-ного розчину станум(II) хлориду, щоб його перевести в натрій станіт? // 105,25 мл
- 3.3. Визначити процентну та нормальну концентрацію розчину станум(II) хлориду, що був одержаний змішуванням 2,5 л 22 %-ного розчину (1,19) і 1,5 л 4 %-ного розчину ($\rho=1,03$). // 15,9 % 1,9 н.
- 3.4. Враховуючи, що п्लомбум складається із наступних ізотопів: Pb^{204} - 1,37 %, Pb^{206} - 25,15 %, Pb^{207} - 21,11 %, Pb^{208} - 52,38 %, визначити атомну масу п्लомбуму.

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 5

Дослід 1. Станум(II) гідроксид і його властивості. У дві пробірки з розчином станум(II) хлориду додавати по краплям 2 н. розчин натрій гідроксиду до утворення осаду. До осаду в першій пробірці внести кілька крапель 2 н. розчину хлоридної кислоти, а в другій - стільки ж натрій гідроксиду. Розчини обережно перемішувати або струшувати до розчинення осадів. Написати рівняння реакцій. Зробити висновок про кислотно-основні властивості станум(II) гідроксиду.

Дослід 2. Гідроліз станум(II) хлорид. В пробірку з 1-3 краплями води опустити 2-3 кристалики станум(II) хлориду. Перемішувати вміст скляною паличкою до повного розчинення кристалів. До одержаного розчину додати 5-6 крапель води. Відмітити утворення осаду станум(II) гідроксохлориду. Підібрати реактив, з допомогою якого можна зменшити гідроліз і провести відповідну реакцію. Написати рівняння всіх реакцій. Пояснити вплив додавання води і кислоти на ступінь гідролізу солі.

Дослід 3. Відновні властивості сполук стануму(II)

а) відновлення калій перманганату станум хлоридом: У пробірку з розчином калій перманганату внести 1-2 краплі 2 н. розчину хлоридної кислоти і 3-4 краплі розчину солі Стануму(II). Що спостерігається? Написати рівняння реакції.

б) відновлення калій дихромату: До розчину станум(II) хлориду внести 1-3 краплі хлоридної кислоти та по краплям додавати калій дихромат. Що спостерігається? Написати рівняння реакції.

в) відновлення ферум(III) хлориду: У дві пробірки внести по 1-2 краплі розчинів ферум(III) хлориду і калій гексаціаноферату(III). В обидві пробірки додати води та відмітити забарвлення. Одну пробірку залишити для порівняння, а в другу додати 2-3 краплі розчину станум(II) хлориду і спостерігати появу синього забарвлення. Написати рівняння окисно-відновної реакції і реакції утворення ферум(II) гексаціаноферату(III).

Дослід 4. Станум (II) сульфід і його властивості. У дві пробірки внести по 2-3 краплі розчину станум(II) хлориду і по 5-6 крапель розчину сірководневої води. Утвореному осаду дати відстоятися і видалити з обох пробірок рідину фільтрувальним папером. До осаду в першій пробірці додати 3-4 краплі амоній

сульфіду, в другій - стільки ж амоній дисульфід. Обидві пробірки добре струсити і розмішати розчини скляною паличкою. У якому випадку відбувається розчинення осаду? Написати рівняння реакцій.

Дослід 5. Станум(IV) гідроксид і його властивості. В дві пробірки з розчином станум(IV)хлориду додавати по краплям 2 н. розчин натрій гідроксиду до утворення осаду. До одержаних осадів додавати по краплям розчини: в першу пробірку – хлоридної кислоти, в другу - натрій гідроксиду (в обох випадках – до розчинення осаду). Написати рівняння реакцій.

Дослід 6. Станум(IV) сульфід і його властивості

а) одержання станум(IV) сульфід: В пробірці до розчину станум(IV)хлориду добавляти по краплям сірководневу воду. Відмити колір одержаного осаду і написати рівняння реакції (осад залишити для досліду б).

б) одержання тіосоли стануму: Осаду, одержаному в досліді а, дати відстоятися, і залишок рідини видалити фільтрувальним папером. Додати до осаду 5-6 крапель амоній сульфід, закрити пробірку пальцем і енергійно струшувати до повного розчинення станум дисульфід (з утворенням амоній тіостанату). Написати рівняння реакцій (розчин залишити для досліду в).

в) руйнування амоній тіостанату в кислому середовищі: До розчину тіосоли стануму, одержаному в досліді б, додати 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. Написати рівняння реакції, що проходить з випаданням осаду і виділенням газу. В якому середовищі стійкі тіосоли?

Дослід 7. Відновлення йону Pb^{2+} із розчину. У пробірку помістити гранулу цинку і додати розчин плюмбум нітрату (або ацетату). Спостерігати виділення свинцю у вигляді блискучих кристалів. Написати рівняння реакції в іонній формі.

Дослід 8. Взаємодія свинцю з кислотами

а) дія на свинець розведених кислот: У три пробірки помістити шматочки свинцю і додавати 2 н. розчини кислот: у першу - хлоридної, у другу - сульфатної, у третю - нітратної. Пробірки підігріти. Після охолодження у кожен пробірку внести по 2-3 краплі розчину калій йодиду. У якому випадку випадає осад плюмбум йодиду? Написати рівняння реакцій. Пробірки залишити для досліду б.

б) дія на свинець концентрованих кислот: Обережно злити розчини кислот з усіх пробірок, і додати в кожен пробірку по декілька крапель відповідної концентрованої кислоти. Відмити, як проходить реакція на холод. Підігріти пробірки на водяній бані або на горілці (Обережно!). Що спостерігається? Після охолодження розчинів додати до них по 2-3 краплі води і по 2-3 краплі калій йодиду. Зробити висновок, у якій із кислот свинець найбільш розчинний. Написати рівняння відповідних реакцій.

Дослід 9. Плюмбум(II) гідроксид і його властивості. У дві пробірки з розчином солі Плюмбуму добавляти по краплям 2 н. розчин натрій гідроксиду до випадання осаду. Дослідити кислотно-основні властивості одержаного плюмбум (II) гідроксиду, для чого додати в одну пробірку декілька крапель 2 н. розчину нітратної кислоти, а в другу - 2 н. розчину натрій гідроксиду. Розмішати розчини скляною паличкою або обережно струшувати пробірки до розчинення осадів. Зробити висновок і написати рівняння реакцій.

Дослід 10. Одержання малорозчинних солей Плюмбуму. У чотири пробірки з розчином солі Плюмбуму(II) внести розчини (поокремо): в першу – сульфатної

кислоти, в другу – хлоридної кислоти, в третю – калій йодиду, в четверту – сірководневу воду. Відмітити утворення осадів і їх колір. В кожну пробірку додати по 2-3 краплі води. Підігріти пробірки на водяній бані. Відмітити, осаді яких солей Плюмбуму при нагріванні розчиняються. Опустити пробірки у стакан з холодною водою і спостерігати знову утворення осадів. Написати рівняння усіх реакцій.

Дослід 11. Гідроліз солей плюмбуму(II). Розчинити 2-3 кристалики плюмбум нітрату у воді і опустити в розчин синій лакмусовий папірець. Відмітити реакцію середовища. Виготовлений розчин злегка підігріти і, додавши до нього такий же об'єм розчину натрій карбонату, знову нагрівати. Спостерігати випадання осаду солі $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$. У якій кислоті можна розчинити цю сіль? Пояснити усі явища. Написати рівняння реакцій гідролізу плюмбум нітрату і сумісного гідролізу плюмбум нітрату і карбонату.

Дослід 12. Окислення сполук плюмбум(II) гідроген пероксидом. До розчину солі Плюмбум(II) додати 2-3 краплі 40-% розчину натрій гідроксиду і 4-6 крапель гідроген пероксиду. Одержаний розчин $\text{Na}_4[\text{Pb}(\text{OH})_6]$ розмішати скляною паличкою і нагрівати на водяній бані. Спостерігати утворення коричневого осаду плюмбум диоксиду. Дати розчину відстоятися, видалити піпеткою або фільтрувальним папером залишок рідини. Промити осад 2-3 краплями води, перемішуючи його паличкою, знову видалити воду фільтрувальним папером і зберегти осад для досліду 14. Написати рівняння реакцій.

Дослід 13. Амфотерні властивості плюмбум диоксиду

а) взаємодія плюмбум диоксиду із хлоридна кислотою: Помістити в пробірку 2-3 мікрошпателі плюмбум диоксиду і додати до нього декілька крапель концентрованої хлоридної кислоти. Злегка нагріти пробірку на водяній бані. Спостерігати появу жовтого забарвлення розчину та виділення газу з різким запахом. Написати рівняння реакцій взаємодії плюмбум диоксиду з хлоридною кислотою і розкладу плюмбум тетрахлориду.

б) взаємодія плюмбум диоксиду з лугом: У тигель помістити 1 мікрошпателю плюмбум диоксиду і 10-15 крапель 40 %-ного розчину натрій гідроксиду. Тигель поставити на сітку і 2-3 хв. нагрівати маленьким полум'ям горілки, перемішуючи його вміст скляною паличкою. Після охолодження перенести вміст тигля у пробірку. Дати осаду осісти і 5-6 крапель розчину піпеткою перенести у чисту пробірку. Який йон Плюмбуму знаходиться у розчині? Додати до розчину декілька крапель концентрованої хлоридної кислоти. Написати рівняння проведених реакцій: а) взаємодії плюмбум диоксиду з їдким натром в присутності води; б) взаємодії одержаного натрій гексагідроксоплюмбату(IV) з хлоридною кислотою; в) розкладу плюмбум тетрахлориду.

Дослід 14. Окисні властивості плюмбум диоксиду

а) окислення хром(III) сульфату: У пробірку з одержаним в досліді 12 плюмбум диоксидом додати 10 крапель 40 %-ного розчину натрій гідроксиду. Пробірку нагріти на водяній бані або закріпити у штативі і обережно нагріти на горілці. У гарячий розчин внести 1 краплю розчину хром(III) сульфату і знову нагріти пробірку. Відмітити появу жовтого забарвлення. Написати рівняння реакції.

б) окислення калій йодиду: У пробірку внести 1 мікрошпателю порошку плюмбум диоксиду, 3-5 крапель 2 н. розчину сульфатної кислоти і 5-6 крапель розчину калій йодиду. Нагріти пробірку маленьким полум'ям горілки або на водяній бані.

Відмити зміну забарвлення розчину. Перенести скляною паличкою краплю цього розчину у пробірку з 8-10 краплями розчину крохмалю. Відмити появу синього забарвлення. Написати рівняння реакції.

в) окиснення манган(II) сульфату: У пробірку помістити мікрошпатель плюмбум діоксиду, додати 6-8 крапель 2 н. розчину нітратної кислоти і одну краплю розчину солі мангану(II). Вміст пробірки обережно прокип'ятити. У випадку надлишку плюмбум діоксиду поставити пробірку у штатив і дати розчину відстоятися. Відмити забарвлення одержаного розчину. Написати рівняння реакції.

Контроль знань на лабораторному занятті № 5

6. ПІДГРУПА АРСЕНУ

Програмні вимоги: Загальна характеристика підгрупи. Знаходження елементів в природі. Одержання та застосування простих речовин. Реакції з простими речовинами. Реакції з кислотами. Бінарні сполуки. Оксигенвмісні сполуки Арсену. Тіосполуки Арсену та Стибію. Галогенідні комплекси Стибію та Бісмуту. Сполуки з різними ступенями окиснення. Окисно-відновні властивості сполук.

Література для самостійної роботи: [1] розд. II гл. 5; [2] розд. I, с. 57-70; [3] розд. 1 с. 57-84; [8] т. 1 гл. IX с. 451-466.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

Теоретичні питання:

- 1.1. Наведіть приклади найважливіших природних мінералів, до складу яких входять Арсен, Стибій та Бісмут. Який загальний принцип видобування цих металів із природних мінералів?
- 1.2. Вкажіть електронну формулу As, Sb, Bi в незбудженому і збудженому станах.
- 1.3. Вкажіть положення As, Sb, Bi в ряді напруг металів і на основі цього охарактеризуйте їх хімічні властивості.
- 1.4. Як змінюється електронегативність атомів в ряду As, Sb, Bi і як в зв'язку з цим змінюються міцність і відновлювальна здатність сполук AsH_3 , SbH_3 , BiH_3 .
- 1.5. Як взаємодіють миш'як, сурьма та вісмут з хлором та киснем? Напишіть рівняння реакцій, поясніть причину відмінностей в механізмі перетворень.
- 1.6. Охарактеризуйте відношення миш'яку, сурьми та вісмуту до кислот та лугів. Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 1.7. Миш'як здатний розчинятися в перексиді водню. Напишіть відповідне рівняння хімічної реакції.
- 1.8. Який із оксидів типу E_2O_3 та E_2O_5 проявляє найбільш основні властивості? Який найбільш кислотні? Який з них є найсильнішим відновником, який найсильнішим окисником: 1) As_2O_3 ; 2) Sb_2O_3 ; 3) Bi_2O_3 ; 4) As_2O_5 ; 5) Sb_2O_5 , 6) Bi_2O_5 .
- 1.9. Як і чому змінюється кислотно-основний характер оксидів і гідрооксидів трьохвалентних елементів при переході від Арсену до Бісмуту?
- 1.10. Які елементи підгрупи в ступені окиснення +3 утворюють тіосолей? Написати формулу цих тіосолей, їх назви та рівняння реакцій їх одержання шляхом взаємодії відповідних хлоридів з надлишком амоній сульфідом.

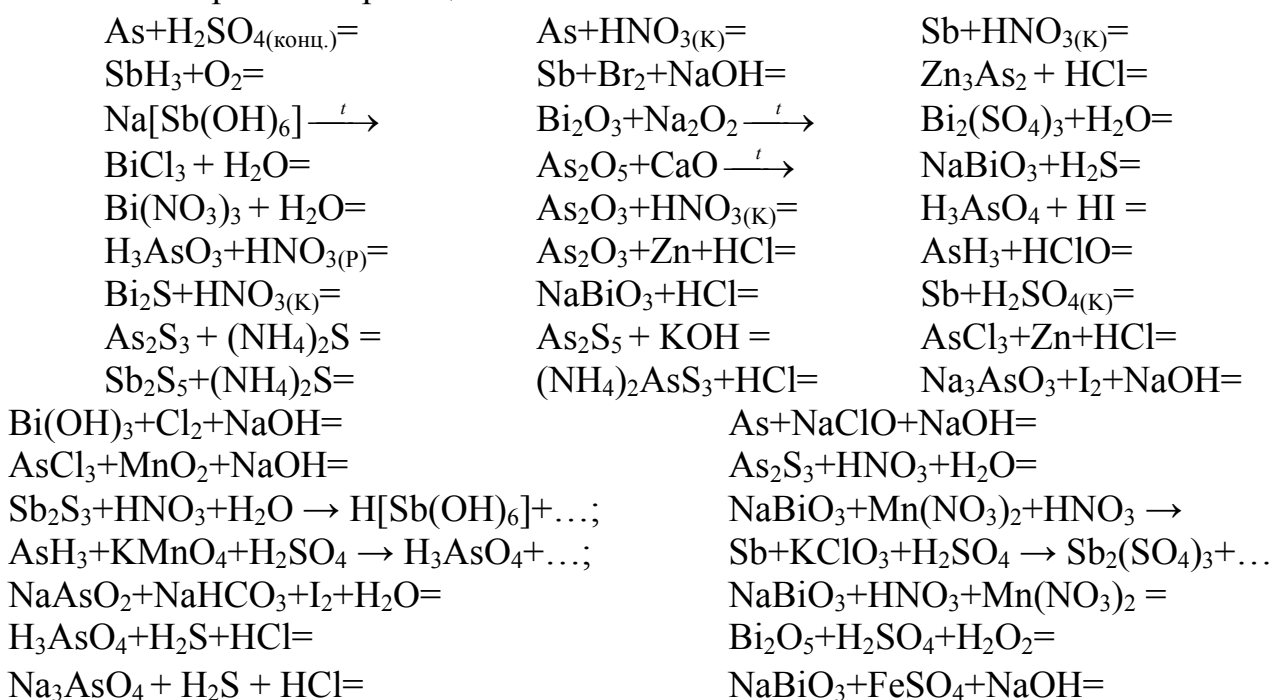
- 1.11. Як можна одержати тіоарсеніти, тіоарсенати? Напишіть рівняння хімічних реакцій.
- 1.12. Як можна одержати сполуки складу Sb_2S_3 та Sb_2S_5 ? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 1.13. Вкажіть, в чому розчиняється $As(OH)_3$, $Sb(OH)_3$: 1) воді, 2) розчині кислоти, 3) розчині лугу. Відповідь підтвердити відповідними рівняннями реакцій.
- 1.14. Вкажіть, в чому розчиняється Sb_2S_3 : 1) $HCl_{(розв)}$, 2) Na_2S , 3) $NaOH$, 4) $(NH_4)_2S_2$?
- 1.15. Написати формули оксостибій(III) хлориду і оксобісмут(III) нітрату та рівняння реакцій їх утворення при гідролізі відповідних солей.
- 1.16. Наведіть два приклади хімічних реакцій, за допомогою яких можна одержати бісмутати. Охарактеризуйте відношення бісмутатів до кислот.

Тестові завдання:

- 2.1. Які з наведених реакцій можна використати для одержання арсину, стибіну та бісмутину:
- | | | |
|---------------------|-------------------|----------------------|
| а) $E+H_2=$ | б) $Me_3E_2+HCl=$ | в) $Me_3E_2+H_2O=$ |
| д) $EHal_3+Zn+HCl=$ | г) $EHal_3+H_2O=$ | е) $[EH_4]Hal+NaOH=$ |
- 2.2. Обробка As_2O_3 цинком у кислому середовищі приводить до утворення арсину. Цей газ можна запалити на повітрі. Його можна також пропустити через розжарену кварцову трубку, в холодній зоні якої при цьому утвориться “чорне дзеркало” (що це таке?), яке зникає при обробці його розчином $NaClO$. Якщо ж арсин пропускати через розчин аргентум(I) нітрату, то осаджується благородний метал. Складіть рівняння всіх згаданих хімічних реакцій.
- 2.3. Які існують способи розпізнавання арсенового та стибієвого “дзеркала”, що утворюється при нагріванні скляної трубки, через яку проходить арсин та стибін?
- 2.4. Чи існують солі арсенію? Як змінюється стійкість катіонів та схильність відповідних солей до гідролізу в ряду $NH_4^+ - PH_4^+ - AsH_4^+$?
- 2.5. Напишіть рівняння реакції гідролізу трихлоридів арсену, стибію та бісмуту. Що спільне і що відмінне у відношенні цих солей до води?
- 2.6. В лужному середовищі тривалентний стибій окислюється йодом, а в кислому проходить зворотній процес. Складіть рівняння хімічних реакцій, що описують ці перетворення.
- 2.7. Запропонуйте декілька різних способів одержання металевого вісмуту із його нітрату.
- 2.8. В наявності є суміш порошоків миш’яку та вісмуту. Як одержати із неї миш’як та вісмут в чистому вигляді?
- 2.9. Згідно однієї з методик гексагідроксостибіат калію одержують нагріванням сурьми з нітратом або хлоратом калію при високій температурі з послідуною обробкою продукту реакції водою. Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.10. Чи утворюватимуться сульфіди арсену при зливанні водних розчинів $AsCl_3$ та H_2S ; $AsCl_3$ та $(NH_4)_2S_2$; $NaAsO_2$ та H_2S ; H_3AsO_4 та H_2S ; $NaAsO_2$ та $(NH_4)_2S$?

Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій. Які умови необхідні для одержання у водному середовищі сульфідів арсену?

- 2.11. Зіставте хімічні властивості сульфідів тривалентного арсену, стибію та бісмуту. Як відносяться вони до кислот, лугів, сульфідів лужних металів або амонію? Наведіть приклади відповідних реакцій.
- 2.12. Суміш As_2S_3 , Sb_2S_3 , Bi_2S_3 обробили надлишком розчину Na_2S . Що залишиться в осаді і що перейде в розчин? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 2.13. Стибієве “дзеркало”, що утворюється при розкладі стибіну, розчиняється в полісульфіді амонію. Складіть рівняння хімічної реакції.
- 2.14. Чому розчини хлоридів стибію та бісмуту при розведенні водою мутніють? Як зробити їх знову прозорими, не відділяючи осадів? Написати відповідні рівняння реакції.
- 2.15. Закінчити рівняння реакцій:



Розрахункові задачі:

- 3.1. Яку кількість натрій бісмутату можна одержати при окисленні хлором в лужному середовищі 4,66 г оксиду бісмуту(III)? // 5,6 г
- 3.2. Скільки мл 0,5 М розчину йоду необхідно взяти для окиснення 450 мл 0,1 н. розчину натрій арсеніту? // 45 мл
- 3.3. Розрахувати ентальпію реакції випалювання сурм'яного блиску, якщо ентальпія утворення стибій(III) сульфідом дорівнює $-35,7$ ккал/моль, а стибій(III) оксиду і двооксиду сульфуру відповідно $-165,8$ і -71 ккал/моль. // 343,1 ккал/моль.

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 6

Дослід 1. Взаємодія сурьми і вісмуту з нітратною кислотою. В одну пробірку внести крупинку металічної сурьми і долити кілька крапель концентрованої. В другу пробірку внести крупинку вісмуту. і долити 2 н. розчин нітратної кислоти. Пробірки закріпити у штативі і по чергово обережно нагріти. Спостерігати розчинення металів і виділення газів. Написати рівняння реакцій.

Дослід 2. Стибій(III) і бісмут(III) гідроксиди і їх властивості. У дві пробірки внести по 3-4 краплі розчину стибій(III) хлориду, у дві другі - стільки ж розчину бісмут нітрату. У всі чотири пробірки добавляти по краплям 2 н. розчин лугу до випадання осадів. У одну із пробірок з осадом стибій(III) гідроксиду добавити декілька крапель 2 н. розчину хлоридної кислоти, а в другу - лугу. Спостерігати розчинення осадів в обох випадках. Провести аналогічні дослід з бісмут (III) гідроксидом, замінивши хлоридну кислоту на нітратну. Відмітити всі явища. Написати у молекулярному і іонному вигляді рівняння реакцій одержання вказаних гідроксидів і їх взаємодію з кислотами і лугом.

Дослід 3. Гідроліз солей стибію (III) і бісмуту (III). У пробірки з розчинами стибій хлориду та бісмут хлориду по краплям добавляти воду, розмішуючи їх при цьому розчин скляними паличками. Спостерігати їх помутніння і подальше випадання осадів основних солей. Написати у молекулярному і іонному вигляді рівняння реакцій.

Дослід 4. Стибій(III) і бісмут(III) сульфід і їх властивості

а) одержання стибій(III) сульфід і тіосоли: У пробірку з розчином стибій хлориду додавати по краплям сірководневу воду. Дати осадові відстоятися і, видаливши фільтрувальним папером рідину над утвореним осадом, добавити до нього кілька крапель амоній сульфід. Перемішати вміст пробірки скляною паличкою і спостерігати розчинення осаду, що проходить з утворенням тіосоли $(\text{NH}_4)_3\text{SbS}_3$. До одержаного розчину додати кілька крапель 2 н. розчину хлоридної кислоти і злегка підігріти суміш. Відмітити утворення осаду. Написати у іонному і молекулярному вигляді рівняння проведених реакцій.

б) бісмут(III) сульфід і його властивості: У дві пробірки внести по 1-2 краплі розчину солі бісмуту і в кожен з них добавити по 4-5 крапель сірководневої води. У одну пробірку з одержаним бісмут(III) сульфідом добавити 3-4 краплі амоній сульфід, у другу – 2-3 краплі концентрованої нітратної кислоти. Спостерігати розчинення осаду. Написати рівняння реакцій.

Дослід 5. Відновні властивості сполук стибію(III) і бісмуту(III).

а) дія калій перманганату на стибій(III) хлорид і бісмут(III) хлорид: У дві пробірки помістити по 2-3 краплі калій перманганату і 2 н. розчину хлоридної кислоти. В одну із пробірок добавити 3-5 крапель розчину стибій(III) хлориду, у другу - стільки ж розчину бісмут(III) нітрату. Відмітити зміни. Написати рівняння реакції.

б) окислення бісмут(III) нітрату в лужному середовищі: У маленький тигель внести 1-2 краплі розчину солі Бісмуту(III), 3-5 крапель 2 н. розчину лугу і 4-6 крапель бромної води. Тигель поставити на сітку і нагріти на невеликому полум'ї горілки до одержання світло-коричневого осаду NaBiO_3 . Одержаний продукт зберегти для досліді 7. Написати рівняння реакції.

Дослід 6. Відновлення солі Бісмуту(III). У пробірку внести одну краплю розчину станум(II) хлориду і 5-6 крапель 2 н. розчину натрій гідроксиду до повного розчинення випавшого осаду станум(II) гідроксиду. До одержаного розчину добавити одну краплю розчину солі бісмуту(III). Відмітити випадання чорного осаду металічного вісмуту. Написати рівняння реакції.

Дослід 7. Окисні властивості сполук Бісмуту(V). У конічну пробірку внести 1-2 краплі розчину манган(II) сульфату, 2-3 краплі 2 н. розчину нітратної кислоти і один мікрошпатель порошку натрій бісмутату, одержаного у досліді 5, б. Відмітити

появу фіолетового забарвлення, що характерне для перманганат-іону. Написати рівняння реакції.

Дослід 8. Контрольний.

Одержати у викладача розчин або суху сіль. Якщо сіль, то розчинити її у воді у пробірці, розмішуючи скляною паличкою. Розчин розлити у дві пробірки і відомими реакціями визначити, яка сіль була дана: $\text{V}(\text{NO}_3)_3$ чи SbCl_3 . Написати рівняння реакцій і описати всі спостереження.

Контроль знань на лабораторному занятті № 6

МОДУЛЬ III. ХІМІЯ d- I f-ЕЛЕМЕНТІВ

7. ПІДГРУПИ ТИТАНУ ТА ВАНАДІЮ

Програмні вимоги:

Елементи підгрупи Ванадію: Загальна характеристика підгрупи. *Ванадій*. Сполуки в природі. Одержання та застосування, хімічні властивості ванадію. Сполуки Ванадію(III,IV,V). Гетерополісполуки Ванадію(V). *Ніобій, тантал*, їх одержання та застосування, хімічні властивості. Сполуки Ніобію та Танталу.

Елементи підгрупи Титану: Загальна характеристика підгрупи. *Титан*. Сполуки в природі. Одержання та застосування, хімічні властивості титану. Сполуки Титану(II,IV,III). Комплексні сполуки Титану. *Цирконій та гафній*. Одержання та застосування, хімічні властивості, сполуки.

Література для самостійної роботи: [1] розд.III с.502-521; [3] розд.II с.140-152; [8] т.1 розд.IX с.466-479, т.2 гл.X с.149-162.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквіум:

ТИТАН, ЦИРКОНІЙ, ГАФНІЙ ТА ЇХ СПОЛУКИ

Теоретичні питання:

- 1.1. Назвіть основні мінерали, що містять Титан, Цирконій та Гафній. Як одержують ці метали у вільному вигляді?
- 1.2. Які координаційні числа характерні для Титану, Цирконію та Гафнію у їх сполуках? Наведіть приклади.
- 1.3. Чи можна розчинити в кислотах і лугах титан, цирконій та гафній? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 1.4. Які сполуки утворюються при взаємодії титану та кисню?
- 1.5. З якими простими речовинами взаємодіють елементи підгрупи Титану? Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 1.6. В чому суть йодидного методу очистки титану? Які ще метали можна очистити таким способом?
- 1.7. В чому полягає проблема розділення цирконію та гафнію?
- 1.8. Де знаходять практичне застосування елементи підгрупи Титану?
- 1.9. Напишіть рівняння хімічних реакцій одержання сульфідів титану, цирконію та гафнію.
- 1.10. Як одержують і де використовують нітриди титану, цирконію та гафнію?
- 1.11. Які Ви знаєте фосфіди титану та цирконію? Де їх використовують?

Тестові завдання:

- 2.1. Як пояснити той факт, що радіуси атомів Цирконію та Гафнію мають практично однакові значення?
- 2.2. Чим пояснюється висока інертність металів підгрупи Титану при звичайних умовах?
- 2.3. Як змінюються кислотно-основні властивості сполук $E(OH)_4$ ($E - Ti, Zr, Hf$)?
- 2.4. Яким чином можна перевести сполуки EO_2 ($E - Ti, Zr, Hf$) у розчинний стан? Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.5. Чи можна відновити сполуки $Ti(IV)$ в $Ti(III)$ за допомогою $Cd, Zn, CrCl_2, SnCl_2, NH_2OH, N_2H_4$? Напишіть рівняння можливих хімічних реакцій.
- 2.6. Напишіть рівняння хімічних реакцій:

$Ti + HNO_3 + HF =$	$Ti + N_2 =$	$Ti + HCl =$	$Zr + HNO_3 + HF =$
$TiOSO_4 + Zn + H_2SO_4 =$	$Ti + S =$	$Zr + Cl_2 =$	$Zr + H_2SO_{4(конц.)} =$
$ZrO_2 + NaOH \xrightarrow{t} \rightarrow$	$TiCl_3 \xrightarrow{t} \rightarrow$	$Ti + O_2 =$	$TiCl_4 + H_2 =$
$TiO_2 + H_2 =$	$TiO_2 + Na_2CO_3 \xrightarrow{t} \rightarrow$		$Ti_2(SO_4)_3 + KClO_4 + H_2O =$
$Hf + I_2 =$	$HfS_2 + O_2 =$	$Zr + C =$	$HfO_2 + NaOH + H_2O_2 =$

ПІДГРУПА ВАНАДІЮ**Теоретичні питання:**

- 1.1. У яких природних мінералах знаходяться Ванадій, Ніобій і Тантал у природі? Розділення яких двох елементів є досить складною проблемою? Чому?
- 1.2. Як добувають у промисловості елементи підгрупи Ванадію?
- 1.3. Які ступені окиснення можуть мати Ванадій, Ніобій і Тантал в сполуках? Назвіть найбільш характерні із них для кожного елемента.
- 1.4. Як метали підгрупи Ванадію відносяться до кислот та лугів? Які умови необхідно створити, щоб перевести прості речовини в сполуки? Відповідь дайте рівняннями хімічних реакцій.
- 1.5. Як змінюється кислотно-основна природа сполук в ряду $VO - V_2O_3 - VO_2 - V_2O_5$? Напишіть рівняння реакцій, що підтверджували б властиві оксидам основні або кислотні властивості.
- 1.6. Дайте характеристику окисно-відновних сполук Ванадію(II) та (III).
- 1.7. Які йони чотиривалентного Ванадію існують у водних розчинах? Які сполуки утворюються при взаємодії $V(OH)_4$ з сульфатною кислотою та лугом?
- 1.8. Найбільш стійкими у водному розчині є наступні ванадатні іони: VO_3^- , VO_4^{3-} , $V_2O_7^{4-}$, $V_6O_{17}^{4-}$, $V_{10}O_{28}^{6-}$. Який порядок взаємоперетворень цих іонів при поступовій зміні рН розчину? Відповідь обґрунтуйте.
- 1.9. Як гідролізують орто-, ди-, метаванадат натрію? Напишіть рівняння реакцій в молекулярній та іонній формах.
- 1.10. Яке забарвлення мають водні розчини солей, що є похідними від оксидів VO_2 , V_2O_5 та VO ?
- 1.11. Які йони утворюються при взаємодії V_2O_3 , $V(OH)_3$ та VO_2 із кислотами?
- 1.12. Як утворюються перокссполуки елементів підгрупи ванадію?

Тестові завдання:

- 2.1. Що є спільним і що відмінним в хімії Ванадію(V) та Фосфору(V), Ванадію(V) та Хрому(VI)?
- 2.2. Який із оксидів має більш кислотний характер : а) V_2O_5 або Nb_2O_5 ; б) V_2O_5 або As_2O_5 ?
- 2.3. Визначити ступінь окиснення в йонах $V_4O_9^{2-}$, VO^{2+} , $V_3O_9^{3-}$, $V_{10}O_{28}^{6-}$, $V_2O_7^{4-}$, VO_2^+ . Написати формули сполук, що містять вказані йони (по одному прикладу на кожен йон).
- 2.4. Написати рівняння реакцій переходу:
а) натрій метаванадату $NaVO_3$ в декаванадат $Na_6V_{10}O_{28}$;
б) натрій метаванадату $NaVO_3$ в сіль, що містить катіон VO_2^+ ;
- 2.5. Написати рівняння реакцій одержання натрій тіованадату $NaVS_3$ а) із ванадій(V) сульфідом; б) із натрій метаванадату.
- 2.6. Скласти графічну формулу сполуки $VO(ClO_4)_2$ і вказати ступінь окиснення Ванадію в цій сполуці.
- 2.7. Складіть рівняння наступних хімічних реакцій:
- | | | |
|--------------------------|--|----------------------------|
| $VSO_4 + KNO_3 =$ | $V_2(SO_4)_3 + NaClO + NaOH =$ | $VCl_2 + I_2 =$ |
| $V_2O_5 + HCl =$ | $NH_4VO_3 + Zn + H_2SO_4 =$ | $VCl_3 + NaSbCl_6 =$ |
| $HVO_3 + NH_2OH =$ | $NaVO_3 + FeSO_4 + H_2SO_4 =$ | $NH_4VO_3 \xrightarrow{t}$ |
| $NH_4VO_3 + (NH_4)_2S =$ | $V_2(SO_4)_3 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 =$ | $NbCl_5 + H_2O =$ |

Опис дослідів до лабораторних робіт:**Лабораторна робота № 7**

Дослід 1. Одержання і властивості ванадій(V) оксиду. Дослід проводити у витяжній шафі! 2 мікрошпателі сухого амоній метаванадату NH_4VO_3 помістити у фарфорову чашку і обережно нагрівати, помішуючи скляною паличкою. Спостерігати перетворення білого порошку в цегляно-червоний, що відповідає ванадій(V) оксиду. Одержаний продукт помістити у дві пробірки та додати по 4-5 крапель: в одну - 2 н. розчину натрій гідроксиду, в другу - концентрованої сульфатної кислоти, останню нагріти на водяній бані. Відмітити розчинення оксиду як в кислому, так в лужному середовищі і забарвлення розчинів. Написати рівняння реакцій: розклад амоній метаванадату; взаємодія ванадій(V) оксиду з лугом і кислотою, враховуючи, що у першому випадку утворюється $NaVO_3$, у другому - $(VO_2)_2SO_4$ -диоксованадій(V) сульфат.

Дослід 2. Ванадієві кислоти і їх солі.

а) одержання метаванадієвої кислоти: У циліндричну пробірку помістити порошок ванадій(V) оксиду, додати дистильовану воду та нагрівати суміш до появи жовтуватого забарвлення. Декілька крапель одержаного розчину перенести піпеткою у пробірку з розчином нейтрального лакмусу. Відмітити зміну забарвлення лакмусу. Написати рівняння реакції одержання метаванадієвої кислоти.

б) перехід метаванадат-іона в декаванадат-іон: У пробірку з насиченим розчином натрій метаванадату(V) $NaVO_3$ внести 1-2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Відмітити появу жовтого забарвлення. У кислому середовищі метаванадати переходить у поліванадати, що є солями поліванадієвих кислот.

Найбільш стійкою є декаванадієва кислота $H_6V_{10}O_{28}$ і її солі. Написати молекулярне і йонне рівняння реакції переходу натрій метаванадату в декаванадат.

в) одержання малорозчинних ванадатів: У 4 пробірки внести по 3-4 краплі розчину натрій метаванадату і додати по 3-4 краплі розчинів: у першу - барій хлориду, у другу - купрум сульфату, в третю - аргентум нітрату, в четверту - плюмбум нітрату. Написати молекулярні і йонні рівняння відповідних реакцій, враховуючи, що Барій і Плюмбум утворює солі метаванадієвої кислоти, а Аргентум - солі ортованадієвої кислоти. Солі Купруму в залежності від рН можуть бути або метаванадатами (синьо-зелений осад) або ортованадатами (жовто-зелений осад).

Дослід 3. Одержання тіосолі і ванадій(V) сульфід. У пробірку з декількома кристаликами натрій метаванадату (V) додавати по краплям розчин амоній (або натрій) сульфід до появи червоного забарвлення в результаті утворення амоній тіованадату $(NH_4)_3VS_4$. До одержаного розчину амоній тіованадату додавати по краплям 2 н. розчин хлоридної кислоти до появи бурого осаду ванадій сульфід. Сірководень, який виділяється, може частково відновити Ванадій(V) до Ванадія(IV), що призводить до посиніння розчину. Написати рівняння реакцій.

Дослід 4. Сполуки ванадію(IV).

а) ванадій (IV) оксид і його властивості: У сухій циліндричній пробірці змішати декілька кристаликів щавелевої кислоти і стільки ж порошку ванадій(V) оксиду. Закріпити пробірку в штативі. Нагріти суміш. Відмітити одержання ванадій(IV) оксиду темно-синього кольору. Частина одержаного діоксиду перенести у дві пробірки і додати в одну 4-5 крапель 2 н. розчину лугу, у другу - стільки ж 2 н. розчину сульфатної кислоти. Обидві пробірки обережно нагріти до розчинення осаду. Відмітити забарвлення одержаних розчинів і написати рівняння реакції, враховуючи, що при взаємодії з лугом утворюється натрій тетраванадат(IV), а з кислотою - оксованадій(IV) сульфат.

б) відновлення солі ванадію (V) до солі ванадію (IV): До 5 крапель насиченого розчину натрій метаванадату (V) додати 3-4 краплі конц. HCl. Відмітити зміну забарвлення розчину. Додати у пробірку декілька кристаликів натрій сульфід. Струсити вміст пробірки до появи голубого забарвлення розчину, яке характерне для йону VO^{2+} . Розчин зберегти для дослідів 4, в. Написати рівняння реакцій: перехід натрій метаванадату у сильно кислому середовищі в діоксованадій(V) хлорид; відновлення VO_2Cl до $VOCl_2$.

в) властивості ванадій(IV)гідрооксиду: До розчину оксованадій(IV) хлориду, одержаного в попередньому досліді, обережно додавати по краплям 2 н. розчин лугу до одержання коричневої суспензії оксованадій(IV) гідрооксиду. Суспензію розлити у дві пробірки і перевірити поведінку гідрооксиду у кислоті і в надлишку лугу. Зробити висновок і написати відповідні рівняння реакції.

Дослід 5. Сполуки ванадію(III).

а) відновлення ванадій(V) до ванадій(III): У пробірку внести по 5 крапель натрій метаванадату(V) і концентрованої хлоридної кислоти. Опустити у розчин гранулу олова і нагрівати пробірку на слабкому полум'ї. Спостерігати появу голубого забарвлення розчину і перехід його в зелене, характерне для йону V^{3+} . Розчин зберегти для дослідів 5, б.

б) властивості ванадій (III)гідрооксиду: У дві пробірки внести по 2-3 краплі одержаного зеленого розчину ванадій(III) хлориду і в кожен додати по декілька крапель 4 н. розчину лугу до випадання темного осаду ванадій(III) гідрооксиду. Дослідити відношення одержаного гідрооксиду до кислоти і лугу. Написати рівняння реакцій.

Дослід 6. Поступове відновлення сполук ванадію(V) до сполук ванадію (II). В пробірці до насиченого розчину натрій метаванадату додати концентровану HCl і шматочок цинку. Спостерігати послідовну зміну забарвлення розчину. При кожній появі нового забарвлення переносити по 2 краплі розчину у чисті пробірки. Відмітити і пояснити зміну забарвлення: жовте → зелене → голубе → зелене → фіолетове. Написати рівняння реакцій поступового відновлення сполук Ванадію до безпосереднього утворення ванадій(II) хлориду. Розчин зберегти для досліду 7.

Дослід 7. Одержання і властивості ванадій (II) гідрооксиду. Частину фіолетового розчину, який одержано у досліді 6, перелити у дві пробірки і добавляти в кожен по краплям 4 н. розчин лугу до випадання осаду ванадій(II) гідрооксиду. Дослідити відношення одержаного гідрооксиду до кислоти і лугу.

У пробірку з одержаним розчином ванадій(II) хлориду добавляти по краплям розчин калій перманганату. Написати рівняння проведених реакцій.

Дослід 8. Одержання суміші пероксованадієвих кислот. До насиченого розчину натрій метаванадату(V) додати декілька крапель 3 %-ного розчину гідроген пероксиду і декілька крапель 2 н. розчину сульфатної кислоти. Відмітити забарвлення розчину, що зумовлене появою суміші пероксованадієвих кислот, і виділення кисню, що вказує на їх нестійкість. Написати рівняння реакції одержання пероксованадієвої кислоти HVO_4 і її графічну формулу.

Дослід 9. Взаємодія титану з кислотами. У дві пробірки помістити порошок або стружку титану і додати 4 н. розчини кислот: у першу – хлоридної, у другу - сульфатної. Аналогічний дослід провести з відповідними концентрованими кислотами. Якщо реакції не проходять на холод, то пробірки обережно підігрійте. Написати рівняння всіх реакцій.

Написати рівняння реакцій взаємодії титану з розведеною і концентрованою нітратною кислотою.

Дослід 10. Гідроліз солей титану (IV).

а) гідроліз титан сульфату: Внести у пробірку розчин оксотитан сульфату(IV) $TiOSO_4$, долити дистильовану воду. Розчин кип'ятити 2-3 хв. і спостерігати випадання осаду. Написати рівняння реакції: а) гідролізу середньої солі на холоді до утворення оксотитан сульфату; б) гідроліз оксотитан сульфату, що проходить при кип'ятінні до кінця з випаданням осаду оксотитан гідрооксиду.

б) сумісний гідроліз оксотитан сульфату і амоній сульфїду: У пробірку із оксотитан(IV) сульфатом додати стільки ж розчину амоній сульфїду. Спостерігати випадання осаду титан гідрооксиду. Написати рівняння реакції.

Дослід 11. Одержання титан(IV) гідрооксиду і його властивості. У три з розчином оксотитан сульфату додавати по краплям 4 н. розчин лугу до випадання білого осаду оксотитан(IV) гідрооксиду. У одну пробірку додати 4 н. розчин сульфатної кислоти. Суспензію у другій пробірці кип'ятити 3-4 хв. і знову перевірити розчинність осаду в 4 н. сульфатній кислоті. У третю пробірку додатково ще додати кілька крапель 4 н. розчину лугу. Переконалися у тому, що амфотерний гідрооксид $TiO(OH)_2$ у водних розчинах лугів практично не розчиняється. Написати рівняння реакцій одержання гідрооксиду оксотитану і розчинення свіжовиготовленого осаду в розбавленій сульфатній кислоті. Кислотні властивості H_2TiO_3 проявляє тільки при сплавленні з лугами.

Дослід 12. Одержання пероксотитанової кислоти. Внести в пробірку розчини титан сульфату і 4 н. сульфатної кислоти. Додати кілька крапель 3%-ного розчину гідроген пероксиду і спостерігати забарвлення розчину у оранжевий колір,

характерний для пероксотитанових кислот. Написати рівняння реакції утворення пероксотитанової кислоти H_4TiO_5 із солі титану(IV), води і гідроген пероксиду .

Дослід 13. Одержання титан(III) сульфату. У пробірку з розчином оксо-титан (IV) сульфату додати 4 н. розчин сульфатної кислоти і гранулу цинку. Вміст пробірки обережно нагріти до забарвлення розчину у фіолетовий колір, характерний для іону Ti^{3+} . Перенести 2-3 краплі розчину у чисту пробірку і струшувати 2-3 хв. Що відбувається із забарвленням розчину? Написати рівняння реакцій. Розчин зберегти для наступних дослідів.

Дослід 14. Одержання титан(III) гідроксиду. Перенести 2-3 краплі розчину солі титану(III), одержану в попередньому досліді, у чисту пробірку і додати 2-3 краплі розчину лугу. Який колір осаду, що утворився? Злити розчин з осаду і перемішати його скляною паличкою. Що відбувається із забарвленням осаду? Написати рівняння реакції одержання $Ti(OH)_3$ і його окислення.

Дослід 15. Відновні властивості сполук титану(III)

а) відновлення купрум (II) хлориду: Внести у пробірку 2-3 краплі розчину солі титану (III), що одержано у досл.13, і додати 1-2 краплі розчину купрум(II) хлориду. Написати рівняння реакції відновлення Купруму.

б) відновлення ферум (III) хлориду: У пробірку з розчином солі титану(III) додавати по краплям розчин $FeCl_3$ до повного зникнення фіолетового забарвлення. Написати рівняння реакції.

в) відновлення калій перманганату: До 2-3 крапель розчину $Ti_2(SO_4)_3$, одержаного у досліді 13, додавати по краплям розчин $KMnO_4$. Написати рівняння реакції.

Контроль знань на лабораторному занятті № 7

8. ПІДГРУПА ХРОМУ

Програмні вимоги: Загальна характеристика підгрупи.

Хром: Сполуки в природі. Одержання та застосування елементів підгрупи Хрому. Хімічні властивості хрому. Сполуки Хрому(II,III,VI). Окисно-відновні перетворення з участю сполук Хрому. Амфотерність сполук Хрому.

Молібден і Вольфрам: Сполуки в природі. Одержання та застосування. Сполуки Молібдену та Вольфраму(III,VI). Ізополімолібдати та ізополівольфрамати. Гетерополісполуки Молібдену та Вольфраму.

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.III с.521-538; [2] розд.XVII с.416-430; [8], т.1, гл.VIII с.360-377.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

Теоретичні питання:

- 1.1. Що загальне і що відмінне в будові атомів халькогенів та елементів підгрупи Хрому? Чому останні проявляють властивості металів? Складіть електронні формули атомів Хрому, Молібдену і Вольфраму.
- 1.2. Зобразити розподіл електронів по енергетичних рівнях в атомах Хрому, Молібдену та Вольфраму. Вказати, за рахунок яких орбіталей утворюються хімічні зв'язки, які можливі ступені окиснення цих атомів?
- 1.3. Як діють концентровані і розведені розчини хлоридної, сульфатної та нітратної кислот на хром? Навести відповідні рівняння реакцій.

- 1.4. Написати формули різних оксидів і гідроксидів хрому, назвати їх і показати на прикладах реакцій кислотно-основні властивості.
- 1.5. У вигляді яких сполук знаходяться у природі елементи підгрупи Хрому? Як одержують метали у вільному стані? Де вони використовуються?
- 1.6. Які властивості хром(III) оксиду обумовлюють його широке використання для виготовлення зеленої мінеральної фарби?
- 1.7. Записати рівняння реакцій, що характеризують відношення хрому до кислот, лугів, солей.
- 1.8. Записати рівняння реакцій одержання з хромистого залізняку хромату, дихромату та оксиду хрому(III).
- 1.9. Написати рівняння реакцій, що характеризують відновні властивості сполук Хрому(II).
- 1.10. Написати рівняння реакцій, що характеризують окислювальні властивості сполук Хрому(VI).
- 1.11. Як змінюються властивості сполук в ряду $\text{Cr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CrO}_4$? Характеристику властивостей підтвердити написанням рівнянь реакцій.
- 1.12. Як одержують дихлородиоксохром (хлористий хроміл)? До якого класу сполук він відноситься, як він взаємодіє з водою?
- 1.13. Які кислоти взаємодіють із молібденом та вольфрамом? Як перевести ці метали у водорозчинний стан: використовуючи луг або інші речовини з основними властивостями? Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 1.14. Які ступені окиснення можуть проявляти молібден та вольфрам у сполуках? Наведіть приклади сполук.
- 1.15. Як одержати молібденову та вольфрамову кислоти?
- 1.16. Чи однаково ведуть себе при нагріванні хромат, молібдат, вольфрамат алюмінію? Дайте мотивовану відповідь, складіть рівняння реакцій.
- 1.17. Які ізо- та гетерополікислоти молібдену та вольфраму вам відомі? Від яких простих кислот вони походять? Назвіть вказані вами полісполуки.
- 1.18. Що таке молібденова (вольфрамова) синь, вольфрамова бронза? Як їх можна одержати? Дайте характеристику хімічній природі цих сполук.

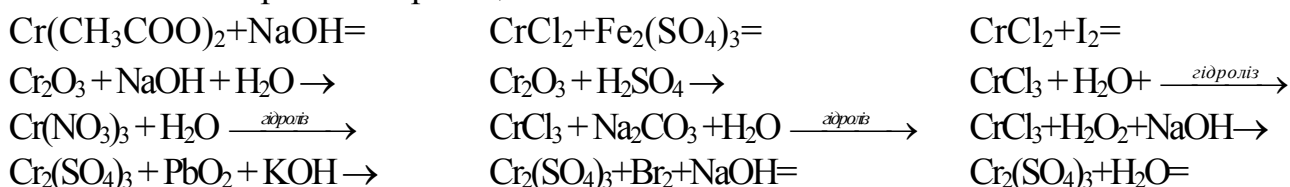
Тестові завдання:

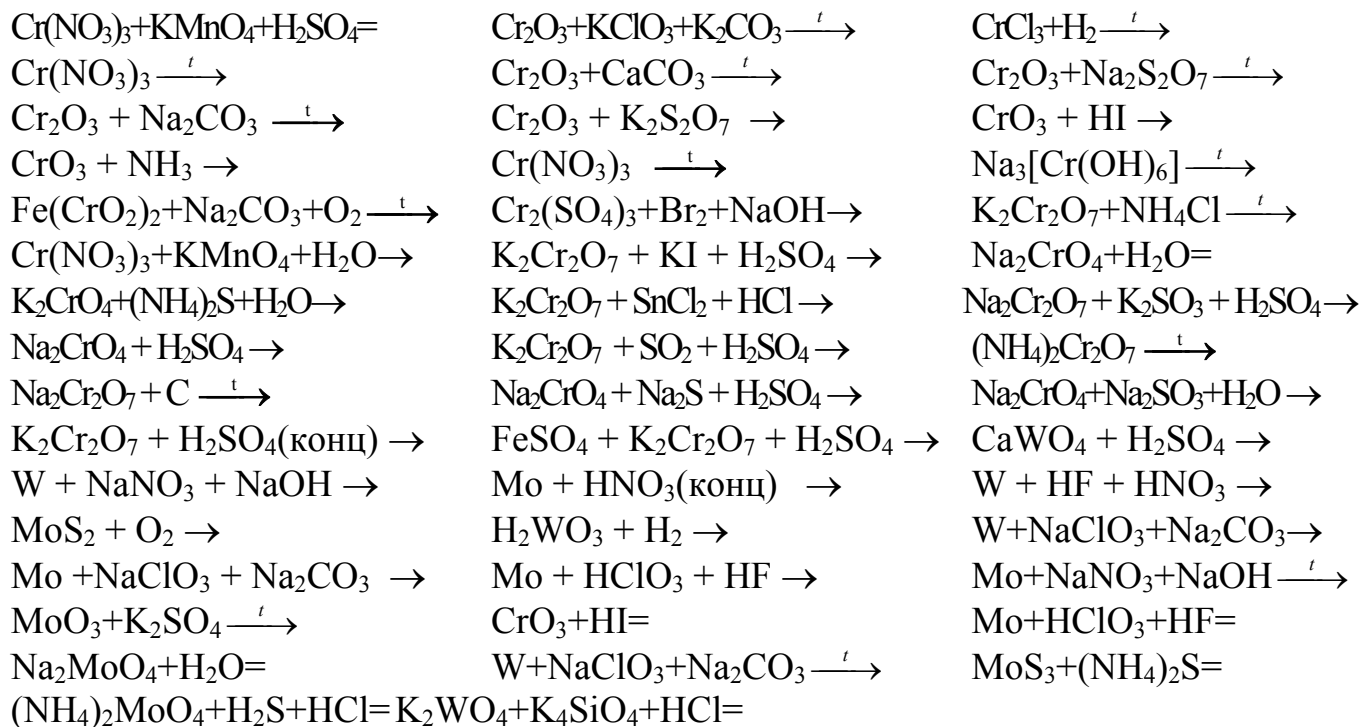
- 2.1. Водний розчин хром(II) хлориду нестійкий незалежно від умов його зберігання. Які перетворення відбуваються із цією сполукою? Складіть рівняння хімічних реакцій.
- 2.2. Відомо, що хром(III) оксид не розчиняється у водних розчинах кислот та лугів. Запропонуйте декілька шляхів одержання із цього оксиду водних розчинів сполук Хрому(III). Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.3. В лабораторії є можливості одержання хром(III) гідроксиду декількома способами: а) пропусканням вуглекислого газу в розчин хроміту натрію; б) шляхом взаємодії хроміту натрію з азотною кислотою; в) взаємодією розчину лугу з розчинами нітрату хрому(III) та аміаку. Які із них мають перевагу для одержання чистого $\text{Cr}(\text{OH})_3$ і його найбільшого виходу? Які розчини –

концентровані чи розведені – слід використовувати? Чому? Напишіть відповідні рівняння реакцій і дайте пояснення до них.

- 2.4. Що відбувається при змішуванні водних розчинів $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ та NH_4NO_3 ; $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ та Na_2S ; $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ та K_2CO_3 ? Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій в молекулярній та іонній формах.
- 2.5. При дії аргентум нітрату на водні розчини трьох ізомерів з однаковим загальним складом $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ осаджуються відповідно 1, 2 та 3 моль іонів Cl^- на кожен 1 моль ізомеру. Як це пояснити? Із яких іонів складаються ці сполуки, як вони дисоціюють в розчині?
- 2.6. Зробіть припущення щодо механізму взаємодії хромової кислоти з металами. Складіть декілька рівнянь відповідних хімічних реакцій.
- 2.7. Які іони Хрому(VI) існують в водних розчинах і при яких умовах можливі їх взаємоперетворення? Наведіть іонно-молекулярні рівняння відповідних реакцій.
- 2.8. Якщо добавляти до підкисленого розчину калій дихромату пероксид гідрогену та ефір, то спостерігається утворення двох шарів. Верхній шар має синє забарвлення, яке через деякий час зникає, а нижній з часом стає зеленим. Поясніть це явище і складіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 2.9. Оксид хрому(III) прожарили з надлишком натрій пероксиду. Складіть рівняння відповідної реакції.
- 2.10. Як взаємодіє хромовий ангідрид із соляною та концентрованою сірчаною кислотою? Складіть рівняння хімічних реакцій.
- 2.11. Яка сполука гідролізує сильніше: CrCl_2 чи CrCl_3 ; CrCl_3 чи NaCrO_2 ; NaCrO_2 чи Na_2CrO_4 ; CrCl_2 чи CrO_2Cl_2 ? Відповідь обґрунтуйте.
- 2.12. Чи рівномірно змінюються властивості елементів та їх сполук (оксидів, гідроксидів тощо) у ряді $\text{Cr} \rightarrow \text{Mo} \rightarrow \text{W}$? Дайте необхідні пояснення.
- 2.13. Сполуки Молібдену(VI) та Вольфраму(VI) відновлюються лише активними відновниками. Як взаємодіють цинк та магній з молібдатами (вольфраматами) в кислому середовищі? Складіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 2.14. Складіть рівняння хімічних реакцій, що проходять при поступовому доливанні луку до розчину CrCl_3 .
- 2.15. Записати рівняння реакцій хімічних перетворень:
- $\text{Cr} \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{NaCrO}_2 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
 - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}$
 - $\text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
 - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{CrO}_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaCrO}_2 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
 - $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{BaCrO}_4$
 - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{CrSO}_4$

2.16. Закінчити рівняння реакцій:

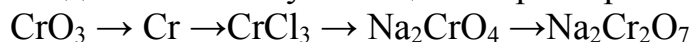




2.17. Визначити еквівалент сполук Хрому в цих реакціях.



2.18. Як здійснити наступний цикл перетворень:



2.19. Написати рівняння реакцій утворення комплексних сполук хрому (аміакатів, гідроксо- та аквакомплексів), назвати їх по міжнародній номенклатурі.

2.20. Пояснити, чому при дії на розчин хром(III) сульфату амоній сульфідом і натрій карбонатом утворюються однакові осади.

2.21. Напишіть рівняння реакцій окиснення хром(III) броміду гідроген пероксидом у кислому і лужному середовищах.

2.22. З частинок Cr^{3+} , H_2O , OH^- та Na^+ складіть всі можливі координаційні формули сполук хрому і назвіть сполуки. Координаційне число хрому(III) рівне 6.

Розрахункові задачі:

3.1. Скільки грамів хром(III) оксиду утвориться при нагріванні 50,4 г амоній дихромату?

3.2. До водного розчину, що містить хром(III) хлорид масою 3,17 г долили розчин, що містить калій сульфід масою 3,85 г. Яка речовина випаде в осад? Визначте масу осаду.

3.3. Оксид хрому(VI) масою 3 г розчинили у воді об'ємом 120 мл ($\rho = 1,0$ г/мл). Визначити масову частку хромової кислоти у добутому розчині.

3.4. До 5,88 г дихромату калію добавили надлишок концентрованої соляної кислоти. Розрахуйте об'єм газу (н.у.), що виділиться при цьому.

3.5. Який об'єм водню (н.у.) потрібний для одержання 92 кг вольфраму з оксиду вольфраму(VI). Вихід продукту реакції складає 91 %.

3.6. Вольфрам розчиняється в суміші розплавлених KOH і KNO₃. Реакція протікає по схемі: $\text{W} + \text{KOH} + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{WO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Яку масу вольфраму необхідно розчинити для одержання 6,52 г вольфрамату калію.

3.7. Який об'єм 1 М розчину натрій хромату можна одержати після окислювального

сплавлення з содою 112 г ферум(III) хроміту? // 1 л.

3.8. Визначити молекулярну масу і формулу вольфрам фториду, якщо відомо, що його пари (при н.у.) в 10,3 рази важчі за повітря. // 298; WF_6 .

3.9. Визначити розчинність $VaCrO_4$ у воді та в 0,001 М розчині HCl , якщо добуток розчинності $1,6 \cdot 10^{-10}$. // $1,26 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $2,94 \cdot 10^{-3}$ г/л.

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 8

Дослід 1. Одержання і властивості хром(III) оксиду

а) розклад амоній біхромату: Помістити на азбестову сітку 1/3 об'єму пробірки розтертого у порошок амоній біхромату. Розжарити залізну дротинку на горілці і занурити її у біхромат. Спостерігати розклад солі. Написати рівняння реакції.

б) властивості хром(III) оксиду: Одержаний оксид помістити у два фарфорові тиглі та додати : в перший – калій піросульфат, у другий - калій карбонат і сплавити одержані суміші. Охолодити продукти сплавлення, перенести у пробірки і розчинити у невеликій кількості води. Відмітити колір розчинів у пробірках. Зберегти розчин у другій пробірці для дослідів 3, в. Написати рівняння реакцій:
а) сплавлення Cr_2O_3 з $K_2S_2O_7$ з утворенням K_2CrO_4 (жовтого кольору) і SO_2 ;
б) сплавлення Cr_2O_3 з K_2CO_3 з утворенням $KCrO_2$.

Дослід 2. Одержання і властивості хром(III) гідроксиду. Взаємодією розчину солі хрому(III) з 2 н. розчином лугу одержати у двох пробірках малорозчинний хром(III) гідроксид. Дослідити відношення хром(III) гідроксиду до кислоти і до надлишку лугу, для чого добавляти у одну пробірку по краплям 2 н. розчин сульфатної кислоти, а в другу - 2 н. розчин лугу до розчинення осаду. Написати рівняння реакцій. Розчин, що містить $K_3[Cr(OH)_6]$ зберегти для дослідів 4.

Дослід 3. Гідроліз солей хрому (III)

а) Гідроліз хром(III) сульфату: Дослідити дію хром(III) сульфату на лакмус, для чого у пробірку з 3-5 краплями розчину нейтрального лакмусу додати декілька кристаликів хром(III) сульфату до зміни забарвлення лакмусу. Написати в молекулярній і йонній формі рівняння гідролізу.

б) сумісний гідроліз хром(III) сульфату і натрій карбонату: До розчину хром(III) сульфату добавляти по краплям розчин натрій карбонату до утворення осаду $Cr(OH)_3$. Відмітити виділення газу. Написати молекулярне та йонне рівняння реакції.

в) гідроліз калій хроміту: Пробірку з розчином хроміту лужного металу (із дослідів 1,б) нагрівати на водяній бані або на горілці до випадання осаду хром(III) гідроксиду. Написати у молекулярній і йонній формі рівняння реакції гідролізу.

Дослід 4. Відновні властивості солей Хрому(III). До одержаного в досліді 2 розчину $K_3[Cr(OH)_6]$ додати 1-2 краплі лугу і 3-5 крапель 3%-ного розчину гідроген пероксиду. Нагріти суміш на водяній бані до переходу зеленого забарвлення у жовте. Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Хромати і біхромати

а) перехід калій хромату у біхромат: До розчину калій хромату добавляти по краплям 2 н. розчин сульфатної кислоти. Відмітити зміну забарвлення розчину. Написати рівняння реакції.

б) перехід калій біхромату у хромат: До розчину калій біхромату добавляти по краплям розчин лугу до зміни забарвлення. Написати рівняння реакції. Розглянути зміщення рівноваги при додаванні а) кислоти; б) лугу.

Дослід 6. Одержання малорозчинних хроматів

а) одержання барій, плюмбум і аргентум хроматів: В три пробірки з розчином калій хромату додати розчини: у першу - барій хлориду, у другу - плюмбум нітрату, у третю - аргентум нітрату. Відмити колір осадів. Написати у молекулярній і йонній формі рівняння реакції.

б) одержання аргентум біхромату: Внести у пробірку по краплі 0,1 н. розчину аргентум нітрату і 2 н. розчину нітратної кислоти. Пробірку струсити, кинути туди кристалик калій біхромату. Який колір у кристалів аргентум біхромату? Як змінився колір кристалів через декілька секунд в результаті розкладу аргентум біхромату.

Дослід 7. Окислювальні властивості хроматів

а) окислення сірководню: У розчин калій біхромату, підкислений 2 н. розчином сульфатної кислоти, вносити по краплям свіжо виготовлену сірководневу воду до зміни забарвлення розчину. Написати рівняння реакції.

б) окислення калій йодиду: До підкисленого сульфатною кислотою розчину калій біхромату додати розчин калій йодиду. Відмити зміну забарвлення. За допомогою крохмалю довести виділення вільного йоду, для чого у пробірку з крохмалем внести краплю одержаного в досліді розчину. Написати рівняння реакції.

в) окислення хлоридної кислоти: До розчину калій біхромату (2-3 краплі) додати 10-12 крапель концентрованої хлоридної кислоти. Суміш нагрівати до переходу оранжевого забарвлення у зелене. Відмити виділення газу. Написати рівняння реакції.

Дослід 8. Одержання і розклад хром пероксиду. До розчину калій біхромату (3-4 краплі), підкисленого 2 н. розчином сульфатної кислоти (2-3 краплі), додати 2-3 краплі диетилового ефіру. До одержаної суміші долити 2-3 краплі 3%-ного розчину гідроген пероксиду і добре перемішати скляною паличкою. Ефір екстрагує утворену пероксидну сполуку, так як вона більш стійка у ефірному розчині. Відмити забарвлення ефірного шару. Поставити пробірку у штатив і відмити через деякий час зміну забарвлення і виділення газу. Написати рівняння реакцій одержання хром пероксиду та його перетворення в кислому середовищі.

Дослід 9. Одержання вольфрамової кислоти.

У дві пробірки з насиченим розчином натрій вольфрамату(VI) додати декілька крапель концентрованої хлоридної або сульфатної кислоти. Відмити колір осаду, що випав. У одній пробірці видалити розчин з осаду і обережно долити в нього декілька крапель 4 н. розчину лугу. Вміст другої пробірки обережно прокип'ятити. Написати рівняння одержання вольфрамової кислоти і її розчинення у лугові.

Дослід 10. Одержання вольфрам триоксиду і його властивості

а) одержання вольфрам триоксиду: У тигель внести декілька кристаликів амоній вольфрамату. Поставити тигель на фарфоровий трикутник і нагріти його до зміни кольору взятої речовини. Відмити виділення амоніаку по посинінню червоної лакмусового папірця. Написати рівняння розкладу амоній вольфрамату. Осад зберегти для досліді 10,б.

б) відношення вольфрам триоксиду до кислот і лугів: Одержаний у досліді 10, а осад розділити на дві пробірки. В одну внести 3-5 крапель концентрованого розчину лугу, в другу - 3-5 крапель концентрованої хлоридної кислоти. Пробірки злегка підігріти. Написати рівняння реакцій.

Дослід 11. Одержання деяких малорозчинних солей вольфрамової кислоти. У три пробірки з насиченим розчином натрій вольфрамату долити розчини: у першу -

солі Кальцію; у другу - солі Мангану(II); у третю - солі Плюмбуму(II). Відмітити колір одержаних осадів і записати рівняння реакцій.

Дослід 12. Одержання гетерополісполуки Вольфраму(VI). До нагрітого насиченого розчину амоній вольфрамату додати декілька кристаликів борної кислоти в такій кількості, щоб після перемішування на дні пробірки зберігся залишок кристалів H_3BO_3 . Декілька крапель одержаного розчину перенести у чисту пробірку і дослідити на присутність іонів WO_4^{2-} , для чого додати декілька крапель солі Мангану(II) або Плюмбуму(II). Відсутність осаду обумовлена утворенням комплексної розчинної солі гетерополікислоти з 12 атомами вольфраму $K_9[BW_{12}O_{42}]$. Визначити ступінь окиснення вольфраму в комплексному іоні.

Дослід 13. Відновлення натрій вольфрамату. До 3-4 крапель насиченого розчину натрій вольфрамату(VI) додати декілька крапель хлоридної кислоти і внести гранулу цинку. Пробірку нагріти і спостерігати появу спочатку синього забарвлення "вольфрамової сині", а потім бурого осаду WO_2 . Написати рівняння реакції.

Контроль знань на лабораторному занятті № 8.

9. ПІДГРУПА МАНГАНУ

Програмні вимоги: Загальна характеристика підгрупи. Манган. Знаходження у природі, одержання та застосування. Хімічні властивості. Сполуки Mn(II,IV,VI,VII). Порівняльна характеристика кислотно-основних властивостей сполук Мангану у різних ступенях окиснення. Залежність окисно-відновних перетворень сполук Мангану від кислотності середовища. Технецій і реній. Подібність та відмінність хімії Технецію та Ренію від хімії Мангану. Найважливіші сполуки Ренію, Технецію(VII).

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.III с.538-548; [2] розд. С.304-314; [8] т.1 розд.II с.294-308.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

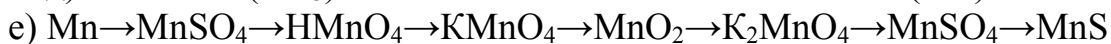
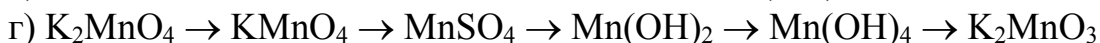
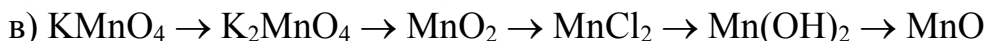
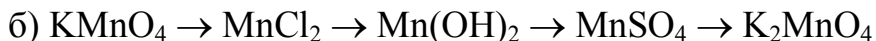
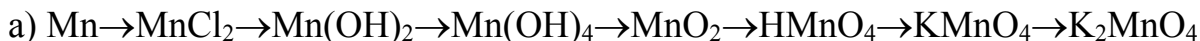
Теоретичні питання:

- 1.1. У вигляді яких сполук Манган та Реній зустрічаються в природі? Як одержують елементи підгрупи Мангану у вільному стані?
- 1.2. Назвіть області застосування сполук Мангану та Ренію.
- 1.3. Яка електронна структура атомів елементів підгрупи Мангану? Яку ступінь окиснення вони можуть мати у сполуках? Навести приклади.
- 1.4. На прикладі елементів хлору показати подібність і відмінність у будові електронних структур атомів VII A та VII B підгруп. Як це впливає на властивість їх оксидів і гідроксидів?
- 1.5. З яким елементом – Манганом чи Ренієм – Технецій має найбільшу схожість? Чому?
- 1.6. Де розташовані Mn, Tc, Re в ряду стандартних електродних потенціалів металів? Як скласти рівняння реакції їх взаємодії з кислотами?
- 1.7. Чим пояснюється зменшення активності від мангану до технецію? Чи змінюється аналогічним чином потенціал іонізації?

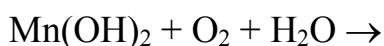
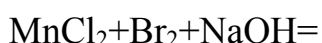
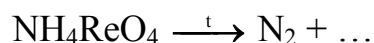
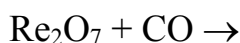
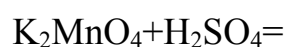
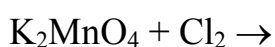
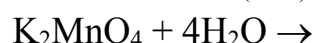
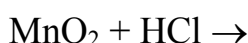
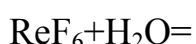
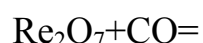
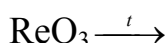
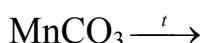
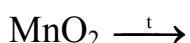
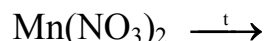
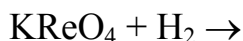
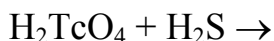
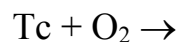
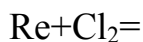
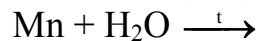
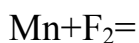
- 1.8. З якими простими речовинами безпосередньо взаємодіють елементи підгрупи Мангану? Які сполуки при цьому утворюються?
- 1.9. Записати рівняння реакцій, що характеризують відношення марганцю до кислот, солей, води.
- 1.10. Записати рівняння реакцій, що характеризують взаємодію технецію та ренію з кислотами.
- 1.11. Написати графічні формули гідроксидів мангану. Написати рівняння реакції, які показують кислотно-основні властивості цих сполук.
- 1.12. Як змінюються кислотно-основні властивості оксидів та гідроксидів мангану від Mn^{2+} до Mn^{7+} ? Чим це можна пояснити?
- 1.13. Напишіть рівняння хімічної реакції одержання оксиду та гідроксиду мангану.
- 1.14. Напишіть найбільш стійкі сполуки мангану(III). Як їх одержують? Наведіть приклади відповідних хімічних реакцій.
- 1.15. Як утворюються похідні тривалентного Ренію? Які властивості проявляє $ReCl_3$?
- 1.16. Як одержати манганати та ренати? Чи стійкі відповідні їм оксиди та кислоти?
- 1.17. Дайте порівняльну характеристику оксидів E_2O_7 ($E=Mn, Tc, Re$) і відповідних їм кислот.
- 1.18. Як зменшити і як збільшити стійкість розчинів манганатів? Яке забарвлення цих розчинів?

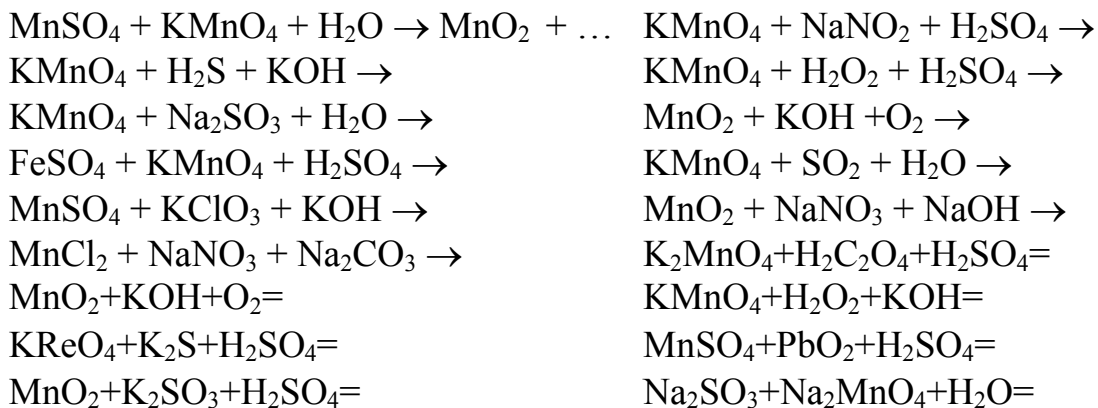
Тестові завдання:

2.1. Записати рівняння реакцій хімічних перетворень:



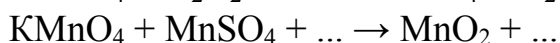
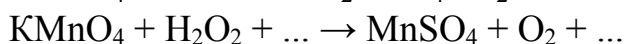
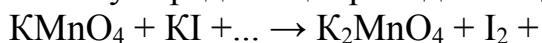
2.2. Закінчити рівняння реакцій:





2.3. Як впливає рН розчину на окисдаційні властивості калій перманганату?

2.4. В якому середовищі проходять подані реакції; скласти їх повні рівняння:



Розрахувати еквівалент KMnO_4 .

Розрахункові задачі:

3.1. Який об'єм хлору (при 17 °С і 99,3 кПа) виділиться при взаємодії соляної кислоти з 1 кг диоксиду мангану?

3.2. Скільки грамів йоду виділиться в сірчаноокислому розчині при взаємодії розчину калій йодиду з 150 мл 6 %-ного розчину калій перманганату ($\rho = 1,04$ г/мл)?

3.3. Яку масу K_2MnO_4 можна одержати із 100 кг піролюзиту, що містить 87 % MnO_2 , якщо вихід K_2MnO_4 складає 60 % від теоретичного?

3.4. Скільки грам FeSO_4 можна окислити в сірчаноокислому розчині при дії 40 мл 0,12 н. KMnO_4 .

3.5. Який об'єм розчину калій перманганату, що містить 15,804 г KMnO_4 в 1 л, потрібний для окиснення 50 мл 0,1 н розчину сірководню в присутності сульфатної кислоти? // 10 мл.

3.6. Який об'єм 0,1046 н розчину підкисленого калій перманганату необхідно для окиснення ферум(II) сульфату, одержаного при розчиненні 0,1242 г заліза в сульфатній кислоті? // 21,2 мл.

3.7. Яку кількість калій перманганату необхідно на реакцію з концентрованою хлоридною кислотою для одержання 10 л хлору при н.у. // 28,2 г.

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 9

Дослід 1. Манган(II) гідрооксид і його властивості. У дві пробірки внести розчин солі Мангану(II) та 2 н. розчин лугу. Одержаний осад в першій пробірці розмішати скляною паличкою і відмити його побуріння у зв'язку з окисненням. У другу пробірку з осадом додати кілька крапель 2 н. розчину сульфатної кислоти і спостерігати його розчинення. Які властивості характерні для манган(II) гідрооксиду? Написати рівняння реакцій.

Дослід 2. Одержання деяких малорозчинних солей Мангану(II). У трьох пробірках одержати осад: а) манган хромату; б) манган карбонату; в) манган сульфіді шляхом взаємодії відповідно калій хромату, натрій карбонату і амоній сульфіді із манган(II) сульфатом. Відмити колір осадів. Додати до кожного осаді

кілька крапель 2 н. розчину кислоти і зробити висновок про розчинність солей Мангану у кислому середовищі. Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. Відновні властивості сполук Мангану(II)

а) окислення солі Мангану(II) бромом: Внести у пробірку розчини манган(II) сульфату та натрій гідроксиду. До одержаного осаду манган гідроксиду додати кілька крапель бромної води. Відмітити зміну кольору розчину в результаті утворення сполук Мангану(IV). Написати рівняння реакції.

б) окислення солі Мангану(II) натрій бісмутатом: Помістити у пробірку краплю розчину солі Мангану(II) і декілька крапель 2 н. розчину нітратної кислоти. Всипати трохи порошку натрій бісмутату. Відмітити зміни і написати рівняння реакції.

в) окислення солі Мангану(II) амоній пероксодисульфатом: В циліндричну пробірку налити воду, всипати 3-4 кристалики амоній пероксодисульфату і додати по 2-3 краплі розчинів 2 н. нітратної кислоти і аргентум нітрату (в якості каталізаторів). Нагрівши рідину майже до кипіння, додати в неї краплю розчину манган(II) сульфату. Написати рівняння реакції, що протікає за участю води і з утворенням манганатної кислоти (без участі нітратної кислоти та аргентум нітрату).

Дослід 4. Окисні і відновні властивості сполук Мангану(IV)

а) окисні властивості манган диоксиду: У циліндричну пробірку помістити 1 мікрошпатель манган диоксиду і 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. По кольору запаху визначити, який газ виділяється. Якщо реакція проходить недостатньо енергійно пробірку обережно нагріти. Написати рівняння реакції.

б) відновні властивості манган диоксиду: У тигель поставити по невеликому шматочку твердого натрій гідроксиду (користуючись пінцетом!) і кристалічного калій нітрату. Тигель поставити на сітку або у фарфоровий трикутник і нагріти полум'ям горілки до розплавлення суміші (Обережно!). Продовжуючи нагрівання, внести в сплав дуже небагато манган диоксиду. Відмітити забарвлення розплаву. Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Окисно-відновні властивості сполук Мангану(VI)

а) реакція диспропорціонування манганату у водному розчині: Після охолодження тигля розплав манганату, одержаний у досліді 4,б, розчинити у воді, помішуючи його скляною паличкою. Піпеткою перенести його у три пробірки. У водному розчині проходить повільний розклад манганату, що відбувається за реакцією диспропорціонування: $\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NaMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{NaOH}$. Для перевірки зміщення рівноваги до розчину манганату у першу пробірку додати кілька крапель 2 н. розчину оцтової кислоти. Дві пробірки залишити для наступних дослідів. Відмітити всі спостереження і написати рівняння реакції

б) взаємодія натрій манганату з хлором: У другу пробірку з розчином манганату додати кілька крапель хлорної води. Чим пояснити появу рожевого забарвлення? Написати рівняння реакції.

в) взаємодія калій манганату із натрій сульфідом: У третю пробірку до розчину манганату додати трохи кристалічного натрій сульфіду. Спостерігати знебарвлення розчину і появу бурого осаду манган диоксиду. Написати рівняння реакції.

Дослід 6. Розклад калій перманганату при нагріванні. В мікроколбу чи циліндричну пробірку помістити кристалічний калій перманганат, додати трохи манган диоксиду та закріпити її в штативі майже в горизонтальному положенні. Вміст колби підігрівати. Щоб впевнитися в процесі розкладу, внести в пробірку тліючу

скіпку. Після охолодження пробірки до сухого залишку долити кілька крапель води і відмітити колір розчину та наявність осаду. Написати рівняння реакції. Вказати окисник і відновник.

Дослід 7. Окислювальні властивості сполук Мангану(VII)

а) вплив рН середовища на характер відновлення перманганату: У три пробірки внести по 3-4 краплі розчину калій перманганату. В одну пробірку додати 2 краплі 2 н. розчину сульфатної кислоти, у другу - стільки ж води, у третю - 2 н. розчину лугу. В усі три пробірки додати по 1 мікрошпателю кристалічного натрій сульфату. Відмітити зміну забарвлення і написати рівняння реакцій.

б) окиснення калій перманганатом манган сульфату(II): До розчину калій перманганату долити розчин манган сульфату. Відмітити зникнення фіолетового забарвлення і утворення бурого осаду. Опустити у пробірку синій лакмусовий папір і визначити середовище. Написати рівняння реакції, що проходить за участю води.

в) окиснення калій перманганатом гідроген пероксиду: До підкисленої сульфатною кислотою розчину калій перманганату додати кілька крапель 10%-ного розчину гідроген пероксиду. Який газ виділяється? Написати рівняння реакції.

г) окиснення калій перманганатом спирту у кислому і лужному середовищі: До підкисленої сульфатною кислотою розчину калій перманганату додати 3 краплі етилового спирту. Розчин підігріти на малому полум'ї горілки. Відмітити зміну забарвлення. В другій пробірці до розчину калій перманганату долити кілька крапель розчину лугу і також внести з краплі етилового спирту. Спостерігати поступове відновлення перманганату спочатку до манганату, а потім до манган диоксиду. Написати рівняння реакцій.

Контроль знань на лабораторному занятті № 9

10. РОДИНА ФЕРУМУ. ПЛАТИНОВІ МЕТАЛИ

Програмні вимоги:

Елементи родини Феруму: Загальна характеристика, знаходження в природі. Одержання металів. Застосування. Фізичні та хімічні властивості. Сполуки Кобальту, Феруму та Ніколу(II) і (III). Комплексоутворююча здатність іонів Me^{2+} та Me^{3+} . Амфотерність. Комплексні сполуки елементів підгрупи Феруму. Якісні реакції на іони Феруму(II), Феруму(III), Ніколу(II).

Платинові метали (платиноїди). Знаходження в природі. Одержання та застосування металів. Сполуки Платини, Паладію(II) та Радію, Іридію(III). Сполуки Платини(IV). Роданати та осмати. Окисно-відновні властивості сполук платинових металів.

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.ІІІ с.548-584; [2] розд.УІІ с.315-335; [3] розд.УІІ с.315-350; [8] т.3 гл.ХІУ с.113-204.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

РОДИНА ФЕРУМУ

Теоретичні питання:

1.1. Напишіть формули електронної будови атомів Феруму, Кобальту та Ніколу. Які ступені окиснення характерні для цих елементів?

- 1.2. На прикладі атомів феруму і криптону покажіть подібність і відмінність в електронній структурі атомів цих елементів, а також відмінність у їх властивостях.
- 1.3. Як відносяться залізо, кобальт та нікель до кислот? Чи можуть вони взаємодіяти з водою? Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 1.4. З якими неметалами взаємодіють залізо, нікель та кобальт? Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 1.5. Назвіть основні мінерали, що містять Ферум, Кобальт, Нікол. Перелічіть методи одержання цих металів у вільному вигляді.
- 1.6. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що проходять при доменному процесі.
- 1.7. Опишіть безкоксвий (прямий) метод виробництва сталі, минаючи доменний процес. Назвіть його переваги.
- 1.8. Поясніть природу феромагнетизму. Що таке діамагнетики та парамагнетики?
- 1.9. Напишіть рівняння хімічної реакції, яка забезпечує одержання чистого заліза.
- 1.10. Охарактеризуйте кислотно-основні властивості оксидів елементів, написавши відповідні рівняння реакції.
- 1.11. Напишіть рівняння реакцій, під час яких відбувається окислення сполук Феруму(II) в сполуки Феруму(III).
- 1.12. Охарактеризуйте окислювальні властивості сполук Феруму(III).
- 1.13. Напишіть якісні реакції на катіони Fe^{2+} та Fe^{3+} .
- 1.14. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що проходять при корозії заліза.
- 1.15. Які існують методи захисту заліза від корозії? Опишіть їх.
- 1.16. Що краще захищає поверхню заліза від корозії: шар кадмію чи шар нікелю? Чому?
- 1.17. Як одержати карбоніли феруму, ніколу та кобальту? Чому вони мають різний склад?
- 1.18. Яке практичне значення має тетракарбоніл ніколу?
- 1.19. Які координаційні числа характерні для Fe, Co, Ni у їх сполуках? Наведіть приклади.
- 1.20. Як одержують $K_3[Ni(CN)_4]$, $K_4[Ni(CN)_4]$ та $K_3[Co(CN)_4]$?
- 1.21. Як одержують FeO, CoO та NiO, а також гідроксиди, що їм відповідають?
- 1.22. Напишіть рівняння якісних реакцій на іони двовалентних Феруму та Ніколу.
- 1.23. Що таке “сіль Мора”, який її склад?
- 1.24. Напишіть рівняння хімічних реакцій одержання E_2O_3 та $E(OH)_3$, де E – Fe, Co, Ni.
- 1.25. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що проходять при зарядці та розрядці нікель-залізного (лужного) акумулятора? Які переваги і недоліки цього акумулятора у порівнянні з свинцевим (кислотним)?
- 1.26. Як одержують ферати? Які властивості характерні для них?

Тестові завдання:

- 2.1. Чому корозія заліза на повітрі проходить значно швидше, ніж кобальту або нікелю?
- 2.2. Як змінюються окисно-відновні властивості сполук E^{2+} і E^{3+} для Феруму, Кобальту та Нікелю? Написати рівняння реакції на прикладах $E(OH)_2$, $E(OH)_3$.
- 2.3. Що утворюється при дії надлишком концентрованого розчину гідроксиду амонію на розчини солей Кобальту(II) і Ніколу(II)? Написати рівняння реакцій.

2.4. В чому полягає суть застосування FeCl_3 як реактиву для демеркуризації?

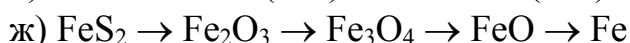
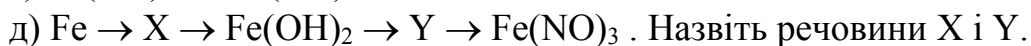
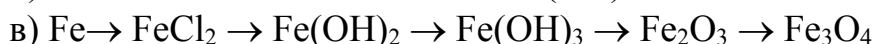
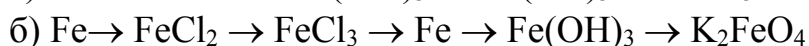
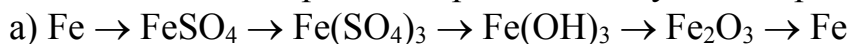
Напишіть рівняння хімічних реакцій.

2.5. Поясніть, чому не вдалося одержати йодид і ціанід феруму(III)?

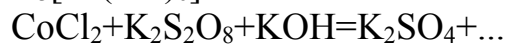
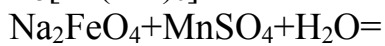
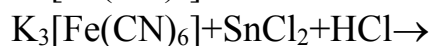
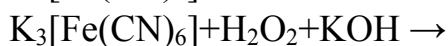
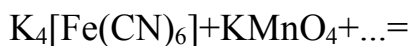
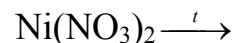
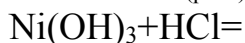
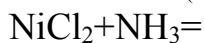
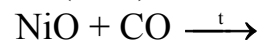
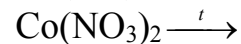
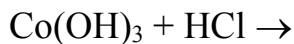
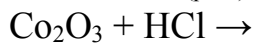
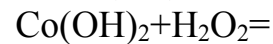
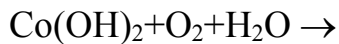
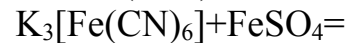
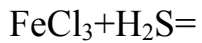
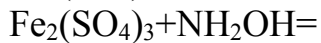
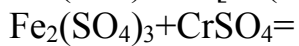
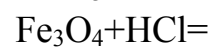
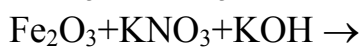
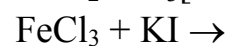
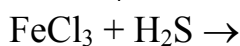
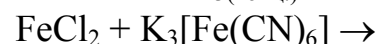
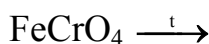
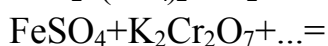
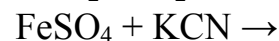
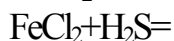
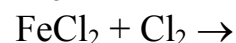
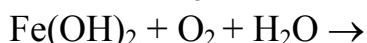
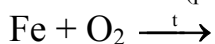
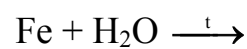
2.6. Чому іон $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ парамагнітний, а іон $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ – діамагнітний?

2.7. Що відбудеться, якщо до нікель(II) сульфату додати розчин натрій гіпофосфіту? Напишіть рівняння хімічної реакції.

2.8. Записати хімічні рівняння реакцій наступних перетворень:



2.9. Закінчити рівняння реакцій:



2.10. Напишіть рівняння реакції окиснення ферум(II) сульфідом озonom у кислому і лужному середовищах.

2.24. Напишіть рівняння реакції між ферум(II) хлоридом і калій нітратом у підкисленому розчині. Яка речовина може реагувати з обома продуктами реакції?

2.25. Напишіть рівняння реакції між феруму(II) та ферум(III) оксидом і концентрованою сульфатною кислотою. Яка речовина може реагувати з усіма продуктами цієї взаємодії (крім води)?

2.26. Напишіть рівняння реакції між ферум(III) сульфатом і йодидною кислотою. Яка речовина може реагувати з усіма продуктами цієї взаємодії?

Розрахункові задачі:

- 3.1. В розчин купрум сульфату занурили залізну пластинку масою 10 г. Через деякий час її витягнули, промили і висушили. Її маса виявилася 10,75 г. Скільки грамів заліза розчинилося і скільки грамів міді виділилося із розчину при цьому?
- 3.2. Є 10 г суміші FeSO_4 і $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. На взаємодію з цією сумішшю витрачено 1,58 г перманганату калію в кислому середовищі. Визначити кількісний склад суміші.
- 3.3. 18,4 г суміші заліза і магнію повністю прореагувало з газом, що виділився при електролізі 161,4 г 50 %-ного розчину купрум хлориду. Визначити склад суміші.
- 3.4. Визначити кількість взятого сірчаного колчедану і утвореного оксиду заліза(III), якщо на розчинення утвореного оксиду необхідно витратити 200 г 21,9 %-ного розчину соляної кислоти.
- 3.5. 28,8 г суміші Fe і Fe_3O_4 відновили воднем. Продукти реакції обробили без доступу повітря соляною кислотою, при цьому виділилося 8,96 л газу (н.у.). Визначити кількісний склад вихідної суміші.
- 3.6. У карбіді заліза масова частка вуглецю становить 6,67 %. Визначити формулу карбїду заліза.
- 3.7. Чи випаде в осад ферум(II) сульфїду при змішуванні рівних об'ємів 0,0001 М розчинів ферум(II) сульфату і натрій сульфїду? $D_P(\text{FeS}) = 3,7 \cdot 10^{-18}$. // так
- 3.8. Який об'єм газу виділиться при розчиненні 11 г кобальт(III) гідрооксиду в концентрованій хлоридній кислоті? Скільки мл цієї кислоти ($\rho = 1,18$ г/мл) витратиться? // 1,12л; 25,8 мл.
- 3.9. Який об'єм 0,1 н розчину ферум(III) хлориду необхідно взяти, щоб виділилося 0,48 г йоду з розчину калій йодиду. // 37,5 мл.

ПЛАТИНОВІ МЕТАЛИ

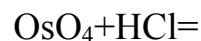
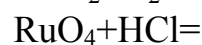
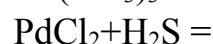
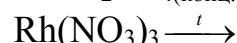
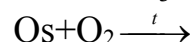
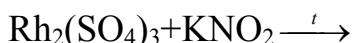
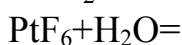
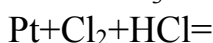
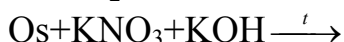
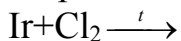
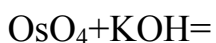
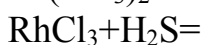
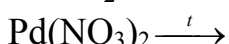
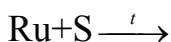
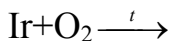
Теоретичні питання:

- 1.1. Дати загальну характеристику платинових металів, виходячи з електронної будови їх атомів. В чому проявляється подібність платинових металів і які фактори її обумовлюють? На які пари елементів, особливо близьких по властивостям, можна розділити платинові метали?
- 1.2. Як відносяться платинові метали до кисню, концентрованих кислот та лугів? Написати рівняння реакцій.
- 1.3. Написати рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна перевести платинові метали в розчин.
- 1.4. Чи взаємодіють платинові метали з воднем? З якими іншими простими речовинами взаємодіють платинові метали? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 1.5. Чим пояснити різке зменшення хімічної активності металів при переході від елементів родини Феруму до платинових металів?
- 1.6. Для яких платинових металів характерна ступінь окиснення +2? Як одержують ці сполуки? Які координаційні числа характерні для платинових металів із ступенем окиснення +2? Яку форму мають координаційні іони? Навести приклади.
- 1.7. Які платинові метали мають в своїх сполуках ступінь окиснення +3? Як одержують ці сполуки? Яку форму мають координаційні іони платинових металів із ступенем окиснення +3?

- 1.8. Дати характеристику властивостям оксидів та гідроксидів платинових металів із ступенем окиснення +2 та +3. Навести приклади реакцій.
- 1.9. Які платинові метали мають у своїх сполуках ступінь окиснення +4 та +6? Дати характеристику оксидів і гідроксидів платинових металів із ступенем окиснення +4 та +6. Навести приклади реакцій.
- 1.10. Який кислотно-основний характер мають оксиди OsO_4 та RuO_4 ?

Тестові завдання:

2.1. Напишіть рівняння хімічних реакцій:



2.7. Зобразіть всі ізомери, що мають загальний склад $\text{PtCl}_2\text{Br}_2(\text{NH}_3)_2$ і назвіть їх.

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 10

Дослід 1. Характерні реакції на іони Fe^{2+} і Fe^{3+}

а) дія на солі Феруму(II) калій гексаціаноферату(III): До розчину солі Мора додати краплю розчину калій гексаціаноферату(III) (червоної кров'яної солі). Відмітити колір утвореного осаду (турнбулева синь). Написати молекулярне і іонне рівняння реакції.

б) дія на сіль Феруму(III) калій гексаціаноферату(II): До розчину ферум(III) хлориду додати краплю розчину калій гексаціаноферату(II) (жовтої кров'яної солі). Відмітити колір утвореного осаду (берлінська лазур). Написати молекулярне і іонне рівняння реакції.

в) дія на сіль Феруму(III) амоній або калій роданіду: До розчину ферум(III) хлориду додати краплю 0,01 н. розчину амоній або калій роданіду. Аналогічний дослід проробити з розчином солі Мора. Перенести 1 краплю одержаного у першій пробірці розчину у другу і додати 8-10 крапель води. Написати рівняння реакції. Пояснити причину ослаблення забарвлення при розбавлянні розчину.

Дослід 2. Взаємодія заліза з кислотами. В пробірці з 2 н. розчинами хлоридної, сульфатної, нітратної кислот та з концентрованою сульфатною кислотою помістити ошурки або стружку заліза. Пробірку з концентрованою сульфатною кислотою обережно нагріти. Потім у кожну пробірку додати по краплі 0,01 н. розчину калій або амоній роданіду. Переконалися у тому, що у хлоридній і розведеної сульфатній кислоті утворюються іони Fe^{2+} , а в нітратній і концентрованій сульфатній кислоті - іони Fe^{3+} (чому?). Написати рівняння проведених реакцій.

Дослід 3. Ферум(II) гідрооксид. До розчину солі Мора по краплям доливати 2 н. розчин лугу до випадання зеленого осаду ферум(II) гідрооксиду. Перемішати одержаний осад скляною паличкою і вміст розділити на дві пробірочки. Перевірити

на досліді як взаємодіє свіжоосаджений ферум(II) гідроксид із 2 н. розчином хлоридної кислоти. В другій пробірці спостерігати через 1-2 хв. почервоніння осаду у результаті окислення ферум(II) гідроксиду у ферум(III) гідроксид. Написати рівняння реакцій.

Дослід 4. Відновні властивості сполук Феруму(II)

а) відновлення нітратної кислоти: До розчину солі Мора долити краплю концентрованої нітратної кислоти, підігріти розчин до припинення виділення газу і далі остудити його. Впевнитися, що в результаті реакції утворюється сіль Феруму(III), для чого в пробірку долити краплю 0,01 н. розчину амоній роданіду. Написати рівняння реакції.

б) відновлення гідрогенпероксиду: До розчину солі Мора долити 2 н. розчин сульфатної кислоти і 2-3 краплі 3%-ного розчину гідрогенпероксиду. Впевнитися, що в результаті реакції утворюється сіль Феруму(III), для чого в пробірку долити краплю 0,01 н. розчину амоній роданіду. Аналогічну реакцію провести у лужному середовищі. Написати рівняння реакцій.

в) відновлення аргентум нітрату: До розчину солі Мора долити розчин аргентум нітрату і трохи нагріти пробірку. На який процес вказує поява на внутрішніх стінках пробірки срібного дзеркала? Охолодити пробірку і внести в неї краплю 0,01 н. розчину амоній роданіду. Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Ферум(III) гідроксид. У дві пробірки помістити розчин ферум(III) хлориду, долити 2 н. розчин лугу. Потім в першу пробірку доливати розведену кислоту до розчинення осаду, а в другу – розчин лугу. Відмітити, що у водних розчинах ферум(III) гідроксид не проявляє кислотні властивості. Тільки при сплавленні ферум(III) гідроксиду з лугами або карбонатами лужних металів утворюються солі фератної кислоти (ферити), які розкладаються водою. Написати рівняння реакцій утворення ферум(III) гідроксиду, розчинення його у кислоті, утворення феритів при сплавленні; повного гідролізу натрій фериту, що проходить з утворенням FeOОН .

Дослід 6. Окисні властивості сполук Феруму(III)

а) окислення калій йодиду: До розчину FeCl_3 долити розчин калій йодиду. Відмітити забарвлення розчину і написати рівняння реакції.

б) окиснення натрій сульфїту: В розчин FeCl_3 вкинути декілька кристаликів натрій сульфїту. При цьому спочатку розчин забарвлюється в червоний колір в результаті утворення малостійкого ферум(III) сульфїту, який зникає при нагріванні. Який можна використати реактив, щоб переконатися у відновленні феруму до ступеня окислення +2. Написати рівняння реакції окиснення натрій сульфїту за участю води.

Дослід 7. Гідроліз солей Феруму

а) гідроліз ферум(II) сульфату: В нейтральний розчин лакмусу внести мікрошпатель солі Мора. Розмішати скляною паличкою. Визначити середовище по кольору лакмусу і написати рівняння реакції гідролізу FeSO_4 .

б) гідроліз ферум(III) хлориду: В нейтральний розчин лакмусу внести мікрошпатель ферум(III) хлориду. Визначити по кольору середовище. Пробірку нагріти і відмітити зміни. Написати рівняння гідролізу на холодую і при нагріванні.

в) гідроліз ферум(III) хлориду у присутності соди: В пробірку з розчином ферум(III) хлориду добавляти по краплям розчин соди. Відмітити випадання FeOОН . Який газ виділяється? Написати рівняння реакції.

Дослід 8. Дія сірководню і амоній сульфїду на солі Феруму(II) і Феруму(III)

а) одержання ферум(II) сульфідy: В одну пробірку з розчином солі Мора додати сірководневої води, у другу - розчин амоній сульфідy. У якій пробірці випав осад ферум(II) сульфідy? Перевірити розчинність осаду у розведений хлоридній кислоті. Написати у молекулярній і іонній формі рівняння реакції утворення ферум(II) сульфідy і його розчинення у хлоридній кислоті.

б) дія сірководню і амоній сульфідy на солі феруму(III): В одну пробірку з розчином солі феруму(III) додати сірководневої води, у другу - розчину амоній сульфідy. Порівняти колір осадів. Написати рівняння реакцій.

Дослід 9. Комплексні сполуки Ферум.

а) одержання комплексного ферум(III) фосфату: До розчину FeCl_3 додати 1 краплю 0,01 н. розчину амоній роданіду, а потім 2 краплі 2 н. розчину ортофосфорної кислоти. Що спостерігається? Написати рівняння реакції.

б) одержання комплексного ферум(III) фторидy: До розчину FeCl_3 додати 1 краплю 0,01 н. розчину амоній роданіду і 2 краплі 2 н. розчину фторидної кислоти. Що відбувається? Написати рівняння відповідних реакцій.

Лабораторна робота № 11

Дослід 1. Добування оксидів кобальту і ніколу

а) добування кобальт(III) оксидy: Помістити у тигель декілька кристалів кобальт(II) нітрату, поставити його у фарфоровий трикутник і обережно нагрівати слабим полум'ям горілки до припинення виділення газоподібних продуктів. Після охолодження тигля порошок Co_2O_3 перенести у пробірку, додати 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти і визначити по запаху, який газ виділяється. Написати рівняння реакцій.

б) одержання оксидів ніколу: Закріпити у штативі скляну трубку горизонтально і помістити у неї 2 мікрошпательні нікол(II) нітрату. Малим полум'ям горілки нагрівати трубку у тому місці, де знаходиться сіль. Продовжувати нагрівати одержаний чорний нікол(III) оксид до переходу його у більш стійкий сіро-зелений нікол(II) оксид. Після охолодження помістити невелику кількість одержаного продукту у пробірку, додати 2-3 краплі 2 н. розчину HCl і злегка нагріти. Описати проведену роботу і написати рівняння реакцій.

Дослід 2. Кобальт(II) і нікол(II) гідрооксиди

а) добування кобальт(II) гідрооксидy і його окиснення: У дві пробірки помістити по 2-3 краплі розчину солі Кобальту(II) і додати по краплям розчин лугу. Одержаний спочатку синій осад основної солі потім стає рожевим, що вказує на утворення кобальт(II) гідрооксидy. Осад у одній пробірці добре розмішати скляною паличкою, а в другу додати 2-3 краплі 3%-ного розчину гідроген пероксидy. У якій із пробірок спостерігається окиснення кобальт гідрооксидy? Написати рівняння реакцій.

б) одержання нікол(II) гідрооксидy і його окиснення: У три пробірки з розчином солі Ніколу(II) додати по краплям розчин лугу до випадання осаду нікол(II) гідрооксидy. У першій пробірці осад добре розмішати скляною паличкою, у другу додати 2-3 краплі 3%-ного розчину гідроген пероксидy, у третю пробірку додати 1 краплю бромної води. Де спостерігається окиснення? Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. Комплексні сполуки Кобальту і Ніколу

а) аквакомплекс кобальту(II) і його руйнування: У дві пробірки помістити по 4-5 крапель насиченого розчину солі Кобальту(II). У першу пробірку додати 2 краплі

концентрованої хлоридної кислоти, у другу пробірку внести невеличкий кусочок попередньо пропаленого на азбестовій сітці кальцій хлориду. Що спостерігається? У третю пробірку помістити кілька кристалів солі Кобальту(II) і 3-4 краплі етилового спирту, відмітити колір одержаного розчину. Додати до розчину 7-8 крапель води до появи нового забарвлення.

Написати скляною паличкою, змоченою 0,02 н. розчином CoCl_2 , будь-яке слово на фільтрувальному папері. Підсушити папір, піднести його до полум'я горілки і злегка підігріти, поки текст не стане видимим. Звернути увагу на знебарвлення надпису при охолодженні. Описати всі спостереження.

б) одержання комплексного кобальт роданіду: Помістити у пробірку 2 краплі насиченого розчину солі Кобальту(II) і додати 5-6 крапель насиченого розчину амоній роданіду; враховуючи, що при цьому утворюється розчин комплексної солі $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$. Відмітити колір одержаного розчину. Розбавити його водою до зміни забарвлення, додати 2 краплі суміші спирту з ефіром, розмішати розчин скляною паличкою і знову спостерігати зміну забарвлення. Потім у пробірку по краплям доливати дистильовану воду і спостерігати зміну забарвлення. Описати всі спостереження. Написати рівняння дисоціації комплексної солі кобальту; дисоціації комплексного іона; вираз константи нестійкості для комплексного іону.

в) одержання амінокомплексів Кобальту: До 3-4 крапель розчину солі кобальту(II) додавати по краплям 25%-ний розчин аміаку до випадання осаду кобальт(II) гідроксиду і його подальшого розчинення в результаті утворення комплексної сполуки, у якій кобальт має координаційне число 6. Одержаний розчин розлити у дві пробірки. В одній з них розчин добре перемішати скляною паличкою до зміни забарвлення у результаті окиснення комплексної сполуки Кобальту(II) у Кобальт (III). У другу пробірку додати 2-3 краплі 3%-ного розчину гідроген пероксиду. Пояснити зміну забарвлення. Написати рівняння реакцій: утворення амінокомплексу Кобальту(II); його окиснення киснем повітря і гідроген пероксидом; дисоціацію одержаних комплексних сполук; дисоціацію комплексних іонів і вирази констант нестійкості; взаємодію амінокомплексу Кобальту(III) із сульфідом амонію.

г) одержання нітрокомплексу Кобальту(II): До насиченого розчину солі Кобальту(II) додати мікрошпатель кристалічного калій нітрату та 1-2 краплі 2 н. розчину сульфатної кислоти. Який газ виділяється? Спостерігати випадання осаду і відмітити його колір. Написати рівняння реакцій.

д) одержання амінокомплексу Ніколу(II): Один мікрошпатель солі Ніколу(II) розчинити у 5 краплях води. Додати 5 крапель 25%-ного розчину аміаку. Додати до розчину 2-3 краплі амоній сульфіді. Що випадає у осад? Написати рівняння реакцій і описати всі спостереження.

Дослід 4. Реактив на іон Нікол(II)у - диметилгліоксим (реакція Чугаєва). Помістити у пробірку 5-6 крапель води, 2 краплі розчину солі Ніколу і 1 краплю аміачного розчину диметилгліоксиму. Реакція проходить з утворенням нерозчинного комплексу нікол диметилгліоксиму. Завдяки інтенсивному забарвленню цю реакцію використовують для виявлення дуже малої концентрації іонів ніколу у розчині.

Контроль знань на лабораторних заняттях № 10,11 та практичному занятті №4.

11. ПІДГРУПА КУПРУМУ

Програмні вимоги: Загальна характеристика елементів. Знаходження в природі. Одержання та застосування міді, срібла та золота. Фізичні та хімічні властивості металів. Сполуки Купруму(I) та (II). Комплексні сполуки Купруму. Сполуки Купруму(III). Сполуки Аргентуму(I) та (II). Комплексні сполуки Аргентуму. Сполуки Ауруму(I) та (III). Ціанідні комплекси Ауруму. Застосування сполук елементів підгрупи Купруму.

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.III с.585-595; [2] розд.6 с.301-314; [8] т.3 гл.XIII с.39-74.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

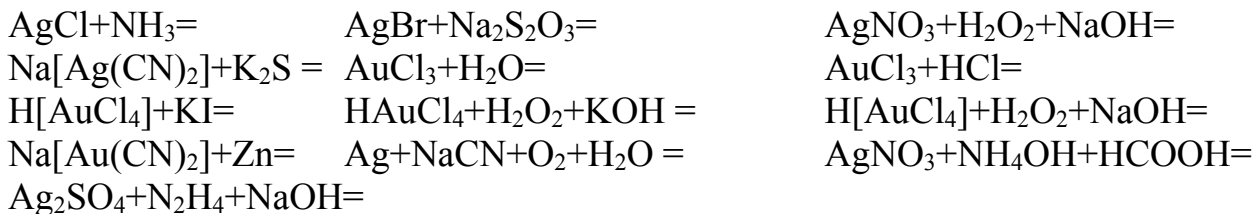
Теоретичні питання:

- 1.1. Дайте характеристику електронної будови атомів Купруму, Аргентуму, Ауруму.
- 1.2. Які ступені окиснення проявляють елементи підгрупи Купруму у сполуках, які координаційні числа характерні для них? Наведіть приклади.
- 1.3. Охарактеризуйте хімічні властивості елементів підгрупи Купруму.
- 1.4. У якому вигляді зустрічаються в природі Купрум, Аргентум, Аурум?
- 1.5. Як одержують мідь, срібло та золото?
- 1.6. Написати рівняння реакцій: а) одержання срібла та золота методом гідрометалургії; б) взаємодії міді, срібла з повітрям (позеленіння мідних та почорніння срібних виробів); в) взаємодії міді та срібла з розведеними та концентрованими розчинами сульфатної та нітратної кислот; г) розчинення золота в "царській горілці"; д) розчинення аргентум хлориду у амоній гідрооксиді та натрій тіосульфаті; е) взаємодії купрум(II) гідрооксиду з надлишком концентрованого розчину натрій гідрооксиду та з водним розчином аміаку.
- 1.7. Як одержують оксиди типу E_2O ($E - Cu, Ag, Au$). Які властивості вони мають? Чи відомі відповідні гідроксиди цих елементів?
- 1.8. Які сполуки Аргентуму знайшли використання у фотографії?
- 1.9. Наведіть приклади сполук Аргентуму із ступенем окиснення +2. Як їх одержують?
- 1.10. Дайте характеристику комплексним сполукам Купруму(II). Наведіть приклади та реакції їх утворення.
- 1.11. Дайте характеристику аурум(III) оксиду та гідрооксиду . Як одержують ці сполуки? Які їх властивості?
- 1.12. Які сполуки Купруму та Аргентуму із ступенем окиснення +3 відомі? Наведіть приклади.

Тестові завдання:

- 2.1. Чим пояснюється деяка подібність фізико-хімічних властивостей лужних металів та металів підгрупи Купруму та їх виразні відмінності ?

- 2.2. Чим пояснюється те, що на повітрі вироби з міді зеленіють, а із срібла – чорніють? Як можна запобігти почорнінню срібних виробів?
- 2.3. Поясніть, чому мідь, срібло та золото розчиняють у водних розчинах ціаніду калію? Напишіть рівняння хімічних реакцій.
- 2.4. Чому в розчинах KCN добре розчиняються AgCl, AgBr, AgI, а в розчині аміаку можна розчинити тільки AgCl і AgBr, але не AgI?
- 2.5. Виходячи із значень добутку розчинності (ДР) AgCl та Ag₂S, визначте, чи будуть вони випадати в осад при дії на розчин K[Ag(CN)₂] відповідно розчину хлориду натрію; розчину сульфідру натрію? ($ДР(AgCl) = 1,8 \cdot 10^{-10}$; $ДР(Ag_2S) = 6 \cdot 10^{-50}$; $K_{\text{нест}}[Ag(CN)_2]^- = 1 \cdot 10^{-21}$)
- 2.6. Чому безводний купрум сульфат – білого кольору, а його водний розчин – синього?
- 2.7. Чи можна розчинити CuS та Cu₂S в розчинах HCl, H₂SO₄ та HNO₃? Відповідь підтвердити рівняннями хімічних реакцій.
- 2.8. Між якими з попарно наведених речовин можлива хімічна взаємодія: 1) Ag і CuSO₄; 2) Cu і H₂SO_{4(k)}; 3) Ag і (HCl+HNO₃); 5) Cu₂(OH)₂CO₃ і HCl. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2.9. Написати молекулярні та іонні рівняння реакції гідролізу сульфату та нітрату купруму.
- 2.10. Написати в молекулярній та іонній формі рівняння реакції гідролізу купрум(II) сульфату в присутності натрій карбонату.
- 2.11. Виконати перетворення:
- Cu → Cu(NO₃)₂ → CuO → Cu(NO₃)₂ → CuO → Cu
- Cu → CuCl₂ → Cu(OH)₂ → [Cu(NH₃)₂](OH)₂
- Cu → CuSO₄ → Cu(OH)₂ → [Cu(NH₃)₂](OH)₂
- Au → AuCl₃ → H[AuCl₄]
- Ag → AgNO₃ → Ag → Ag₂SO₄ → Ag₂O → Ag₂C₂
- Ag → AgNO₃ → AgCl → [Ag(NH₃)₂]Cl → Ag₂S
- Cu → CuO → CuSO₄ → ZnSO₄ → Zn(OH)₂ → ZnO → Na₂ZnO₂
- 2.12. Скласти формули комплексних іонів для Cu²⁺, Au³⁺ з к.ч.=4 та лігандами: NH₃, S₂O₃²⁻, H₂O, Cl⁻, CN⁻. Дописати зовнішню координаційну сферу і дати назву комплексним сполукам.
- 2.13. Написати рівняння хімічних реакцій:
- | | | |
|--|--|---|
| Ag+HNO ₃ (розв.) = | Ag+HNO ₃ (конц) = | Ag+H ₂ SO ₄ (конц) = |
| Cu+H ₂ SO ₄ (конц.) = | Cu+H ₂ SO ₄ (розв.) = | Cu+HNO ₃ (конц) = |
| Cu+HNO ₃ (розв.) = | Au+H ₂ SeO ₄ = | Au+HCl+Cl ₂ = |
| Au+HCl+HNO ₃ = | Au+KCN+O ₂ +H ₂ O = | Cu+HCl+O ₂ = |
| Cu(OH) ₂ \xrightarrow{t} | Cu(CN) ₂ \xrightarrow{t} | Cu+Hg(NO ₃) ₂ = |
| CuCl ₂ +Cu = | CuSO ₄ +KI = | Cu(OH) ₂ +KCN = |
| CuCl+HCl = | Cu(OH) ₂ +KClO ₂ +KOH = | CuSO ₄ +H ₃ PO ₂ = |
| Cu(OH) ₂ +NH ₄ OH = | CuSO ₄ + Na ₂ CO ₃ + H ₂ O = | Ag ₂ O+H ₂ O ₂ =O ₂ + ... |
| AgBr+Na ₂ S ₂ O ₃ = | AgCl+NH ₄ OH = | Ag ₂ O+H ₂ C ₂ = |



2.14. Добутки розчинності AgCl і Ag_2CO_3 складають відповідно $1,6 \cdot 10^{-10}$ та $6,2 \cdot 10^{-12}$ при 25°C . Яка сіль є більш розчинною?

2.15. Відомо, що хлорид срібла розчиняється в розчинах аміаку, тіосульфату натрію, ціаніду калію. Складіть рівняння відповідних реакцій, враховуючи, що срібло проявляє координаційне число 2.

Розрахункові задачі:

3.1. Відносна атомна маса Купруму 63,546. Природна сполука складається з двох ізотопів $^{63}\text{Cu}_{29}$ і $^{65}\text{Cu}_{29}$. Визначити масову частку (%) кожного ізотопу.

3.2. При зневодненні кристалогідрату купрум(II) хлориду із 2,046 г кристалогідрату одержано 1,614 г безводного купрум(II) хлориду. Визначити число молекул води в кристалогідраті.

3.3. Яку масу міді можна одержати з 5,8 г халькопіриту, що містить 5 % домішок, якщо вихід реакції складає 90 % від теоретичного. Який об'єм SO_2 (н.у.) виділиться при цьому?

3.4. Для визначення вмісту NaCl у суміші, що не містить інших хлоридів, 0,8744 г цієї суміші розчинили у воді і на осадження витратили 10 мл 0,025 н. розчину AgNO_3 . Визначити масову частку NaCl вихідній суміші.

3.5. Руда містить 10 % мідного блиску (Cu_2S). Яка кількість даної руди еквівалентна 1 т міді?

3.6. Скільки мілілітрів 10 %-ного розчину їдкого натру ($\rho = 1,11$ г/мл) потрібно для осадження Купруму у вигляді $\text{Cu}(\text{OH})_2$ з 0,6458 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

3.7. Скільки мілілітрів 34 %-ного розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,21$ г/мл) необхідно для розчинення 100 г срібла?

3.8. Скільки г аргентум нітрату треба взяти, щоб приготувати 10 г 2 %-ного розчину очних крапель? Чи буде цей розчин ізотонічним? // 0,2 г

3.9. Добуток розчинності аргентум йодиду рівний $8,3 \cdot 10^{-17}$. Розрахувати розчинність цієї солі в моль/л та г/л. // $9,1 \cdot 10^{-9}$ моль/л; $2,14 \cdot 10^{-6}$ г/л

3.10. Яка із солей – AgCl чи AgI – більш розчинна у воді? AgCl чи Ag_2CrO_4 ? У скільки разів? ($DP(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$; $DP(\text{AgI}) = 1,1 \cdot 10^{-16}$; $DP(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 4 \cdot 10^{-12}$)

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 12

Дослід 1. Взаємодія міді з розведеними і концентрованими кислотами. У три пробірки помістити шматочки міді і долити по 5-6 крапель 2 н. розчинів кислот: у першу - хлоридної; у другу - сульфатної; у третю - нітратної. Провести аналогічний дослід з концентрованими кислотами без нагрівання і (*обережно!*) при нагріванні. Написати рівняння реакцій.

Дослід 2. Взаємодія купрум(II) оксиду з кислотами. У дві пробірки внести 2-3 мікрошпателя купрум(II) оксиду і додати по 5-6 крапель 2 н. кислот: в одну пробірку - хлоридної, у другу - сульфатної. Спостерігати появу забарвлення. Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. Одержання купрум(II) гідроксиду і дослідження його властивостей

а) одержання купрум(II) гідроксиду і його розклад при нагріванні: Внести у пробірку по 3-4 краплі розчину купрум(II) сульфату і 2 н. розчину луґу. Обережно нагріти пробірку з одержаним осадом. Як змінюється колір осаду при перетворенні купрум(II) гідроксиду у оксид? Написати рівняння реакцій.

б) відношення купрум(II) гідроксиду до кислот і лугів: Одержати у двох пробірках купрум(II) гідроксид. В першу пробірку долити 2 н. розчин сульфатної кислоти, у другу - 2 н. розчину луґу. Зробити висновок про властивості купрум(II) гідроксиду. Написати рівняння реакції.

Дослід 4. Одержання малорозчинних солей Купруму(II)

а) одержання купрум(II) сульфідy: У пробірку з розчином купрум(II) сульфату долити стільки ж сірководневої води. Відмітити колір осаду і написати у молекулярній і іонній формі рівняння реакції.

б) одержання основного купрум(II) карбонату: У пробірку з розчином купрум(II) сульфату долити розчин соди. Спостерігати випадання осаду купрум гідроксокарбонату. Написати рівняння реакції за участю води.

Дослід 5. Одержання купрум(I) йодиду. Внести у пробірку по 3 краплі розчинів купрум(II) сульфату і калій йодиду. Відмітити утворення і колір осаду. За допомогою крохмалю довести, що жовтий колір обумовлений виділенням вільного йоду. Для визначення кольору осаду купрум(I) йодиду необхідно вільний йод, який маскує колір осаду, перевести в безбарвний йон. Для цього можна доливати у пробірку по краплям розчин натрій сульфїту до зникнення жовтого забарвлення. Осад зберегти для досліду 7, а. Написати рівняння реакцій. Чим пояснити стійкість купрум(I) йодиду.

Дослід 6. Одержання купрум(I) оксиду. Помістити у мікроколбочку 3-4 краплі розчину купрум(II) хлориду і 5-6 крапель 10%-ного розчину формальдегіду НСНО. Нагріти одержану суміш до кипіння. Додати у колбочку 4-5 крапель 2 н. розчину натрій гідроксиду і спостерігати випадання жовтого осаду дрібнодисперсного купрум(I) гідроксиду. Як змінився колір розчину? Продовжувати кип'ятити вміст колби до переходу кольору осаду у червоний, характерний для купрум(I) оксиду. Порівняти колір одержаного купрум(I) оксиду із кольором купрум(II) оксиду (дослід 3,а). Написати рівняння реакцій.

Дослід 7. Комплексні сполуки купруму

а) одержання комплексного купрум(I) тіосульфату: У пробірку з осадом купрум(I) йодиду, одержаним у досліді 5, додати декілька крапель розчину натрій тіосульфату. Спостерігати повне розчинення осаду у результаті утворення добре розчинного комплексного купрум(I) тіосульфату. Написати рівняння реакції.

б) одержання купрум(II) амінокомплексу: У пробірку з розчином купрум(II) сульфату доливати по краплям 2 н. розчин аміаку до повного розчинення осаду основної солі $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$, який утворився при введенні перших крапель аміаку. Відмітити колір вихідного розчину купрум сульфату і одержаного розчину. Написати рівняння реакцій.

Дослід 8. Одержання аргентум оксиду. У пробірку з розчином аргентум нітрату додати декілька крапель 2 н. розчину натрій гідроксиду до випадання осаду аргентум оксиду. Осад зберегти для досліду 10,б. Написати рівняння реакцій утворення аргентум гідроксиду і його розкладу.

Дослід 9. Окисні властивості аргентум оксиду

а) взаємодія аргентум оксиду з станум(II) хлоридом у лужному середовищі: До розчину станум(II) хлориду доливати по краплям 2 н. розчин натрій гідроксиду до розчинення осаду. До одержаного розчину $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$ додати 1-2 краплі аргентум нітрату. Спостерігати випадання чорного порошку металічного срібла. Довести утворення срібла шляхом додавання 2 н. розчину аміаку, в якому, на відміну від аргентум оксиду, срібло не розчиниться. Написати рівняння реакцій.

б) одержання срібного дзеркала: В стаканчику нагріти до кипіння 25-30 мл води. У пробірку внести 4-5 крапель розчину аргентум нітрату і додати 2-5 крапель 2 н. розчину аміаку, струшуючи пробірку при введенні кожної краплі до розчинення утвореного осаду. До одержаного прозорого розчину додати 10 %-ний розчин глюкози в об'ємі, що рівний сумарному об'єму аргентум нітрату і аміаку. Перемішати розчин і поставити у пробірку із гарячою водою. Через 2-3 хв. вийняти пробірку із стаканчика і вилити розчин. Пробірку ополоснути водою із промивалки. Яка речовина виділилася із розчину і осіла на стінках пробірки? Написати рівняння реакції, враховуючи, що глюкоза переходить у глюконову кислоту.

Дослід 10. Малорозчинні і комплексні сполуки Аргентуму

а) одержання амінокомплексів Аргентуму(I): У чотири пробірки внести по 2 краплі розчину аргентум нітрату. У одну пробірку додати 2 краплі калій хлориду, у другу - калій броміду, у третю - калій йодиду, у четверту - калій хромату. Відмити колір одержаних осадів. Додати у всі пробірки по 3 краплі 25 %-ного розчину аміаку. Осади яких речовин практично повністю розчинилися у аміаку? Написати у молекулярному і іонному вигляді рівняння реакцій.

б) одержання комплексної основи Аргентуму: До осаду аргентум оксиду, одержаного у досліді 8, додавати по краплям 2 н. розчин аміаку. Спостерігати розчинення осаду в результаті утворення розчинної комплексної основи Аргентуму. Написати рівняння реакції.

в) одержання комплексних аргентум сульфату і тіосульфату: У пробірку з розчином аргентум нітрату додавати по краплям розчин натрій тіосульфату і спостерігати розчинення спочатку утвореного осаду аргентум тіосульфату. Провести аналогічний дослід взаємодії аргентум нітрату із натрій сульфідом. Написати рівняння реакцій.

Контроль знань на лабораторному занятті № 12.

12. ПІДГРУПА ЦИНКУ

Програмні вимоги: Загальна характеристика підгрупи. Сполуки елементів в природі. Токсичність. Одержання та застосування металів, їх фізичні та хімічні властивості. Найважливіші сполуки Цинку. Амфотерність. Найважливіші сполуки Кадмію. Найважливіші сполуки Меркурію(I) і (II). Комплексні сполуки Цинку, Кадмію та Меркурію.

Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.III с.595-603; [2] розд.5 с.273-288; [8] т.2 гл.XII с.335-362.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

Теоретичні питання:

1.1. Напишіть електронні формули атомів Цинку і Кадмію. В якого з цих елементів металічні властивості виражені краще? Чому?

- 1.2. Напишіть електронні формули атомів елементів Zn, Hg та іонів Zn^{2+} , Hg^{2+} . Вкажіть валентні можливості атомів, обґрунтуйте можливість йонів проявляти координаційне число рівне 4 при утворенні комплексних сполук.
- 1.3. В чому схожість і відмінність між елементами підгрупи цинку по їх здатності до комплексоутворення?
- 1.4. Як розташовані Zn, Cd, Hg в ряді стандартних електродних потенціалів металів? Напишіть рівняння реакції взаємодії Zn, Hg з розведеними та концентрованими розчинами хлоридної, сульфатної та нітратної кислот.
- 1.5. Назвіть найважливіші природні сполуки Цинку, Кадмію та Меркурію.
- 1.6. Назвіть основний принцип одержання металів підгрупи Цинку із їх сульфідних руд. Опишіть процес очистки цинку, кадмію та ртуті.
- 1.7. Як взаємодіє цинк з розчинами лугів, аміаку, амоній хлориду? Напишіть рівняння реакцій.
- 1.8. Напишіть рівняння реакцій розчинення цинку в кислотах – хлоридній, сульфатній, нітратній – різної концентрації.
- 1.9. Що таке амальгами? Чи є вони хімічними сполуками? Чи зберігає свої властивості метал, розчинений в ртуті? Відповідь підтвердити прикладами.
- 1.10. Який з гідроксидів – цинку чи кадмію повинен проявляти більш основні властивості. Чому?
- 1.11. Напишіть схему рівноваги в системі "осад–розчин" гідроксиду цинку і вкажіть зміщення рівноваги при додаванні кислоти або лугу.
- 1.12. Напишіть рівняння реакцій, що характеризують амфотерні властивості диаквадигідроксоцинку.
- 1.13. Напишіть формули різних типів солей, які утворює цинк гідроксид.
- 1.14. Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються при додаванні до розчину, що містить йони елементів підгрупи а) надлишку лугу; б) надлишку аміаку.
- 1.15. Наведіть приклади комплексних сполук елементів підгрупи.
- 1.16. Що уявляють собою автокомплекси? Наведіть приклади таких комплексів.
- 1.17. Який склад основи Міллона? Навести рівняння хімічної реакції, при якій утворюється ця основа?
- 1.18. Що таке “плавкий” та “неплавкий” преципітат? Як вони одержуються і чим відрізняються?
- 1.19. Що уявляє собою “реактив Неслера”? Для чого він використовується?
- 1.20. Які сполуки відомі під назвою “кіноварь”, “каломель”, “сулема”?
- 1.21. Назвіть сфери практичного застосування цинку, кадмію, ртуті та їх сполук.

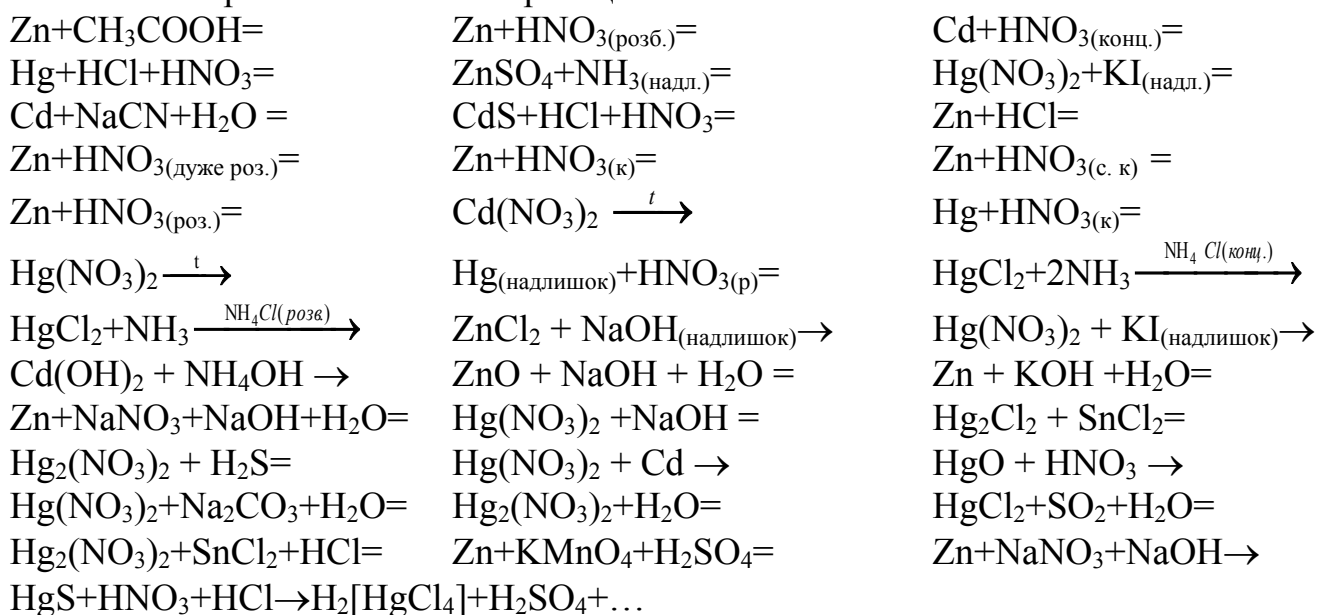
Тестові завдання:

- 2.1. Які два елементи різних підгруп II групи найбільш близькі по властивостям? Відповідь аргументуйте, підтвердити фактами.
- 2.2. Дайте порівняльну характеристику елементів головної та побічної підгруп II групи.
- 2.3. Як змінюється хімічна активність у ряді Zn–Cd–Hg стосовно водних розчинів кислот і лугів?
- 2.4. Чи залежить склад продуктів реакції ртуті з розведеною азотною кислотою від відносних кількостей реагентів? Якщо так, то як і чому? Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій.

- 2.5. Які хімічні реакції використовують для зв'язування залишків металічної ртуті, що пролилася внаслідок необережної поведінки?
- 2.6. Чим пояснити той факт, що для Меркурію, на противагу Кадмію та Цинку, характерні два ступені окиснення: +2 і +1. Яка валентність Меркурію у відповідних сполуках?
- 2.7. Як розділити цинк і кадмій?
- 2.8. На чому базується застосування концентрованого “розчину” цинку в соляній кислоті при пайці металів?
- 2.9. Є два розчини хлориду цинку: один – у воді (концентрований), інший – в соляній кислоті. Які іони містяться в цих розчинах? Оцініть їх відносні кількості в розчинах.
- 2.10. Чому при пропусканні сірководню через розчин цинк хлориду сульфід металу осаджується лише частково, а якщо взяти розчин цинк ацетату, то цинк сульфід осадиться повністю? Що відбудеться, якщо на розчині обох солей подіяти амоній сульфідом? Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.11. До розчинів меркурій(II) нітрату та меркурій(I) нітрату додали еквівалентну кількість лугу. Які сполуки утворилися? Що буде відбуватися, якщо замість розчину лугу добавляти розчин аміаку? Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.12. Чому термічний розклад меркурій(II) нітрату проходить з утворенням металу, а не оксиду?
- 2.13. В ряду $\text{HgCl}_2 \rightarrow \text{HgBr}_2 \rightarrow \text{HgI}_2$ розчинність у воді різко спадає (0,27; 0,017; 0,00013 моль/л відповідно). Меркурій(II) фторид добре розчиняється у воді, але у значній мірі гідролізує. Поясніть ці явища.
- 2.14. Меркурій(II) хлорид помірно розчиняється у воді. Але у присутності соляної кислоти або хлориду амонію його розчинність різко зростає. В чому причина цього явища?
- 2.15. Чому меркурій(II) сульфід розчиняється в розчині сульфіді лужного металу, але не розчиняється в розчині амоній сульфіді?
- 2.16. Кіноварь і каломель розчиняються в “царській водці”. Складіть рівняння відповідних хімічних реакцій.
- 2.17. Як взаємодіє меркурій(I) нітрат з сульфідом, йодидом, ціанідом натрію у водному розчині? Напишіть рівняння реакцій і дайте пояснення.
- 2.18. Як розділити сульфіді меркурію(II) та кадмію?
- 2.19. Який розчин необхідно взяти для більш повного осадження цинк сульфіді із розчину солі цинку: H_2S чи $(\text{NH}_4)_2\text{S}$? Відповідь мотивуйте.
- 2.20. Запропонуйте декілька способів розпізнавання розчинів солей меркурію(II) та меркурію(I).
- 2.21. Написати реакції взаємодії HgCl_2 з аміаком в присутності концентрованого і розбавленого NH_4Cl .
- 2.22. З допомогою яких речовин можна розділити катіони Zn^{2+} і Cd^{2+} , що разом перебувають у розчині. 1) NaOH ; 2) NH_4OH ; 3) H_2SO_4 ; 4) Na_2SO_4 ; 5) Na_2S ? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2.23. Як одержати із сулеми меркурій(II)оксид? Напишіть рівняння реакції.
- 2.24. Написати в молекулярній та іонній формі реакції гідролізу нітратів цинку, меркурію(II).

- 2.25. Написати координаційні формули і назвати наступні сполуки: а) $Zn(OH)_2 \cdot 2KOH$; б) $Cd(OH)_2 \cdot 4NH_3$; в) $2KI \cdot HgI_2$.
- 2.26. Яка з солей – $ZnCl_2$ чи $[Zn(NH_3)_4]Cl_3$ в 1 н. розчині має більшу ступінь гідролізу? Чому?
- 2.27. Розташувати в порядку збільшення стійкості наступні іони: $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$, $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Ag(CN)_2]^-$, $[HgI_4]^{2-}$. Значення констант нестійкості відповідно дорівнюють: $7,56 \cdot 10^{-8}$, $1,3 \cdot 10^{-14}$, $8 \cdot 10^{-22}$, $1,48 \cdot 10^{-30}$. Дописати зовнішню координаційну сферу і назвати одержані комплексні сполуки.
- 2.28. Навести приклади реакцій, в яких: а) цинк є відновником; б) Hg^{2+} – окисником; в) Hg_2^{2+} – відновником.
- 2.29. На основі значень стандартних окисно-відновних потенціалів вирішити, в якому середовищі цинк є більш сильним відновником.
- 2.30. Виконати хімічні перетворення:
- $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO \rightarrow Zn$;
 $Zn \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO \rightarrow Zn$
 $Zn \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO \rightarrow Na_2ZnO_2$
 $Zn \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO \rightarrow Na_2ZnO_2$
 $Hg \rightarrow Hg(NO_3)_2 \rightarrow HgO \rightarrow Hg \rightarrow HgCl_2 \rightarrow Hg(NH_3)_2Cl$
 $HgSO_4 \rightarrow HgO \rightarrow HgCl_2 \rightarrow Hg \rightarrow HgNO_3 \rightarrow HgCl_2$.

2.31. Закінчити рівняння хімічних реакцій:



Розрахункові задачі:

- 3.1. Скільки цинку і сірчаної кислоти може бути одержано із 1 кг цинкової обманки, що містить 90 % ZnS .
- 3.2. Визначити масові частки (%) компонентів у суміші карбонату з оксидом цинку, якщо при прокалюванні цієї суміші одержали 4,02 г оксиду цинку.
- 3.3. Який об'єм 1,0 н. розчину $(NH_4)_2S$ потрібно для осадження із розчину у вигляді сульфідів іонів Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , якщо загальний вміст в розчині солей $ZnSO_4$, $CdSO_4$, $Hg(NO_3)_2$ складає 1,0 г, а процентний вміст кожної з солей такий: $ZnSO_4$ – 40 %; $CdSO_4$ – 10 % і $Hg(NO_3)_2$ – 50 %.
- 3.4. Розчин сулеми, який використовується в медицині, готують розчиненням 1 г солі в 2 кг води. Яка молярна та процентна (масова доля) концентрація одержаного розчину? ($\rho = 1,0$ г/мл). // 0,0018 М; 0,05 %

- 3.5.. Максимально допустима концентрація меркурію в повітрі дорівнює $1 \cdot 10^{-5}$ мг/л. Визначити: а) скільки атомів меркурію міститься в 1 мл повітря; б) якому парціальному тиску відповідає вказана концентрація меркурію. // $1,13 \cdot 10^{-8}$ кПа; $3 \cdot 10^{10}$ атомів
- 3.6. $DP(\text{HgCl}_2) = 1,32 \cdot 10^{-18}$. Розрахувати розчинність солі в моль/л, г/л, г/100г H_2O . // $6,9 \cdot 10^{-7}$ моль/л; $3,2 \cdot 10^{-4}$ г/л; $3,2 \cdot 10^{-5}$ г/100г.
- 3.7. Меркурій(І) нітрат одержують розчиненням ртуті у розведеній нітратній кислоті та при надлишку металу. Скільки літрів 25%-ного розчину кислоти ($\rho = 1,15$ г/мл) потрібно на 1 кг ртуті, враховуючи прийняте на практиці молярне співвідношення $\nu(\text{Hg}) : \nu(\text{HNO}_3) = 1 : 1,19$?
- 3.1. Цинкову пластинку масою 10,00 г опустили в розчин купрум(ІІ)сульфату. Після закінчення реакції промита і висушена пластинка має масу 9,90 г. Пояснить зміну маси пластинки і визначте масу купрум(ІІ)сульфату, що міститься в розчині ($M(\text{Cu}) = 63,54$ г/моль, $M(\text{Zn}) = 65,38$ г/моль) // 8,67 г CuSO_4 .
- 3.14. При електролізі розчину CuCl_2 на аноді виділилося 560 мл газу (н.у.). Знайти масу міді, що виділилася на катоді.

Опис дослідів до лабораторних робіт:

Лабораторна робота № 13

Дослід 1. Розчинення цинку в кислотах і лугах. У пробірку з 2 н. розчином сульфатної кислоти досипати мікрошпатель порошку цинку і злегка підігріти. Аналогічні досліді провести з концентрованою сульфатною кислотою, 2 н. розчином хлоридної кислоти і 2 н. розчином натрій гідроксиду. Описати всі спостереження. Написати рівняння реакцій.

Дослід 2. Гідроксиди цинку і кадмію і їх властивості. Налити у дві пробірки по 3-4 краплі розчину солі Цинку, у дві інші - стільки ж розчину солі Кадмію. У кожную пробірку добавляти по краплям 2 н. розчин натрій гідроксиду до появи білих студенистих осадів гідроксидів. Дослідити відношення одержаних гідроксидів до кислот і лугів. Зробити висновок про властивості гідроксидів. Написати у молекулярній і іонній формі рівняння реакцій.

Дослід 3. Сульфід цинку і кадмію. У дві пробірки, в одній з яких знаходиться 3-4 краплі розчину солі Цинку, а в другій - стільки ж розчину солі Кадмію, добавити по 2-3 краплі насиченого розчину сульфід амонію. Відмітити колір утворених осадів і добавити в кожную пробірку по одній краплі 1 н. хлоридної кислоти. Який із сульфідів є більш розчинним у кислоті? Написати рівняння реакцій.

Дослід 4. Гідроліз солей Цинку і Кадмію. Помістити в одну пробірку декілька кристаликів солі Цинку, у другу - стільки ж солі Кадмію і розчинити їх у 1-2 краплях води. Додати в кожную пробірку по 2-3 краплі розчину лакмусу і злегка нагріти. У третю пробірку налити 2-3 краплі розчину лакмусу і 1-2 краплі води і порівняти кольори розчинів. Написати у молекулярній і іонній формі рівняння процесів, що викликають зміну забарвлення лакмусу.

Дослід 5. Комплекси сполуки Цинку і Кадмію. Помістити у пробірку 1 краплю розчину солі Цинку і добавити 2 краплі 2 н. розчину аміаку. До одержаного осаду добавляти по краплям розчин аміаку до його розчинення. Аналогічний дослід проробити з розчином солі Кадмію. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що характерне координаційне число іонів-комплексоутворювачів 4. Написати рівняння

дисоціації одержаних комплексних сполук і комплексних йонів, а також вирази констант нестійкості.

Дослід 6. Одержання малорозчинних солей Меркурію

а) одержання меркурій хлоридів: У одній пробірці одержати меркурій(II) хлорид, у другій - меркурій(I) хлорид обмінною взаємодією відповідних солей з 0,5 н. розчином натрій хлориду. Із спостережень зробити висновок про порівняльну розчинність сулеми і каломелі. Написати рівняння реакцій.

б) одержання меркурій йодидів: У одній пробірці одержати меркурій(II) йодид, у другій - меркурій(I) йодид обмінною взаємодією відповідних солей з 0,5 н. розчином калій йодиду (розчин калій йодиду добавляти по одній краплі, до випадання осадів). Відмітити колір одержаних осадів. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що іон Hg_2^{2+} схильний до диспропорціювання Hg_2^{2+} із виділенням вільної ртуті.

в) дія сірководню на солі Меркурію: Подіяти сірководневою водою на розчини меркурій(II) і меркурій(I) нітратів у двох пробірках. Відмітити колір одержаних осадів. Написати рівняння проведених реакцій, враховуючи, що меркурій(I) сульфід практично нестійкий і одразу утворюється меркурій(II) сульфід і металічна ртуть.

Дослід 7. Комплексні сполуки Меркурію

а) взаємодія меркурій(II) нітрату із надлишком калій йодиду: В пробірку з розчином меркурій(II) нітрату добавляти по краплям розчин калій йодиду. Спостерігати утворення осаду і його подальше розчинення в надлишку калій йодиду. Написати координаційну формулу одержаної комплексної сполуки. До одержаного розчину добавити 2 краплі розчину аргентум нітрату. Що спостерігається? Написати рівняння реакцій у молекулярній і іонній формі. Написати вирази константи нестійкості одержаного комплексного аніону.

б) взаємодія меркурій(II) нітрату із надлишком калій роданіду: До розчину меркурій(II) нітрату додати кілька крапель насиченого розчину калій роданіду. Написати координаційну формулу утвореної комплексної сполуки. Добавити 2-3 краплі насиченого розчину кобальт хлориду. Написати рівняння реакцій у молекулярній і іонній формі. Назвати одержані комплексні солі.

в) взаємодія солей Меркурію з розчином аміаку: В пробірку з розчином меркурій(II) нітрату добавити 1-2 краплі 2 н. розчину аміаку та спостерігати випадання білого осаду $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\text{NO}_3$. Аналогічний дослід провести з розчином меркурій(I) нітрату та спостерігати утворення чорного осаду металічної ртуті, що утворюється одночасно з $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\text{NO}_3$. Написати рівняння реакцій.

Дослід 8. Окислювальні властивості солей Меркурію(II). До розчину меркурій(II) нітрату додати краплю 0,5 н. розчину станум хлориду. Спостерігати появу білого осаду каломелі. Через 3-4 хв. осад темніє. Чому? Написати рівняння реакції.

Дослід 9. Відновлювальні властивості солей меркурію(I). Помістити у фарфоровий тигель 7-8 крапель розчину меркурій(I) нітрату, додати 2 краплі концентрованої нітратної кислоти і кип'ятити 1-2 хв. Охолодити рідину і піпеткою перенести її у пробірку. У другу пробірку помістити такий же об'єм розчину меркурій(I) нітрату і до обох розчинів додати по 2 краплі насиченого розчину натрій хлориду. Чим можна пояснити відмінності в протіканні реакції? Написати рівняння проведених реакцій.

Контроль знань на лабораторному занятті №13**13. ПІДГРУПА СКАНДІЮ****Програмні вимоги:**

Елементи підгрупи Скандію: Загальна характеристика підгрупи. Одержання металів та їх застосування. Хімічні властивості. Найважливіші сполуки.

Лантаноїди: Електронна будова атомів лантаноїдів. Одержання, методи розділення. Використання лантаноїдів та їх сполук. Хімічні властивості лантаноїдів. Найважливіші сполуки лантаноїдів.

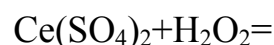
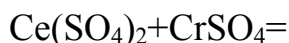
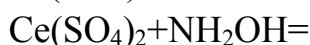
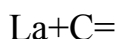
Література для самостійної роботи: [1] ч.2 розд.ІІІ с.499-502, розд.ІV с.603-620; [3] розд.ІІІ с.193-227; [8] т.2 гл.ХІ с.228-265.

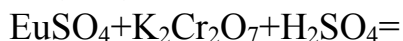
Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:**ПІДГРУПА СКАНДІЮ ТА ЛАНТАНОЇДИ****Теоретичні питання:**

- 1.1. Поясніть, чому для елементів Se, Y, La, Ac, на відміну від інших елементів побічних підгруп, спостерігається послідовне збільшення атомного радіусу і пониження потенціалу іонізації.
- 1.2. Чому рідкоземельні елементи мають близькі хімічні властивості?
- 1.3. Що таке “лантаноїдне стиснення”? Як це явище впливає на властивості елементів?
- 1.4. Чим пояснити стійку ступінь окиснення +3 для лантаноїдів, не дивлячись на збільшення загального числа *f*-електронів?
- 1.5. Що таке “мішметал”?
- 1.6. Які мінерали містять Скандій, Ітрій, Лантан та лантаноїди?
- 1.7. Які методи використовують для розділення скандію, ітрію, лантану та лантаноїдів?
- 1.8. Дайте порівняльну характеристику елементів головної та побічної підгруп ІІІ групи.
- 1.9. Який характер оксидів та гідроксидів скандію, ітрію та лантану?
- 1.10. Як одержують гідриди елементів підгрупи Скандію і які їх властивості? В чому основна відмінність гідридів цих елементів від гідридів алюмінію та галію?
- 1.11. Які сульфіди відомі для елементів підгрупи Скандію? Як їх одержують? Які властивості вони проявляють?
- 1.12. Чому для Ітрію, Лантану та лантаноїдів в комплексних сполуках характерні координаційні числа більше шести?

Тестові завдання:

2.1. Напишіть рівняння хімічних реакцій:





Контроль знань на практичному занятті №5.

14. АКТИНОЇДИ. РАДІОАКТИВНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Програмні вимоги:

Актиноїди: Електронна будова атомів актиноїдів. Сполуки в природі. Одержання торію та урану. Застосування актиноїдів в атомній енергетиці. Хімічні властивості актиноїдів. Найважливіші сполуки актиноїдів.

Радіоактивність. Типи радіоактивних перетворень. Основний закон радіоактивності. Радіоактивні ряди. Ядерні реакції. Штучна радіоактивність. Синтезовані елементи.

Література для самостійної роботи: [1] ч.1 розд.1; [6] т.3 гл.ХУІ с.309-375; [2], гл.Х.

Орієнтовний перелік питань, що виносяться на колоквиум:

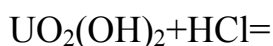
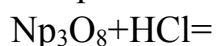
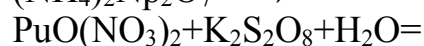
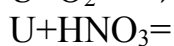
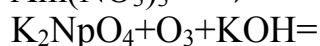
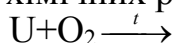
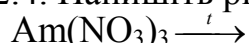
АКТИНОЇДИ

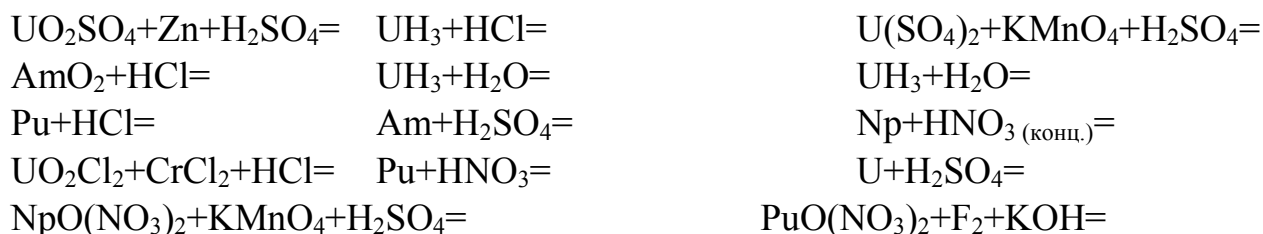
Теоретичні питання:

- 1.1. Чому, на відміну від лантаноїдів, актиноїди суттєво відрізняються один від одного по своїм хімічним властивостям?
- 1.2. Які ступені окиснення характерні для актиноїдів? Наведіть приклади відповідних сполук.
- 1.3. Які реакції лежать в основі синтезу трансуранових елементів?
- 1.4. Як відносяться Ас, Ра, U до води і кислот? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 1.5. Як розділити ізотопи ^{238}U та ^{235}U ?
- 1.6. Які з актиноїдів проявляють у сполуках ступені окиснення +6 та +7? Як одержують ці сполуки?
- 1.7. Для яких актиноїдів характерні ступені окиснення +4 та +5? Наведіть приклади одержання цих сполук.
- 1.8. Які актиноїди проявляють в своїх сполуках ступені окиснення +2 і +3? Навести приклади.

Тестові завдання:

- 2.1. Зобразіть графічні формули сполук U_3O_8 та Np_3O_8 . В чому полягає їх відмінність?
- 2.2. Як залежать властивості оксидів та гідроксидів актиноїдів від ступеня окиснення цих елементів? Розглянути це питання на прикладі оксидів та гідроксидів Ас, Th, Ра, U, Np, Pu, Am та Cm.
- 2.3. Яку відмінність в хімічних властивостях плутонію, урану та америцію можна покласти в основу методів їх розділення?
- 2.4. Напишіть рівняння хімічних реакцій:





РАДІОАКТИВНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Теоретичні питання:

- 1.1. Дати визначення енергії зв'язку ядра. З чим пов'язано виникнення цієї енергії?
- 1.2. Напишіть відомі типи ядерного розпаду. Навести приклади для кожного типу ядерного розпаду.
- 1.3. Дати визначення поняття "ядерні реакції". Навести три приклади ядерних реакцій.
- 1.4. Яка радіоактивність називається природною, а яка – штучною? Навести відповідні приклади.
- 1.5. Напишіть два принципово можливі шляхи синтезу нових трансуранових хімічних елементів.
- 1.6. Сформулюйте основний закон радіоактивного розпаду, дайте його математичний вираз.

Тестові завдання:

- 2.1. Напишіть рівняння ядерного розпаду: а) $^{152}_{62}\text{Sm}$ втрачає α -частинку; б) $^{87}_{37}\text{Rb}$ проходить β^- розпад; в) $^{40}_{19}\text{K}$ – електронний захват.
- 2.2. Поясніть, який тип радіоактивного розпаду спостерігається при наступних перетвореннях:
 - а) $^{34}_{17}\text{Cl} \rightarrow ^{34}_{16}\text{S}$; б) $^{43}_{21}\text{Sc} \rightarrow ^{43}_{20}\text{Ca}$; в) $^{152}_{62}\text{Sm} \rightarrow ^{148}_{60}\text{Nd}$
- 2.3. Написати рівняння ядерної реакції, що проходить при бомбардуванні $^{14}_7\text{N}$ α -частинками, якщо в результаті утворюється протон та ізоотоп деякого елемента. Визначити, ізоотоп якого елемента утворюється.
- 2.4. Напишіть рівняння ядерних реакцій:

$^{238}_{92}\text{U} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^{238}_{93}\text{Np} + \dots$	$^{238}_{92}\text{U} + ^{16}_8\text{O} \rightarrow 5\ ^1_0\text{n} + \dots$	$^{12}_6\text{C} + ^1_0\text{n} =$
$^{253}_{99}\text{Es} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^1_0\text{n} + \dots$	$^{10}_5\text{B} + ^4_2\text{He} = ^{13}_7\text{N} + \dots$	$^{209}_{83}\text{Bi} + ^4_2\text{He} = ^{211}_{85}\text{At} + \dots$
$^6_3\text{Li} + ^1_0\text{n} = ^4_2\text{He} + \dots$	$^{83}_{35}\text{Br} = ^1_0\text{n} + \dots$	$^{208}_{82}\text{Pb} + ^{54}_{24}\text{Cr} = ^{259}_{106}\text{X} + \dots$
$^{27}_{13}\text{Al} + ^4_2\text{He} = ^{30}_{14}\text{Si} + \dots$	$^{98}_{42}\text{Mo} + ^2_1\text{D} = ^1_0\text{n} + \dots$	$^{243}_{95}\text{Am} + ^{22}_{10}\text{Ne} = 5\ ^1_0\text{n} + \dots$
$^{244}_{96}\text{Cm} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{245}_{97}\text{Bk} + ^1_1\text{H} + \dots$		
- 2.5. а) Нуклід якого елемента утворюється в результаті випромінювання нуклідом $^{131}_{53}\text{I}$ β -частинки? б) Нуклід якого елемента утвориться в результаті випромінювання нуклідом $^{222}_{86}\text{Rn}$ α -частинки? Напишіть рівняння ядерних перетворень для а) і б).
- 2.6. В 1919 р. Е. Резерфорд вперше здійснив штучну ядерну реакцію, бомбардуючи атоми Нітрогену $^{14}_7\text{N}$ α -частинками з високою енергією. В результаті ядерної

реакції утворились нукліди нового елемента і протони. Напишіть схему цього ядерного перетворення.

- 2.7. Нуклід Стронцію ^{90}Sr випромінює β -частинки. Нуклід якого елемента утворюється в результаті такого процесу? В свою чергу, утворений нуклід також випромінює β -промені. Який елемент утворюється в цьому випадку?
- 2.8. Радіоактивний нуклід Бісмуту $^{210}_{83}\text{Bi}$ випромінює β -частинки. Нуклід нового елемента, що утворюється, випромінює α -частинки. Напишіть рівняння радіоактивних перетворень.
- 2.9. Вставте пропущені номери і нуклонні числа: а) $^{14}_6\text{C} \rightarrow \text{N} + {}^0_{-1}\beta$; б) $^{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$.
- 2.10. Складіть рівняння реакції перетворення плутонію $^{239}_{94}\text{Pu}$ в кюрій $^{240}_{96}\text{Cm}$ при бомбардуванні його α -частинками. ($^{239}_{94}\text{Pu} + {}^4_2\text{He} = {}^{240}_{96}\text{Cm} + ?$)
- 2.11. Першим із трансуранових елементів добули нуклід Нептунію $^{239}_{93}\text{Np}$. Цей нуклід у 1940 р. Е.М.Макміллан та П.Х.Абелсон добули так: спочатку бомбардуванням Урану-238 атомами Дейтерію з високою енергією їм вдалося добути нуклід Урану-239, який, самовільно випромінюючи β -частинки, давав нуклід Нептунію-239. Напишіть рівняння ядерних реакцій, що відбувались.
- 2.12. Закінчити рівняння реакцій радіоактивного розпаду: а) $^{238}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha}$;
 б) $^{235}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha}$; в) $^{239}_{94}\text{Pu} \xrightarrow{\alpha}$; г) $^{86}_{37}\text{Rb} \xrightarrow{\beta^-}$; д) $^{234}_{90}\text{Th} \xrightarrow{\beta^-}$; е) $^{57}_{25}\text{Mn} \xrightarrow{\beta^+}$;
 ж) $^{18}_9\text{F} \xrightarrow{\beta^+}$; з) $^{11}_6\text{C} \xrightarrow{\beta^+}$; і) $^{45}_{22}\text{Ti} \xrightarrow{\beta^+}$. В яких випадках дочірній атом є ізобарою материнського атому?
- 2.13. Який тип радіоактивного розпаду спостерігається при наступних перетвореннях: а) $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn}$; б) $^{239}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{239}_{94}\text{Pu}$; в) $^{152}_{62}\text{Sm} \rightarrow ^{148}_{69}\text{Nd}$; г) $^{111}_{46}\text{Pd} \rightarrow ^{111}_{47}\text{Ag}$?
- 2.14. Записати рівняння ядерних реакцій: а) $^{61}_{28}\text{Ni} + {}^1_1\text{H} \rightarrow ? \rightarrow ? + {}^1_0\text{n}$; б) $^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ? + {}^4_2\text{He}$;
 в) $^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_1\text{H} \rightarrow ? + {}^4_2\text{He}$; г) $? + {}^1_1\text{H} \rightarrow ^{83}_{35}\text{Br} \rightarrow ? + {}^1_0\text{n}$.
- 2.15. Написати повні рівняння ядерних реакцій: а) $^{70}_{30}\text{Zn}[p, n]?$; б) $^{51}_{23}\text{V}[\alpha, n]?$;
 в) $^{56}_{26}\text{Fe}[D, ?]^{57}_{27}\text{Co}$; г) $?[\alpha, D]^{34}_{17}\text{Cl}$; д) $^{55}_{25}\text{Mn}[?, \alpha]^{52}_{23}\text{V}$.
- 2.16. Як змінюються масове число і заряд атому ізотопу: а) при послідовному випусканні α - частинки і двох β^- -частинок; б) при поглинанні ядром двох протонів і випусканні двох нейтронів; в) при поглинанні одної α - частинки і викиданні двох дейтронів?
- 2.17. Скільки α - і β^- -частинок повинно було втратити ядро ^{226}Ra для отримання дочірнього елемента з масовим числом 206, що належить до IV групи періодичної системи елементів? Назвіть цей елемент.
- 2.18. Ядро атому ізотопу $^{238}_{92}\text{U}$ в результаті радіоактивного розпаду перетворилось в ядро $^{225}_{88}\text{Ra}$. Скільки α - і β^- -частинок випустило при цьому вихідне ядро?
- 2.19. Ізотоп ^{40}K перетворюється в ізотоп ^{40}Ca . Який тип радіоактивного розпаду при цьому реалізується: а) α - розпад; б) β^- -розпад; в) β^+ -розпад; г) захоплення електрону; д) спонтанний розклад?

- 2.20. Який тип радіоактивного розпаду приведе до утворення дочірнього ядра, що є ізобарою по відношенню до вихідного ядра: а) α -розпад; б) β^- -розпад; в) β^+ -розпад; г) захоплення електрону; д) жоден з цих процесів?
- 2.21. Як змінюється масове число і заряд атому при пропусканні одної α -частинки і двох β^- -частинок: а) заряд зменшиться на 2, а масове число – на 4; б) заряд збільшиться на 2, а масове число зменшиться на 4; в) заряд зміниться, а масове число зменшиться на 4; г) ні заряд, ні масове число не зміниться?
- 2.22. Фотон жорсткого γ -випромінювання вибиває з ядра ${}^{26}_{12}\text{Mg}$ протон. При цьому утвориться: а) ядро-ізоотоп ${}^{26}_{12}\text{Mg}$; б) ядро-ізобар ${}^{26}_{12}\text{Mg}$; в) ядро-ізоотоп ${}^{23}_{11}\text{Na}$; г) ядро-ізобар ${}^{23}_{11}\text{Na}$.
- 2.23. До якої радіоактивної родини відноситься ізоотоп ${}^{207}\text{Pb}$: а) ${}^{232}\text{Th}$; б) ${}^{237}\text{Np}$; в) ${}^{227}\text{Ac}$; г) ${}^{238}\text{U}$?
- 2.24. Елемент Астат (ізоотоп ${}^{211}_{85}\text{At}$) було добуто опромінюванням ізоотопу Бісмуту ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ α -частинками (ядрами атомів Гелію). Напишіть рівняння ядерної реакції в повній і скороченій формах.
- 2.25. Допишіть рівняння ядерних реакцій і зобразіть їх у скороченій формі:
а) ${}^{52}_{24}\text{Cr} + n \rightarrow {}^{52}_{23}\text{V} + \dots$; б) ${}^{239}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{239}_{93}\text{Np} + \dots$; в) ${}^{55}_{25}\text{Mn} + n \rightarrow {}^{52}_{23}\text{V} + \dots$;

Розрахункові задачі:

- 3.1. Розрахувати енергію зв'язку в ядрі атому ${}^{35}_{17}\text{Cl}$, якщо маса його ізоотопу рівна 34,9689 а.о.м.
- 3.2. Розрахувати енергії зв'язку в ядрах атомів ${}^4_2\text{He}$ та ${}^{120}_{50}\text{Sn}$, якщо точні маси цих ізоотопів відповідно рівні 4,0026 та 119,902.
- 3.3. Через скільки років із 2 г радію залишиться 0,3, якщо період його піврозпаду складає 1620 років.
- 3.4. Поясніть, як, знаючи період піврозпаду радіоактивного ізоотопу ${}^{14}_6\text{C}$ ($T_{1/2} = 5570$ років), вчені визначають вік археологічних знахідок.
- 3.5. Ізоотоп ${}^{210}\text{Po}$, що випромінює α -частинки, використовується в суміші з берилієм в нейтронних джерелах. Через який час інтенсивність таких джерел зменшиться в 32 рази? Період напіврозпаду $T_{1/2} ({}^{210}\text{Po}) = 138$ днів. (690 діб).
- 3.6. Період напіврозпаду Плюмбуму з масовим числом 210 становить 19,6 рік. Через який час після добування зразка цього нукліда в ньому залишиться 1/10 його початкової маси?
- 3.7. Період напіврозпаду Радію ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ становить 1590 років. Яке значення константи швидкості розпаду (сталого розпаду)? Яка частина Радію розпадеться протягом року?
- 3.8. В результаті археологічних розкопок стоянок найдавніших поселень знайдено численні зразки органічних матеріалів, деревного вугілля та інших карбоновмісних речовин. Було встановлено, що виявлені предмети дають 4,4 розпадів атомів Карбону-14 за хвилину в розрахунку на 1 г Карбону. Визначити вік давніх поселень.

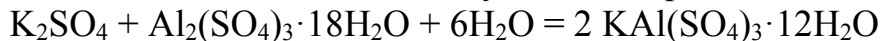
- 3.9. Як відомо, ізопоп радіоактивного карбону ^{14}C широко використовується для визначення віку предметів, утворених речовинами органічного походження. Наведіть рівняння радіоактивних перетворень, які дозволяють визначити ріст предметів, у склад яких входить Карбон.
- 3.10. Ізопоп ^{137}Cs має період напіврозпаду 29,7 років. 2,74 г цього ізопопу прореагувало із вибухом з надлишком води при нагріванні. Який період напіврозпаду цезію в утвореній сполуці? Відповідь обгрунтуйте.
- 3.11. Через скільки років кількість радіоактивного стронція-90 (період напіврозпаду – 27 років), випавшого з радіоактивними осадами в результаті ядерного вибуху, стане менше 1,5% від тієї кількості, яка була виявлена в момент після ядерного вибуху?
- 3.12. Знайти масу ізопопу ^{81}Sr ($T_{1/2} = 8,5$ год.), яка залишилося через 25,5 год. зберігання, якщо початкова маса його складала 200 мг.
- 3.13. Обчислити відсоток атомів ізопопу ^{128}I ($T_{1/2} = 25$ хв., які не розпалися після його зберігання протягом 2,5 год.
- 3.14. Період напіврозпаду β^- - радіоактивного ізопопу ^{24}Na дорівнює 14,8 год. Написати рівняння реакції розпаду і обчислити, скільки грамів дочірнього продукту утвориться з 24 г ^{24}Na за 29,6 год.

Контроль знань на практичному занятті №6.

МЕТОДИКИ ПРЕПАРАТИВНОГО СИНТЕЗУ ДЕЯКИХ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Одержання алюмокалієвих галунів

На терезах зважити 1,74 г калій сульфату і 6,66 г алюміній сульфату. У один хімічний стакан налити 7 мл дистильованої води, у другий - 6 мл. Накрити стакани годинниковим склом і нагріти до кипіння. У першому стакані розчинити калій сульфат, у другому - алюміній сульфат. Гарячий розчин алюміній сульфату влити в стакан із гарячим розчином калій сульфату і розмішати. У результаті реакції утвориться подвійна сіль алюмокалієвих галунів згідно рівняння:



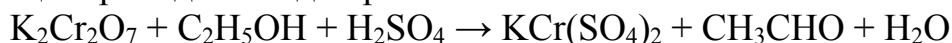
При неперервному перемішуванні і швидкому охолодженні випадають дрібні кристали галунів. Для одержання великих кристалів розчин потрібно залишити без перемішування при повільному охолодженні. Кристали, які утворилися, перенести на лійку Бюхнера, відфільтрувати, висушити між листами фільтрувального паперу. Через деякий час (поки кристали висохнуть на повітрі) кристали зважити і визначити вихід галунів (у %).

Декілька дрібних кристалів поставити на предметне скло і розглянути під мікроскопом. Замалювати форму кристалів. Використовуючи відомі реакції, довести наявність іонів Al^{3+} і SO_4^{2-} . Написати рівняння дисоціації одержаної речовини. Описати проведену роботу.

Одержання хромокалієвих галунів

1-ий спосіб:

Основна реакція проходить згідно рівняння:

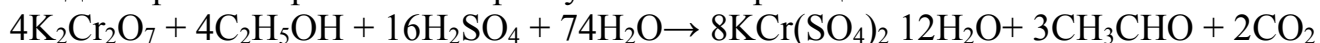


(підібрати коефіцієнти). Розрахувати об'єм 80 %-ного етилового спирту (густиною $0,91 \text{ г/см}^3$), необхідний для відновлення 10 г калій біхромату. Зважити на вагах 10 г калій біхромату, розчинити його у 35-40 мл води (у 100 мл стакані). Потім до розчину поступово, при перемішуванні, долити 9 мл концентрованої сульфатної кислоти. Стакан охолодити у льодяній воді. До одержаного холодного розчину долити у два-три етапи спирт (взятий в об'ємі на 2 мл більшому, ніж розрахований), перемішуючи розчин термометром; при цьому слідкувати, щоб температура не піднімалася вище 40°C ; фіолетово-зелений розчин залишити кристалізуватися при кімнатній температурі на декілька діб. Кристали, що утворилися, відфільтрувати на лійці Бюхнера, промити невеликою кількістю холодної води і просушити між листами фільтрувального паперу до повітряно-сухого стану. Зважити одержані галуни і визначити їх вихід. Чим пояснити малий вихід продукту? Сіль зберігати у закритому бюксі. Частина солі розчинити у воді і довести відомими реакціями наявність іонів Cr^{3+} і SO_4^{2-} . Написати рівняння відповідних реакцій.

2-й спосіб:

12,5 г технічного $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ розчинити у 80 мл води. Розчин відфільтрувати і долити 9 мл концентрованої сульфатної кислоти (Працювати під тягою!). До підкисленого розчину долити 7,5 мл спирту. У кінці реакції розчин повинен бути темно-зеленого кольору і не має пінитися при доливанні спирту. Розчин випарюють на невеликому полум'ї до зникнення запаху оцтової кислоти, що утворюється під час реакції.

При 70°C розчин повинен мати густину $1,5 \text{ г/см}^3$. Якщо густина більша, то потрібно додати води і залишити розчин кристалізуватися, помістивши у холодний розчин кристалик затравку. Рівняння реакції:



Кристали просушують на повітрі. Із розчину також можна одержати невелику кількість кристалів. на кожні 100 мл розчину добавляють 0,5 мл конц. H_2SO_4 , випарюють розчин до густини $1,5 \text{ г/см}^3$ і залишають кристалізуватися.

Одержання декагідрату натрій тетраборату

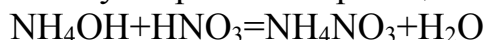
Розчинити в 108 мл води 12 г Na_2CO_3 та 10 г H_3BO_3 , одержаний розчин профільтрувати. Фільтрат випарити до густини $1,16 \text{ г/см}^3$ і охолодити. Кристали, що утворилися, відфільтрувати на лійці Бюхнера, промити невеликою кількістю холодної води і повторити перекристалізацію. Одержані кристали висушувати на повітрі протягом 2-3 днів.

Одержання гексагідрату нікол(II) карбонату

До розведеного теплого розчину нікол(II) нітрату або хлориду долити надлишок теплого розчину натрій гідрокарбонату. Світло-зелений осад, який утворився, добре промити водою, насиченою карбон(IV) оксидом і висушити при температурі $40-50^\circ\text{C}$. Вихідні речовини брати в кількості, необхідній для одержання 15 г продукту.

Одержання амоній нітрату

45 мл HNO_3 ($\rho=1,4 \text{ г/см}^3$) розчинити в 60 мл води. До розчину нітратної кислоти поступово добавляти розраховану по рівнянню реакції



кількість аміаку до появи запаху. Розчин підігріти, профільтрувати. Одержаний фільтрат впарювати на водяній бані до утворення плівки, потім охолодити у льодяній воді. Кристали, що утворилися, відфільтрувати і висушити при $40-50^\circ\text{C}$. Розрахувати вихід NH_4NO_3 по відношенні до теоретичного.

Одержання манган(IV) гідрооксиду

Розчинити 10 г KMnO_4 у 200 мл води та влити в розчин 12,5 мл етилового спирту. Відбувається відновлення іонів MnO_4^- до Mn^{4+} та утворюється осад $\text{MnO}(\text{OH})_2$. Після закінчення реакції (зникнення фіолетового забарвлення) добавити 1-1,5 мл HNO_3 для нейтралізації луку. Суміш підігріти, розчин декантувати, а осад промити гарячою водою для видалення NO_3^- (проба з дифеніламіном). Одержаний осад відфільтрувати, перенести у фарфорову чашку і висушити при кімнатній температурі.

Одержання калій манганату

У конічну колбу влити 50 мл води досипати 10 г калій перманганату та 30 г калій гідрооксиду. Суміш кип'ятити, потроху доливаючи воду при її википанні. Після того, як розчин набуде зеленого кольору, нагрівання припинити, і розчин добре охолодити. Темно-зелені кристали відфільтрувати, промити невеликою кількістю холодного 1 н. розчину калій гідрооксиду і висушити у ексікаторі над сульфатною кислотою.

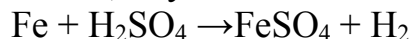
Одержання кобальт(II) гідрооксиду

Гарячий насичений розчин 50 г $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ осадити розчином 21 г NaOH у 30 мл води. Осадження рекомендується проводити у високому циліндрі для покращення відстоювання рідини. Спочатку утворюється основна сіль синьо-фіолетового кольору, яка потім при нагріванні на водяній бані переходить у $\text{Co}(\text{OH})_2$ рожево-червоного кольору. Після відстоювання, осад промити декілька разів водою шляхом декантації, потім відфільтрувати на лійці Бюхнера, промити водою до нейтральної реакції промивних вод і висушити у вакуум-ексікаторі над концентрованою сульфатною кислотою.

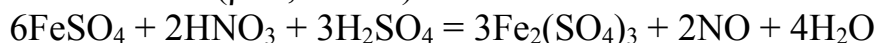
Одержання залізоамонійних галунів

І спосіб:

10 г залізної дротини розчиняють у 20%-ному розчині сульфатної кислоти. Кількість сульфатної кислоти, яку необхідно взяти для розчинення, розраховують по рівнянню



Розчин фільтрують, фільтрат нагрівають і поступово доливають розраховану кількість нітратної кислоти ($\rho=1,4 \text{ г/см}^3$)



Розчин кип'ятять 5-10 хв. Спочатку він стає темно-бурим, а у кінці реакції набуває червонувато-коричневого забарвлення. Повноту окислення перевіряють по відсутності синього осаду при додаванні $K_3[Fe(CN)_6]$ (в окремі пробі розчину).

Розчин випарюють на водяній бані до сиропоподібної маси. До густого розчину добавляють 30-40 мл дистильованої води і знову випарюють до появи кристалічної плівки. Одержаний насичений розчин $Fe_2(SO_4)_3$ розбавляють водою у два рази.

Розраховану кількість амоній сульфату розчиняють у 27 мл води, добавивши 5-7 крапель концентрованої H_2SO_4 .

Розчини $Fe_2(SO_4)_3$ і $(NH_4)_2SO_4$ зливають у фарфорову чашку, охолоджують і ставлять на кристалізацію, попередньо внівши в розчин кристалик галунів в якості затравки. Рівняння реакції:

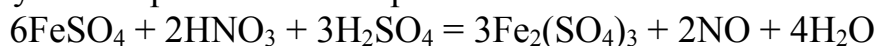


Кристали, які утворилися, відділяють від розчину, промивають холодною водою і сушать деякий час при кімнатній температурі між листами фільтрувального паперу. Кристали зберігають у банці з притертою пробкою.

II спосіб:

25 г залізного купоросу $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ розчиняють у 50 мл дистильованої води. До розчину добавляють 3 мл H_2SO_4 ($\rho=1,84$ г/см³). Розчин нагрівають і фільтрують, якщо він мутний. Для окислення іону Fe^{2+} у іон Fe^{3+} поступово, при помішуванні, добавляють розраховану кількість HNO_3 (під тягою). Нітратну кислоту доливають невеликими порціями, не допускаючи бурного проходження реакції з викиданням реакційної суміші із колби. Після додавання кожної нової порції нітратної кислоти необхідно ретельно перемішувати вміст колби.

У кінці окиснення розчин кип'ятять, при цьому він стає темно-бурим, а згодом набуває червонувато-коричневого забарвлення.



Повноту окислення перевіряють по відсутності синього осаду в окремі пробі розчину при додаванні $K_3[Fe(CN)_6]$. Розчин випарюють на водяній бані до сиропоподібної маси, при цьому видаляються залишки нітратної кислоти і оксидів нітрогену. Густий розчин розбавляють у такій кількості дистильованої- води, щоб він набув густини 1,317-1,319 г/см³. Якщо розчин непрозорий, то його фільтрують.

У окремому стакані розчиняють 28 г амоній сульфату в 100 мл води. Розчин підкислюють 2-3 краплями концентрованої сульфатної кислоти.

До 300 г розчину ферум(III) сульфату добавляють виготовлений розчин амоній сульфату. Якщо розчину $Fe_2(SO_4)_3$ одержано менше 300 г, то проводять відповідний перерахунок необхідної кількості розчину амоній сульфату (мл).

Розчин виливають у фарфорову чашку, опускають у нього кристалик залізо-амонійного галуна в якості затравки, закривають чашку фільтрувальним папером і залишають для кристалізації. Одержані кристали 2-3 рази промивають дистильованою водою і висушують між листами фільтрувального паперу.

Після завершення роботи розраховують практичний вихід галунів в відсотках до теоретичного.