

ЦИГАНКОВ С. А., ШВИДКО О. В.

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ
З НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**

Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя

Циганков С. А., Швидко О. В.

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Ніжин – 2023

УДК 542.06:378(072)

Ц58

Рекомендовано Вченою радою
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
(НДУ ім. М. Гоголя)
Протокол № 14 від 30.06.2023 р.

Рецензенти:

Москаленко О. В. – канд. хім. наук, доцент кафедри хімії НДУ
ім. М. Гоголя;

Янченко О. В. – канд. фарм. наук, доцент кафедри ЧНУ
ім. Т. Г. Шевченка

Циганков С. А., Швидко О. В.

Ц58 Лабораторний практикум з неорганічної хімії. Ніжин: НДУ
ім. М. Гоголя, 2023. 71 с.

У практикумі наведено теми лабораторних робіт, коротко розглянуто правила техніки безпеки під час роботи в хімічній лабораторії та техніка виконання лабораторних робіт. Лабораторні роботи включають методики проведення експерименту, контрольні завдання та запитання до лабораторних занять.

© Циганков С. А., Швидко О. В., 2023

© НДУ ім. М. Гоголя, 2023

ПЕРЕДМОВА

Курс "Неорганічна хімія" для продовжує базову хімічну освіту студентів. Завдяки вивченню питань неорганічної хімії студенти отримують ті фундаментальні знання, без яких неможливе успішне засвоєння навчального матеріалу з таких курсів як "Органічна хімія", "Біоорганічна хімія", "Фізична та колоїдна хімія" тощо.

Для успішного засвоєння програмного матеріалу, крім лекційного курсу, важливе значення мають лабораторні заняття. Лабораторний практикум спрямований на закріплення теоретичних знань, які студенти отримують на лекціях або самостійно здобувають за завданням викладача. Разом з тим, у студентів формуються і важливі практичні уміння, пов'язані з поведженням речовин, проведенням хімічних реакцій, що досить важливо для вчителя-біолога і дослідника природи.

Метою лабораторного практикуму – є експериментальне підтвердження теоретичних засад неорганічної хімії та формування навичок науково-дослідної діяльності у студентів. Виконуючи лабораторні дослідження, студенти освоюють техніку поведження з хімічними реактивами і приладами, прийоми проведення хімічних операцій, методи обробки дослідних даних, вчать зрівнювати і аналізувати результати дослідів і робити висновки.

Експериментальна частина містить послідовність виконання дослідів. З метою уникнення надмірної деталізації в описанні ходу дослідів не завжди вказано результат реакції, який студент повинен описати самостійно. Після опису кожної роботи, практикум містить перелік розрахункових задач.

Практикум містить лише основні теми лабораторних робіт, які можуть бути змінені залежно від можливостей того чи іншого вузу, а також рівня підготовленості студентів до сприйняття матеріалу.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ ТА ТЕХНІКА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Правила безпеки та основні методи роботи в лабораторії

Працюючи в хімічній лабораторії, необхідно виконувати загальні правила безпеки. Вони такі:

1. Забороняється працювати в лабораторії одному, тому що у разі виникнення небезпеки нікому буде надати допомогу та ліквідувати наслідки аварії.
2. Необхідно дотримуватися правил техніки безпеки, підтримувати чистоту і порядок у лабораторії, оскільки неохайність у роботі є основною причиною виникнення пожеж та аварій.
3. Кожний студент повинен знати, де знаходяться в лабораторії засоби протипожежного захисту та аптечка з медикаментами для надання термінової медичної допомоги.
4. У лабораторії заборонено пити воду з хімічного посуду, вживати їжу, палити тощо.
5. До початку експерименту необхідно вивчити властивості речовин, що використовуються, і тих, які утворюються в процесі синтезу. Перед початком роботи необхідно з'ясувати з викладачем план і місце роботи та схему приладу. План роботи повинен бути записаний у робочому журналі студента і завізований викладачем.
6. Посуд повинен використовуватись тільки чистим. Після закінчення експерименту його необхідно помити.
7. Роботу необхідно виконувати охайно, не допускати потрапляння хімічних реактивів на шкіру та одяг.
8. Категорично забороняється визначати речовини на смак. Нюхати речовини необхідно обережно, спрямовуючи пари легким рухом руки на себе.
9. Забороняється залишати прилади, які працюють, без нагляду.
10. Використовувати реактиви можна тільки за наявності на посуді етикеток з позначенням назви речовини і концентрації.
11. При нагріванні рідин і твердих речовин необхідно в колбу внести центри кипіння (капіляр, пісок, фарфор).
12. До виконання роботи студент допускається: а) якщо він виконав попередню роботу; б) якщо студент підготовлений до даної роботи; в) за наявності лабораторного журналу; г) за наявності спецодягу.
13. Після закінчення роботи потрібно вимкнути електроприлади, газ, воду, привести до ладу робоче місце.
14. Досліди з небезпечними для здоров'я речовинами необхідно проводити у витяжній шафі.
15. Про все, що трапилось у лабораторії, необхідно терміново повідомити викладачеві.
16. При роботі з кислотами, лугами, пожежонебезпечними та токсичними речовинами необхідно дотримуватись правил безпеки.

Лабораторна робота №1

I-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ГІДРОГЕН

Правила роботи з воднем

При роботі з воднем заборонено підпалювати водень, що виходить з приладу, не переконавшись попередньо в його чистоті, інакше всередині приладу може статися вибух і розірвати його.

1. ОДЕРЖАННЯ ВОДНЮ ДІЄЮ МЕТАЛУ НА КИСЛОТУ

У пробірку приладу (рис. 1) помістити декілька шматочків цинку і на $\frac{1}{3}$ пробірки долити розведеної H_2SO_4 . Щільно закрити пробірку корком з газовідвідної трубкою та вертикально закріпити її у штативі. Спостерігати виділення газу.

Переконатися, що водень, який виходить через трубку, не містить домішок повітря. Для цього треба на газовідвідну трубку надіти перевернуту догори дном пробірку, через півхвилини зняти і, не перевертаючи, піднести до полум'я пальника. Якщо в пробірку надійшов чистий водень, він загоряється спокійно (при загорянні чутний слабкий звук). При наявності в пробірці домішки повітря відбувається невеликий вибух, що супроводжується різким звуком. У цьому випадку випробування газу на чистоту слід повторити. Переконавшись, що з приладу йде чистий водень, запалити його біля отвору відтягнутої трубки. Потримати над полум'ям водню суху пробірку. Яка речовина утворюється в результаті горіння водню? Написати рівняння реакцій отримання та горіння водню.

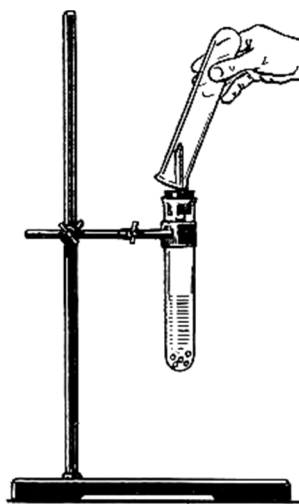


Рис. 1. Прилад для одержання водню.

2. ОДЕРЖАННЯ ВОДНЮ ДІЄЮ АЛЮМІНІЮ НА ЛУГ

У пробірку приладу (рис. 1) додати невелику кількість алюмінієвих ошурок і налити 2-3 мл розчину гідроксиду натрію. Спостерігати виділення газу. Якщо реакція йде повільно, обережно підігріти. Закрити пробірку пробкою з газовідвідною трубкою і, переконавшись в повноті витіснення повітря з пробірки (як у попередньому досвіді), підпалити водень. Написати рівняння реакцій.

3. ВІДНОВЛЕННЯ ВОДНЕМ КУПРУМ (II) ОКСИДУ

У пробірку приладу (рис. 2) покласти невелику кількість купрум (II) оксиду і закріпити її в штативі в злегка нахиленому положенні з трохи піднятим дном. Водень, що йде з апарату Кіппа, перевірити на чистоту, як в досліді 1. Переконавшись в чистоті водню, газовідвідну трубку від апарату Кіппа помістити

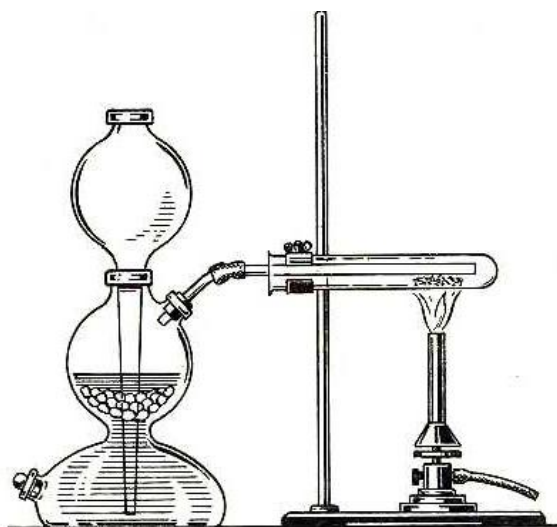


Рис. 2. Відновлення купрум (II) оксиду воднем

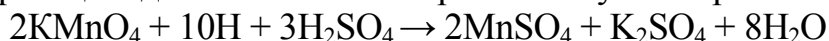
у пробірку і пропускати водень над CuO спочатку при кімнатній температурі, а потім підігриваючи пробірку з купрум (II) оксидом пальником.

Спостерігати зміни, які відбуваються з купрум (II) оксидом, і виділення крапель водин на стінках пробірки. Коли весь CuO прореагує, припинити нагрівання і дати вмісту пробірки охолотитися в струмі водню. Пояснити спостережувані явища і написати рівняння реакції.

4. ВІДНОВЛЕННЯ КАЛІЙ ПЕРМАНГАНАТУ АТОМАРНИМ ВОДНЕМ У МОМЕНТ ВИДІЛЕННЯ

До розведеного розчину сульфатної кислоти додати кілька крапель розчину калій перманганату і, одержану суміш, розлити по двох пробірках. До першої пробірки додати шматочок цинку, а через іншу пропустити струмінь водню з апарату Кіппа. Порівняти швидкість зміни кольору розчину в пробірках. Пояснити різницю у швидкості зміни кольору.

Рівняння реакції відновлення калій перманганату атомарним воднем:



Вправи та задачі

1. Яка маса води утвориться при взаємодії 6 л гримучого газу (за н.у.)?
2. Який газ та яка його маса не вступить у реакцію при взаємодії суміші, що складається з 0,36 г водню і 3,26 г кисню?
3. При взаємодії цинку з сульфатною кислотою виділяється 5,6 л (за н.у.) водню. Визначити масу цинку.
4. Скільки літрів водню (за н. у.) необхідно для відновлення 20 г CuO ?
5. Скільки літрів водню утвориться при розкладанні водою 5,5 г кальцій гідриду при температурі 17 °С і тиску 101,3 кПа?
6. Яка маса кальцій гідриду повинна прореагувати з водою, щоб утвореним воднем відновити 20 г купрум (II) оксиду?
7. Суміш рівних об'ємів двох газів має густину за воднем 1,5. Які це гази?
8. При взаємодії 6,85 г металу з водою виділилось 1,12 л водню (за н.у.). Визначте метал, якщо відомо, що його валентність у сполуках II.
9. Після вибуху 200 мл суміші водню та кисню (н.у.) залишилось ще 20 мл газу, що підтримує горіння. Знайти об'ємні частки газів у складі вихідної суміші.
10. В обраній порції кристалогідрату купрум (II) сульфату міститься $1,204 \cdot 10^{23}$ атомів Сульфуру та $1,084 \cdot 10^{24}$ атомів Оксигену. Установіть формулу кристалогідрату і розрахуйте число атомів Гідрогену в цій порції кристалогідрату.
11. Земна кора та гідросфера містить приблизно 49% Оксигену і 0,8% Гідрогену за масою. Скільки атомів Оксигену припадає на 1 атом Гідрогену?
12. При розчиненні в розчині лугу 2 г сплаву цинку з алюмінієм виділилося 1,904 дм^3 водню (н.у.). Визначте масовий склад взятого сплаву у %.
13. При обробці водою 3,6 г суміші гідридів калію і натрію утворилося 2,24 дм^3 водню (н.у.). Визначити масовий склад суміші гідридів.
14. При розчиненні у воді 3,12 г суміші гідридів натрію і кальцію, утворився розчин лугів, на нейтралізацію яких витрачено 70 мл 2н розчину нітратної кислоти. Визначити масовий склад розчинів гідридів.

15. Тверда кристалічна речовина, що складається з одновалентного металу й одновалентного неметалу, енергійно реагує з водою та водними розчинами кислот з виділенням водню. При взаємодії з водою 2,4 г цієї речовини виділяється водень об'ємом 2630 мл (виміри об'єму проводилися при $t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ і тиску 98 кПа), а розчин набув лужну реакцію. Визначте склад речовини і напишіть рівняння її взаємодії з водою, хлоридною кислотою і хлором.

Лабораторна робота № 2 VII-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ГАЛОГЕНИ

Всі роботи з хлором і хлороводнем проводити у витяжній шафі!

1. ОДЕРЖАННЯ ХЛОРУ

Скласти прилад (рис. 3) для одержання хлору.

У колбу насипати KMnO_4 , в крапельну лійку – концентровану HCl . По краплях доливати концентровану соляну кислоту в колбу Вюрца. Газом, що виділився, наповнити п'ять конічних колб і накрити їх скляними пластинками (на дно двох колб насипати невеликий шар піску). Залишити колби з газом для наступних дослідів. Після закінчення роботи з приладом газовідвідну трубку опустити в склянку з концентрованим розчином лугу. Чому саме у розчин лугу, а не у воду?

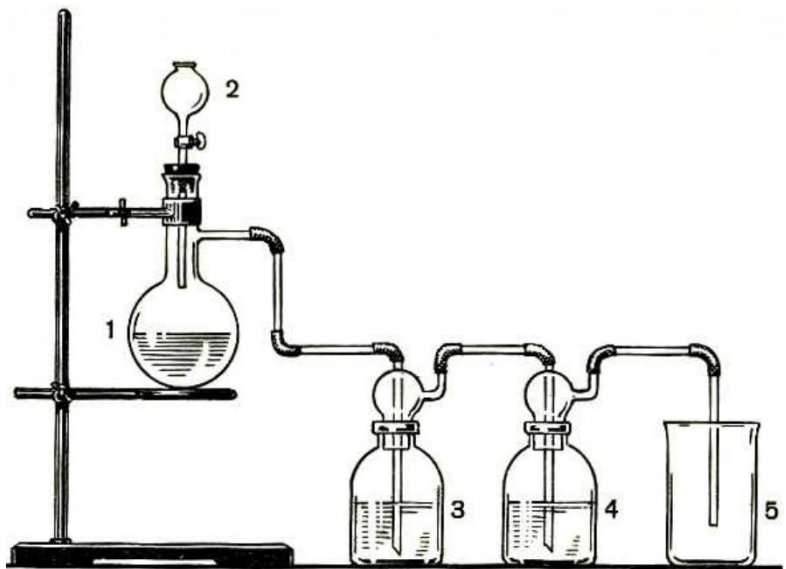


Рис. 3. Прилад для одержання хлору: 1 – колба В'юрца; 2 – крапельна лійка; 3, 4 – промивні склянки; 5 – посуд для збирання хлору. Промивна склянка 3 містить воду (для очистки від домішок хлороводню), промивна склянка 4 – концентровану сульфатну кислоту (для осушування газу).

2. ВЗАЄМОДІЯ ХЛОРУ З МЕТАЛАМИ

а) Накалити у полум'ї пальника пучок тонкого мідного дроту і негайно опустити їх у колбу з хлором. Що відбувається? Після охолодження колби налити в неї води і збовтати. Який колір отриманого розчину? Написати рівняння реакції.

б) У залізній ложечці сильно нагріти невелику кількість порошку заліза і висипати в посудину з хлором, на дно якого насипано невеликий шар піску. Спостерігати взаємодію заліза з хлором. Написати рівняння реакції.

3. ВЗАЄМОДІЯ ХЛОРУ З НЕМЕТАЛАМИ

У ложечку для спалювання покласти трохи червоного фосфору і внести у колбу з хлором. Спостерігати, що відбувається. Написати рівняння реакції.

Вказати окисник і відновник.

4. ХЛОРНА ВОДА ТА ЇЇ ВЛАСТИВОСТІ

а) У пробірку на $\frac{2}{3}$ налити холодної води і наситити її хлором (пропускати хлор протягом 2-4 хв). Відзначити колір і запах отриманої хлорної води (*обережно!*). Отриману хлорну воду зберегти для подальших дослідів.

б) До невеликої порції отриманої хлорної води додати декілька крапель розчину лакмусу. Що спостерігаєте? До іншої порції додати кілька крапель розчину аргентум нітрату. Пояснити одержані результати і написати рівняння реакцій в молекулярній і іонній формах.

в) У три пробірки налити потроху: в одну - розчин індиго, в іншу - розчин фуксину і в третю - води, підфарбованою фіолетовим чорнилом. Прилить в усі пробірки по кілька крапель хлорної води і збовтати. Що відбувається? Записати та пояснити спостережувані явища

г) Налити у дві пробірки невеликий об'єм хлорної води. В одну з них додати кілька крапель розчину натрій гідроксиду, в іншу - сірководневу воду. Відзначити, що відбуваються. Чи зберігається запах хлорної і сірководневої води? Написати рівняння реакцій. До яких типів окисно-відновних реакцій вони відносяться?

5. ОКИСНЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖАВЕЛЕВОЇ ВОДИ

а) До розчину індиго чи фуксину додати невелику кількість жавелевої води, отриманої в досліді 4 а). Що спостерігаєте? Дати пояснення. Написати рівняння реакції в молекулярній та іонній формі.

б) Повторити дослід 4 б), використавши підкислений розчин індиго. Як впливає рН середовища на швидкість реакції? Пояснити механізм реакцій.

в) По шматку пофарбованої тканини провести паличкою, змоченою підкисленою жавелевою водою. Пояснити, чому хлор знебарвлює тільки вологу тканину?

г) До розчину манган (II) сульфату додати невеликий об'єм жавелевої води. Що спостерігаєте? Який газ виділяється? Звернути увагу на його колір і запах. Написати рівняння реакції, за умови, що іон Mn^{2+} переходить в MnO_2 .

6. ОДЕРЖАННЯ ХЛОРНОГО ВАПНА ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

а) Зважити на терезах 5 г кальцій гідроксиду. Помістити його в склянку об'ємом 100 мл і додати 15 мл води. Вміст склянки розмішати і нагріти. Температура суміші не повинна перевищувати 30 °С. Пропустити через одержану суспензію хлору протягом 10-15 хв. Утворений осад хлорного вапна зберегти для наступних дослідів.

б) Осад, отдержаний у досліді 6 а), відфільтрувати, визначити його запах і розділити на дві частини. До однієї частини додати невеликий об'єм концентрованої HCl . Який газ виділяється? Написати рівняння реакції.

Другу частину хлорного вапна збовтати з водою і долити розчин фуксину. Що спостерігаєте? Пояснити одержані результати і написати рівняння реакції.

в) До насиченого розчину хлорного вапна об'ємом 2-3 мл додати невелику кількість розчинної солі кобальту (II), що є каталізатором. Нагріти пробірку. Довести дослідним шляхом, що продуктом каталітичного розкладу хлорного вапна є кисень. Написати рівняння реакції.

г) До розчину плюмбум (II) ацетату додати трохи хлорного вапна і нагріти.

Відзначити колір осаду і газу, що утворюються при проходженні цієї реакції. Написати рівняння реакції, враховуючи, за умови що іони Pb^{2+} переходять в PbO_2 .

д) У невеликому об'ємі води розчинити кілька кристалів FeSO_4 і додати рівний об'єм розчину NaOH . Відзначити колір і характер осаду. Написати рівняння реакції в молекулярній і іонній формі. Додати до осаду 3-4 мл насиченого розчину кальцій гіпохлориту. Пояснити спостережувані явища. Скласти рівняння реакцій.

Яка роль кальцій гіпохлориту в окисно-відновних реакціях?

7. ВЛАСТИВОСТІ КАЛІЙ ХЛОРАТУ

а) До тиглю додати 1 г KClO_3 і маленький шматочок KOH (брати тільки пінцетом). Нагріти вміст тигля до плавлення. У розплавлену масу внести невелику кількість порошку MnO_2 , продовжуючи нагрівання до появи зеленого забарвлення калій манганату K_2MnO_4 . Дослідити отриманий продукт на розчинність. Скласти рівняння окисно-відновної реакції.

б) Приготувати 0,3-0,5 г суміші KClO_3 і MnO_2 . (*Перемішувати обережно!*) Нагріти суміш у сухій пробірці. Дослідним шляхом встановити газ, що виділяється. Написати рівняння реакції.

в) У пробірку додати невелику кількість кристалів KClO_3 і 2-3 мл концентрованої HCl і злегка підігріти. Що відбувається? Якого кольору виділяється газ? Написати рівняння реакції.

г) До сухої пробірки додати декілька кристалів KClO_3 і закріпити пробірку в штативі. За допомогою піпетки змочити кристали краплею концентрованої H_2SO_4 . Спостерігати виділення газу зеленувато-жовтого кольору. Написати рівняння реакції, за умови, крім ClO_2 , утворюється KClO_4 . Які властивості виявляє KClO_3 ?

8. ОКИСНЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ХЛОРНУВАТОЇ КИСЛОТИ

У дві пробірки налити рівні об'єми розчинів KClO_3 і KI . Чи спостерігаються зміни? Потім в одну з пробірок додати трохи розчину H_2SO_4 . Що відбувається? Порівняти колір розчинів в обох пробірках. Написати рівняння реакцій і пояснити результати досліду, враховуючи, що окисні властивості в розчині характерні тільки для HClO_3 , а не для її солей.

9. ОДЕРЖАННЯ БРОМУ ТА ЙОДУ

(*Роботу проводити у витяжній шафі*)

а) До розчину KBr по краплям додати свіжу хлорну воду. Яка речовина зумовлює забарвлення розчину? До розчину додати 1 мл бензену. Енергійно струснути вміст пробірки. Відмітити колір розчину і шару бензену. Зробити висновки про розчинність бром у воді і в органічному розчиннику. Написати рівняння реакцій взаємодії KBr з хлорною водою.

б) У дві пробірки налити по 2-3 мл розчину KI , до однієї по краплям додати свіжоприготовану хлорну воду, в другу – бромну воду. Які зміни відбуваються? До кожної пробірки додати по 1 мл бензену. Енергійно струснути вміст пробірок. Що відбувається? Дати пояснення. Скласти рівняння реакцій.

За таблицею окисно-відновних потенціалів та за результатами експериментів порівняти окиснювальну активність Cl_2 та Br_2 .

10. ВЛАСТИВОСТІ БРОМУ

(Роботу проводити у витяжній шафі)

а) Налити у пробірку 2-3 мл бромної води, відзначити її колір і злегка нагріти. Що спостерігаєте?

б) До розчину індиго чи фуксину підлити трохи бромної води. Пояснити причину змін, що відбуваються. На основі проведених дослідів охарактеризувати фізичні та хімічні властивості бромну.

11. ВЛАСТИВОСТІ ЙОДУ

а) Помістити в суху пробірку кристалик йоду. Дно пробірки злегка нагріти у полум'ї пальника. Потім охолодити на повітрі. Спостерігати за зміною кольору і агрегатного стану сублімованого йоду при охолодженні.

б) Покласти у пробірку декілька кристаликів йоду, долити до них 5-10 мл води і сильно збовтати. Відзначити колір рідини. Чи добре розчиняється йод у воді? До водного розчину з нерозчинними кристалами йоду додати кілька крапель розчину KI. Записати спостереження.

в) Дослідити розчинність йоду в етиловому спирті, для цього кристалик йоду розчинити у 1-2 мл спирту, налитого у пробірку. Відзначити колір розчину. На основі проведених дослідів зробити висновок про властивості йоду.

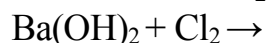
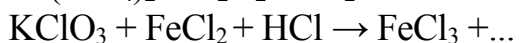
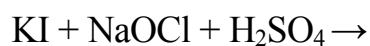
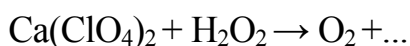
12. РЕАКЦІЇ НА ЙОНИ Br⁻ і I⁻.

У окремих пробірках дослідити дію іонів Ag⁺ на розчини бромідів та йодидів. Відзначити колір і характер осадів. Написати рівняння реакцій в молекулярній і іонній формах.

Вправи та задачі

- Написати рівняння реакцій гідролізу ZnCl₂ і SiCl₄.
- Дописати рівняння наступних окисно-відновних реакцій:
 - $\text{HCl}_{\text{конц}} + \text{PbO}_2 \rightarrow$
 - $\text{HCl}_{\text{конц}} + \text{KClO}_3 \rightarrow$
 - $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
- Скільки літрів Cl₂ (за н. у.) утворюється при взаємодії 100 мл 36%-ної (ρ = 1,18 г/см³) соляної кислоти з 50 г KMnO₄?
- Скільки мілілітрів 30%-ного розчину HCl (ρ = 1,15 г/см³) необхідно для одержання з неї дією MnO₂ 11,2 л Cl₂ (за н. у.)?
- До 400 г 10%-ного розчину барій хлориду додали надлишок 15%-ного розчину натрій карбонату. Утворений осад відфільтрували. До фільтрату додали 450 г 6%-ного розчину соляної кислоти до зупинки виділення газу. Встановіть масу розчину натрій карбонату.
- Керуючись навчальною і довідковою літературою з історії хімії, встановіть, з яких причин були дані тривіальні назви наступним речовинам: KClO₃ – бертолетова сіль; Mg(ClO₄)₂ – ангідрон; NaCl – кам'яна сіль; Na₂SO₃ – антихлор.
- Суміш трьох газів підпалили. Яка кислота утворилася при цьому і яка її масова частка (%) у розчині, якщо перший газ отримали дією HCl на 42,9 г цинку, другий – розкладом 51 г NaNO₃ і третій – дією надлишку HCl на 5,22 г MnO₂?

8. У три пробірки додали розчини AgNO_3 , KClO_3 і $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. При дії одного і того ж реактиву на вміст трьох пробірок у першій з них утворюється 14,35 г білого осаду, а в другій і третій пробірках утворюється по 6,72 л хлору. Який реактив було використано. Визначити вихідну масу солей у пробірках.
9. Для нейтралізації 20 мл розчину, що містить суміш HCl і HBr , використали 5 мл 0,4 н. розчину лугу, а при дії на той же об'єм розчину солі срібла утворилось 0,3315 г осаду. Визначити молярну концентрацію кислот у розчині.
10. Газ, що утворився при нагріванні NaCl з концентрованою H_2SO_4 , прореагував з $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Яку масу $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і NaCl необхідно взяти, щоб утвореного газу вистачило для взаємодії з 5,6 г заліза?
10. Допишіть рівняння реакцій:
- | | |
|--|--|
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow$ | $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |
| $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц.})} \rightarrow$ | $\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$ |
| $\text{HBrO}_3 + \text{I}_2 \rightarrow$ | $\text{Br}_2 + \text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ |
| $\text{I}_2 + \text{HNO}_3_{(\text{конц.})} \rightarrow$ | $\text{Cl}_2 + \text{KI} + \text{KOH} \rightarrow$ |
| $\text{HClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ | $\text{HClO}_4 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$ |
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{розб.})} \rightarrow$ | $\text{CaOCl} + \text{HCl} \rightarrow$ |
| $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S}_{(\text{р-р})} \rightarrow$ | $\text{HClO}_3 + \text{P} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ |
11. Здійснить хімічні перетворення:
- 1) $\text{PbBr}_2 \rightarrow \text{Hbr} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{KBrO}_3 \rightarrow \text{HBrO}_3 \rightarrow \text{FeBr}_3$;
 - 2) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{HCl}$;
 - 3) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 \rightarrow \text{HClO}_4 \rightarrow \text{ClO}_2 \rightarrow \text{HClO}_3$.
12. Складіть рівняння реакцій ClO_2 і ClO_3 з водою, щоб одержати всі оксигеновмісні кислоти хлору. Укажіть відносну силу цих кислот в розчині.
13. Відомо, що оксигеновмісні сполуки хлору в особливості його оксиди не стійкі і легко розкладаються. Складіть рівняння термічного розкладу всіх відомих оксидів хлору.
14. Складіть рівняння термічного розкладу наступних речовин: а) гіпоброміту калію; б) гіпохлориту кальцію; в) хлориту барію; г) хлорату калію. Поясніть, чому в цих реакціях не утворюються вільні галогени?
15. Чому при розтиранні в фарфоровій ступці суміші хлорату калію з сіркою, або фосфором, майже завжди відбувається вибух?
16. Поясніть, чому деревна скибочка, піднесена до розплаву хлорату калію, займається?
17. Складіть рівняння і вкажіть, які продукти можуть утворюватися при нагріванні суміші наступних речовин: а) перхлорату і сульфїду калію; б) хлорату і тіосульфату калію.
18. Що таке з хімічної точки зору жавелева і лаборакова вода? Про яку реакцію йдеться в старому алхімічному прописі: «Дією купоросного масла на морську сіль готують соляний спирт».
19. Маємо: калій хлорат (V), натрій гідроксид, воду та хлороводень. Напишіть шість рівнянь реакцій між цими речовинами та продуктами їх взаємодії.
20. Як з наступних речовин, розчин NaOH , твердого NaCl , концентрованої H_2SO_4 , MnO_2 , можна одержати жавелеву воду?
21. Дописати рівняння реакцій:



22. Який об'єм хлору (за н. у.) необхідний для взаємодії з 10 л 3,75%-ного розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ($\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$)?
23. Скільки мілілітрів 6,8%-ного розчину KClO_3 ($\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$) необхідно взяти для того, щоб у присутності H_2SO_4 окиснити 250 мл 21%-ного розчину ($\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$) FeSO_4 ?
24. Скільки грамів KClO_3 можна одержати при пропусканні хлору через 150 мл 40%-ного розчину KOH ($\rho = 1,41 \text{ г/см}^3$)? Яка частина калій гідроксиду використовується на утворення калій хлорату?
25. При нагріванні бертолетової солі частина її розкладається з виділенням кисню, а частина – з утворенням KClO_4 і KCl . Визначити масу і склад залишку, оскільки при нагріванні 147 г KClO_3 утворилося 13,44 л газу.
26. Необхідно одержати 508 г хлорного вапна з кальцію, H_2O , MnO_2 , 70%-ного розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,617 \text{ г/см}^3$), NaCl . Яка маса Ca , H_2O і MnO_2 та який об'єм розчину сульфатної кислоти для цього необхідно?
27. Як відносяться кількості речовин калій хлорату та калій карбонату в суміші, якщо при реакції з надлишком хлоридної кислоти утворилася газова суміш з густиною 2,57 г/л (н.у.).
28. При нагріванні бертолетової солі у відсутності каталізатора її розклад відбувається одночасно за двома напрямками. Розрахуйте яка маса у % бертолетової солі розклалася по I та по II реакціях, якщо при повному розкладі 73,5 г бертолетової солі було одержано 33,5 калій хлориду.
32. Закінчити рівняння реакцій та підібрати коефіцієнти:
- | | |
|--|---|
| $\text{KBr} + \text{KClO} + \text{HCl} \rightarrow$ | $\text{I}_2 + \text{HNO}_3, \text{ конц.} \rightarrow$ |
| $\text{KBrO}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ | $\text{Br}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \dots$ |
| $\text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow$ | $\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |
33. Чому йод погано розчиняється у воді і гарно в органічних розчинниках?
34. Визначити масову частку (%) і молярну концентрацію розчину бромистоводневої кислоти, яку одержано розведенням 50 мл 14%-ного розчину HBr ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$) до 700 мл водою ($\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$).
35. До 200 мл 0,1 н. розчину аргентум нітрату додали 2 г KBr . Скільки грамів аргентум броміду випадає в осад? Визначити нормальність солей у розчині?
36. 6,83 г суміші KNO_3 , KI і KCl розчинили у воді та обробили хлорною водою. В результаті утворилося 2,54 г йоду. Такий же розчин обробили AgNO_3 . Утворилось 7,57 г осаду. Визначити склад вихідної суміші.
37. Після електролізу розчину NaCl одержали розчин, що містить 40 г NaOH . Газ, що виділився на аноді, пропустили через 10%-ний розчин KI ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$). Розрахуйте об'єм утвореного розчину.
38. Бром масою 4 г прореагував з надлишком водню. При цьому утворилося 2,62 г бромоводню. Розрахуйте масову частку практичного виходу.
39. Скільки мілілітрів 60%-ного розчину KBrO_3 ($\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$) необхідно взяти для того, щоб у кислому середовищі окиснити 50 мл 0,75 М розчину FeSO_4 ?
40. Визначити нормальність розчину KI , якщо 200 мл його кількісно реагують у кислому середовищі з 240 мл 0,05 н. розчину KMnO_4 . Розрахуйте маси солей.

41. Визначте масу йоду, що виділиться в сірчано-кислому розчині при взаємодії розчину калій йодиду із 150 мл 6% розчину перманганату калію (густина 1,04 г/мл).
42. Який об'єм 5% розчину йодноватої кислоти густина якої 1,02 г/мл потрібна для окиснення 40 мл 8% розчину гідроген йодиду, густина якого 1,06 г/мл. Яка маса йода утвориться в результаті реакції.
43. До розчину, що містить 3,88 г суміші калій броміду і натрій йодиду, додали 78 мл 10% розчину аргентум нітрату (густина 1,09 г/мл). Осад відфільтрували, фільтрат може прореагувати з 13,3 мл хлоридної кислоти з концентрацією 1,5 моль/л. Визначте масові частки солей у вихідній суміші та об'єм хлороводню (н.у.), необхідний для приготування витраченої хлоридної кислоти.

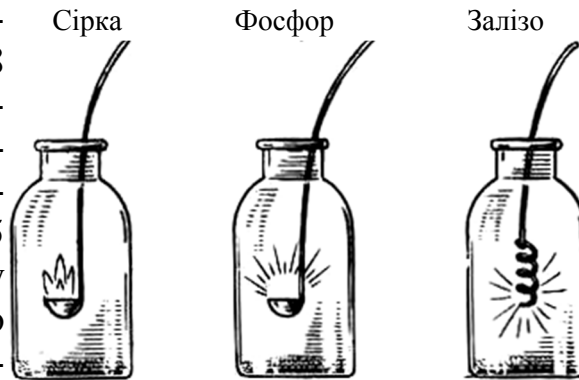


Рис. 4. Горіння речовин у атмосфері кисню.

Лабораторна робота № 3 VI-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ХАЛЬКОГЕНИ

1. ДОБУВАННЯ КИСНЮ

У штативі вертикально затиснути суху пробірку з 0,5 г кристалічного KMnO_4 і нагріти. Газ, що виділяється дослідити тліючою скипкою. Написати рівняння реакції. Вказати окисник і відновник.

2. ОКИСНЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ КИСНЮ

Для дослідів 2 в) і г) зібрати кисень у дві банки методом витіснення повітря. Для досліду 2 г) на дно банки попередньо насипати трохи піску.

а) У залізну ложечку покласти невелику кількість сірки, запалити її у полум'ї пальника і внести у посудину з киснем, поступово опускаючи ложечку (рис. 4). Порівняти інтенсивність горіння сірки на повітрі і у кисні. Після спалювання влити до посудину невелику кількість води, закрити посудину і добре збовтати, щоб розчинити продукт горіння сірки у воді.

б) Повторити дослід а), але замість сірки взяти червоний фосфор.

в) У колбу з киснем внести, попередньо запалену стрічку магнію, тримаючи її залізними щипцями (*не дивитися довго на палаючий магній: це шкідливо для очей!*). Після спалювання влити у колбу воду і, закривши її, збовтати вміст колби.

До якого класу сполук належать продукти горіння сірки, фосфору і магнію у кисні? Що утворюється при взаємодії цих речовин з водою? Перевірити зроблені припущення за допомогою індикаторів. Написати відповідні рівняння реакцій.

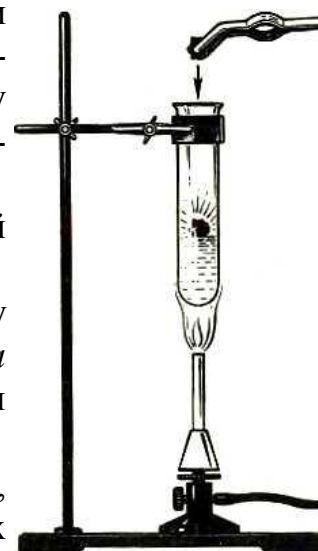


Рис. 5. Горіння вугілля в розплаві селітри

г) На кінці тонкого сталевого дроту прикріпити маленький шматочок вугілля. Розжарити вугілля в полум'ї пальника і внести у колбу з киснем. Відзначити, як горить залізо в кисні. Написати рівняння реакції, якщо продуктом реакції є Fe_3O_4 .

д) Суху пробірку заповнити на $\frac{1}{5}$ KNO_3 . Закріпити її вертикально у штативі і нагрівати до розплавлення солі. (Нітрати лужних і лужноземельних металів при плавленні розкладаються на нітрити і кисень.) Коли з розплавленої маси почнуть виділятися бульбашки газу, розжарити у полум'ї пальника шматочок вугілля і кинути в пробірку (рис. 5). Нагрівання припинити. Спостерігати (*обережно!*), як відбувається горіння вугілля в атомарному кисні. Коли вугілля згорить, кинути у пробірку шматочок сірки. Відзначити відміну горіння сірки в молекулярному та атомному кисні.

3. КАТАЛІТИЧНИЙ РОЗКЛАД ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ

Налити у пробірку 2 мл 3%-ного розчину H_2O_2 і додати невелику кількість порошку MnO_2 . Дослідити газ, що виділяється. Написати рівняння реакції. Яка роль MnO_2 у цій реакції?

4. ОКИСНЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ

а) До 2 мл розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ додати рівний об'єм розчину Na_2S , нагріти до кипіння. Зверніть увагу на колір осаду. Напишіть рівняння реакції. Злити розчин і до осаду додати 3 мл 3%-ного розчину H_2O_2 та підігріти. Як змінюється забарвлення осаду? Складіть рівняння реакції. Яка роль H_2O_2 у цій реакції?

б) До 2 мл розчину $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ додати розчин NaOH до розчинення отвореного на початку реакції осаду. До одержаного розчину додати розчин пероксиду водню. Спостерігати зміну забарвлення розчину за рахунок переходу тетрагідроксохромата (III) натрію в хромат (VI). Яка роль в цій реакції H_2O_2 ?

5. ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ

а) Налити у пробірку 2-3 мл розчину AgNO_3 і, по краплях, додати розчин аміаку (не брати надлишку!) до зникнення каламуті. До отриманого розчину додати 3%-ний розчин H_2O_2 до утворення осаду металічного срібла. Тліючою лучиною випробувати газ, що виділяється. Написати рівняння реакцій.

б) Налити у пробірку 1 мл концентрованого розчину KMnO_4 , 2 мл розчину H_2SO_4 і 1-2 мл розчину H_2O_2 . Перевірити тліючою лучиною газ, що виділяється. Спостерігати зміну кольору розчину. Написати рівняння реакції. Яка роль пероксиду водню у проведених реакціях?

6. ОДЕРЖАННЯ ПЛАСТИЧНОЇ СІРКИ

Пробірку наповнити до половини об'єму шматочками черенкової сірки, затиснути у пробіркотримачі і дуже обережно нагріти, постійно струшуючи. Сірка плавиться, утворюючи жовту, легкорухливу рідину. При подальшому нагріванні розплавлена сірка змінює колір і в'язкість. Пояснити явища. Довести сірку до кипіння і вилити тонким струменем у кристалізатор з холодною водою. Якщо сірка при цьому загориться, закрити отвір пробірки шматком асбесту або асбестовою сіткою. Вийняти отриману масу з води і переконатися у її еластичності. Зберегти пластичну

сірку до завершення лабораторної роботи, щоб простежити перехід аморфної сірки у кристалічну. Яка модифікація є найбільш стійкою при кімнатній температурі?

7. ОДЕРЖАННЯ СІРКОВОДНЮ ТА ЙОГО ГОРІННЯ

Сірководень дуже токсичний, тому всі роботи з ним необхідно проводити у витяжній шафі!

З наявних у лабораторії реактивів підібрати такі, при взаємодії яких можна одержати газоподібний сірководень. Зібрати прилад (рис. 6) та провести дослід. Підпалити газ, що виділяється з газовідвідної трубки. Скласти рівняння реакції одержання сірководню і повного його згорання. Експериментально довести присутність очікуваних продуктів.

Внести у полум'я холодну фарфорову кришку від тиглю або холодний шпатель. Спостерігати утворення жовтого нальоту. Написати рівняння реакції неповного згорання сірководню (*неповне згорання відбувається в тому випадку, коли полум'я стикається з холодним тілом або при недостатній кількості кисню*). Які властивості виявляє сірководень у процесах горіння?

8. ОДЕРЖАННЯ СІРКОВОДНЕВОЇ ВОДИ

Приготувати розчин сірководню у воді. Для її одержання можна використати апарат Кіппа або зібраний вами прилад для отримання сірководню, опустивши газовідвідну трубку в пробірку з водою на кілька хвилин.

Дослідити отриманий розчин нейтральним лакмусом. На які властивості розчину вказує зміна забарвлення лакмусу? Написати рівняння реакції дисоціації сірководневої кислоти.

9. ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ СІРКОВОДНЮ

Подіяти сірководневою водою на бромну воду і на підкислений розчини калій перманганату і калій дихромату. Які зовнішні ознаки перебігу хімічних реакцій ви спостерігаєте? Скласти рівняння реакцій.

10. ГІДРОЛІЗ СУЛЬФІДІВ

Декілька кристалів натрій сульфід у розчинити у воді. Дослідити характер середовища розчину. Пояснити зміну забарвлення індикатора. Написати рівняння реакцій гідролізу в молекулярній і іонній формах.

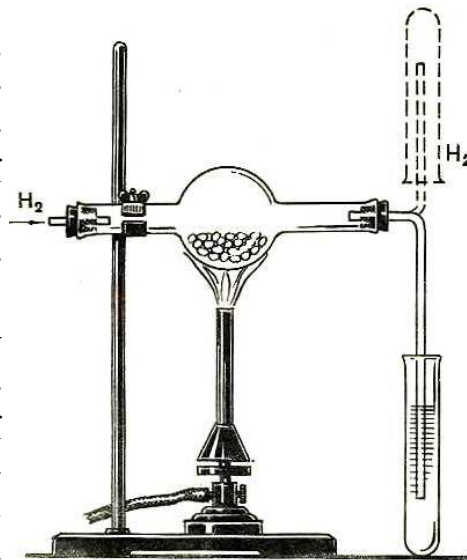


Рис. 6. Прилад для синтезу сірководню.

Прилад складається із хлоркальцієвої трубки, у якій плавиться сірка. Чистий водень подається до приладу. Надлишок H_2S поглинається лугом.

10. ОКИСНЮВАЛЬНІ ТА ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ СУЛЬФУР (IV) ОКСИДУ І СУЛЬФІТНОЇ КИСЛОТИ

У одну пробірку додати невелику кількість бромної води, в другу – йодної води, в третю – розчин KMnO_4 , в четверту – розчин $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, а в п'яту – невелику кількість розведеної H_2SO_4 . Потім до всіх пробірок додати розчин H_2SO_3 . Пояснити зміну кольору розчинів у всіх пробірках. Написати рівняння всіх чотирьох реакцій та схеми переходу електронів, за умови, що MnO_4^- відновлюється до Mn^{2+} , йон $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ – Cr^{3+} . Які властивості виявляє сульфїтна кислота у цих дослідах?

За величинами стандартних окисно-відновних потенціалів, підтвердити можливість окиснення H_2SO_3 хлором, бромом, KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у кислому середовищі.

11. ЗНЕБАРВЛЕННЯ ФУКСИНУ СУЛЬФІТНОЮ КИСЛОТОЮ

У пробірку, до розведеного розчину фуксину, додати розчин сульфїтної кислоти. Що спостерігаєте? Одержаний розчин нагріти. Пояснити зміни, що відбуваються. У яких випадках для відбілювання краще використовувати SO_2 , ніж сильні відновники, наприклад хлор? Чому?

12. РЕАКЦІЯ НА H_2SO_3 ТА ЇЇ СОЛІ

До свіжого розчину H_2SO_3 або її солі додати розчин BaCl_2 . Що собою являє утворений осад? Який його колір? Дослідити розчинність осаду в HCl . Написати відповідне рівняння реакції. Пояснити причину розчинення осаду в HCl .

Дуже часто у розчині присутній йон SO_4^{2-} , утворений окисненням H_2SO_3 , тому осад повністю не розчиняється. Тому дослід необхідно проводити наступним чином: у дві пробірки додати невелику однакову кількість осаду. В одну додати розведеної HCl , в іншу – такий же об'єм води та збовтати. Спостерігати, що помутніння розчину в першій пробірці значно менше, ніж у другій.

13. ВЛАСТИВОСТІ СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

Дія розведеної H_2SO_4 на метали. Перед проведенням досліду, враховуючи положення металів (мідь, цинк, залізо, алюміній тощо) у електрохімічному ряді напруг металів, зробити висновок про можливість проходження реакцій між цими металами і розведеною H_2SO_4 . Дослідним шляхом довести можливість взаємодії взятих металів з розведеною H_2SO_4 .

За допомогою таблиці стандартних електродних потенціалів, відмітити та пояснити відмість у швидкості проходження реакцій. Довести дослідним шляхом, який газ виділяється в результаті реакції. Напишіть рівняння реакцій в молекулярній та йонних формах. Який йон, у цих реакціях, є окисником?

14. РЕАКЦІЯ НА ЙОН SO_4^{2-}

За допомогою таблиці розчинностей солей, установити, які катіони можуть бути реактивами на йон SO_4^{2-} . Провести відповідні реакції та відмітити колір та тип осадів. Написати рівняння реакцій у молекулярній та йонних формах. Дослідити відношення одержаних осадів до дії соляної кислоти. Порівняйте та поясніть дію HCl на BaSO_3 і BaSO_4 .

Вправи і завдання

1. Який об'єм кисню (за н.у.) виділиться при розкладі H_2O_2 , що міститься у 100 г 4%-ного розчину?
2. Визначити масову частку (%) одержаного розчину, якщо 5 кг 3%-ного розчину пероксиду водню було змішано з 1,5 кг пергідролу.
3. Яка маса 3%-ного розчину H_2O_2 і кристалічного KMnO_4 прореагує у кислому середовищі, якщо у результаті реакції виділилось 1,12 л кисню (за н. у.)?
4. Розрахувати масу BaO_2 і об'єм CO_2 (за н.у.), необхідних для одержання 3 кг 3%-ного розчину H_2O_2 .
5. Пірит, що використовують для одержання сульфатної кислоти, містить 45% сірки. Визначити масову частку (%) FeS_2 у природному піриті.
6. Підкислений розчин, що містить 0,316 г калій перманганату, знебарвився при пропусканні через нього сірководню, який одержаний із ферум (II) сульфідом і кислоти. Встановити яку масу ферум (II) сульфідом використано?
7. При спалюванні суміші сірководню і кисню одержали 100 мл сульфур (IV) оксиду. 50 мл кисню реакцію не вступило. Встановити об'ємні частки (%) сірководню і кисню у суміші.
8. Нагріли суміш, що містить 20 г сірки і 30 г алюмінію. Які речовини входять до суміші після реакції? Визначити їх масу.
9. Знайти кількість теплоти, що виділиться при спалюванні 38 г CS_2 , якщо стандартна ентальпія його утворення $\Delta H^\circ_{298} = 62,7$ кДж/моль.
10. При дії на 0,1 М розчин натрій тіосульфату надлишком H_2SO_4 було одержано 4,8 г сірки. Який об'єм розчину натрій тіосульфату було взято для реакції?
11. Для поглинання хлору з 2 л суміші його з азотом (за н.у.) використано 3,16 г натрій тіосульфату. Визначити об'ємні частки хлору та азоту в газовій суміші.
12. Розрахуйте, яку масу 75%-ного розчину H_2SO_4 можна одержати з 1 т флотаційних хвостів, що містять 40% сірки.
13. Яку масу високопроцентного олеума з вмістом 60% вільного SO_3 можна одержати з 5 т піритного концентрату, що містить 45% сірки?
14. Розрахуйте, який об'єм при 20 °C і 95 кПа займе сульфур (IV) оксид, який одержано дією кислоти на 0,6 моль натрій сульфідом.
15. Який об'єм повітря (за н.у.) необхідний для обпалювання 5 т піриту, що містить 70% FeS_2 ?
16. Який об'єм повітря (за н.у.) необхідний для обпалювання 1 т вісмутового блиску, що містить 82% Bi_2S_3 ?
17. Який об'єм повітря (за н.у.) необхідний для обпалювання 1 т концентрату, що містить 90% цинк сульфідом?
18. Кисень, одержаний при термічному розкладі 36,75 г калій хлорату, пропустили через озонатор. При цьому 15 % газу перетворилось в озон. Розрахуйте: а) об'єм одержаної газової суміші (н.у.); б) об'ємну частку озону в одержаній суміші (%).
19. Газ, одержаний при термічному розкладі калій нітрату масою 60,6 г, змішали з газом, одержаним при дії надлишку розчину натрій гідроксиду на цинк масою 97,5 г. Суміш привели до умов реакції. Визначте масу одержаного продукту за нормальних умов.

20. Кисень, об'ємом 13,44 л, виміряний при температурі 20°C і тиску 170 кПа, помістили в озонатор і привели до умов реакції. Ступінь перетворення кисню в озон становив 40 %. Яку кількість речовини озону одержали?
21. На спалювання 90 л суміші метану та водню витратили 135 л кисню, що містив домішки озону, об'ємна частка яких становила 10 %. Розрахуйте об'ємний склад вихідної суміші. Усі виміри проводились за однакових умов.
22. Який об'єм сірководню (н.у.) потрібно витратити на взаємодію з 40 см³ розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 6 % (густина 1,044 г/см³), щоб утворилась: а) середня сіль; б) кисла сіль?
23. Газ, одержаний при обпалюванні 1,92 кг піриту, окиснили в контактному апараті киснем. Масова частка домішок у піриті становила 15 %. Продукт реакції окиснення розчинили у 21,2 кг розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 60 %. До одержаного розчину добавили надлишок розчину барій нітрату. Визначте масу осаду, що при цьому утворився.
24. Натрій сульфід, необхідний для реакції з підкисленим сульфатною кислотою розчином калій дихромату із вмістом солі 41,16 г, одержали при пропусканні сульфур діоксиду крізь розчин натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20 % ($\rho = 1,2$ г/мл). Який об'єм розчину лугу витратили на добування Na₂SO₃?
25. На нейтралізацію олеуму масою 345 г витратили 1,75 дм³ розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,2 ($\rho = 1,2$ г/мл). Розрахуйте кількість речовини SO₃, що припадає на 1 моль сульфатної кислоти у вихідному олеумі.

Лабораторна робота № 4 **V-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ**

1. ОДЕРЖАННЯ АЗОТУ ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

У пробірку додати 2 г подрібненого натрій нітриту і налити 4–5 мл насиченого розчину амоній хлориду. Пробірку закріпити у штативі, закрити пробкою з газовідвідною трубкою та обережно нагріти. Через 1–2 хв після початку реакції (чому?) зібрати утворений газ у циліндр (широку пробірку) над водою. Після наповнення циліндру газом закрити його склянню платиною та достати з води. Написати рівняння реакцій розкладу амоній нітриту. Пояснити, чому використовують суміш солей NaNO₂ і NH₄Cl, а не NH₄NO₂.

Охарактеризувати фізичні властивості азоту. В циліндр з азотом внести палаючу скипку (що відбувається?) або додати вапняної води. Чи відбуваються зміни?

2. ОДЕРЖАННЯ АМІАКУ

Скласти прилад (рис. 7), використовуючи сухі пробірки. Амоній хлорид і гашене вапно, взяті в рівних об'ємах, ретельно перемішати у фарфоровій чашці. Чи відбувається утворення аміаку за цих умов? У пробірку додають одержану суміш (до половини довжини пробірки), яку закривають пробкою з газовідвідною трубкою та закріплюють у штативі таким чином, щоб її дно було трохи вище отвору (чому?). Пробірку обережно нагріти. Аміак, що утворюється, збирають у пробірку. (Чому її необхідно тримати верх дном?) Коли пробірка наповниться аміаком (як

переконатися у цьому?), не перевертаючи пробірку, обережно зняти її з трубки та закрити її сухою пробкою та зберегти для наступного досліду.

3. ВЛАСТИВОСТІ АМІАКУ

а) **Розчинення аміаку в воді.** Пробірку з аміаком, який одержано у досліді 2, опустити отвором до низу у воду, під водою відкрити пробку та злегка покачати пробірку. Що спостерігається? Коли рівень води стабілізується, пробірку закрити під водою та дістати з води. Дослідити індикаторним папером одержаний розчин у пробірці. Пояснити явища, що спостерігаєте. Написати рівняння реакції. Частину одержаного розчину нагріти до кипіння та прокип'ятити його протягом 2–3 хв. Чи змінюється інтенсивність запаху? Дослідити розчин індикаторним папером. Який його колір? Написати рівняння реакцій. Яка рівновага встановлюється у водному розчині аміаку? Як зміщується рівновага при нагріванні розчину? Пояснити.

б) **Взаємодія аміаку з хлороводнем.** Один циліндр (пробірку) наповнити аміаком, інший – хлороводнем і закрити скляними пластинами або пробками. Сполучити їх отворами так, щоб циліндр з аміаком був зверху. Витягнути пластинки і декілька раз перевернути циліндри (для чого?). Що спостерігаєте? Написати рівняння реакцій.

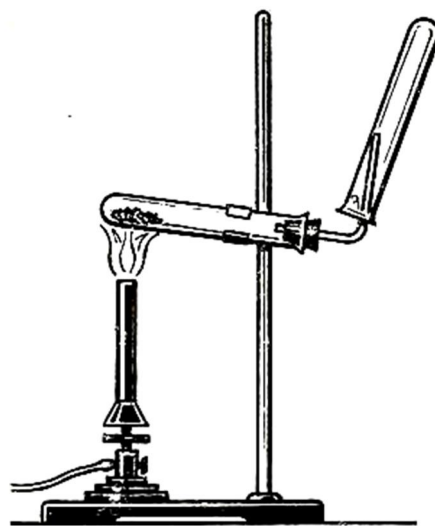


Рис. 7. Прилад для одержання аміаку із солей амонію

4. РЕАКЦІЯ НА ЙОН АМОНІУ

У пробірку додати невелику кількість розчину солі амонію, наприклад NH_4Cl , та 1–2 мл розчину NaOH і нагріти. До отвору пробірки, не торкаючись стінок, піднести змочений водою індикаторний папер. Як змінився її колір? Написати рівняння реакцій.

Оскільки із всіх газів, лише аміак з водою утворює гідроксид, то зміна кольору індикаторного паперу в парах указує на присутність у розчині йонів NH_4^+ .

5. СУБЛІМАЦІЯ АМОНІЙ ХЛОРИДУ

На дно пробірки помістити невелику кількість NH_4Cl та нагріти під нахилом. Спостерігати утворення нальоту на холодних частинах пробірки. Експериментально встановити відмінність, за складом, сублімованої речовини від вихідної. Написати рівняння реакцій.

6. ОКИСНЮВАЛЬНІ ТА ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ HNO_2

а) Пробірку з 2–3 мл розчину KI , підкислити розведеною H_2SO_4 і додати невелику кількість розчину NaNO_2 . Пояснити зміну кольору розчину. Доведіть якісними реакціями утворену речовину? Написати рівняння реакції.

б) До розчину KMnO_4 , який підкислено розведеною H_2SO_4 , додати розчин NaNO_2 . Що відбувається? Написати рівняння реакції.

Які властивості виявляє HNO_2 у дослідах а) і б)?

7. ОДЕРЖАННЯ КАЛІЙ НІТРАТУ

У пробірці, що закріплена у штативі, прожарити 2–3 г KNO_3 до завершення виділення газу. Визначити, який газ виділяється. Після охолодження пробірки, розчини її вміст у воді і підтвердити, що у розчині присутня сіль нітритної кислоти. Написати рівняння реакцій термічного розкладу KNO_3 .

8. ВЛАСТИВОСТІ НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ

(Роботу проводити у витяжній шафі)

б) **Дія концентрованої нітратної кислоти на метали.** В одну пробірку покласти гранулу цинку, в іншу – шматочок олова і додати концентровану HNO_3 . Який газ виділяється? Написати рівняння, за умови, що в другій пробірці утворюється H_2SnO_3 .

в) **Дія розведеної нітратної кислоти на метали.** До пробірки додати невелику кількість залізних ошурок і додати помірно розведену HNO_3 . Який газ при цьому виділяється? Написати рівняння реакції.

До однієї пробірки додати шматочок цинку, в іншу – шматочок олова і до обох додати сильно розведену HNO_3 . Протягом декількох хвилин рідину збовтувати, а потім злити розчин з не прореагованого металу та довести наявність у розчині йону NH_4^+ . Написати рівняння реакцій.

ж) **Руйнування органічної речовини нітратною кислотою.** На шматок шерстяної тканини скляною паличкою нанести каплю концентрованого розчину HNO_3 . Спостерігати, що відбувається з шерстю.

9. РОЗКЛАД НІТРАТІВ ПРИ НАГРІВАННІ

(Досліди б) і в) проводити у витяжній шафі)

а) У пробірці, яка закріплена у штативі, прожарили біля 1 г NaNO_3 . Спостерігати виділення газу. Експериментально довести, який газ виділяється і яка речовина залишилась у пробірці. Написати рівняння реакцій.

б) До сухої пробірки, яка горизонтально закріплена у штативі, додати декілька кристаликів $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ і сильно нагріти. Відмітити зміни, що відбуваються з сіллю. Що виділяється? Написати рівняння реакції.

в) Прожарити у пробірці декілька кристалів AgNO_3 . Що виділяється? Що залишилось у пробірці? Написати рівняння реакції.

Порівняти результати дослідів і вказати, як залежить характер розкладання нітратів від активності металів, що входять до їх складу. Пояснити, чому при нагріванні цих солей утворюються різні продукти.

10. АЛОТРОПІЯ ФОСФОРУ

(Роботу проводити у витяжній шафі)

Правила роботи з білим фосфором

Білий фосфор – отруйна і дуже вогнебезпечна речовина (температура займання близько 40 °С), викликає опіки, що важко загоюються. При роботі з ним необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

1) зберігати під водою;

2) не чіпати руками, брати пінцетом або щипцями;

- 3) *різати в товстостінній посуді (наприклад, фарфоровій ступці) під водою кімнатної температури або краще у теплій воді, але не вище 25-30 °С. Якщо для різання фосфору використовувати теплу воду, то перед дослідом фосфор необхідно перенести в холодну воду;*
- 4) *висушувати фільтрувальним папером (не терти) якомога швидше, особливо якщо в приміщенні тепло;*
- 5) *на підлогу не кидати. Шматок фосфору, що впав, необхідно негайно знайти;*
- 6) *дрібні залишки збирати у воду, відфільтрувати і разом з вологим фільтром спалити на сітці під тягою;*
- 7) *фосфор, що зайнявся, гасити піском або водою;*
- 8) *якщо фосфор зайнявся на руці або тілі, то його слід гасити, накриваючи рушником; опік гарно промити 10%-ним розчином $AgNO_3$ або $KMnO_4$ і лише потім зробити перев'язку. При сильних опіках, після надання першої допомоги, слід звернутися до лікаря.*

Додати у пробірку невелику кількість сухого червоного фосфору, закрити ватою, закріпити під нахилом у штативі та обережно нагріти пробірку в полум'ї пальника. Нагрівання проводити обережно, стежити, щоб пари фосфору не займалися при виході з пробірки!

Спостерігати появу нальоту білого фосфору на холодних частинах пробірки. Скляною паличкою взяти невелику кількість білого фосфору і вийняти з пробірки. Що спостерігається? Написати рівняння реакції, що відбувається. Зробити висновок, яка з алотропних модифікацій фосфору хімічно більш активна. (Після досліду пробірку здати лаборанту!)

11. СОЛІ ОРТОФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ

Фосфати натрію та їх гідроліз. За величиною константи дисоціації ортофосфорної кислоти припустити, чи піддаються гідролізу фосфати лужних металів. На якій стадії повинен зупинитися гідроліз натрій фосфату?

Перевірити свої припущення, дослідивши розчини натрій гідро-, дигідрофосфату і фосфату індикаторним папером. Написати рівняння реакції гідролізу натрій фосфату по першій стадії. Накопичення яких йонів перешкоджає подальшому гідролізу цієї солі? Визначити рН розчинів за допомогою універсального індикаторного паперу.

12. ОДЕРЖАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ СТИБІЙ (III) ГІДРОКСИДУ

а) Одержати осад стибій (III) гідроксиду. Уникати надлишку лугу. Відзначити колір і вигляд осаду. Написати рівняння реакції.

б) Одержаний осад розділити на дві частини. Першу частину осаду дослідити на його відношення до дії розчину HCl , іншу – до дії розчину $NaOH$.

Зробити висновки про хімічні властивості стибій (III) гідроксиду. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі.

13. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ СТИБІЙ (III)

Невелику кількість стибій (III) хлориду розчинити в декількох краплях води.

Розчин дослідити індикатором. Пояснити зміну кольору лакмусу. Додати дистильованої води до появи осаду. Пояснити утворення осаду при розведенні розчину.

Напишіть рівняння реакції гідролізу стибій (III) хлориду, якщо, осад, що утворився являє собою стибій (III) оксохлорид SbOCl . Поясніть його утворення.

Додати до одержаного осаду декілька крапель концентрованого розчину HCl . Поясніть зміни, що відбуваються.

При подальшому розведенні розчину водою знову спостерігається випадання осаду. Пояснити явища, що відбуваються?

14. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ БІСМУТ (III) ГІДРОКСИДУ

З бісмут (III) нітрату одержати бісмут (III) гідроксид. Написати рівняння реакції. Дослідити відношення одержаного осаду до дії розведеного розчину кислоти і до надлишку розчину луку. Що спостерігається? Які властивості виявляє бісмут (III) гідроксид? Написати рівняння реакцій в молекулярній та іонній формі.

15. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ БІСМУТУ (III)

Невелику кількість бісмут (III) нітрату розчинити у декількох краплях води. Одержаний розчин дослідити індикаторним папером. Пояснити зміну кольору.

Розчин розбавити дистильованою водою до утворення осаду. Написати рівняння реакції гідролізу, якщо продуктом гідролізу є BiONO_3 . Як він утворюється?

Вправи та задачі

1. Для синтезу аміаку використовують суміш азоту з воднем складу: 25% азоту і 75% водню (за об'ємом). Обрахуйте склад цієї суміші: а) у відсотках (за масою); б) в молях на літр (за н.у.).
2. Який об'єм (за н.у.) буде займати аміак, одержаний із суміші 50 г амоній хлориду з 70 г гашеного вапна?
3. Який об'єм 2 н. розчину HCl необхідно для нейтралізації 20 мл 8%-ного розчину аміаку ($\rho = 0,967 \text{ г/см}^3$)?
4. Яку масу $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ можна одержати взаємодією H_2SO_4 з 1 кг аміаку? Який об'єм 60%-ного розчину H_2SO_4 ($\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$) буде затрачено? 56%-ного?
5. При упарюванні 1 т 56%-ного розчину аміачної селітри одержали розчин з концентрацією 96%. Скільки води видалено з розчину?
6. Всі оксиди нітрогену реагують з розжареною міддю з утворенням CuO і N_2 . Яка формула оксиду, якщо одержали 0,7105 г CuO і 200 см^3 азоту (за н.у.)?
7. До 10 см^3 нітроген (II) оксиду додано такий же об'єм кисню. Який кінцевий об'єм газу і який його склад, якщо продуктом реакції є нітратна кислота?
8. Густина нітроген (IV) оксиду за воднем при 70 °С дорівнює 27,8. Яке співвідношення між числом молекул NO_2 і N_2O_4 у газі при цій температурі?
9. Скільки грамів натрій нітриту необхідно для відновлення 250 мл 0,1 М розчину калій перманганату в кислому середовищі?
10. Скільки літрів 2 н. розчину можна одержати з 500 мл 68%-ного розчину HNO_3 ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$)?

11. Який об'єм 96%-ного розчину H_2SO_4 (1,84 г/мл) необхідно для взаємодії з 10 г NaNO_3 при незначному нагріванні? Яку масу HNO_3 можна при цьому одержати, якщо 4% її розкладається під час реакції?
12. Яка маса аміаку необхідна для одержання 1 т нітратної кислоти, якщо виробничі втрати азоту становлять 6%?
13. Яка кількість речовини цинк нітрату можна одержати взаємодією цинку з 70 мл 94%-ного розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,49 \text{ г/см}^3$)?
14. Визначити об'єм 96%-ного розчину H_2SO_4 (1,84 г/мл) і масу фосфориту, що містить 80% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, які необхідні для одержання 20 т простого суперфосфату.
15. Який об'єм 0,1н. розчину NaOH необхідно для нейтралізації ортофосфорної кислоти, яку одержано з 0,31 г $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, якщо продуктом реакції є натрій гідрофосфат?
16. При спалюванні 3 г фосфору одержано 6,87 г оксиду. Яка істинна формула цього оксиду, якщо густина його парів за повітрям 9,8?
17. Яка маса фосфориту, що містить 30% P_2O_5 , необхідна для одержання 1 кг фосфору, якщо вихід складає 90% від теоретичного?
18. Розрахуйте об'єми азоту та водню (н.у.), які потрібно витратити для одержання 8,5 т амоніаку.
19. Який об'єм (н.у.) амоніаку потрібно використати для добування 120 кг амоній нітрату?
20. Суміш, що містить 15 м³ азоту та 20 м³ водню, пропустили над каталізатором. Вихід амоніаку становить 20%. Який об'єм NH_3 одержали?
21. При взаємодії 100 л амоніаку, що містить домішки азоту, об'ємна частка яких становить 10%, із сульфатною кислотою одержали амоній сульфат масою 252 г. Розрахуйте вихід солі у відсотках від теоретично можливого.
22. До розчину, що містить 51 г аргентум нітрату, прилили розчин натрій сульфід, що містить 15,6 г солі. Визначте масу осаду, що утворився.
23. Із 2 кг амоніаку одержали 10 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою 62%. Розрахуйте вихід кислоти у відсотках від теоретично можливого.
24. Хлорид амонію масою 32,1 г змішали з кальцій гідроксидом масою 17,76 г і нагріли. Визначте об'єм газу (н.у.), що виділився при цьому.
25. Який об'єм амоніаку (н.у.) потрібно використати для добування 500 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 90%?
26. Амоніак, виділений з амоній сульфату масою 26,4 г, змішали з хлороводнем масою 19 г. Визначте масу одержаної при цьому солі.
27. Визначте масу розчину нітратної кислоти ($W = 20\%$), яку необхідно використати для добування 2 кг амоніачної селітри.
28. Розрахуйте масу натрієвої селітри, необхідної для одержання 315 г нітратної кислоти.
29. Який об'єм амоніаку витратили на добування 200 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 80%, якщо виробничі втрати становили 6%?
30. Визначте об'єм газу (н.у.), який виділиться при розчиненні міді масою 6,4 г в розчині нітратної кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 20%.
31. Стехіометричну суміш азоту та водню пропустили над нагрітим каталізатором. При цьому об'єм суміші зменшився на 14 л. Розрахуйте об'єми вихідних газів, а

також об'єм утвореного продукту реакції. Усі виміри проводились за однакових умов. Врахуйте, що вихід продукту реакції становить 50% від теоретично можливого.

32. Природний Нітроген складається із суміші двох нуклідів ^{14}N та ^{15}N . Відносна атомна маса Нітрогену становить 14,007. Розрахуйте масові частки нуклідів у природному Нітрогені (%).
33. Розрахуйте масу розчину амоніаку з масовою часткою речовини 25% та об'єм води, які необхідні для приготування 1500 г розчину амоніаку з масовою часткою речовини 0,5%.
34. Газ, одержаний при взаємодії 0,2 моль амоній хлориду з надлишком розчину натрій гідроксиду, поглинули розчином сульфатної кислоти масою 20 г з масовою часткою речовини 49%. Яка сіль при цьому утворилась і яка її маса?
35. В одному літрі води при 0°C розчинили 1150 л амоніаку (н.у.). Розрахуйте масову частку (%) амоніаку в одержаному розчині.
36. При нагріванні технічного нашатирю, що містить 3% домішок, з надлишком розчину натрій гідроксиду виділилось 800 см³ амоніаку (н.у.). Визначте масу технічного нашатирю, який використали для проведення реакції.
37. Які речовини утворяться при взаємодії 0,6 моль амоніаку та 0,4 моль сульфатної кислоти? Визначте їхні маси.
38. Газ, одержаний при взаємодії 0,2 моль амоній хлориду з надлишком розчину натрій гідроксиду, поглинувся розчином ортофосфатної кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 9,8%. Яка сіль при цьому утворилась і яка її маса?
39. Який об'єм розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,119 \text{ г/см}^3$, $W = 20\%$) потрібно взяти для розчинення 4 г міді? Визначте об'єм (н.у.) газу, який при цьому виділиться.
40. Розрахуйте масові частки речовин (%) у розчині, одержаному при розчиненні 2 л хлороводню (н.у.) та 1500 см³ амоніаку (н.у.) у воді об'ємом 800 мл.
41. Суміш амоній нітрату та амоній нітриту піддали повному термічному розкладу. На відновлення одержаної газової суміші об'ємом 44,8 л (н.у.) витратили весь водень, одержаний при повному електролізі води масою 9 г. Визначте масовий склад вихідної суміші солей.
42. До 7 л суміші нітроген монооксиду та азоту (н.у.) добавили 3 л кисню (н.у.). Після завершення реакції об'єм газової суміші зменшився на 20%. Обчисліть: а) об'ємний склад вихідної суміші (%); б) об'ємні частки компонентів в утвореній газовій суміші (%), якщо відомо, що вона підтримує горіння.
43. Визначте масу калій хлорату, який необхідно використати для добування кисню, необхідного для повного спалювання амоніаку, одержаного з розчину амоній сульфату масою 36 г, масова частка солі в якому 13,5%, та 20 г гашеного вапна, масова частка домішок в якому 13,2%.
44. Як повинні відноситись кількості речовин кальцій карбонату та калій нітрату в суміші, щоб після її прожарювання маса одержаної газової суміші склала 25,2% від маси вихідної суміші?
45. Колбу, наповнену амоніаком при 30°C і тиску 1 атм, опустили у воду, яка повністю заповнила посудину. Одержали розчин з густиною 1 г/см^3 . Яка масова частка амоніаку в розчині? (%).

46. Розчин, одержаний при пропусканні нітроген діоксиду кількістю речовини 4 моль крізь розчин натрій гідроксиду із вмістом луку 6 моль, випарували. Твердий залишок прожарили до постійної маси. Розрахуйте: а) об'єм газу, що виділився при прожарюванні твердого залишку (н.у.); б) масовий склад твердого залишку.
47. Обчисліть маси речовин, які будуть міститись у розчині, одержаному при пропусканні нітроген (IV) оксиду, добутого при повному термолізі купрум (II) нітрату масою 75,2 г, крізь розчин калій гідроксиду об'ємом 560 мл з масовою часткою луку 30% ($\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$).
48. Газ, одержаний при каталітичному окисненні 1,6 моль амоніаку, повністю окиснили киснем повітря. Продукт реакції розчинили у присутності кисню в 1,2 дм³ води. Розрахуйте масову частку речовини, що буде міститись в одержаному розчині (%).
49. Через контактний апарат пропустили суміш азоту та водню, кількості речовин яких відносились як 1:4. Прореагувало 20% азоту. Який об'ємний склад утвореної суміші (%)?
50. На амальгаму цинку масою 10 г подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. При цьому виділився нітроген діоксид об'ємом 2,33 л (н.у.). Розрахуйте масову частку цинку (%) в амальгамі.
51. Сплав міді та алюмінію масою 4 г обробили надлишком концентрованого розчину луку. Нерозчинний залишок промили і розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Одержаний розчин випарували, а сіль прожарили. Одержали тверду речовину масою 3,2 г. Розрахуйте масову частку міді у вихідній суміші (%).
52. Який об'єм розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою речовини 14% необхідно використати для повного розчинення суміші купрум (II) оксиду та міді масою 20 г? Відомо, що якщо на таку ж суміш масою 4 г подіяти надлишком хлоридної кислоти, то після закінчення реакції залишиться 1,6 г нерозчинної речовини.
53. Як з купрум (II) нітрат дигідрату добути 300 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 20%? Визначте масу використаного для цього кристалогідрату.
54. Суміш азоту, нітроген монооксиду та нітроген діоксиду об'ємом 264 мл пропустили крізь воду об'ємом 2 л. До 150 мл газів, які не поглинулися, добавили 48 мл кисню, після чого об'єм газів склав 165 мл. Усі виміри проведені за однакових умов. Обчисліть об'ємну частку NO у вихідній суміші (%).
55. Як повинні відноситись кількості речовин купрум (II) нітрату та аргентум нітрату в суміші, щоб після їхнього повного термічного розкладання маса одержаного залишку виявилась меншою за масу вихідної суміші на 39,62%?
56. Газова суміш містить 200 мл O₂, 40 дм³ г NH₃ та 0,5 дм³ N₂ (н.у.). Обчисліть: а) масу суміші; б) масові частки газів у суміші (%).
57. З амоніаку кількістю речовини 2,4 моль одержали нітратну кислоту масою 126 г. Обчисліть вихід кислоти.
58. Масова частка Нітрогену в суміші амоній фосфату (NH₄)₃PO₄ та амоній дигідрогенфосфату NH₄H₂PO₄ становить 18,47%. Встановіть масову частку (%) Фосфору в цій суміші

59. Який об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ($\rho = 1,173 \text{ г/см}^3$) потрібно використати для повної нейтралізації H_3PO_4 , яку одержали з 10 кг кальцій ортофосфату, масова частка домішок в якому становить 10%?
60. Який об'єм амоніаку (н.у.) використали для добування амоній гідрогенфосфату масою 105,6 г, якщо його вихід дорівнював 88%?
61. Розрахуйте масу кальцій гідрогенфосфату, що містить стільки Фосфору, скільки його є у 2,64 кг амоній гідрогенфосфату.
62. Визначте масу фосфор (V) оксиду, яку можна одержати при спалюванні фосфіну, одержаного з кальцій фосфіду масою 54,6 г.
63. Яку масу фосфориту, що містить 80% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, необхідно використати для одержання 10 кг ортофосфатної кислоти?
64. У закритій посудині з повітрям об'ємом 20 л (н.у.) спалили 4 г фосфору. Визначте: а) масу утвореного фосфор (V) оксиду; б) тиск (в атм) у посудині після приведення речовин до початкових умов.
65. Яку масу ортофосфатної кислоти можна одержати з 800 кг фосфориту, масова частка домішок в якому становить 35%?
66. Визначте формулу кристалогідрату натрій фосфату, якщо після нагрівання 190 г його утворився твердий залишок масою 82 г.
67. Кальцій фосфід добувають з фосфориту та вугілля в електричних печах. Яку масу кальцій фосфіду можна добути з 50 кг фосфориту, масова частка кальцій ортофосфату в якому становить 62%, а виробничі втрати складають 5%?
68. Яка сіль утвориться при зливанні 20 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% з розчином ортофосфатної кислоти масою 10 г з масовою часткою кислоти 49%? Визначте її масу.
69. При окисненні фосфору розчином нітратної кислоти ($\rho = 1,414 \text{ г/мл}$, $W = 70\%$) одержали 34,3 г ортофосфатної кислоти. Визначте об'єм розчину кислоти, який витратили на реакцію з фосфором.
70. На фосфор, одержаний з 34,444 г кальцій фосфату, масова частка домішок в якому становила 10%, подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. Одержаний розчин повністю нейтралізували амоніаком. Визначте об'єм розчину барій хлориду ($W = 20\%$, $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$), який необхідно використати для повного осадження утворених в розчині фосфат-йонів.
71. Фосфін, одержаний при повному гідролізі кальцій фосфіду масою 145,6 г, спалили. Фосфор (V) оксид, що утворився, розчинили у 200 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 25% ($\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$). Визначте формулу солі, що утворилась, та її масову частку в одержаному розчині (%).
72. Фосфор, виділений з 31 г кальцій ортофосфату, окиснили при нагріванні розчином нітратної кислоти об'ємом 27,9 мл з масовою часткою речовини 70% ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$). Після закінчення реакції до одержаного розчину долили 65,3 мл розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,225 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою лугу 20%. Які речовини будуть міститись в одержаному розчині? Визначте їхні маси.
73. Фосфор (V) оксид розчинили в розчині ортофосфатної кислоти масою 85,5 г з масовою часткою кислоти 50%. Масова частка кислоти в розчині при цьому збільшилась на 12,5%. Визначте маси червоного фосфору та бертолетової солі, які були використані для добування фосфор (V) оксиду.

Лабораторна робота № 5 IV-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

1. АДСОРБЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ДЕРЕВНОГО ВУГІЛЛЯ

а) Воду в колбі або склянці забарвити фіолетовим чорнилом або фуксином. Внести в неї тонко подрібнене деревне вугілля і сильно збовтати. Потім відфільтрувати. Як змінився колір розчину? Пояснити.

б) У пробірку, яка містить декілька крапель 0,01 н. розчину плюмбум (II) нітрату або ацетату (II) внести 1–2 краплі 0,01н розчину калій йодиду. Що спостерігаєте? Написати йонне рівняння реакції.

В іншу пробірку, що містить 1–2 мл 0,01 н. розчину плюмбум (II) нітрату або ацетату (II) додати тонко подрібнене активоване деревне вугілля. Пробірку закрити пробкою і сильно збовтати. Розчин відфільтрувати. До фільтрату додати 1–2 краплі 0,01н розчину калій йодиду. Чи утвориться осад? Дати пояснення. Чим обумовлена висока адсорбційна здатність деревного вугілля?

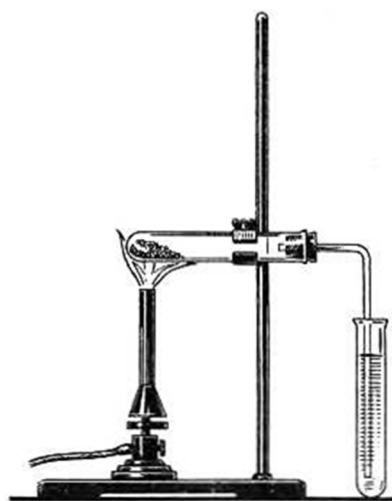


Рис. 8. Відновлення вуглецем купрум (II) оксиду

2. ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ВУГІЛЛЯ

На аркуші паперу перемішати невеликі, рівні за масою, порції купрум (II) оксиду і тонко подрібненого деревного вугілля. Суміш пересипати у суху пробірку, яка горизонтально закріплена в штативі (рис. 7). Пробірку закрити пробкою з вигнутою газовідвідної трубкою, кінець якої опустити у вапняну воду. Пробірку нагріти до припинення виділення газу. Спостерігати за змінами. Пробірку охолодити, розглянути її вміст, відзначити колір. Написати рівняння реакції.

3. ОДЕРЖАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ КАРБОН (IV) ОКСИДУ

а) У апарат Кіппа (рис. 9) покласти шматочки мармуру і додати розчин HCl (1:4). Спостерігати виділення газу. Чи можна для цього використовувати розчин H₂SO₄?

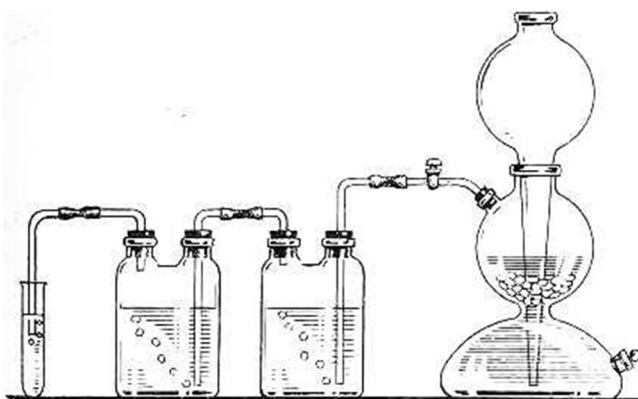
б) Газ, що виділяється з апарату Кіппа, пропустити через пробірку, що містить розчин нейтрального лакмусу. Що спостерігаєте? Написати рівняння реакцій, які відбуваються при одержанні CO₂ і його розчиненням у воді.

Одержаний розчин CO₂ у воді, забарвлений лакмусом, прокип'ятити. Чи зміниться колір? Рівновагу карбон (IV) оксиду в розчині виразити відповідними рівняннями. Яким чином можна змістити рівновагу?

в) Для досліду використовують два стакани (або колби). Один з них наповнюють CO₂ з апарату Кіппа. Повноту наповнення перевірити посудини газом перевіряють палаючим сірником, який підносять до отвору стакана. В інший стакан помістити маленький шматочок змоченої спиртом вати і підпалити його. Далі обережно перелити CO₂ із першого стакана в інший. Що відбувається? За допомогою палаючого сірника перевірити залишки CO₂ у першому стакані. Який висновок можна зробити про густину CO₂?

г) У стакан, що наповнений CO_2 , внести підпалену на повітрі стрічку магнію. Спостерігати за горінням магнію.

До одержаних продуктів додати невелику кількість розведеного розчину HCl і збовтати. Чи розчиняються ці речовини? Що являють собою частинки чорного кольору? Написати рівняння реакцій.



В іншому стакані, який наповнений CO_2 , спалити у залізній ложці червоний фосфор, попередньо підпалений на повітрі. Продукти горіння фосфору розчинити у воді і дослідити нейтральним розчингом лакмусу. Описати спостереження і скласти рівняння реакцій.

Відмітити роль карбон (IV) оксиду в наведених окисно-відновних процесах.

4. УТВОРЕННЯ СОЛЕЙ КАРБОНАТНОЇ КИСЛОТИ

а) Через пробірку, що містить вапняну воду, протягом 2–3 хв. Пропускають струмінь CO_2 . Які зміни відбуваються? Написати рівняння реакцій. Назвати солі, що утворюються. Написати їх графічні формули. Зробити висновок про їх розчинність у воді. Одержаний розчин залишити для наступного досліду.

б) Розчин, одержаний у досліді а), розділити на дві пробірки. Одну из них нагріти, в іншу додати вапняної води. Написати рівняння реакцій.

5. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ КАРБОНАТНОЇ КИСЛОТИ

Дослідити дію розчинів Na_2CO_3 , NaHCO_3 , K_2CO_3 на нейтральний розчин лакмусу. Написати рівняння реакцій гідролізу в молекулярній та йонній формі. Яка сіль більше піддається гідролізу: Na_2CO_3 або NaHCO_3 ? Дати пояснення.

6. ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ КАРБОНАТНОЇ КИСЛОТИ

а) Дослідити наступні солі Na_2CO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 по відношенню до дії води і розчинів HCl і CH_3COOH . Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі. Дати пояснення.

7. ОДЕРЖАННЯ СИЛКАТНОЇ КИСЛОТИ

а) **Одержання гідрогелю силікатної кислоти.** До 5 мл концентрованого розчину натрій силікату додати 2–2,5 мл розведеної соляної кислоти (1:1) та ретельно перемішати рідину скляною паличкою. Внаслідок утворення силікатної кислоти вміст пробірки перетворюється на гель. Написати рівняння реакції.

б) **Одержання гідрозолу силікатної кислоти.** Для одержання колоїдного розчину силікатної кислоти необхідно до 3–5 мл розчину натрій силікату додати невелику кількість концентрованої HCl . Розчин нагріти. Що спостерігається?

в) **Витіснення силікатної кислоти з її солей.** Через розчин натрій силікату пропустити струмінь CO_2 з апарату Кіппа. Написати рівняння реакції. Яка з двох кислот – H_2SiO_3 або H_2CO_3 – є більш слабшим електролітом?

8. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ СИЛКАТНОЇ КИСЛОТИ

а) Нейтральним розчином лакмусу дослідити розчин натрій силікату. Написати рівняння реакцій гідролізу в молекулярній та йонній формі.

б) До 1–2 мл концентрованого розчину натрій силікату додати, при перемішуванні, 2–3 мл насиченого розчину амоній хлориду. Спостерігати утворення осаду і газу. Написати рівняння гідролізу в молекулярній та йонній формі.

9. ВИЛУЖУВАННЯ СКЛА

Шматочок скляної трубки нагріти в полум'ї пальника і швидко опустити в фарфорову ступку з водою і, додавши декілька крапель фенолфталеїну, перетерти у порошок. Що відбувається? Дати пояснення, за умови, що склад скла виражають формулою $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

10. ВЗАЄМОДІЯ ОЛОВА С КИСЛОТАМИ

(Роботу проводити у витяжній шафі)

У шість пробірок помістити по 2 шматочки олова і подіяти розведеними і концентрованими розчинами кислот HCl , H_2SO_4 і HNO_3 спочатку при кімнатній температурі, а потім при нагріванні. Спостерігати перебіг реакцій. Скласти рівняння реакцій, враховуючи, що при взаємодії олова з розведеною HNO_3 (на холоді) у розчині утворюється сіль амонію, а при взаємодії з концентрованою H_2SO_4 продукт реакції – сульфур (IV) оксид.

11. ВЗАЄМОДІЯ ОЛОВА З ЛУГАМИ

У пробірку помістити 2–3 шматочки олова і додати концентрований розчин лугу. Спостерігати зміни. Як довести, що утворений газ – водень? Написати рівняння реакції, за умови, що продуктом реакції є гідроксоанат (II).

12. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СТАНУМ (II) ГІДРОКСИДУ

З наявних реактивів одержати $\text{Sn}(\text{OH})_2$. Уникати надлишку лугу. Чому? Відмітити колір і характер осаду. Пояснити. Дослідити дію кислоти та лугу на станум (II) гідроксид. Написати рівняння реакцій в молекулярній і йонній формі.

13. ГІДРОЛІЗ СТАНУМ (II) ХЛОРИД

Декілька кристалів $\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ розчинити у малому об'ємі води, додаючи її по краплинам. За допомогою індикаторів з'ясувати можливість проходження гідролізу. Одержаний концентрований розчин розвести водою. Що відбувається? Як впливає розведення на ступінь гідролізу солі? Написати рівняння реакції гідролізу. Дослідним шляхом довести оборотність гідролізу. Дати пояснення.

б) До одержаного розчину натрій (II) гідроксоанату додати невеликий об'єм розчинної солі бісмуту. Що спостерігаєте? Скласти рівняння реакцій, за умови. Що спочатку утворюється осад бісмут (III) гідроксиду, а потім тонкодисперсний металічний вісмут. Які властивості виявляє гідроксоанат (II)?

14. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПЛЮМБУМ (II) ГІДРОКСИДУ

Правила роботи із свинцем

Сполуки свинцю отруйні, тому після проведення дослідів із сполуками свинцю необхідно ретельно вимити руки водою з милом.

З наявних реактивів одержати плюмбум (II) гідроксид. Відмітити колір і характер утвореного осаду. Написати рівняння реакції. Розділити осад на дві пробірки. В одну з них додати розчин HNO_3 , в іншу – надлишок лугу. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі. Які властивості виявляє $\text{Pb}(\text{OH})_2$?

15. ВИЯВЛЕННЯ ЙОНІВ Pb^{2+} У РОЗЧИНІ

За допомогою обмінних реакцій отримати хлорид, сульфат, йодид, сульфід і хромат плюмбуму (II). Відмітити колір і характер утворених осадів. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі.

Вправи та задачі

1. Після пропускання без доступу повітря, 44,8 л суміші CO_2 і CO над розпеченим вугіллям її об'єм зростає на 11,2 л. Одержану суміш газів пропустили через розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При цьому утворилось 40,5 г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Розрахувати процентний склад вихідної газової суміші (за об'ємом).
2. При нагріванні суміші кристалічної соди і NaHCO_3 її маса зменшилась до 15,9 г і при цьому виділилось 1,12 л CO_2 . Розрахуйте масу вихідної суміші солей.
3. Карбонат металу (II) обробили надлишком розчину HCl . До утвореного розчину додали невелику масу соди $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Утворений осад відфільтрували та прожарили; при цьому утворилося 1,12 л газу. Маса залишку після прожарювання 2 г. Дайте назву карбонат металу (II) і розрахуйте масу використаної солі $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
4. У 1300 г води розчинили 180 г кристалічної соди $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Густина одержаного розчину 1,16 г/см³. Визначити масову частку (%) речовини у розчині в розрахунку на безводну сіль; молярну і нормальну концентрації визначити з кристалогідрату.
5. При прожарюванні крейди, масова частка кальцій карбонату в якій становить 95%, одержали 28 т паленого вапна. Яку масу крейди використали?
6. Визначте масу хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 10%, яка витратиться на добування 13,44 л карбон діоксиду з кальцій карбонату.
7. Розрахуйте масу та об'єм чадного газу, при окисненні якого утвориться 134,4 л CO_2 (н.у.).
8. Яку кількість речовини вуглекислого газу потрібно відновити коксом, щоб одержати 0,76 м³ карбон монооксиду (н.у.)?
9. При термічному розкладі магній карбонату одержали газ, який пропустили крізь надлишок вапняної води і одержали 30 г осаду. Визначте масу солі, яку розклали.
10. Крізь надлишок вапняної води пропустили 30 л (н.у.) карбон діоксиду. Одержаний осад відокремили і прожарили при температурі 1000°C. Визначте масу твердого залишку.

11. Який об'єм вуглекислого газу виділиться при взаємодії 12 г магній карбонату з 200 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20%?
12. При згорянні вугілля масою 2 г одержали газ, який пропустили крізь надлишок баритової води. Утворилось 19,7 г осаду. Визначте масову частку (%) Карбону у вугіллі.
13. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на спалювання 200 кг коксу з масовою часткою Карбону 90%?
14. Суміш об'ємом 500 мл, що містить чадний газ та карбон діоксид, пропустили крізь надлишок баритової води. Об'єм газової суміші при цьому зменшився на 50 мл. Визначте об'ємну частку чадного газу у вихідній суміші. (%). Виміри проводились за нормальних умов.
15. На окиснення 180 л суміші CO та CO₂ використали 266,7 л повітря (н.у.). Визначте масу чадного газу у вихідній суміші.
16. При пропусканні газової суміші карбон монооксиду та карбон діоксиду крізь вапняну воду одержали 20 г осаду, а на спалювання такої ж маси вихідної суміші витратили 88,9 л повітря, виміряного за нормальних умов. Визначте об'єм вихідної суміші газів.
17. При пропусканні 400 л повітря (н.у.) крізь розчин кальцій гідроксиду одержали 2,5 г осаду. Розрахуйте об'ємну частку (%) CO₂ у повітрі.
18. Визначте масу кристалічної соди, яку потрібно використати для нейтралізації хлоридної кислоти масою 200 г з масовою часткою хлороводню 20%.
19. Який об'єм повітря піде на спалювання 10 м³ водяного газу, що має склад: 49% H₂, 44% CO, 4% N₂, 3% CO₂? Умови нормальні.
20. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) виділиться при повному термічному розкладі калій гідрогенкарбонату масою 12 г?
21. Суміш натрій карбонату з питною содою масою 50 г піддали термічному розкладу. При цьому виділилось 5,6 л CO₂ (н.у.). Визначте масову частку натрій карбонату (%) у вихідній суміші.
22. Еквімолярну суміш вуглецю та сірки масою 8,8 г окиснили киснем. Розрахуйте об'єм кисню (н.у.), що витратився.
23. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) утвориться при дії надлишку нітратної кислоти на кальцій гідрогенкарбонат масою 32,4 г?
24. При термічному розкладі 300 г вапняку, що містить 10% некарбонатних домішок, утворилось 186,84 г твердого залишку. Визначте ступінь розкладання кальцій карбонату (%) і масовий склад твердого залишку.
25. Для повного розчинення суміші магній оксиду та магній карбонату масою 58 г використали 720 мл хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2,5 моль/л. Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші. Який об'єм газу (н.у.) при цьому виділився?
26. При взаємодії 65,4 г суміші натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату зі стехіометричною кількістю хлороводню, яка містилась в розчині з масовою часткою HCl 20% ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$), виділилось 15680 мл газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші. Який об'єм хлоридної кислоти витратили на реакцію?

27. При пропусканні 12 л (н.у.) крізь розчин калій гідроксиду газової суміші, що містить карбон діоксид та азот, одержали 4,14 г калій карбонату та 12 г калій гідрогенкарбонату. Обчисліть об'ємну частку карбон діоксиду (%) у вихідній суміші.
28. При неповному термічному розкладі кальцій карбонату масою 140 г одержали 110 г твердого залишку. Розрахуйте: а) ступінь розкладання солі (%); б) масовий склад утвореної суміші речовин.
29. Який об'єм розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою лугу 20% необхідно використати для повного поглинання продукту спалювання 24 г вуглецю на повітрі? Розрахуйте масову частку (%) кислої солі, що утвориться в розчині.
30. Крізь розчин кальцій гідроксиду із вмістом лугу 7,4 г пропустили 8 дм³ (н.у.) газової суміші карбон діоксиду та азоту з об'ємною часткою карбон діоксиду 35%. Обчисліть маси сполук в одержаному розчині.
31. Який об'єм повітря витратиться на спалювання 150 л (н.у.) суміші карбон монооксиду та азоту, кількості речовин яких відносяться як 1 : 3?
32. При повному термічному розкладі магній карбонату одержали 86 л (н.у.) карбон діоксиду. Вихід продукту становив 80%. Визначте масу солі, яку піддали термолізу.
33. Після приведення до умов реакції суміші чадного газу та кисню об'єм утвореної суміші склав 4/5 об'єму вихідної суміші. Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов. Обчисліть об'ємний склад вихідної суміші (%), вважаючи, що чадний газ був у суміші в недостатці.
34. При відновленні карбон діоксиду об'ємом 11,2 л (н.у.) коксом масою 20 г одержали газ, вихід якого склав 75% від теоретичного за об'ємом. Визначте об'єм одержаного карбон монооксиду (н.у.).
35. Який об'єм суміші озону і кисню з густиною за воднем 18,3 необхідно використати для спалювання 250 л (н.у.) суміші карбон діоксиду та карбон монооксиду, що має густину за повітрям 1,2?
36. Над розжареним до 1000°C вуглецем пропустили 10 л суміші карбон діоксиду та аргону. Об'єм утвореної суміші склав 16 л. Усі виміри проводились за однакових умов. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
37. При дії надлишку хлоридної кислоти на суміш, що містить однакові маси натрій карбонату та барій карбонату, виділилось 2,24 л газу (н.у.). Визначте масу осаду, що утвориться при дії на одержаний розчин надлишком розчину натрій сульфату.
38. Розрахуйте густину за воднем суміші, що містить азот, кисень та карбон діоксид, об'ємні частки яких у суміші становлять відповідно 20%, 45% та 35%. Який об'єм цієї суміші необхідно використати для переведення калій гідроксиду масою 16,8 г у калій гідрогенкарбонат?
39. Суміш натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату масою 43,8 г нагрівали до тих пір, поки не припинилось зменшення маси суміші. Маса охолодженого твердого залишку дорівнює 41,1 г. Розрахуйте масові частки солей (%) у вихідній суміші.

40. При прожарюванні суміші магній карбонату та цинк карбонату масою 5,45 г одержали газ об'ємом 1,344 л (н.у.). Визначте відношення кількостей речовин компонентів вихідної суміші.
41. До розчину натрій гідроксиду масою 400 г добавили 163 г розчину сульфатної кислоти ($W = 40\%$). Для нейтралізації одержаного розчину використали 47 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Визначте масову частку луку (%) у вихідному розчині.
42. Як повинні відноситись кількості речовин цинк карбонату та магній карбонату в суміші, щоб після прожарювання маса одержаного твердого залишку становила 56,18% від маси вихідної суміші?
43. При повному розкладі деякої кількості речовини гідрогенкарбонату невідомого металу, для якого характерна ступінь окиснення +2, виділилось 1,344 л газу (н.у.), який викликає помутніння вапняної води, і утворилось 2,43 г твердого залишку. Визначте невідомий метал.
44. Яку масу кремнію і який об'єм 32%-ного розчину NaOH ($\rho = 1,35 \text{ г/см}^3$) необхідно для одержання 15 м³ водню, виміряного при $t = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\rho = 98,64 \text{ кПа}$?
45. Визначити кількісний склад суміші кремнію, алюмінію і кальцій карбонату, якщо при її обробці лугом виділилось 8,96 л газу, а при обробці такої ж наважки вихідної суміші розчином HCl також виділяється 8,96 л газу, пропускання якого через розчин Ca(OH)_2 призводить до утворення 8,1 г $\text{Ca(HCO}_3)_2$.
46. Яку масу $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ необхідно взяти для приготування 350 г 20%-ного розчину натрій силікату (у розрахунку на безводну сіль)?
47. Склад віконного скла виражається формулою $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$. Обрахуйте теоретичну витрату сировини – соди, вапняку і кремнезему – для одержання 1 т такого скла. Напишіть рівняння реакції взаємодії цих речовин при сплавленні. Яким простим способом розрізнити карбонат і силікат?
48. Скільки мілілітрів 28%-ного розчину NaOH ($\rho = 1,31 \text{ г/см}^3$) необхідно для розчинення кремнію, що утворився при прожарюванні 6 г магнію з 6 г SiO_2 ?
49. Який об'єм повітря, при $\rho = 98,64 \text{ кПа}$ і $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, необхідний для спалювання 200 мл силану (за н.у.)?
50. При спалюванні суміші SiH_4 і CH_4 виділився газ, а маса твердих продуктів реакції складає 3 г. Після пропусканні газоподібних продуктів через надлишок розчину NaOH утворилась сполука масою 15,9 г. Визначити об'ємний склад вихідної суміші та об'єм кисню, що використано при спалюванні газів.
51. Який об'єм 2н. розчину NaOH необхідно додати до 200 г 5%-ного розчину SnCl_2 , щоб повністю перевести його у тетрагідроксокомплекс?
52. До 5 г сурику додали 20 мл 60%-ного розчину HNO_3 ($\rho = 1,37 \text{ г/см}^3$), розчин з осадом підігріли і розвели водою до 2000 мл. Визначити масу осаду і нормальну концентрацію солі в розчині.
53. Який об'єм (н.у.) нітроген (IV) оксиду утвориться, якщо 50 г сплаву, що містить 70% міді і 30% олова, обробили надлишком концентрованої HNO_3 ?
54. Визначити масову частку (%) розчиненої речовини і нормальну концентрацію розчину SnCl_2 , який одержано змішуванням 250 мл 22%-ного розчину ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$) і 150 мл 4%-ного розчину ($\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$).

Лабораторна робота № 6 І-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ЛУЖНІ МЕТАЛИ

При роботі з лужними металами дотримуватися правил безпеки! Лужних металів незахищеними руками не торкатися!

Не викидайте залишки лужних металів в сміттєзбірники!

1. ВЗАЄМОДІЯ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ З ВОДОЮ

(Роботу проводити за склом витяжної шафи)

У три фарфорові чашки з водою окремо помістити по невеликому шматочку літію, натрію і калію, попередньо видалити залишки оливи за допомогою фільтрувального паперу. Спостерігати за ходом реакції через скло витяжної шафи. Чому? Зробити висновок, щодо активності даних металів. Який газ виділяється? Дослідити індикатором одержані розчини. Написати рівняння реакцій.

2. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ

У чотири пробірки окремо покласти декілька кристалів KNO_3 , Na_2S , KCl і K_2CO_3 і додати по 2–3 мл дистильованої води.

Які солі гідролізують? Довести експериментальним шляхом. Написати рівняння реакцій гідролізу в молекулярній та йонній формі.

3. ЗАБАРВЛЕННЯ ПОЛУМ'Я ПАЛЬНИКА СОЛЯМИ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ

Платиновий або ніхромовий дріт, попередньо очищений шляхом промивання в HCl і прокалювання, внести в розчин будь-якої солі калію, а потім у незабарвлену частину полум'я газового пальника. Спостерігати забарвлення полум'я. Зробити висновки. Такі ж досліди провести з солями літію і натрію.

Після кожного досліду дріт промивати HCl и прокалювати до зникнення забарвлення полум'я.

Вправи та задачі

1. Який теоретичний об'єм (за н.у.) карбон (IV) оксиду необхідний для одержання натрій гідрокарбонату з 10 л 2н. розчину NaOH ?
2. Який об'єм водню, виміряного при $20\text{ }^\circ\text{C}$ і 92 кПа, утвориться при дії на воду 1 г сплаву з масовою часткою калію 30% і натрію 70%?
3. Визначити нормальність 80%-ного розчину KOH , якщо густина його розчину $1,065\text{ г/см}^3$.
4. Який об'єм води і 40%-ного розчину NaOH необхідно взяти для приготування 100 л 12%-ного розчину NaOH ?
5. При взаємодії 1 г амальгами натрію з водою було одержано розчин лугу, для нейтралізації якого, використано 50 мл 0,1н. розчину HCl . Визначити масову частку (%) натрію в амальгамі.
6. Суміш карбонатів натрію та калію масою 7 г обробили надлишком H_2SO_4 . При цьому виділилось 1,344 л (н. у.) газу. Визначити масові частки (%) карбонатів у вихідній суміші.
7. Розрахувати ΔG^0_{298} реакції нейтралізації між сильними основою і кислотою.
8. Визначте масу калію, яку необхідно використати для приготування 200 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10%.

9. До складу сполуки входять Натрій, Силіцій та Оксиген, маси яких відносяться як 23:14:24. Визначте формулу сполуки.
10. З 50 кг натрій хлориду одержали 17,8 кг натрію. Визначте вихід металу.
11. Скільки Калію (%) в розрахунку на K_2O міститься в силівніті, масова частка KCl в якому становить 30%?
12. Натрій масою 2,30 г розчинили у 20,0 мл води. Визначте масову частку (%) лугу в одержаному розчині.
13. Яку масу металічного калію помістили у воду об'ємом 160 мл, якщо одержали розчин лугу з масовою часткою речовини 15%?
14. Калій масою 17,55 г помістили в розчин, одержаний при розчиненні 18,8 г калій оксиду у воді об'ємом 300 мл. Визначте масову частку речовини в одержаному розчині (%).
15. Яку масу натрію потрібно розчинити в 500 см^3 води для добування лугу, необхідного для переведення 9,8 г ортофосфатної кислоти в натрій ідрогенфосфат? Визначте масову частку лугу (%) в розчині після розчинення натрію у воді
16. Яку масу металічного натрію потрібно розчинити у воді об'ємом 300 мл, щоб одержати розчин лугу з масовою часткою речовини 4%? Яка маса одержаного розчину витратиться на осадження з розчину алюміній хлориду 7,8 г алюміній гідроксиду?
17. Сплав натрію та калію масою 0,15 г розчинили у воді. При цьому одержали 300 мл розчину із вмістом гідроксид-йонів $1,82 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Визначте масові частки металів (%) у вихідному сплаві.
18. В якій масі натрій сульфїду міститься стільки ж Натрію, скільки його є в натрій фосфаті кількістю речовини 3 моль?
19. Визначте масу калію, яку необхідно використати для приготування 200 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10%.
20. У воді об'ємом 0,5 л розчинили 0,75 моль калію. Який об'єм (н.у.) водню при цьому виділився?
21. На реакцію з водою використали 9,2 г натрію. Який об'єм водню (н.у.) виділився?
22. До складу сполуки входять Натрій, Силіцій та Оксиген, маси яких відносяться як 23:14:24. Визначте формулу сполуки.
23. З 50 кг натрій хлориду одержали 17,8 кг натрію. Визначте вихід металу.
24. Скільки Калію (%) в розрахунку на K_2O міститься в силівніті, масова частка KCl в якому становить 30%?
25. Натрій масою 2,30 г розчинили у 20,0 мл води. Визначте масову частку (%) лугу в одержаному розчині.
26. До розчину, що містить 4,045 г суміші натрій бромїду та кальцій йодиду, долили 95,63 г розчину аргентум нітрату з масовою часткою солі 8%. Осад відфільтрували. Речовина, що містилась у фільтраті, прореагувала із хлоридною кислотою, яка містилась у 50 мл 0,2 М розчину кислоти. Обчисліть масові частки солей (%) у вихідній суміші.
27. Газ, що виділився при взаємодії калій гїдрїду з водою, пропустили над розжареним купрум (II) оксидом. Маса оксиду при цьому зменшилась на 3,2 г. Знайдіть кількість речовини використаного гїдрїду.

28. Яку масу металічного натрію потрібно розчинити у воді об'ємом 300 мл, щоб одержати розчин лугу з масовою часткою речовини 4%? Яка маса одержаного розчину витратиться на осадження з розчину алюміній хлориду 7,8 г алюміній гідроксиду?
29. Як повинні відноситись кількості речовин калій хлориду та барій хлориду в суміші, щоб з 174,5 г цієї суміші можна було одержати 251,125 г аргентум хлориду?
30. Визначте масові частки солей у розчині, одержаному при пропусканні 5,636 л хлору, виміряного при температурі 29°C і тиску 98 кПа, крізь гарячий розчин калій гідроксиду об'ємом 200 мл з масовою часткою лугу 20% ($\rho = 1,173 \text{ г/см}^3$).
31. Сплав натрію та калію масою 0,15 г розчинили у воді. При цьому одержали 300 мл розчину із вмістом гідроксид-йонів $1,82 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Визначте масові частки металів (%) у вихідному сплаві.
32. Суміш, що містить калій гідроксид та калій гідрогенкарбонат масою 25,6 г, піддали термічному розкладу. Втрата маси після охолодження одержаної суміші склала 4,9%. Визначте масовий склад вихідної суміші.
33. Яку масу калій гідриду потрібно помістити в розчин калій гідроксиду об'ємом 300 мл ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$, $\omega = 12\%$), щоб масова частка калій гідроксиду збільшилась у 3 рази?
34. При взаємодії 7 г нітриду одновалентного металу з водою одержали газ, при каталітичному окисненні якого добули 4,89 л (при температурі 25°C і тиску 1 атм) іншого газу. Визначте формулу нітриду невідомого металу.
35. Калій гідроксид, необхідний для повної нейтралізації 400 мл 2 М розчину сульфатної кислоти, одержали при електролізі розчину калій хлориду ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$, $\omega = 10\%$). Який об'єм розчину солі використали?
36. Для повної нейтралізації 20 г розчину, що містить натрій гідроксид та натрій карбонат (масова частка речовини 11,3 %), витратили 49 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 0,05. Визначте: а) масу утвореного натрій сульфату; б) масову частку натрій гідроксиду у вихідному розчині.
37. Яку масу натрій гідриду потрібно розчинити у воді об'ємом 500 мл, щоб одержати розчин з масовою часткою лугу 10% ($\rho = 1,100 \text{ г/см}^3$)? Обчисліть молярну концентрацію речовини в одержаному розчині.
38. При випаровуванні води із 100 г насиченого при 16°C розчину натрій сульфату одержали 31 г натрій сульфату декагідрату. Визначте розчинність безводної солі у грамах на 100 г води при цій же температурі.
39. Для розчинення 28,2 г оксиду металу, розміщеного в I-A групі періодичної системи елементів, використали розчин сульфатної кислоти, в якому містилось 0,3 моль кислоти. Визначте невідомий метал.
40. У воді об'ємом 150 мл розчинили 4,60 г натрію. Розрахуйте: а) масову частку речовини в одержаному розчині; б) об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 20,0% ($\rho = 1,116 \text{ г/см}^3$), який потрібно витратити для повної нейтралізації одержаного розчину.
41. Яку масу металічного калію помістили у воду об'ємом 160 мл, якщо одержали розчин лугу з масовою часткою речовини 15%?

Лабораторна робота № 7

II-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ

1. ОДЕРЖАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ ОКСИДУ І ГІДРОКСИДУ МАГНІЮ

б) **Одержання магній гідроксиду.** У дві пробірки додати невелику кількість розчину будь-якої солі магнію. Потім в одну пробірку додати розчин натрій гідроксиду, в іншу – розчин аміаку. Відмітити колір, характер та об'єм утворених осадів. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах. Пояснити відмінність осадів у двох пробірках.

Пробірку з осадом зберегти для іншого досліду.

в) **Властивості магній гідроксиду.** У пробірку з осадом магній гідроксиду, який одержано у попередньому досліді, додати розчин амоній хлориду. Що спостерігате? Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі і пояснити причину розчинення осаду. Чи можливо розчинити осад магній гідроксиду розчином натрій хлориду?

Одержати осад магній гідроксиду та розділити його на дві пробірки. Дослідити відношення осаду до дії розчину HCl та до надлишку NaOH. Зробити висновок, щодо хімічного характеру магній гідроксиду. Написати рівняння реакції.

2. ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ МАГНІЮ

а) **Одержання та властивості магній гідрокарбонату.** До розчину магній сульфату додати розчин соди до випадання осаду. Який його колір? Написати рівняння реакції в молекулярній та йонній формі, враховуючи участь у реакції води.

До пробірки додати розчин амоній хлориду. Що спостерігаєте? Написати математичний вираз добутку розчинності магній гідрокарбонату та пояснити причину розчинення осаду в розчині амоній хлориду. Написати рівняння реакції.

3. ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ КАЛЬЦІЮ

Взаємодія кальцію з водою. У пробірку заповнену на $\frac{1}{3}$ об'єму дистильованою водою додати маленький шматочок кальцію. Який газ виділяється? Чому відбувається помутніння розчину? До розчину додати 1–2 краплі розчину фенолфталеїну. Що спостерігаєте? Написати рівняння реакції. Чи буде відуватися така ж реакція в разі використання стронцію та барію?

4. ОДЕРЖАННЯ ГІДРОКСИДІВ ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ

а) У три пробірки налити однакові об'єми розчинів CaCl_2 , SrCl_2 і BaCl_2 та додати до кожної розведений розчин NaOH, що не містить домішок карбонатів. Зверніть увагу на об'єм утвореного осаду. Написати рівняння реакцій.

б) Повторити попередній дослід, але замість NaOH взяти 2n водний розчин аміаку, що не містить домішок карбонатів. Порівняти одержані результати в двох дослідах. Пояснити. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі.

5. ЗАБАРВЛЕННЯ ПОЛУМ'Я СОЛЯМИ Ca^{2+} , Sr^{2+} ТА Ba^{2+}

Платиновий або ніхромовий дріт, попередньо очищений шляхом промивання в HCl і прокалювання, внести в розчин солі кальцію, а потім у незабарвлену частину

полум'я газового пальника. Спостерігати забарвлення полум'я. Зробити висновки. Такі ж досліди провести з солями стронцію та барію. Записати колір, у який забарвлюють полум'я солі лужноземельних металів.

Вправи та задачі

1. Яка маса соди необхідна для усунення жорсткості 1000 л води, яка насичена кальцій сульфатом при 20 °С, якщо розчинність останнього становить 2 г/л?
2. Який об'єм 1М розчину натрій гідроксиду необхідно для перетворення 600 г 6%-ного розчину берилій хлориду в натрій тетрагідроксоберилат?
3. При взаємодії 19,5 г металу, що належить до ІІА групи періодичної системи елементів, з азотом утворився нітрид, при повному гідролізі якого одержали 47,125 г гідроксиду металу. Визначте метал.
4. Лужноземельний метал масою 10 г окиснили хлором. При цьому одержали 27,75 г його хлориду. Визначте метал.
5. Лужноземельний метал масою 25 г окиснили киснем повітря. Добутий оксид розчинили у воді. Утворилось 46,25 г гідроксиду. Який метал використали?
6. У сполуці лужноземельного металу з Гідрогеном масова частка металу становить 95,24%. Визначте формулу сполуки.
7. Яку масу барію потрібно розчинити у воді, щоб одержати такий же об'єм водню, як при розчиненні у воді літію масою 28 г?
8. Визначте масу солі, яка утвориться при окисненні 20,0 г кальцію хлором об'ємом 25,6 л (н.у.).
9. Яка маса кальцій карбонату утвориться при нагріванні 32,4 кг кальцій гідрогенкарбонату?
10. У воді об'ємом 800 мл розчинили 2,5 моль барій оксиду. Розрахуйте масову частку барій гідроксиду в одержаному розчині (%).
11. Масова частка лужноземельного металу в його броміді становить 46,13%. Визначте формулу броміду.
12. При розчиненні 24,4 г кристалогідрату барій хлориду в 300 см³ води одержали розчин з масовою часткою барій хлориду 6,41%. Визначте формулу кристалогідрату.
13. Розрахуйте масу магній нітрату гексагідрату, необхідну для приготування 1,5 кг розчину магній нітрату з масовою часткою солі 0,4.
14. Після прожарювання MgCO₃ масою 40 г маса твердого залишку виявилась на 15 г меншою за вихідну масу. Розрахуйте ступінь розкладання солі (%).
15. Визначте масу солі амонію, яка утвориться при дії надлишку розбавленої нітратної кислоти на порошкоподібний магній масою 14,4 г.
16. Масова частка лужноземельного металу у сполуці його з Гідрогеном становить 95,24%. Наважку цієї сполуки масою 1,2 г розчинили в 40 мл води. Розрахуйте масову частку речовини (%) в одержаному розчині. Який об'єм водню (н.у.) при цьому виділився
17. При приливанні до розчину нітрату металу, для якого характерна ступінь окисдації +2, надлишку розчину кальцинованої соди випало 9,488 г осаду. А при приливанні до розчину такого ж складу і маси надлишку магній сульфату утворилось 11,222 г осаду. Визначте формулу нітрату металу.

18. При термічному розкладі суміші магній оксиду та магній карбонату масою 58,4 г одержали 32 г твердого залишку. Обчисліть масову частку (%) магній оксиду у вихідній суміші.
19. У воді об'ємом 400 мл розчинили 71,49 г суміші барій хлориду та барій нітрату. До одержаного розчину долили надлишкову кількість розчину сульфатної кислоти. Осад, що утворився, відфільтрували і прожарили при температурі 1500°C. Маса одержаного твердого залишку становила 34,272 г. Вихід продукту склав 80%. Обчисліть маси солей у вихідній суміші.
20. Масові частки Алюмінію і Магнію в земній корі дорівнюють відповідно 8,8% і 2,3%. У скільки разів у земній корі атомів Алюмінію більше, ніж атомів Магнію?
21. Магній масою 7,2 г сполучається з 4,8 г Оксигену. Визначте формулу сполуки.
22. Технічний магній хлорид містить 15% домішок, які не містять атоми Магнію. Яка масова частка Mg (%) у вихідному препараті?
23. Визначте формулу сполуки, що складається з Ca, S та O, маси яких відносяться відповідно як 5:4:8.
24. При зневодненні 4,56 г кристалогідрату магній сульфату одержали 2,4 г твердої речовини. Визначте формулу кристалогідрату.
25. Яка маса магній оксиду утвориться при термічному розкладі магній карбонату масою 25,2 т?
26. До розчину кальцій хлориду долили розчин, що містив надлишок калій карбонату. Одержали 20 г осаду. Визначте масу кальцій хлориду, що містився в розчині.
27. Визначте масу кальцій карбонату, яку можна одержати з кальцій оксиду масою 5,6 г та карбон діоксиду масою 4,4 г.
28. Який об'єм CO₂ (н.у.) виділиться, якщо 400 г доломіту з масовою часткою некарбонатних домішок 8% помістити в надлишок хлоридної кислоти?
29. Обчисліть масу кальцій оксиду, який утвориться при термічному розкладанні 20 т вапняку, масова частка некарбонатних домішок в якому становить 10%.
30. Яку масу кальцій карбонату, що містить домішки кальцій оксиду, масова частка яких становить 5%, потрібно взяти, щоб одержати 11,2 л CO₂ (н.у.)?
31. На суміш кальцій карбонату та кальцій хлориду масою 2 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділився газ об'ємом 224 мл (н.у.). Розрахуйте масову частку (%) кальцій карбонату у вихідній суміші.
32. Визначте масу барій хлорид дигідрату, яку потрібно розчинити в 400 г розчину барій хлориду з масовою часткою солі 0,2, щоб одержати розчин солі з масовою часткою речовини 0,4.
33. При прожарюванні 30 г кристалогідрату сульфату кальцію виділяється 6,28 г води. Яка формула кристалогідрату?
34. Визначте масу кальцій хлориду гексагідрату, яку потрібно додати до 200 мл розчину кальцій хлориду ($\rho = 1,01$ г/мл) з масовою часткою солі 5%, щоб одержати розчин солі з масовою часткою 0,2.
35. Яку масу кальцій нітрату тетрагідрату потрібно додати до 200 г розчину кальцій нітрату з масовою часткою солі 0,15, щоб одержати розчин з масовою часткою 38%?

36. Розрахуйте масу барію, яку потрібно розчинити в 300 г розчину барій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,15, щоб одержати розчин з масовою часткою речовини 20%.
37. Визначте відношення кількостей речовин кальцій карбонату та кальцій гідроксиду, якщо після їхнього повного розкладання маса твердого залишку на 37,5% менша, ніж маса вихідної суміші.
38. При нагріванні порошку магнію в атмосфері хлору його маса збільшилась у 2,8 разу. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаній твердій суміші.
39. При розчиненні 24,4 г кристалогідрату барій хлориду в 300 см води одержали розчин з масовою часткою барій хлориду 6,41%. Визначте формулу кристалогідрату.
40. При розчиненні в кислоті 5,00 г CaO, що містить домішку CaCO₃, виділилося 140 мл газу, виміряного при нормальних умовах. Скільки відсотків CaCO₃ (за масою) містилося у вихідній наважці?
41. Лужноземельний метал масою 10 г окиснили хлором. При цьому одержали 27,75 г його хлориду. Визначте метал.
42. Лужноземельний метал масою 25 г окиснили киснем повітря. Добутий оксид розчинили у воді. Утворилось 46,25 г гідроксиду. Який метал використали?
43. У сполуці лужноземельного металу з Гідрогеном масова частка металу становить 95,24%. Визначте формулу сполуки.
44. Яку масу барію потрібно розчинити у воді, щоб одержати такий же об'єм водню, як при розчиненні у воді літію масою 28 г?
45. Доломіт масою 73,6 г прожарювали до повного припинення виділення газу. Визначте масові частки речовин (%) в одержаній суміші речовин.
46. Визначте масу солі, яка утвориться при окисненні 20,0 г кальцію хлором об'ємом 25,6 л (н.у.).
47. Яка маса кальцій карбонату утвориться при нагріванні 32,4 кг кальцій гідрогенкарбонату?
48. У воді об'ємом 800 мл розчинили 2,5 моль барій оксиду. Розрахуйте масову частку барій гідроксиду в одержаному розчині (%).
49. Масова частка лужноземельного металу в його броміді становить 46,13%. Визначте формулу броміду.
50. Приготували 800 мл розчину кальцій хлориду, що містить 2,5 моль солі, ступінь дисоціації якої дорівнює 85%. Визначте маси катіонів кальцію та аніонів хлору в 400 мл цього розчину.
51. Розрахуйте масу магній нітрат гексагідрату, необхідну для приготування 1,5 кг розчину магній нітрату з масовою часткою солі 0,4.
52. При взаємодії 19,5 г металу, що належить до ІІА групи періодичної системи елементів, з азотом утворився нітрид, при повному гідролізі якого одержали 47,125 г гідроксиду металу. Визначте метал.
53. Розчин магній нітрату об'ємом 500 мл містить 1,6 моль солі, ступінь дисоціації якої 90%. Розрахуйте маси катіонів магнію та нітрат-аніонів, що містяться в 1,5 л такого ж розчину.
54. Визначте масу солі амонію, яка утвориться при дії надлишку розбавленої нітратної кислоти на порошкоподібний магній масою 14,4 г.

55. Масова частка лужноземельного металу у сполуці його з Гідрогеном становить 95,24%. Наважку цієї сполуки масою 1,2 г розчинили в 40 мл води. Розрахуйте масову частку речовини (%) в одержаному розчині. Який об'єм водню (н.у.) при цьому виділився
56. Маса твердого залишку, утвореного після прожарювання до постійної маси суміші кальцій гідроксиду та кальцій карбонату, зменшилась на 40% порівняно з масою вихідної суміші. Обчисліть масові частки (%) речовин у вихідній суміші.
57. При приливанні до розчину нітрату металу, для якого характерна ступінь окиснення +2, надлишку розчину кальцинованої соди випало 9,488 г осаду. А при приливанні до розчину такого ж складу і маси надлишку магній сульфату утворилось 11,222 г осаду. Визначте формулу нітрату металу.
58. При термічному розкладі суміші магній оксиду та магній карбонату масою 58,4 г одержали 32 г твердого залишку. Обчисліть масову частку (%) магній оксиду у вихідній суміші.
59. До суміші кальцій карбонату, алюмінію та металічного кальцію масою 15,7 г долили надлишок хлоридної кислоти. Відношення кількостей речовин компонентів суміші становить 1:2:4. Обчисліть: а) об'єм газоподібних речовин, які виділились під час реакції; б) густину за воднем одержаної суміші газів. Виміри об'ємів газів проводились за нормальних умов.
60. У воді об'ємом 400 мл розчинили 71,49 г суміші барій хлориду та барій нітрату. До одержаного розчину долили надлишкову кількість розчину сульфатної кислоти. Осад, що утворився, відфільтрували і прожарили при температурі 1500°C. Маса одержаного твердого залишку становила 34,272 г. Вихід продукту склав 80%. Обчисліть маси солей у вихідній суміші.
61. Розчин барій нітрату масою 20 г містить 6,177.1023 атомів Оксигену. Визначте масову частку солі в розчині (%).

Лабораторна робота № 8 **ІІІ-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ**

1. ОДЕРЖАННЯ ОРТОБОРНОЇ КИСЛОТИ ТА ЇЇ ВЛАСТИВОСТІ

а) Дослідити розчинність ортоборної кислоти у воді на холоді та при нагріванні. Зробити висновки.

б) Невелику кількість ортоборної кислоти розчинити у воді та дослідити його індикатором. За зміною забарвлення індикатора зробити висновок про силу ортоборної кислоти. Висновок підтвердити значенням ступеня дисоціації.

Написати рівняння ступінчастої дисоціації ортоборної кислоти. За яким ступенем дисоціює ортоборна кислота? Чому? Відповідь підтвердити значеннями констант дисоціації.

в) У полум'ї пальника прокалити платиновий або ніхромовий дріт, торкнутися ним порошку H_3BO_3 і внести його у полум'я пальника біля краю його зовнішнього конуса. Спостерігати зміну кольору полум'я пальника.

2. ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ БОРНИХ КИСЛОТ

а) Дослідити індикатором розчин натрій тетраборату (бури). Яка реакція середовища в розчині? Написати рівняння реакції гідролізу натрій тетраборату.

б) За допомогою платиного або ніхромового дроту внести декілька кристаликів натрій тетраборату до полум'я пальника. Спостерігати утворення прозорої скловидної перлини. Написати рівняння реакції, яка відбувається при нагріванні.

в) Одержану перлину натрій тетраборату опустити у пробірку з концентрованим розчином солі кобальту і знову прожарити. Відмітити колір одержаної перлини. Який хімічний склад перлини? Яка сполука надає їй забарвлення?

г) Повторити дослід б). Одержану перлину натрій тетраборату занурити у концентрований розчин солі хрому (III) і знову прожарити. Відмітити колір одержаної перлини. Яка сполука надає перлині таке забарвлення?

3. ВЗАЄМОДІЯ АЛЮМІНІЮ З ЛУГАМИ

У пробірку приладу (рис. 1) помістити невелику кількість ошурок алюмінію та додати 30%-ний розчин натрій гідроксиду. Експериментально довести, що утворений газ водень. (Перед підпалюванням газу перевірити його на чистоту). Написати рівняння реакції, враховуючи, що в реакціях приймає участь вода. Який механізм розчинення алюмінію в лугах? Назвати утворений гідросокомплекс.

4. ВЗАЄМОДІЯ АЛЮМІНІЮ З ВОДОЮ

До пробірки додати невелику кількість ошурок алюмінію та збовтати з 3–5 мл води. Чи відбувається реакція? Пояснити. Розчин прокип'ятити та додати в пробірку 2–3 мл розведеного розчину лугу. Потім рідину злити, ошурки промити водою для видалення лугу і залишити їх у воді. Через деякий час спостерігається виділення газу. Експериментально довести, що утворений газ водень. Написати рівняння реакції алюмінію з водою. За яких умов вона відбувається?

5. ВЗАЄМОДІЯ АЛЮМІНІЮ З КИСЛОТАМИ

(Дослід в) проводити у в'язжній шафі)

а) Ознайомитися з положенням алюмінію в електрохімічному ряді напруг металів і з величиною стандартного електродного потенціалу алюмінію. Зробити висновки, щодо можливості взаємодії алюмінію з розведеними розчинами HCl і H₂SO₄. Які продукти при цьому утворюються?

Свої висновки підтвердити експериментально. Для цього до двох пробірок з алюмінієвими ошурками додати в одну пробірку 2 н розчин HCl, а в іншу – 2н розчин H₂SO₄. Порівняти взаємодію алюмінію з HCl і H₂SO₄ на холоді. Розчини з розведеними кислотами підігріти.

Що спостерігаєте? Який газ виділяється в обох випадках на холоді і при нагріванні? Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі. Вказати окисник та відновник у цих реакціях.

б) Шматок алюмінію, попередньо очищений наждачним папером, покласти до пробірки та додати невелику кількість концентрованої HNO₃. Чи відбувається розчинення алюмінію в концентрованій нітратній кислоті на холоді? Через декілька

хвилин, не струшуючи металу, кислоту з пробірки обережно злити (чому?) та промити 2–3 рази водою. Потім до пробірки додати концентровану HCl . Порівняти взаємодію алюмінію з концентрованими HNO_3 і HCl (дослід 7а). Пояснити, що відбуваються з поверхнею алюмінію при дії на нього концентрованої HNO_3 . Далі злити розчин HCl , метал промити водою та знову додати концентровану HNO_3 . Пробірку обережно нагріти. Який раз виділяється? Написати рівняння реакції алюмінію з концентрованою HNO_3 при нагріванні.

На основі проведених дослідів зробити висновок про взаємодію алюмінію з кислотами та умов проведення реакцій.

6. ОДЕРЖАННЯ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ВЛАСТИВОСТЕЙ

а) У пробірку, що містить розчин солі алюмінію, по краплях додати розчин натрій гідроксиду до утворення осаду. Який колір та характер осаду? Що він собою являє? Написати рівняння реакції в молекулярній та йонній формі.

б) Осад розділити на дві пробірки та дослідити його відношення до дії розчинів HCl і NaOH . Зробити висновки про хімічну природу алюміній гідроксиду. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі.

Зобразити схему рівноваги, що встановлюється в насиченому розчині алюміній гідроксиду згідно протолітичної теорії. Як зміщується ця рівновага при додаванні надлишку лугу та надлишку кислоти?

7. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ АЛЮМІНІЮ

а) Дослідити розчин алюміній сульфату індикатором. Пояснити зміну кольору та зробити висновок про силу алюміній гідроксиду як основи. Написати рівняння реакцій ступінчатого гідролізу алюміній сульфату в молекулярній та йонній формах. Пояснити, що гідроліз не даної солі не проходить до кінця.

в) До розчину алюміній сульфату додати розчин натрій ацетату. Які зовнішні ознаки свідчать про проходження хімічної реакції? Розчин прокип'ятити. Що відбувається? Пояснити, роль кип'ятіння розчину в проходженні реакції. Написати рівняння реакцій між розчинами алюміній сульфату та натрій ацетату в молекулярній та йонній формах. Яка сполука випадає в осад?

г) Одержати розчин гідроксоалюмінату натрію. До одержаного розчину додати концентрований розчин NH_4Cl та нагріти. Що відбувається? Який склад осаду? За запахом визначити газ, що виділяється. Написати рівняння реакцій.

Вправи та задачі

1. Який об'єм 1 М розчину NaOH необхідний для нейтралізації 200 г 3%-ного розчину борної кислоти, якщо продуктом реакції є $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$?
2. Яка кількість речовини борної кислоти можна одержати з 20 г аморфного бору при окисненні його 50 мл ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$) 65%-ним розчином нітратної кислоти (HNO_3 відновлюється до NO)?
3. При виробництві алюмінію, на кожну тону металу використовують біля 2-х т глинозему. Обрахувати вихід ($y \%$) алюмінію, за умови, що алюміній і вихідний оксид не містять домішок.

4. При розчиненні в HCl сплаву магнію з алюмінієм масою 50 г виділяється водень об'ємом 48,25 л (н.у.). Визначити масові частки (у %) металів у сплаві.
5. Розрахувати ΔG^0_{298} реакції відновлення алюмінієм металів з їх оксидів: FeO, Fe₃O₄, CaO, CuO, PbO. Визначити можливість їх проходження за стандартних умов.
6. Яка маса нітриду алюмінію необхідна для отримання 3 л амоніаку (н.у.)?
7. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на згоряння порошку алюмінію масою 16,2 кг?
8. Суміш магнію та алюмінію масою 20 г помістили в надлишок водного розчину лугу. Виділилось 1,008 л (н.у.) водню. Визначте масову частку алюмінію (%) в суміші.
9. При взаємодії алюмінію кількістю речовини 0,75 моль з невідомим галогеном одержали 200,25 г алюміній галогеніду. Який галоген використали?
10. Розрахуйте масу солі, яку можна одержати сплавлянням алюміній оксиду масою 30,6 г та калій гідроксиду масою 28 г.
11. При розчиненні 1,8 г технічного алюмінію в розбавленій сульфатній кислоті одержали 2016 мл водню (н.у.). Обчисліть масову частку домішок (%) в технічному алюмінії.
12. Який об'єм хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2 моль/л необхідно використати для розчинення 62,4 г алюміній гідроксиду?
13. Яку масу алюмінію можна одержати з 2,5 т глинозему, масова частка алюміній оксиду в якому становить 90%?
14. Розрахуйте масову частку HCl (%) в хлоридній кислоті масою 400 г, якщо в ньому можна розчинити 0,2 моль алюмінію.
15. Яку масу розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% потрібно використати для осадження алюміній гідроксиду з розчину алюміній хлориду масою 400 г з масовою часткою солі 20%?
16. Визначте масову частку (%) алюмінію, що міститься в суміші з міддю, якщо при дії на 120 г цієї суміші надлишком хлоридної кислоти виділилось 16,8 л водню (н.у.).
17. Гідроксид невідомого металу масою 15,6 г прожарили до постійної маси. Утворилось 10,2 г оксиду металу з валентністю III. Визначте формулу гідроксиду.
18. Алюміній масою 9,45 г сплавили зі стехіометричною кількістю речовини сірки. Продукт реакції розчинили у воді. Визначте масу одержаного при цьому осаду.
19. На суміш алюмінію та міді масою 12 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділився газ, який повністю використали на відновлення хром (III) оксиду масою 15,2 г. Обчисліть масову частку (%) алюмінію у вихідній суміші.
20. На суміш алюмінію та магнію масою 10,2 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. Одержали 11,2 л газу (н.у.). Визначте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
21. На суміш алюмінію та міді масою 47,2 г подіяли надлишком розчину лугу. Твердий залишок відфільтрували і розчинили в концентрованій нітратній кислоті. При цьому виділилось 0,8 моль газу. Розрахуйте масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші.

22. При взаємодії 6,75 г металу, що належить до IIIA групи Періодичної системи елементів, з азотом утворився нітрид, при гідролізі якого одержали газ, який піддали каталітичному окисненню киснем. Утворився інший газ об'ємом 5,6 л (н.у.). Визначте метал.
23. Вміст води у кристалогідраті алюміній хлориду становить 44,72%. Визначте, яку масу кристалогідрату потрібно використати для добування 25 г алюміній оксиду.
24. Сплавили суміш масою 51,8 г, що містить алюміній оксид і надлишок соди. При цьому одержали 43 г сплаву. Визначте масовий склад (%) вихідної суміші.
25. В якій масі бокситу міститься стільки ж Алюмінію, скільки його є в 0,5 т кріоліту? Масова частка домішок у бокситі становить 20%?
26. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при дії розбавленої сульфатної кислоти на суміш алюмінію та купрум (II) оксиду, якщо для вилучення всього алюмінію з такої ж суміші витратили 500 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 16%?
27. Кристалогідрат складу $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ масою 118,5 г розчинили в 600 мл води. До одержаного розчину долили 269,06 см³ розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,115 \text{ г/см}^3$, $W = 10\%$). Які речовини будуть міститися в одержаному розчині і які їхні маси?
28. При розчиненні стопу алюмінію та міді масою 3,81 г в надлишку концентрованого розчину натрій гідроксиду виділилось 2016 мл газу (н.у.). Обчисліть об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 88% ($\rho = 1,478 \text{ г/мл}$), який витратиться на реакцію з вихідним стопом такої ж маси.
29. До розчину алюміній нітрату масою 42,60 г з масовою часткою солі 20% додали 37,33 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 15%. Утворений осад відфільтрували та промили. Визначте його склад та масу.
30. Суміш магнію та алюмінію масою 20 г помістили в надлишок розчину калій гідроксиду. Виділилось 11 л газу, виміряного при 25°C і тиску 1 атм. Обчисліть масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші.
31. При обробці суміші алюмінію та купрум (II) оксиду розчином натрій гідроксиду виділилось 1,68 л газу (н.у.). При дії на таку саму за складом і масою суміш концентрованою нітратною кислотою утворилось 18,8 г солі. Визначте масу вихідної суміші та масові частки речовин (%) у цій суміші.
32. Алюміній, що містився у 100 мл розчину алюмокалієвого галуону, виділили у вигляді оксиду, маса якого становить 0,816 г. Визначте молярну концентрацію галуону у вихідному розчині.
33. При сплавлянні суміші масою 6,330 г, яка складається з алюміній оксиду і надлишку соди, одержали 6,000 г твердого залишку. Визначте: а) масовий склад вихідної суміші; б) масові частки (%) речовин у твердому залишку.
34. Яку масу алюмінію можна одержати з 2 т глинозему, що містить 96% алюміній оксиду? Виробничі втрати у процесі добування оксиду становлять 20%.
35. При дії на суміш заліза, міді та алюмінію масою 19,5 г надлишком розчину натрій гідроксиду одержали 10,08 л газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші, якщо відомо, що при дії на масу суміші в 4 рази меншу надлишком хлоридної кислоти без доступу повітря виділиться 3,36 дм³ газу (н.у.).

36. Який об'єм 1 М розчину натрій гідроксиду потрібно використати для реакції з алюміній сульфатом, що міститься у 20 см³ 2 М розчину солі, щоб всі йони алюмінію осадити у вигляді гідроксиду?
37. Який об'єм розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$, $W = 15\%$) використали для реакції з алюміній хлоридом, що містився в 10,27 см³ розчину з масовою часткою солі 5% ($\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$), якщо одержали $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$?
38. До розчину, що містить 6,84 г алюміній сульфату, долили розчин, де міститься 8,48 г натрій карбонату. Одержаний осад відфільтрували, промили водою та висушили при температурі 500°C. Визначте масу твердого залишку.
39. Наважку алюмінієвого пилу масою 17,82 г повністю окиснили хлором. З одержаної солі приготували 600 мл розчину. Половину одержаного розчину використали на реакцію з розчином калій гідроксиду об'ємом 1240 мл із вмістом лугу 54,8 г/л. Обчисліть маси одержаних продуктів реакції.
40. Газову суміш, одержану при прожарюванні 70 г суміші алюміній нітрату, амоній карбонату та крейди, пропустили через посудину, в якій містився надлишок хлоридної кислоти. Об'єм газової суміші при цьому зменшився на 8,96 л (н.у.). Суміш газів, яка залишилась, пропустили крізь надлишок розчину кальцій гідроксиду. Утворилось 60 г осаду. Розрахуйте масові частки (%) компонентів вихідної суміші.
41. При розчиненні 30 г кристалогідрату алюміній сульфату в 600 мл води утворився розчин з часткою солі 3,23%. Визначте формулу кристалогідрату.
42. До 250 мл 0,5 М розчину алюміній хлориду додали 19,5 г калію. Визначте молярні концентрації речовин в утвореному розчині. Зміною об'єму розчину можна знехтувати.
43. Яку масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% потрібно використати для виділення алюмінію з 2 кг суміші алюмінію з міддю, якщо відомо, що при дії розбавленої сульфатної кислоти на 50 г цієї суміші виділилось 5,6 л водню (н.у.)?
44. Який мінімальний об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 15% ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$) потрібно використати для розчинення суміші масою 4,38 г, що містить алюміній, алюміній оксид та алюміній гідроксид, кількості речовин яких відносяться відповідно як 2:3:1?
45. До розчину, що містить 25 г алюміній хлориду, долили розчин натрій гідроксиду із вмістом лугу 25 г. Одержаний осад відфільтрували і прожарили. Визначте: а) масу одержаного після прожарювання залишку; б) масу калій гідроксиду, який потрібно стопити з одержаним залишком для добування калій метаалюмінату.
46. До 200 мл 1 М розчину алюміній сульфату долили 300 мл 5 М розчину натрій гідроксиду. Визначте масу утвореного осаду та молярні концентрації солей в одержаному розчині. Зміною об'єму розчину можна знехтувати.
47. Суміш, що містить алюміній, силіцій діоксид та магній масою 2,43 г, обробили надлишком розчину лугу. Нерозчинний залишок відфільтрували і обробили надлишком хлоридної кислоти. Виділилось 896 мл газу (н.у.). Визначте маси компонентів суміші, якщо відомо, що відношення кількостей речовин алюмінію та силіцій діоксиду у вихідній суміші становить 1:2.

48. На суміш масою 50 г, що складається з алюмінію, магнію та силіцій діоксиду, подіяли надлишком хлоридної кислоти. Виділилось 17,92 л газу (н.у.). При дії на таку ж масу суміші надлишком розчину лугу виділилось 6,72 л газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
49. Алюміній масою 13,5 г помістили в розчин, в якому міститься сульфатна кислота масою 158,8 г. Який об'єм газу(н.у.) виділився?
50. Яку масу технічного алюмінію з масовою часткою алюмінію 97% необхідно використати для добування барію масою 109,6 кг методом алюмотермічного відновлення барій оксиду?
51. Суміш натрій сульфату та алюміній сульфату масою 10 г розчинили у воді і до одержаного розчину додали надлишок розчину калій карбонату. Осад, що утворився, відфільтрували, прожарили та зважили. Виявилось, що його маса дорівнює 2,55 г. Обчисліть масові частки солей (%) у вихідній суміші.
52. На суміш порошків алюмінію та магнію масою 32 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. Газ, що виділився при цьому, пропустили при температурі 400°C через трубку, що містила купрум (II) оксид, а потім пари утвореної речовини пропустили через трубку з фосфор геміпентаоксидом. Маса другої трубки при цьому збільшилась на 27 г. Розрахуйте масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші.
53. Амоній хлорид з домішками алюмінієвого пилу розчинили в надлишку розчину калій гідроксиду. Одержали газову суміш з густиною за воднем 6. Обчисліть масову частку домішок алюмінієвого пилу (%).
54. Суміш масою 10,42 г, що містила алюміній, магній та силіцій, помістили в надлишок розчину лугу. Виділилось 11,872 л (н.у.) газу, а маса нерозчинного залишку склала 16,12% вихідної маси. Визначте масовий склад вихідної суміші.
55. Кристалогідрат алюміній сульфату складу $Al_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ використовують для очистки води та у виробництві паперу. Розрахуйте масову частку води (%) в даному кристалогідраті.
56. Масова частка Карбону в суміші кальцій карбїду CaC_2 та алюміній карбїду Al_4C_3 становить 26,89%. Визначте частку (%) Алюмінію у вихідній суміші.
57. Яку масу алюмінію потрібно використати для реакції з хлором, щоб одержати алюміній хлорид масою 80,1 г?
58. Нагріли суміш, що складається з 22 г сірки та 5,4 г алюмінію. Визначте: а) яка з речовин у надлишку; б) масу алюміній сульфїду, що утворився; в) масу одержаної суміші після закінчення реакції та охолодження речовин; г) масові частки (%) речовин в одержаній суміші.
59. 23,60 г еквімолярної суміші алюмінію та сірки привели до умов реакції. Який об'єм кисню (ну.) витратиться на окиснення одержаної в результаті реакції суміші твердих речовин?
60. До свіжоприготовленого розчину алюміній сульфату об'ємом 0,5 л з концентрацією солі 1,2 моль/л добавили 2 л розчину калій гідроксиду з концентрацією лугу 2 моль/л. Визначте масу одержаного осаду.

61. При повному розчиненні 1,11 г сплаву алюмінію та силіцію в розчині калій гідроксиду добули водень кількістю речовини, яка необхідна для повного відновлення 6,00 г купрум (II) оксиду. Розрахуйте масові частки (%) компонентів у суміші.
62. Еквімолярну суміш алюмінію та алюміній оксиду помістили у хлоридну кислоту, яка містила стехіометричну кількість речовини хлороводню. В результаті реакції одержали розчин з масовою часткою солі 13,35%. Визначте масову частку (%) кислоти у вихідному розчині

Лабораторна робота № 9 ІВ-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

1. ВЛАСТИВОСТІ МІДІ

(Роботу проводити у витяжній шафі)

а) **Взаємодія міді з кислотами.** До пробірок, що містять невелику кількість мідних ошукрок, додати розведені та концентровані розчини HCl , H_2SO_4 і HNO_3 .

Пробірки, в яких реакція не відбувається, нагріти (*обережно!*). Чи з усіма кислотами взаємодіє мідь? Зверніть увагу на колір розчину. Присутність якого йону обумовлює це забарвлення? За характерним запахом та забарвленням визначити гази, що виділяються при проходженні реакцій. Написати рівняння реакцій.

Зробити висновки про відновні властивості міді.

б) **Взаємодія міді з іонами менш активних металів.** За допомогою електрохімічного ряду напруг металів визначити, йони яких металів у розчинах солей здатні до окиснення міді.

У розчин гідраргірум (II) нітрату занурити мідний дріт, попередньо зачищений наждачним папером. Які ознаки реакції? Написати рівняння реакції.

2. ОДЕРЖАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ КУПРУМ (II) ГІДРОКСИДУ

а) Одержати осад купрум (II) гідроксиду. Відмити колір і характер осаду. Написати рівняння реакції. Осад залишити для наступних дослідів.

б) Експериментально довести, що купрум (II) гідроксид виявляє амфотрені властивості. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

в) Рідину з осадом збовтати та нагріти до кипіння. Пояснити зміну кольору осаду? Написати рівняння реакції. Який висновок можна зробити про термічну стійкість купрум (II) гідроксиду?

3. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ КУПРУМУ (II)

а) Дослідити індикатором розчин солі Cu^{2+} . Яка реакція середовища? Написати рівняння реакції гідролізу.

б) До розчину купрум (II) сульфату додати розчин натрій карбонату. Які ознаки проходження цієї реакції? Написати рівняння реакції взаємодії купрум (II) сульфату з натрій карбонатом за участю води.

4. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ СОЛІ

До розчину купрум (II) сульфату по краплях додати розчин аміаку до розчинення утвореного осаду основної солі. Написати рівняння реакцій. Який колір утвореного йону? Скласти рівняння електролітичної дисоціації утвореної комплексної солі і написати рівняння константи нестійкості комплексного йону. Експериментально довести наявність SO_4^{2-} -йонів у розчині.

За допомогою таблиці добуток розчинностей підібрати реактив, за допомогою якого можна ідентифікувати Cu^{2+} у розчині комплексної солі.

5. ОДЕРЖАННЯ ГІДРОКСИДУ ТА ОКСИДУ КУПРУМУ (I)

З наявних реактивів одержати осад купрум (I) гідроксиду. До утвореного осаду додати надлишок розчину луку і розчин глюкози. Суміш змішати і нагріти. Спочатку утворюється осад купрум (I) гідроксиду, який при подальшому нагріванні переходить у купрум (I) оксид. Відмітити забарвлення купрум (I) гідроксиду та купрум (I) оксиду. Написати рівняння реакцій.

Яку роль відіграє глюкоза в цій реакції? Зробіть висновки про термічну стійкість купрум (I) гідроксиду?

6. ОДЕРЖАННЯ КУПРУМ (I) ЙОДИДУ

До розчину CuSO_4 додати розчин KI. Дати осадку осісти. Відділити частину розчину, розвести його водою та додати невелику кількість крохмального клейстера. Спостерігати зміну забарвлення розчину. Написати рівняння реакції. Реактивом на яку речовину є крохмаль?

До розчину з осадом, що залишився, додати розчин сульфідної кислоти до зникнення бурого забарвлення. Написати рівняння реакції. Відмітити забарвлення купрум (I) йодиду.

7. ОДЕРЖАННЯ КУПРУМ (I) ХЛОРИДУ

Приготувати 25 мл 8%-ного розчину купрум (II) хлориду. Одержаний розчин помістити у фарфорову чашку, додати 10 мл концентрованої HCl та додати 2 г мідних ошурок. Реакційну суміш нагріти на пісчаній бані (под тягою) до повного відновлення іонів Cu^{2+} . Реакція вважається завершеною тоді, коли проба розчину, внесена в пробірку з чистою водою, перестане забарвлювати розчин у блакитний колір.

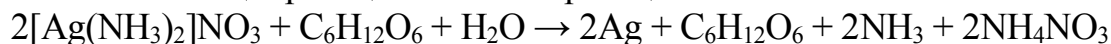
Після завершення реакції перелити розчин у стакан з 50 мл з дистильованою водою. Відмітити колір утвореного осаду. Написати рівняння реакції.

8. ОДЕРЖАННЯ СРІБЛА

а) **Відновлення іонів Аргентуму з розчинів його солей більш активними металами.** З наявних у лабораторії реактивів підібрати метали різної активності, якими можна відновити йони Аргентуму з розчинів його солей. У пробірки налити розчин солі аргентуму та занурити в нього зразки металів. Порівняти швидкості реакцій, що відбуваються. Пояснити явища за допомогою таблиці стандартних електродних потенціалів. Написати рівняння реакцій.

б) **Відновлення іонів Ag^+ солями Sn(II) .** З наявних реактивів одержати натрій (II) тетрагідроксостанат. До одержаного розчину додати 1–2 краплі розчину солі аргентуму. Що являє собою утворений чорний осад? У якому середовищі відбувається дана реакція? Написати рівняння реакцій.

в) **Одержання срібного дзеркала.** До чистої і сухої пробірки додати розчин AgNO_3 і, по краплях, розчин NH_3 до розчинення утвореного осаду Ag_2O (уникати надлишку розчину NH_3). До одержаного розчину додати 10%-ний розчин глюкози у об'ємі, що відповідає об'єму розчину у пробірці. Раствор збовтати та поставити на водяну баню при 50–60 °С на 2–3 хв. Яка сполука утворилася на стінках пробірки? Яка роль глюкози в цій реакції? Рівняння реакції:



На основі дослідів а), б) і в) охарактеризувати властивості іонів Ag^+ .

9. ОДЕРЖАННЯ АРГЕНТУМ (I) ОКСИДУ

Одержати осад аргентум (I) оксиду взаємодією розчинів AgNO_3 з лугом (натрій гідроксидом) та відмітити колір і характер осаду. Написати рівняння реакції.

Який висновок можна зробити про стійкість аргентум (I) гідроксиду? Експериментально довести основний характер одержаної сполуки. За допомогою якої кислоти можна довести основний характер аргентум (I) оксиду? Чому?

10. ГАЛОГЕНІДИ АРГЕНТУМУ

а) Одержати галогеніди аргентуму. Звернути увагу на характер і колір осадів. Написати рівняння реакцій. Дослідити відношення одержаних осадів до дії HNO_3 . Чому галогеніди аргентуму не розчиняються в HNO_3 ?

б) Одержати осади галогенідів аргентуму, відфільтрувати та промити водою. Дослідити їх на дію світла (прямого сонячного). Написати рівняння реакцій.

11. РЕАКЦІЯ НА РОЗЧИН АРГЕНТУМ НІТРАТУ

Індикатором дослідити реакцію розчину аргентум нітрату. Зробити висновок про силу аргентум гідроксиду як основи.

Вправи та задачі

1. Для визначення вмісту срібла в монеті, шматочок її масою 0,3 г розчинили у HNO_3 та, з одержаного розчину, осадили срібло за допомогою HCl . Маса осаду становила 0,199 г. Розрахуйте відсоток срібла (за масою) у монеті?
2. Який об'єм 92%-ного розчину H_2SO_4 необхідно для одержання 20 кг мідного купоросу при дії сульфатної кислоти на мідь?
3. Яка нормальність розчину купрум (II) сульфату, якщо при взаємодії 20 мл його з калій йодидом виділяється 0,63 г йоду?
4. Визначити об'єм 2н розчину HNO_3 необхідний для розчинення 20 г $\text{Cu}(\text{OH})_2$?
5. Обрахувати нормальність розчину соляної кислоти, якщо в 40 мл розчину, після додавання AgNO_3 , утворилось 0,574 AgCl .
6. Купрум (II) оксид масою 0,4 г розчинили в розчині сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 15%. Визначте: а) масу солі, що утворилась; б) масу розчину кислоти, яку витратили на розчинення оксиду.

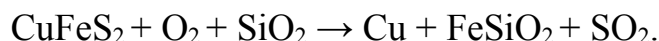
7. Суміш міді та цинку масою 20 г помістили в надлишок розчину лугу. Виділилось 5,6 л газу (н.у.). Визначте масову частку цинку (%) у вихідній суміші.
8. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на окиснення купрум (II) сульфїду масою 17,2 г?
9. Яка маса розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 20% витратиться на взаємодію із сумішшю срібла та цинку масою 20 г, якщо масова частка срібла в суміші складає 70%?
10. До розчину купрум (II) сульфату масою 300 г з масовою часткою солі 20% долили 300 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% ($\rho = 1,33 \text{ г/см}^3$). Визначте масу одержаного осаду.
11. У розчин, що містить 40 г купрум (II) сульфату, помістили цинкову пластинку. Після того, як прореагувало 20% солі, маса пластинки змінилась на 0,25% від початкової. Визначте початкову масу пластинки.
12. Еквімолярну суміш срібла та міді масою 25,8 г повністю розчинили в концентрованій сульфатній кислоті. Який об'єм газу (н.у.) виділився при цьому?
13. Срібло масою 10,8 г повністю розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Визначте об'єм газу, який виділився (н.у.).
14. Який об'єм розчину купрум (II) сульфату з масовою часткою речовини 0,15 можна приготувати з 7,5 моль купрум (II) сульфату? Густина одержаного розчину буде становити 1,2 г/мл.
15. Газ, одержаний при взаємодії міді з концентрованою сульфатною кислотою, пропустили крізь надлишок розчину калій гідроксиду. Одержали 2,5 л розчину, 1 мл якого містить 0,0015 моль солі. Обчисліть масу міді, яка прореагувала.
16. В якому об'ємі води потрібно розчинити мідний купорос масою 75 г, щоб утворився насичений при температурі 30°C розчин купрум (II) сульфату? Розчинність безводної солі при даній температурі становить 25 г на 100 г води.
17. При взаємодії міді з концентрованою сульфатною кислотою одержали 75,0 г мідного купоросу. Розрахуйте маси міді та розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 94%, які були використані, якщо у процесі реакції вся мідь перейшла в розчин, а кислота була використана на 90%.
18. Після прожарювання порошку міді масою 1,5 г на повітрі одержали суміш речовин масою, на 10% більшою від вихідної маси міді. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаній суміші.
19. При взаємодії металічної міді з концентрованою сульфатною кислотою одержали розчин, з якого добули 62,5 г купрум (II) сульфату пентагідрату. Вихідну масу міді одержали при відновленні купрум (II) оксиду. Розрахуйте маси купрум (II) оксиду та розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 80%, які були використані, якщо втрати металу при його відновленні з оксиду становили 15%.
20. При пропусканні кисню над нагрітою міддю одержали суміш речовин масою на $\frac{1}{5}$ більшою за масу міді. Визначте масовий склад (%) одержаної суміші.
21. Суміш масою 60 г, що містить алюміній та мідь, помістили в надлишок концентрованої нітратної кислоти. При повному електролізі солі, що містилась в одержаному розчині, на аноді виділилось 8,4 л (н.у.) газу. Визначте: а) об'єм

- газу (н.у.), який виділився при взаємодії суміші металів з нітратною кислотою;
б) масовий склад суміші металів.
22. Маса продуктів реакції окиснення суміші алюмінію та міді хлором у 2,5 рази більша за масу вихідної суміші. Визначте масовий склад вихідної суміші (%).
 23. У розчин, де міститься 96 г купрум (II) сульфату та 124,8 г кадмій сульфату, помістили цинкову пластинку. На скільки збільшиться маса пластинки після закінчення реакції?
 24. Як відносились маси розчину купрум (II) нітрату з масовою часткою солі 5% та купрум (II) нітрат тригідрату, якщо після їхнього змішування одержали розчин з масовою часткою солі 30%?
 25. До розчину купрум (II) хлориду масою 1,2 кг з масовою часткою солі 10% додали 400 г розчину купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 30%. Крізь одержаний розчин пропускали електричний струм до тих пір, поки на катоді не припинилось виділення міді. Розрахуйте: а) об'єм газу, який виділився на аноді (н.у.); б) масу металу, що виділився на катоді, якщо вихід продукту становить 95%.
 26. Суміш масою 20,1 г, що містить мідь, алюміній та купрум (II) оксид, відновили воднем. При дії на утворену суміш надлишком концентрованої сульфатної кислоти виділилось 3,721 л газу (н.у.) При дії на таку ж масу (20,1 г) вихідної суміші надлишком хлоридної кислоти одержали 10,08 л газу (н.у.). Визначте масовий склад (%) вихідної суміші речовин.
 27. Розрахуйте масу аргентум нітрату, що викристалізується при охолодженні до 10 °С 2,5 кг, насиченого при 60 °С розчину аргентум нітрату. Розчинність солі при 60 °С становить 525 г на 100 г води, а при 10 °С — 70 г на 100 г води.
 28. Розрахуйте масу купрум (II) хлорид дигідрату та об'єм води, які потрібно взяти для приготування розчину з масовою часткою солі 30%, при повному електролізі якого можна одержати 20 г міді. Втрати металу становлять 10 %.
 29. При повному електролізі солі, що містилась у водному розчині аргентум нітрату об'ємом 1400 мл ($\rho = 1,03$ г/мл), на аноді виділився газ, який був повністю витрачений на окиснення 19,2 г міді. Розрахуйте масову частку солі (%) у вихідному розчині.
 30. При повному термічному розкладі купрум (II) нітрату масою 84,6 г утворився твердий залишок, який повністю розчинили в розчині сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 35%. Визначте: а) об'єм розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,26$ г/мл), який витратили на розчинення твердого залишку; б) масу мідного купоросу, яку можна одержати з одержаного розчину.
 31. У розчин, що містить 5,4 г купрум (II) нітрату та 3,4 г аргентум нітрату, помістили кадмієву пластинку масою 40 г. Якою стане маса пластинки після повного витіснення металів із розчинів їхніх солей?
 32. Яку масу суміші купрум (II) хлорид дигідрату та купрум (II) хлориду декагідрату, в якій маси солей відносяться як 1:1, потрібно взяти, щоб при змішуванні з розчином купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 20%, одержати 200 г розчину солі з масовою часткою речовини 50%?

33. Газ, одержаний при дії на срібло масою 10,8 г надлишком концентрованої нітратної кислоти, пропустили крізь розчин барій гідроксиду масою 200 г з масовою часткою лугу 20 %. Розрахуйте масові частки речовин в одержаному розчині (%).
34. Суміш невідомого кількісного складу купрум (II) нітрату та аргентум нітрату піддали термолізу. Утворилась газова суміш об'ємом 29,12 л (н.у.), а маса твердого залишку виявилась у 2,037 разу меншою за масу вихідної суміші. Розрахуйте масові частки солей у вихідній суміші.
35. При повному електролізі солі, що містилась у розчині аргентум нітрату об'ємом 1,7 л ($\rho = 1,01$ г/мл), на катоді одержали метал, на розчинення якого витратили 200 мл розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,154$ г/мл, $W = 26$ %). Розрахуйте: а) масову частку аргентум нітрату у вихідному розчині (%); б) об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді.
36. Електроліз водного розчину купрум (II) нітрату з масовою часткою солі 8 % проводили до тих пір, поки масова частка солі не зменшилась до 7 %. У скільки разів при цьому зменшилась маса розчину?
37. Еквімолярну суміш купрум (II) нітрату та аргентум нітрату піддали повному термічному розкладу. Одержали газову суміш об'ємом 17,92 л (н.у.). Розрахуйте масові частки солей (%) у вихідній суміші.
38. При повному обпалюванні купрум (II) сульфід масою 4,8 г одержали 896 мл газу (н.у.), який поглинули розчином калій гідроксиду об'ємом 20,51 мл ($\rho = 1,219$ г/см³, $W = 20$ %). Яка сіль утворилась? Визначте: а) масову частку домішок, що містились в купрум (II) сульфіді; б) який об'єм підкисленого сульфатною кислотою 0,03 М розчину калій дихромату може бути відновлений одержаною сіллю.
39. При взаємодії сплаву міді, заліза та алюмінію масою 7,90 г з надлишком хлоридної кислоти одержали 1,568 л газу та 5,12 г нерозчинного залишку. Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші
40. На суміш алюмінієвих та мідних ошурок подіяли при нагріванні надлишком розчину калій гідроксиду. Виділилось 11,2 л газу (н.у.). Нерозчинний залишок відфільтрували і розчинили в концентрованій нітратній кислоті. Розчин випарували, а тверду речовину, що залишилась, прожарили. Маса твердого залишку склала 0,8 г. Визначте масовий склад вихідної суміші.
41. При дії на суміш алюмінію, міді та алюміній оксиду надлишком гарячого концентрованого розчину лугу виділилось 13,44 л газу (н.у.) і залишилось 38,4 г нерозчинного залишку. При дії на таку ж масу суміші надлишком розбавленої сульфатної кислоти утворилось 102,6 г алюміній сульфату. Обчисліть: а) масу вихідної суміші; б) масову частку алюміній оксиду в цій суміші (%).
42. При розчиненні 43 г суміші алюмінію, цинку та міді в надлишку хлоридної кислоти утворилось 16,03 л газу при температурі 20°C і тиску 1,2 атм. Нерозчинний залишок відділили і розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Утворилось 4,48 л газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
43. Стоп містить алюміній, цинк, силіцій та срібло. При дії на 2,85 г стопу надлишком хлоридної кислоти одержали 0,896 л водню (н.у.) та 1,66 г нерозчин-

ного залишку. При дії на 5,7 г такого ж сплаву надлишком розчину калій гідроксиду одержали 5376 мл водню (н.у.). Визначте масові частки (%) компонентів стопу.

44. При нагріванні 20,32 г суміші купрум (II) гідроксиду та алюміній гідроксиду одержали водяну пару, яку сконденсували та повністю витратили для взаємодії з барій оксидом. При цьому одержали 54,72 г луку. Визначте масові частки (%) кожної з речовин у вихідній суміші.
45. При розчиненні суміші алюмінію, золота та міді в концентрованій нітратній кислоті утворилось 0,112 л (н.у.) газу та 2,065 г нерозчинного залишку. При розчиненні такої ж маси вихідної суміші в хлоридній кислоті одержали 1,344 л газу (н.у.). Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
46. Чому дорівнює потенціал срібного електроду, зануреного в насичений розчин аргентум хлориду, якщо $DP_{AgCl} = 1,5 \cdot 10^{-10}$?
47. Яку масу золота розчинили в "царській водці", якщо в результаті реакції виділилось 28 л нітроген (II) оксиду (н. у.)?
48. Пірометалургійний процес одержання міді із сульфідних руд можна описати наступною схемою:



Яку масу міді можна одержати з 5,8 г сульфїду, який містить 5 % домішок, а вихід реакції складає 90 %? Втановіть об'єм сульфур (IV) оксиду (н. у.).

49. При взаємодії 3,92 г купрум (II) гідроксиду та 150 мл водного розчину аміаку з масовою часткою NH_3 25 % ($0,907 \text{ г/см}^3$) одержано розчин гідроксиду тетраамінкупруму (II). Втановіть масову частку (%) одержаної комплексної сполуки в розчині.
50. Яка кількість електрики (А · ч) необхідна для електрохімічної очистки 1 т чорної міді, якщо вихід по струму 98,5 %?

Лабораторна робота № 10 **ІВ-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ**

1. ВЗАЄМОДІЯ ЦИНКУ З КИСЛОТАМИ

(Роботу проводити у витяжній шафі)

До шести пробірок помістити по шматочку гранульованого цинку та окремо подіяти розведеними та концентрованими розчинами кислот HCl , H_2SO_4 і HNO_3 . Спостерігати явища, що відбуваються. Пробірки, у яких на холоді реакція не відбувається, нагріти. Після розчинення цинку в розведеній HNO_3 довести наявність амонію в одержаному розчині. Написати рівняння реакцій. Скласти схему електронного балансу.

2. ВЗАЄМОДІЯ ЦИНКУ З ЛУГАМИ

До пробірки невеликою кількістю цинкових ошурок додати концентрованого розчину луку. Розчин нагріти та спостерігати виділення газу. Експериментально довести, що газ – водень. Пояснити механізм реакцій. Написати рівняння реакцій.

3. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ЦИНК ГІДРОКСИДУ

З наявних реактивів одержати цинк гідроксид. Відмітити колір та характер осаду. Експериментально довести амфотерний характер цинк гідроксиду. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі.

4. КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ ЦИНКУ

До розчину солі цинку по краплям додати розчин амоній гідроксиду до утворення осаду, а потім до повного його розчинення. Написати рівняння реакцій, за умови, що координаційне число цинку в одержаному комплексі – чотири.

5. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ ЦИНКУ

а) Розчином нейтрального лакмусу дослідити реакцію середовища розчинів цинк сульфату та цинк хлориду. Написати рівняння реакцій гідролізу.

б) До гарячого розчину цинк хлориду додати шматочок цинку, попередньо оброблений наждачним папером. Спостерігати виділення водню. Пояснити механізм процесів. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

6. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ КАДМІЙ ГІДРОКСИДУ

З наявних реактивів одержати кадмій гідроксид та відмітити колір та характер осаду. Написати рівняння реакції. Дослідити дію кадмій гідроксиду до розведеної соляної кислоти та надлишку лугу. Які властивості виявляє цей гідроксид? Відмітити різницю у властивостях гідроксидів цинку та кадмію.

7. КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ КАДМІЮ

До розчину CdSO_4 по краплям додати розчин аміаку до розчинення попередньо утвореного осаду. Написати рівняння реакції, за умови, що координаційне число кадмію в одержаному комплексі чотири. Написати рівняння електролітичної дисоціації комплексу та рівняння константи нестійкості комплексного йону.

8. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ КАДМІЮ

а) Розчином нейтрального лакмусу дослідити реакцію середовища розчину кадмій сульфату. Дати пояснення. Написати рівняння реакції гідролізу в молекулярній та йонній формі.

б) До розчину кадмій сульфату додати розчин натрій карбонату. Спостерігати утворення осаду. Продуктом якої стадії гідролізу є утворений осад? Постадійно написати молекулярні та йонні рівняння реакцій гідролізу кадмій карбонату.

Вправи та задачі

1. Яку масу цинкового купоросу $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ можна одержати взаємодією цинку з 500 мл 20%-ного розчину H_2SO_4 ($\rho = 1,14 \text{ г/см}^3$)?
2. Цинкова обманка містить 30% ZnS . Скільки (теоретично) можна одержати цинку і 92%-ної розчину H_2SO_4 з 1 т руди?
3. 0,1405 г металу витискують з кислоти 28 мл водню (за н.у.). Визначити еквівалентну масу металу.

4. Який об'єм 0,1 М розчину SnCl_2 , необхідно додати до 200 мл 0,15 М розчину сулеми, для відновлення іонів Hg^{2+} до металічної ртуті?
5. Скільки грамів HgS містить 1 л його насиченого розчину? (D_{HgS} табл. 10).
6. При повному термічному розкладі 70 г цинк карбонату, що містить домішки, одержали 12 л газу (н.у.). Визначте масову частку домішок (%).
7. Суміш масою 5,0 г, що містить цинк та мідь, помістили в надлишок розчину сульфатної кислоти. Виділилось 896 мл водню (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
8. Яку масу цинкової обманки, масова частка домішок в якій становить 10%, потрібно окиснити, щоб одержати 44,8 м³ сульфур діоксиду?
9. Цинк гідроксид масою 44,55 г піддали повному термічному розкладу. До одержаного залишку додали 600 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 15%. Визначте маси речовин в одержаному розчині.
10. У розчин меркурій (II) хлориду масою 50 г помістили цинкову пластинку масою 40 г. Після закінчення реакції маса пластинки становила 42,84 г. Визначте масову частку солі у вихідному розчині (%).
11. При частковому термічному розкладі цинк нітрату масою 63 г одержали твердий залишок масою 59,4 г. Визначте ступінь розкладання цинк нітрату (%).
12. У результаті термічного розкладу гідроксиду металу (II) масою 69,3 г одержали 12,6 г водяної пари. Визначте невідомий метал.
13. Суміш цинку та міді масою 22,693 г, у якій кількості речовин металів відносились відповідно як 1:3, розчинили в надлишку розчину нітратної кислоти. Розрахуйте густину за повітрям утвореної суміші N_2O та NO .
14. У розчин, що містить 9,4 г купрум (II) нітрату та 9,75 г меркурій (II) нітрату, помістили кадмієву пластинку масою 50 г. На скільки збільшиться маса пластинки після повного витіснення металів із солей, що містились у розчині?
15. Цинкову пластинку масою 20 г помістили у 300 г розчину купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 20%. Якою стане маса пластинки після того, як прореагує 1/4 частина солі, що міститься в розчині?
16. До розчину, що містить 8,84 г цинк хлориду, прилили розчин, в якому міститься 6,5 г натрій гідроксиду. Розрахуйте масу осаду, який утворився.
17. Сплав масою 30 г, що містить мідь та цинк, розчинили в концентрованій нітратній кислоті. До одержаного розчину додали надлишок розчину лугу. Осад, що утворився, відфільтрували та прожарили. Маса одержаного залишку склала 18 г. Обчисліть масову частку міді (%) в сплаві.
18. Масова частка цинку в його сплаві з кадмієм становить 80%. Визначте масу сплаву, яку потрібно використати для взаємодії з хлоридною кислотою, щоб одержати 50 л (н.у.) водню.
19. Цинк нітрат масою 141,75 г піддали повному термічному розкладу. Газову суміш, що утворилась, розчинили у воді об'ємом 450 мл. Розрахуйте масову частку речовини (%) в розчині.
20. Для окиснення 0,02 т цинк сульфід, що містить 10,0% негорючих домішок, використали 2600 м³ повітря. Визначте об'ємний склад утвореної газової суміші (%).

21. Суміш цинку та алюмінію масою 25 г розчинили в розчині сульфатної кислоти ($\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$, $\omega = 10\%$). Маса металів відносились відповідно як 1:4. Який об'єм розчину кислоти витратили на розчинення вихідної суміші?
22. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою луку 10% ($\rho = 1,109 \text{ г/см}^3$) витратиться на розчинення суміші алюмінію та цинку масою 31,4 г? Масова частка алюмінію в суміші 17,2%.
23. Суміш цинку та алюмінію масою 25 г розчинили в розчині сульфатної кислоти ($\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$, $W = 10\%$). Маса металів відносились відповідно як 1:4. Який об'єм розчину кислоти витратили на розчинення вихідної суміші?
24. Яку масу цинк гідроксиду потрібно додати до алюміній гідроксиду масою 15,6 г, щоб при прожарюванні цієї суміші маса одержаного твердого залишку становила 80% від маси вихідних речовин?
25. На суміш масою 39,9 г, що містить цинк, алюміній та залізо, подіяли надлишком хлоридної кислоти без доступу кисню. При цьому виділилось 20,16 л (н.у.) газу. До одержаного розчину додали надлишок розчину натрій гідроксиду. Одержаний осад відфільтрували, окиснили киснем та прожарили. Маса твердого залишку склала 40 г. Визначте масовий склад вихідної суміші.
26. Встановіть масові частки (%) компонентів у суміші карбонату з оксидом цинку, якщо при прожарюванні 4,68 г цієї суміші одержано 4,02 г цинк оксиду.
27. Яку кількість речовини алюміній хлориду потрібно додати до 1 моль цинк хлориду, щоб маса одержаного із суміші солей алюміній оксиду склала 25,02% від маси вихідних солей?
28. Обрахуйте теплоту утворення цинк оксиду, якщо

$$\text{ZnO} + \text{C} = \text{CO} + \text{Zn}, \Delta H^0 = 238 \text{ кДж.}$$
29. Який об'єм 0,25 н. розчину натрій сульфиду необхідно для осадження іонів Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , якщо у розчині міститься 1,5 г нітратів цинку, кадмію і ртуті (II) у співвідношенні (4 : 1 : 5)?
30. Знайдіть масові частки (%) компонентів амальгами, яку одержано змішуванням 5 см^3 ртуті та 3 см^3 металічного натрію, якщо густини ртуті та натрію відповідно рівні 13,55 і $0,97 \text{ г/см}^3$.

Лабораторна робота № 11 VІВ-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

1. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ХРОМ (ІІІ) ОКСИДУ

а) У пробірку, закріплену під кутом у штативі, насипати невелику кількість $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Отвір пробірки направити в сторону від себе та від інших працюючих. Під пробірку покласти лисок паперу. Нагріти верхній шар солі до початку реакції, а потім нагрівання припинити. Написати рівняння окисно-відновної реакції.

б) На одержаний порошок Cr_2O_3 подіяти водою та розведеним розчином H_2SO_4 або HNO_3 . Чи розчиняється Cr_2O_3 у воді та в розведених розчинах кислот?

2. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ХРОМ (ІІІ) ГІДРОКСИДУ

а) До розчину солі хрому (ІІІ) по краплям додати розчин NaOH до утворення осаду хром (ІІІ) гідроксиду. Відмітити колір осаду. Написати рівняння реакції.

б) Осад розділити на дві пробірки. В одну з них додати розведену кислоту, в іншу – надлишок лугу. Написати рівняння реакцій. Які властивості виявляє $\text{Cr}(\text{OH})_3$? Відмітити забарвлення одержаних розчинів.

3. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ ХРОМУ

До розчину солі хрому (III) додати нейтральний розчин лакмуса. Пояснити зміну кольору індикатора. Написати рівняння реакції.

4. УМОВИ ІСНУВАННЯ В РОЗЧИНІ ХРОМАТІВ І ДИХРОМАТІВ

До 3–4 мл розчину калій хромату додати розчин H_2SO_4 . Спостерігати та пояснити зміну забарвлення. Написати рівняння реакції.

До одержаного розчину додати розчин лугу. Спостерігати зміну кольору розчину. Пояснити цю зміну. Написати рівняння реакції. Наявність яких йонів обумовлює зміну забарвлення? Яка рівновага встановлюється в водних розчинах хроматів та дихроматів? Який вплив середовища на зміщення рівноваги?

5. ОКИСНЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ СПОЛУК ХРОМУ (VI)

а) До 2–3 мл розчину $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ додати невелику кількість розведеної H_2SO_4 і 2–3 мл розчину NaNO_2 . Суміш злегка нагріти. Спостерігати зміну забарвлення. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі.

б) До підкисленого сульфатною кислотою розчину $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ додати розчин Na_2SO_3 . Спостерігати зміну забарвлення розчину та пояснити ці зміни. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формі.

в) До концентрованого розчину $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ додати концентрований розчин HCl . Нагріти до зміни забарвлення розчину. Який газ виділяється? (*Обережно!*)

Вправи та задачі

1. Який об'єм 0,1 М розчину $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ необхідний для окиснення 10 г KI у кислому середовищі?
2. Для одержання ферохрому суміш, що містить 200 кг Fe_2O_3 і 300 кг Cr_2O_3 відновили алюмінієм. Визначити масу алюмінію та процентний склад одержаного сплаву?
3. При сплавлянні 6,08 г Cr_2O_3 з окисником у присутності NaOH одержано 12,74 г натрій хромату. Визначити вихід продукту в процентах.
4. Хром (VI) оксид масою 8 г розчинили у воді об'ємом 800 мл. Визначте масову частку (%) хромової кислоти в одержаному розчині.
5. Яку масу хрому можна одержати при відновленні хром (III) оксиду масою 120 кг, масова частка домішок в якому становить 7%?
6. Визначте формулу кристалогідрату хром (III) сульфату, якщо в 179 г цього кристалогідрату зв'язано 81 г води.
7. Для добування ферохрому використовують суміш ферум (III) оксиду та хром (III) оксиду, маси яких відносяться як 2:3. Яку масу алюмінію потрібно використати на відновлення 250 г такої суміші?
8. Визначте масу хром (VI) оксиду, необхідну для приготування 600 мл розчину

хроматної кислоти з концентрацією кислоти 2 моль/л.

9. Яку масу хрому можна одержати з 2,5 т хромістого залізняка $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, що містить 15 % пустої породи?
10. Визначте масу калій дихромату та об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 36% ($\rho = 1,2$ г/мл), які потрібно використати для добування газу, потрібного для окиснення хрому масою 5,2 г. Розчин хлороводню потрібно взяти з 40%-ним надлишком.
11. До 200 мл 0,3 М розчину калій дихромату добавили надлишок розчину лугу, а потім прилили 180 мл 1,5 М розчину барій хлориду. Визначте: а) масу осаду, що випав; б) об'єм 0,5 М розчину аргентум нітрату, який потрібно додати до одержаного розчину, щоб осадити всі наявні в розчині хлорид-йони.
12. Яка маса йоду утвориться при взаємодії калій йодиду з 0,25 л 0,1 н. розчину калій дихромату в кислому середовищі?
13. Визначити масу PbO_2 , який можна відновити 0,15 л 0,2 н. розчином калій хроміту в лужному середовищі.
14. На відновлення 0,05 л 0,2 н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у кислому середовищі використано 0,2 л розчину станум (II) хлориду. Обрахуйте нормальність та титр розчину SnCl_2 .
15. Обрахуйте масу калій біхромату який необхідно для приготування 0,3 л 0,2 н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
16. Напишіть рівняння реакцій:
 - а) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 - б) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - в) $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
 - г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \dots$
 - д) $\text{CrCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
17. Яка маса молібден (VI) оксиду, з масовою часткою домішок 4 %, та кремнію необхідні для одержання 1 кг молібдену?
18. Який об'єм водню (н.у.) необхідний для одержання 92 кг вольфраму з вольфрам (VI) оксиду? Вихід продукту реакції 91 %.
19. Вольфрам розчиняється у суміші розплаву KOH і KNO_3 . Яка маса вольфраму необхідна для одержання 6,52 г калій вольфрамату?

Лабораторна робота № 12 VІВ-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ

1. ОДЕРЖАННЯ МАНГАН (II) ГІДРОКСИДУ ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

- а) Одержати манган (II) гідроксид із солі Mn(II) . Відмітити його колір. Написати рівняння реакції.
- б) Відлити частину рідини з осадом в іншу пробірку та залишити стояти на повітрі. Пояснити зміну кольору осаду. Написати рівняння реакції.
- в) Дослідити одержаний осад (дослід 1а) на дію розведеної кислоти та надлишку розчину лугу. Що відбувається? Який висновок можна зробити про властивості манган (II) гідроксиду? Написати рівняння реакції.

2. ВЛАСТИВОСТІ КАЛІЙ ПЕРМАНГАНАТУ

а) **Розклад калій перманганату при нагріванні.** У пробірці нагріти декілька кристалів KMnO_4 . Який газ виділяється? Продовжити нагрівання до завершення його виділення. Після охолодження, вміст пробірки розчинити у невеликому об'ємі води. Який колір одержаного розчину та осаду? Написати рівняння реакції.

б) **Окиснювальні властивості калій перманганату.** В три пробірки додати по 1–2 мл розчину KMnO_4 та 1 мл розведеної H_2SO_4 . У першу пробірку додати розчин Na_2SO_3 , в іншу – розчин FeSO_4 , а в третю – розчин щавлевої кислоти (третю пробірку нагріти). Що спостерігаєте? Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

До 1–2 мл розчину KMnO_4 додати води і розчин натрій сульфїту. Що відбувається? Написати рівняння реакції в молекулярній та йонній формах.

До невеликої кількості розчину KMnO_4 , додати концентрований розчин лугу, потім розчин натрій сульфїту та збовтати. Відміти зміну кольору розчину. Через деякий час спостерігати утворення осаду. Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

До розчину MnSO_4 по краплям додати розчин калій перманганату. Що відбувається? Дослідити розчин індикатором. Написати рівняння реакції.

Пояснити явища, що відбуваються в дослідах. Який вплив рН середовища на відновлення калій перманганату?

в) **Вплив кислотності середовища на швидкість окиснення.** У дві пробірки налити по 2–3 мл розчину KBr і порівну додати у першу пробірку розведену H_2SO_4 , в іншу – розведену CH_3COOH . У кожену пробірку додати по 10–15 крапель розчину KMnO_4 . Відмітити, чи одночасно зникає забарвлення в обох пробірках. Як впливає кислотність середовища на швидкість окиснення калій перманганатом? Написати рівняння реакцій в молекулярній та йонній формах.

Вправи та задачі

1. Яка маса KMnO_4 необхідна при взаємодії з концентрованою HCl для одержання 10 л хлору при $18\text{ }^\circ\text{C}$ і тиску 100 кПа?
2. Який об'єм SO_2 при $17\text{ }^\circ\text{C}$ і тиску 101 кПа необхідно пропустити через 250 мл 0,1 М розчину KMnO_4 для його знебарвлення?
3. Зразок залізного дроту масою 0,21 г розчинили в H_2SO_4 без доступу повітря. На окиснення одержаного ферум (II) сульфату використано 33,6 мл 0,1103н. розчину KMnO_4 . Визначити процентний вміст заліза в дроті.
4. Визначте масу піролюзиту, масова частка манган діоксиду в якому 98%, необхідну для одержання 16,5 кг марганцю.
5. Який об'єм водню (н.у.) потрібно використати для відновлення 200,02 г суміші манган (IV) оксиду та хром (III) оксиду, кількості речовин яких відносяться як 1:4?
6. Для одержання марганцю шляхом алюмінотермії змішали 21,6 кг алюмінію та 53,07 кг манган діоксиду. Визначте масовий склад твердого залишку після прожарювання вихідної суміші.

7. Визначте, яку масу технічного алюмінію, що містить 97% алюмінію, потрібно використати для відновлення Мангану з 5 кг піролюзиту, масова частка манган діоксиду в якому становить 80%.
8. Для одержання марганцю шляхом алюмінотермії змішали 10,8 кг алюмінію та 30 кг манган діоксиду, що містить 8% домішок. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаному після сплавлення твердому залишку.
9. Встановіть формулу піролюзиту $MnO_2 \cdot nH_2O$, що містить 44,5 % мангану?
10. Яка кількість титан (III) сульфату міститься в 1 л розчину, якщо при титруванні 0,03 л цього розчину використано 0,045 л 0,15 н. $KMnO_4$?
11. Напишіть рівняння реакцій:
 - а) $KMnO_4 + KNO_2 + KOH \rightarrow$
 - б) $K_2MnO_4 + H_2O \rightarrow$
 - в) $MnO_2 + KClO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + \dots$
 - г) $MnCl_2 + H_2O \rightarrow$
 - д) $Mn(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow$
12. Під дією HNO_3 манганати диспропорціонують за реакцією

$$K_2MnO_4 + HNO_3 \rightarrow KMnO_4 + MnO_2 + KNO_3 + H_2O.$$
 Який об'єм розчину HNO_3 ($\rho = 1,185 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою 30 % необхідно для одержання 9,48 г калій перманганату. Яка маса манган (IV) оксиду при цьому утворюється?
13. Розрахуйте еквівалентну масу $KMnO_4$ у наступній реакції:

$$KMnO_4 + H_3P + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + H_3PO_4 + K_2SO_4 + H_2O.$$
 Яка маса фосфатної кислоти при цьому утворюється, якщо в реакцію вступило 17 г фосфіну?

Лабораторна робота № 13
VІІВ-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ.
ФЕРУМ, КОБАЛЬТ, НІКОЛ ТА ЇХ СПОЛУКИ

1. ВЗАЄМОДІЯ ЗАЛІЗА З КИСЛОТАМИ

(Роботу проводити у витяжній шафі)

До невеликої кількості залізних ошурок у окремих пробірках додати розведені та концентровані розчини HCl , H_2SO_4 , HNO_3 . Там де реакція не відбувається - нагріти. Пояснити, чому у деяких випадках реакція відбувається лише при нагріванні. Написати рівняння реакцій.

2. ОДЕРЖАННЯ ФЕРУМ (ІІ) ГІДРОКСИДУ ТА ЦОГО ВЛАСТИВОСТІ

а) Приготувати розчин ферум (II) сульфату з надлишку залізних ошурок та розведеного розчину H_2SO_4 . Відлити 3–4 мл одержаного розчину у пробірку та додати до неї розчин $NaOH$. Спостерігати утворення білого осаду ферум (II) гідроксиду. Написати рівняння реакції. Пояснити, чому на повітрі осад змінює колір. Написати рівняння реакцій.

б) Дослідити відношення $Fe(OH)_2$ до розведеного розчину HCl і надлишку розчину луку. Написати рівняння реакції. Які властивості виявляє $Fe(OH)_2$?

3. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ ФЕРУМУ (II)

Дослідити розчин солі Fe (II) індикатором. Що спостерігаєте? Написати рівняння реакції гідролізу.

4. РЕАКЦІЯ НА ЙОН Fe^{2+}

До розчину ферум (II) сульфату додати розчин гексаціаноферату (III) калію $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (червона кров'яна сіль). Спостерігати утворення турбулевої сині $\text{KFe}^{+2}[\text{Fe}^{+3}(\text{CN})_6]$. Написати рівняння реакції.

5. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ФЕРУМ (III) ГІДРОКСИДУ

а) Одержати ферум (III) гідроксид. Відмітити його вигляд та колір. Дослідити відношення $\text{Fe}(\text{OH})_3$ до розведених розчинів кислот. Написати рівняння реакцій.

Свіжо одержаний $\text{Fe}(\text{OH})_3$ частково розчиняється в гарячих концентрованих розчинах лугів. Написати рівняння реакції.

б) Знову одержати осад $\text{Fe}(\text{OH})_3$, відфільтрувати та промити його водою на фільтрі. Перенести у фарфоровий тигель та прожарити. Що відбувається? Написати рівняння реакції. Які властивості виявляє ферум (III) гідроксид?

6. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ ФЕРУМУ (III)

а) У воді розчинити невелику кількість ферум (III) хлориду. Визначити реакцію розчину. Написати рівняння реакції гідролізу.

б) До двох пробірок налити по 2–3 мл розчину ферум (III) хлориду. В одну з них додати декілька крапель концентрованої HCl . Відмітити зміну кольору розчину. Розчин ферум (III) хлориду і іншій пробірці розвести водою та нагріти до кипіння. Як зміниться колір розчину? Пояснити результати дослідів.

в) До розчину ферум (III) хлориду додати розчин соди. Що відбувається? Написати рівняння реакції. Як довести, що утворений осад не є сіллю карбонатної кислоти? Які солі – Fe(II) чи Fe(III) – краще гідролізують? Пояснить чому.

7. РЕАКЦІЯ НА ЙОН Fe^{3+}

а) До розчину ферум (III) хлориду додати розчин гексаціаноферату (II) калію $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (жовта кров'яна сіль). Спостерігати утворення берлінської лазури $\text{KFe}^{+3}[\text{Fe}^{+2}(\text{CN})_6]$. Написати рівняння реакції.

б) До розчину ферум (III) хлориду додати розчин калій роданіду. Відмітити колір одержаного розчину ферум (III) роданіду. Написати рівняння реакції.

8. ОДЕРЖАННЯ КОБАЛЬТ (II) ГІДРОКСИДУ ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

а) До розчину CoCl_2 додати розчин NaOH . Відмітити колір основної солі кобальту. Розчин з осадом нагріти. Як зміниться колір і склад осаду? Написати рівняння реакцій. Що відбувається з осадом $\text{Co}(\text{OH})_2$ при стоянні на повітрі? Написати рівняння реакції.

б) Дослідити розчинення кобальт (II) гідроксиду в розведених розчинах кислот та надлишку концентрованого розчину лугу. Написати рівняння реакцій. Які властивості виявляє кобальт (II) гідроксид?

9. ОДЕРЖАННЯ КОМПЛЕКСНИХ СОЛЕЙ КОБАЛЬТУ

а) **Одержання аміакатів кобальту.** До розчину кобальт (II) хлориду додати розчин NH_4Cl та надлишок розчину аміаку. Відмітити колір розчину утвореного аміакату кобальту (II). Написати рівняння реакції. Пояснити, чому при стоянні на повітрі розчин поступово змінює колір. Написати рівняння реакції.

б) **Одержання гексанітрикобальтату (III) калію.** До розчину CoCl_2 додати надлишок розчину KNO_2 , потім невелику кількість CH_3COOH та нагріти. Спостерігати виділення газу та утворення осаду. Відмітити його колір. Написати рівняння реакції. Яка роль KNO_2 у даній реакції?

10. ОДЕРЖАННЯ НІКОЛ (II) ГІДРОКСИДУ ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

Одержати нікол (II) гідроксид. Відмітити його характер та колір. Написати рівняння реакції. Дослідити відношення осаду до дії розведених кислот та надлишку лугу. Написати рівняння реакції. Які властивості виявляє $\text{Ni}(\text{OH})_2$?

11. ОДЕРЖАННЯ АМІАКАТУ НІКОЛУ (II)

До розчину нікол (II) сульфату додати розчин аміаку до розчинення утвореного осаду нікол (II) гідроксосульфату. Відмітити колір одержаного розчину аміакату ніколу (II). Написати рівняння реакції.

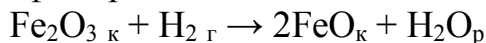
Вправи та задачі

1. Яку масу заліза можна одержати з 1 т червоного залізняка, що містить 55% заліза? Виробничі втрати становлять 5%.
2. Розрахуйте теоретично можливу масу чавуну, що містить 3% вуглецю і 3% інших елементів, яку можна одержати з 1 т залізної руди з вмістом заліза 80%?
3. Який об'єм повітря при $t = 18^\circ\text{C}$ і $\rho = 100$ кПа необхідний для окиснення 4,6 г ферум (II) гідроксиду в ферум (III) гідроксид?
4. Після прокалювання, без доступу повітря, суміші алюмінію з FeSO_4 , залишок розчинили у розчині лугу. Виділилось 6,72 л газу. При розчиненні такої ж маси цих речовин у HCl виділилось 26,88 л газу. Визначити кількісний склад вихідної суміші Al і Fe_3O_4 .
5. Скільки заліза, за масою, провзаємодіє з розведеним розчином H_2SO_4 , щоб утвореного водню вистачило на відновлення CuO , який одержано термічним розкладом 94 г $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$?
6. Для відновлення Fe_2O_3 до металічного заліза необхідно 6,72 л CO . Утворений у результаті цієї реакції газ, поглинули розчином, що містить 22,2 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Визначити склад та масу утвореної солі, а також вихідну масу Fe_2O_3 .
7. Обрахуйте ΔH°_{298} Fe_3O_4 , за реакцією:
$$8\text{Al} + 3\text{Fe}_3\text{O}_4 = 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Fe}; \Delta H = -3352,7 \text{ кДж}$$
8. При алюмінотермічному відновленні 128 г ферум (III) оксиду одержали 68 г заліза. Яка масова частка (%) виходу металу?
9. Яку масу заліза одержали при алюмінотермічному відновленні 69,6 кг залізної окалини, якщо втрати продукту становили 10%?

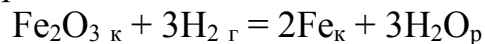
10. Яка маса заліза утвориться при алюмініотермічному відновленні 32 кг ферум (III) оксиду, якщо масова частка домішок в оксиді становить 5%, а виробничі втрати складають 10%.
11. Суміш масою 16,34 г, що містила залізо, алюміній та магній, помістили в надлишок розбавленого розчину сульфатної кислоти, у результаті чого виділилось 0,65 моль газу. Якщо на таку саму масу вихідної суміші подіяти надлишком розчину лугу, то виділиться 5,6 л газу (н.у.). Обчисліть масовий склад вихідної суміші.
12. Визначте масу алюмінію, яку потрібно використати для одержання 2,0 кг заліза з магнітного залізняку.
13. Суміш заліза та алюмінію масою 16,4 г повністю прореагувала з 16,8 дм³ хлору (н.у.). Розрахуйте масовий склад суміші металів.
14. Напишіть рівняння реакцій одержання калій ферату при взаємодії ферум (III) хлориду з бромом у лужному середовищі.
15. Розрахуйте масові частки компонентів суміші (%), одержаної при стопленні 399,84 г суміші алюмінієвого пилу та ферум (III) оксиду, кількості речовин яких відносяться відповідно як 4:3.
16. Суміш ферум (III) хлориду та алюміній хлориду масою 74 г розчинили у воді. До одержаного розчину добавили надлишок розчину калій гідроксиду. Осад, що утворився, відфільтрували, промили та прожарили. Маса залишку склала 20 г. Визначте хімічний склад одержаної речовини. Розрахуйте масовий склад солей у вихідній суміші (%).
17. При взаємодії розчинів соди та ферум (III) нітрату в осад випадає ферум (III) гідроксид. Дайте пояснення та наведіть необхідні рівняння реакцій.
18. Напишіть рівняння реакцій:
- $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 - $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
 - $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \dots$
19. Рівняння реакції роботи лужного залізно-нікельового акумулятора
- $$\text{Fe} + \text{Ni}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{Ni}(\text{OH})_2.$$
- Яка маса Fe і Ni₂O₃ розходується при розрядці акумулятора для одержання 6,7 А · ч електрики?
20. При дії світла ферум пентакарбоніл розкладається
- $$2[\text{Fe}(\text{CO})_5] = [\text{Fe}_2(\text{CO})_9] + \text{CO}.$$
- Встановіть масу ферум пентакарбоніла, якщо при цьому утворилось 5,6 л карбон (II) оксиду (н.у.).
21. Нікол карбоніл одержують дією карбон (II) оксиду на тонкодисперсний порошок металу
- $$\text{Ni}_r + 4\text{CO}_r \rightarrow [\text{Ni}(\text{CO})_4]_r.$$
- Який об'єм нікол тетракарбонілу утвориться, якщо в реакцію вступило 23,48 г нікелю, а виробничі втрати становлять 10 %?
22. Яку масу гексаціаноферат (III) калію моржна одержати взаємодією 14 л хлору (н.у.) з 1 кг розчином гексаціаноферату (II) калію з масовою частвою 32 %?

23. Розрахуйте масу срібла, яке утвориться взаємодією ферум (II) сульфату та аргентум нітрату, якщо в реакцію вступає 10 л розчину ферум (II) сульфату ($\rho = 1,078 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою 8 %.

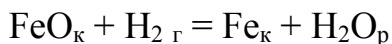
24. Розрахуйте тепловий ефект реакції



якщо теплові ефекти реакцій



і



відповідно дорівнюють $-36,2$ і $-22,2$ кДж.

25. Який об'єм хлору ($t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, $p = 96,5 \text{ кПа}$) необхідно для окиснення $2,79 \text{ г}$ нікол (II) гідроксиду в лужному середовищі?

26. На осадження іонів Fe^{3+} з 150 мл розчину калій ферум сульфату використано 72 мл $2,15 \text{ н}$ розчину лугу. Обрахуйте молярність та нормальність розчину $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$.

ДОДАТКИ

Таблиця 1

Густини водних розчинів кислот та лугів (г/см³ при 20°C)

Масова частка, %	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	KOH	NaOH	NH ₃
12	1.0802	1.0660	1.0576	1.1059	1.1309	0.9502
16	1.1094	1.0901	1.0777	1.1435	1.1751	0.9361
20	1.1398	1.1150	1.0980	1.1818	1.2192	0.9228
24	1.1714	1.1406	1.1185	1.2210	1.2631	0.9102
28	1.2031	1.1668	1.1391	1.2609	1.3064	0.8980
32	1.2353	1.1934	1.1594	1.302	1.3488	0.8863
36	1.2685	1.2022	1.1791	1.346	1.3901	–
40	1.3028	1.2466	1.1977	1.3881	1.4299	–
44	1.3386	1.272	–	1.433	1.468	–
48	1.3759	1.297	–	1.479	1.506	–
52	1.4149	1.322	–	–	–	–
56	1.4558	1.345	–	–	–	–
60	1.4987	1.367	–	–	–	–
64	1.542	1.386	–	–	–	–
68	1.587	1.405	–	–	–	–
72	1.634	1.422	–	–	–	–
76	1.681	1.437	–	–	–	–
80	1.7272	1.452	–	–	–	–
84	1.769	1.465	–	–	–	–
88	1.802	1.477	–	–	–	–
92	1.8240	1.487	–	–	–	–
96	1.8355	1.497	–	–	–	–
100	1.8305	1.513	–	–	–	–

Таблиця 2

Константи дисоціації неорганічних кислот у водних розчинах

Кислота	Формула	T, °C	K _a	pK _a
Нітратна	HNO ₃	25	4,36 · 10	-1,64
Бромідна	HBr	25	1 · 10 ⁹	-9
Йодидна	HI	25	1 · 10 ⁻¹¹	-11
Силікатна (мета)	H ₂ SiO ₃	18	2,2 · 10 ⁻¹⁰	9,66
			1,6 · 10 ⁻¹²	11,80
Сульфатна	H ₂ SO ₄	25	1 · 10 ³	-3
			1,2 · 10 ⁻²	1,9
Сульфітна	H ₂ SO ₃	25	1,58 · 10 ⁻²	1,8
			6,3 · 10 ⁻⁸	7,2
Сульфідна	H ₂ S	25	6 · 10 ⁻⁸	7,2
			1 · 10 ⁻¹⁴	14,0
Карбонатна	H ₂ CO ₃	25	1,32 · 10 ⁻⁴	3,88
Фосфорна (орто)	H ₃ PO ₄	25	7,52 · 10 ⁻³	2,12
			6,31 · 10 ⁻⁸	7,20
			1,26 · 10 ⁻¹²	11,9
Фторидна	HF	25	6,61 · 10 ⁻⁴	3,18
Хлоридна	HCl	25	1 · 10 ⁷	-7

Таблиця 3

Константи дисоціації неорганічних основ у водних розчинах

Основание	Формула	T, °C	K _b	pK _b
Алюміній гідроксид	Al(OH) ₃	25	1,38 · 10 ⁻⁹	8,86
Амоніак гідрат	NH ₃ · H ₂ O	25	6,3 · 10 ⁻⁵	4,20

Барій гідроксид	Ba(OH) ₂	25	2,3 · 10 ⁻¹	0,64
Ферум (II) гідроксид	Fe(OH) ₂	25	1,3 · 10 ⁻⁴	3,89
Ферум (III) гідроксид	Fe(OH) ₃	25	1,82 · 10 ⁻¹¹ 1,35 · 10 ⁻¹²	10,74 11,87
Кальцій гідроксид	Ca(OH) ₂	25	4,3 · 10 ⁻²	1,37
Літій гідроксид	LiOH	25	6,75 · 10 ⁻¹	0,17
Магній гідроксид	Mg(OH) ₂	25	2,5 · 10 ⁻³	2,60
Натрій гідроксид	NaOH	25	5,9	-0,77
Стронцій гідроксид	Sr(OH) ₂	25	1,50 · 10 ⁻¹	0,82
Хром (III) гідроксид	Cr(OH) ₃	25	1,02 · 10 ⁻¹⁰	9,99
Цинк гідроксид	Zn(OH) ₂	25	4 · 10 ⁻⁵	4,4

Таблиця 4

Добутки розчинення важкорозчинних речовин (за кімнатної температури)

Речовина	ДР	Речовина	ДР
Ag ₂ SO ₄	1,6 · 10 ⁻⁵	PbCO ₃	7,5 · 10 ⁻¹⁴
CaSO ₄	9,1 · 10 ⁻⁶	Hg ₂ CO ₃	8,9 · 10 ⁻¹⁷
SrSO ₄	3,2 · 10 ⁻⁷	MnS	5,6 · 10 ⁻¹⁵
PbSO ₄	1,6 · 10 ⁻⁸	FeS	3,7 · 10 ⁻¹⁹
BaSO ₄	1,1 · 10 ⁻¹⁰	NiS	3 · 10 ⁻²¹
PbBr ₂	6,3 · 10 ⁻⁶	ZnS	6,9 · 10 ⁻²⁶
PbI ₂	8,7 · 10 ⁻⁹	SnS	1 · 10 ⁻²⁷
SrF ₂	3,0 · 10 ⁻⁹	CdS	7,1 · 10 ⁻²⁸
MgF ₂	1,7 · 10 ⁻⁹	PbS	1,1 · 10 ⁻²⁹
AgCl	1,6 · 10 ⁻¹⁰	Ag ₂ S	5,7 · 10 ⁻⁵¹
AgBr	7,7 · 10 ⁻¹³	HgS	4 · 10 ⁻⁵³
AgI	1,5 · 10 ⁻¹⁵	Cd(OH) ₂	2,4 · 10 ⁻¹³
HgI ₂	≈ 10 ⁻²⁶	Ni(OH) ₂	1,6 · 10 ⁻¹⁴
Hg ₂ I ₂	3,7 · 10 ⁻²⁹	Fe(OH) ₂	4,8 · 10 ⁻¹⁶
Ag ₃ PO ₄	1,8 · 10 ⁻¹⁸	Zn(OH) ₂	1,0 · 10 ⁻¹⁷
Ba ₃ (PO ₄) ₂	6 · 10 ⁻³⁹	Co(OH) ₂	1,6 · 10 ⁻¹⁸
CaCrO ₄	7,1 · 10 ⁻⁴	Cu(OH) ₂	5,6 · 10 ⁻²⁰
BaCrO ₄	1,2 · 10 ⁻¹⁰	Hg ₂ (OH) ₂	7,8 · 10 ⁻²⁴
Ag ₂ CrO ₄	1,1 · 10 ⁻¹²	Hg(OH) ₂	1,0 · 10 ⁻²⁶
PbCrO ₄	1,8 · 10 ⁻¹⁴	Pb(OH) ₂	3,4 · 10 ⁻²⁸
BaCO ₃	5,1 · 10 ⁻⁹	Cr(OH) ₃	5,4 · 10 ⁻³¹
CaCO ₃	4,8 · 10 ⁻⁹	Bi(OH) ₃	4,3 · 10 ⁻³¹
SrCO ₃	1,1 · 10 ⁻¹⁰	Al(OH) ₃	1,9 · 10 ⁻³³
Ag ₂ CO ₃	8,2 · 10 ⁻¹²	Fe(OH) ₃	3,8 · 10 ⁻³⁸

Таблиця 5

Стандартні електродні потенціали деяких окисно-відновних систем

Li + e = Li	-3.045
K ⁺ + e = K	-2.924
Ba ²⁺ + 2e = Ba	-2.90
Ba(OH) ₂ + 2e = Ba + 3OH ⁻	-2.81
Sr ²⁺ + 2e = Sr	-2.888
Ca ²⁺ + 2e = Ca	-2.87
Na ⁺ + e = Na	-2.714
Mg ²⁺ + 2e = Mg	-2.34
H ₂ AlO ₃ ⁻ + H ₂ O + 3e = Al + 4OH ⁻	-2.35
Al(OH) ₃ + 3e = Al + 3OH ⁻	-2.31
Al ³⁺ + 3e = Al	-1.67
Mn ²⁺ + 2e = Mn	-1.180

$\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Mn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$	-0.05
$\text{MnO}_4^- + \text{e} = \text{MnO}_4^{2-}$	+0.564
$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.57
$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.60
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51
$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.695
$2\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{OH}^-$	-1.4
$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0.93
$\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{S}^{2-} + 6\text{OH}^-$	-0.61
$2\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{OH}^-$	-0.58
$\text{S} + 2\text{e} = \text{S}^{2-}$	-0.508
$2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{S}_2\text{O}_6^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0.244
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 8\text{e} = 2\text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0.006
$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{S}$	+0.141
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0.172
$\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{S}_2^{2-}\{\text{l}\} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0.231
$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0.3572
$2\text{SO}_2 + \text{H}^+ + 4\text{e} = \text{S}_2\text{O}_3^{2-}\{\text{l}\}$	+0.390
$\text{SO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{S}\{\text{s}\} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.451
$\text{HSO}_3^- + 5\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{S}\{\text{s}\} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0.476
$4\text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 6\text{e} = 6\text{H}_2\text{O} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	+0.48
$2\text{HSO}_3^- + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0.491
$2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{N}_2\text{O}_4 + 4\text{OH}^-$	-0.85
$2\text{NH}_4^+ + 2\text{e} = 2\text{NH}_3\{\text{aq}\} + \text{H}_2$	-0.597
$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + \text{e} = \text{NO} + 2\text{OH}^-$	-0.46
$\text{NO}_3^- + 5\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{NH}_2\text{OH} + 7\text{OH}^-$	-0.30
$2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{N}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{OH}^-$	-0.180
$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ + 4\text{e} = 2\text{NH}_3\text{OH}^+$	-0.05
$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0.01
$\text{N}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = 2\text{NH}_4\text{OH} + 2\text{OH}^-$	+0.11
$2\text{NO}_2^- + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{N}_2\text{O} + 6\text{OH}^-$	+0.15
$\text{N}_2\text{O}\{\text{g}\} + \text{H}_2\text{O} + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = 2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$	+0.510
$\text{HNO}_2 + 5\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{NH}_3\text{OH}^+ + \text{H}_2\text{O}$	+0.62
$\text{N}_2\text{O}\{\text{g}\} + 10\text{H}^+ + 8\text{e} = 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$	+0.647
$2\text{NO}\{\text{g}\} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$	+0.712
$\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{NH}_3\text{OH}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.725
$\text{NO}\{\text{g}\} + 5\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$	+0.727
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.80
$\text{NO}_2^- + 7\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.789
$2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.810
$\text{NO}_2^- + 7\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	+0.806
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	+0.835
$\text{NO}\{\text{g}\} + 6\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$	+0.836
$2\text{NO}_3^- + 17\text{H}^+ + 14\text{e} = \text{N}_2\text{H}_5^+ + 6\text{H}_2\text{O}$	+0.84
$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.86
$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.880
$\text{HNO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.934
$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.94
$\text{HNO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.957
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \text{e} = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1.00
$\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{HNO}_2$	+1.07
$2\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$	+1.116
$\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{e} = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1.202

$2\text{NO}_2\{\text{g}\} + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.229
$2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e} = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	+1.246
$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.297
$2\text{NO}_2\{\text{g}\} + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.363
$2\text{NO}_2^- + 6\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.396
$2\text{HNO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{N}_2\{\text{g}\} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.454
$2\text{NO}_2 + 8\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.520
$2\text{NO}\{\text{g}\} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	+1.600
$2\text{NO}\{\text{g}\} + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.756
$\text{N}_2\text{O}\{\text{g}\} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{N}_2\{\text{g}\} + \text{H}_2\text{O}$	+1.77
$\text{NH}_3 + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{NH}_4^+ + \text{N}_2\{\text{g}\}$	+1.96
$\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1.216
$\text{Zn}^{2+} + \text{Hg} + 2\text{e} = \text{Zn}(\text{Hg})$	-0.7627
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e} = \text{Zn}$	-0.762
$\text{CrO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr} + 4\text{OH}^-$	-1.2
$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cr}$	-0.9
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e} = \text{Cr}$	-0.744
$\text{Cr}^{3+} + \text{e} = \text{Cr}^{2+}$	-0.41
$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr}(\text{OH})_3\{\text{hydr}\} + 5\text{OH}^-$	-0.13
$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0.12
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1.33
$\text{As} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{AsH}_3 + 3\text{OH}^-$	-1.37
$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{AsO}_2^- + 4\text{OH}^-$	-0.71
$\text{AsO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{As} + 4\text{OH}^-$	-0.675
$\text{H}_3\text{AsO}_3\{\text{aq}\} + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{As} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0.24
$\text{HAsO}_2\{\text{aq}\} + 3\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{As} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.247
$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0.559
$\text{H}_3\text{AsO}_4\{\text{aq}\} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.560
$\text{Fe}(\text{OH})_3\{\text{s}\} + \text{e} = \text{Fe}(\text{OH})_2\{\text{s}\} + \text{OH}^- \{\text{aq}\}$	-0.56
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e} = \text{Fe}$	-0.441
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e} = \text{Fe}$	-0.036
$\text{FeO}_4^{2-} \{\text{aq}\} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Fe}(\text{OH})_3\{\text{s}\} + 5\text{OH}^- \{\text{aq}\}$	+0.72
$\text{Fe}^{3+} \{\text{aq}\} + \text{e} = \text{Fe}^{2+} \{\text{aq}\} + \text{xH}_2\text{O}$	+0.771
$\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.9
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cd}$	-0.402
$\text{CoO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{CoO} + 2\text{OH}^-$	+0.9
$\text{Co}^{3+} \{\text{aq}\} + \text{e} = \text{Co}^{2+} \{\text{aq}\}$	+1.808
$\text{Co}^{3+} + \text{e} = \text{Co}^{2+}$	+1.82
$\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Ni} + 2\text{OH}^-$	-0.72
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ni}$	-0.250
$\text{NiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$	+0.490
$\text{NiO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ni}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.68
$\text{Sn}(\text{OH})_6^{2-} + 2\text{e} = \text{HSnO}_2^- + 3\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$	-0.96
$\text{Sn}(\text{OH})_5^- + 2\text{e} = \text{HSnO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 3\text{OH}^-$	-0.93
$\text{HSnO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Sn} + 3\text{OH}^-$	-0.909
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e} = \text{Sn}$	-0.140
$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e} = \text{Sn}^{2+}$	+0.15
$\text{PbO}\{\text{r}\} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Pb} + 2\text{OH}^-$	-0.580
$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Pb} + 2\text{OH}^-$	-0.578
$\text{PbS} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Pb} + \text{OH}^- + \text{SH}^-$	-0.56
$\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{Pb} + 4\text{OH}^-$	-0.16
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e} = \text{Pb}$	-0.126
$\text{PbS} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Pb} + \text{H}_2\text{S}$	+0.07
$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{PbO}\{\text{r}\} + 2\text{OH}^-$	+0.247
$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0.248

$\text{Pb}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = 3\text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0.25
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.455
$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.685
$\text{Pb}^{4+} + 2\text{e} = \text{Pb}^{2+}$	+1.69
$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = 2\text{Cu} + 2\text{OH}^-$	-0.361
$\text{Cu}_2\text{O}\{\text{s}\} + 2\text{e} = 2\text{Cu}\{\text{s}\} + 2\text{OH}^-\{\text{aq}\}$	-0.358
$\text{CuS} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cu} + \text{H}_2\text{S}$	-0.259
$\text{Cu}(\text{OH})_2\{\text{s}\} + 2\text{e} = \text{Cu}\{\text{s}\} + 2\text{OH}^-\{\text{aq}\}$	-0.224
$2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$	-0.09
$2\text{Cu}(\text{OH})_2\{\text{s}\} + 2\text{e} = \text{Cu}_2\text{O}\{\text{s}\} + 2\text{OH}^-\{\text{aq}\} + \text{H}_2\text{O}$	-0.080
$\text{Cu}^{2+} + \text{e} = \text{Cu}^+$	+0.167
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}$	+0.345
$\text{Cu}^+ + \text{e} = \text{Cu}$	+0.522
$\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{ClO}_2 + 2\text{OH}^-$	+0.268
$\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{ClO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0.35
$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	+0.36
$2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Cl}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.52
$\text{ClO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{e} = \text{Cl}^- + 8\text{OH}^-$	+0.56
$\text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{ClO}^- + 2\text{OH}^-$	+0.66
$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$	+0.63
$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0.89
$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1.215
$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.230
$\text{ClO}_2 + \text{H}^+ + \text{e} = \text{HClO}_2$	+1.275
$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 7\text{e} = 1/2\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.34
$\text{Cl}_2 + 2\text{e} = 2\text{Cl}^-$	+1.396
$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.38
$2\text{ClO}_4^- + 16\text{H}^+ + 14\text{e} = \text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$	+1.39
$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.45
$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e} = 1/2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.47
$\text{HClO} + \text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.50
$\text{HClO}_2 + 3\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.56
$\text{HClO} + \text{H}^+ + \text{e} = 1/2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1.63
$\text{HClO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HClO} + \text{H}_2\text{O}$	+1.645
$\text{IO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{IO}^- + 4\text{OH}^-$	+0.14
$\text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{I}^- + 6\text{OH}^-$	+0.26
$2\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{I}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.45
$\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{I}^- + 2\text{OH}^-$	+0.49
$\text{I}_2 + 2\text{e} = 2\text{I}^-$	+0.535
$\text{HIO} + \text{H}^+ + 2\text{e} = \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$	+0.99
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.09
$\text{IO}_3^- + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{IO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.128
$\text{IO}_3^- + 5\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{HIO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.14
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e} = 1/2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.196
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + 4\text{e} = \text{ICl}_2^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{IO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{I}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.4
$\text{HIO} + \text{H}^+ + \text{e} = 1/2\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1.45
$\text{H}_5\text{IO}_6 + \text{H}^+ + 2\text{e} = \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.644

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ ТА ТЕХНІКА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	4
Лабораторна робота №1.	
I-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ГІДРОГЕН	5
Лабораторна робота № 2.	
VII-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ГАЛОГЕНИ	7
Лабораторна робота № 3	
VI-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ХАЛЬКОГЕНИ	13
Лабораторна робота № 4	
V-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ	18
Лабораторна робота № 5	
IV-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ	27
Лабораторна робота № 6	
I-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ЛУЖНІ МЕТАЛИ	34
Лабораторна робота № 7	
II-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ	37
Лабораторна робота № 8	
III-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ	41
Лабораторна робота № 9	
IV-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ	48
Лабораторна робота № 10	
V-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ	54
Лабораторна робота № 11	
VI-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ	57
Лабораторна робота № 12	
VII-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ	59
Лабораторна робота № 13	
VIII-ГРУПА ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ. ФЕРУМ, КОБАЛЬТ, НІКОЛ ТА ЇХ СПОЛУКИ	61
ДОДАТКИ	66
Густина водних розчинів кислот та лугів (г/см ³ при 20°C)	66
Константи дисоціації неорганічних кислот у водних розчинах	66
Константи дисоціації неорганічних основ у водних розчинах	67
Добутки розчинення важкорозчинних речовин (за кімнатної температури)	
Стандартні електродні потенціали деяких окисно-відновних систем	67

Навчальне видання

**Циганков С. А.,
Швидко О. В.**

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ
З НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**

Технічний редактор – І. П. Борис
Книга друкується з оригінал-макету замовника.

Підписано до друку 10.04.23 р.	Формат 60x84/16	Папір офсетний
Гарнітура Times	Обл.-вид. арк. 4,28	Електр. вид-ня
Замовлення №	Ум. друк. арк. 4,32	



Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя.
м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3^А
(04631) 7-19-72
E-mail: vidavn_ndu@ukr.net
www.ndu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2137 від 29.03.05 р.