

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ХІМІЯ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Київ 2024

УДК 54-14.5

X46

Укладачі: В. Г. Гречанюк, д-р хім. наук, професор;
Т. В. Вітовецька, канд. хім. наук, доцент;
В. Ю. Апанасенко, ст. викладач

Рецензент О. Ю. Бердник, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.Г. Гречанюк, д-р хім. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри хімії, протокол №7 від
25 вересня 2023 року.*

В авторській редакції.

Хімія : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт /
X46 уклад. : В.Г. Гречанюк, Т.В. Вітовецька, В.Ю. Апанасенко. – Київ :
КНУБА, 2024. – 40 с.

Наведено тематику лабораторного практикуму, яка охоплює весь курс загальної хімії. Містять основні методики проведення лабораторних робіт, приклади розв'язування задач, контрольні запитання для самостійної роботи, додатки, в яких наведені додаткові величини.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Зміст

Загальні положення	4
Правила роботи і техніка безпеки в хімічній лабораторії	5
Перша допомога у разі нещасних випадків	6
Лабораторні роботи:	
№1. Визначення молярної маси еквівалента металу	7
№2. Класи неорганічних сполук	9
№3. Розчини	11
№4. Електролітична дисоціація	12
№5. Гідроліз солей	13
№6. Ряд напруг металів	14
№7. Корозія металів	16
№8. Сполуки магнію і кальцію	17
№9. Твердість води	19
№10. Алюміній та його сполуки	21
№11. Силіцій та його сполуки	22
№12. Хром та його сполуки	24
№13. Манган та його сполуки	25
№14. Ферум та його сполуки	26
№15. Хімія мінеральних в'язучих речовин	28
Список рекомендованої літератури	31
<i>Додаток 1</i>	32
<i>Додаток 2</i>	33
<i>Додаток 3</i>	34
<i>Додаток 4</i>	35
<i>Додаток 5</i>	37
<i>Додаток 6</i>	38

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Вивчення хімії дає змогу отримати сучасне наукове уявлення про матерію, механізм перетворення хімічних сполук, їхні властивості.

Ці знання необхідні для вивчення загальнонаукових і спеціальних дисциплін.

Метою вивчення дисципліни є отримання та закріплення знань з хімії і подальше їхнє використання під час вивчення наступних дисциплін. Завдання методичних вказівок – допомогти студентам засвоїти, насамперед, курс загальної хімії. Вміщені лабораторні роботи поглиблюють і доповнюють теоретичний курс. Більшість з наведених робіт є пробірковими і не потребують складного лабораторного обладнання, унікальних реактивів та значних матеріальних витрат.

До початку виконання лабораторних робіт студенти повинні вивчити теоретичний матеріал за темами занять, самостійно в письмовій формі дати відповіді на контрольні запитання і задачі, а також підготувати протокол виконання експериментальної частини.

Під час занять в лабораторії студент зобов'язаний коротко, чітко і зрозуміло описати кожний проведений дослід. Перебіг хімічних процесів необхідно ілюструвати відповідними рівняннями реакцій.

Для успішного виконання дослідів необхідно дотримуватись таких правил:

- а) досліди проводити відповідно до інструкцій;
- б) починати виконання дослідів тільки тоді, коли все підготовлено для його проведення;
- в) взяті для дослідів реактиви не дозволяється відливати в посуд, де вони зберігались;
- г) не проводити дослідів, які не мають відношення до робіт, що виконуються;
- д) робоче місце необхідно тримати в чистоті.

ПРАВИЛА РОБОТИ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Під час проведення лабораторних робіт із загальної хімії доводиться користуватися горючими, легкозаймистими речовинами, концентрованими кислотами, лугами й отруйними сполуками. У зв'язку з цим необхідно суворо дотримуватись таких правил:

1. Працювати студентам у лабораторії дозволяється тільки в присутності викладача чи лаборанта.

2. Кожен студент повинен вести журнал (зошит), в якому проводяться записи лабораторних робіт в такій послідовності:

- тема роботи, відповіді на запитання і розв'язання задач, які є перед текстом лабораторної роботи; зміст роботи з малюнком приладу; короткий виклад спостережень з відповідними рівняннями реакцій, необхідними розрахунками і висновками.

3. Перед кожною роботою необхідно вивчити теоретичний матеріал, що стосується теми даної роботи, і засвоїти техніку виконання дослідів.

4. Під час роботи суворо дотримуватись правил техніки безпеки, які необхідно засвоїти в перший же день занять. Порушення їх може призвести до нещасного випадку.

5. Під час проведення дослідів точно дотримуватись послідовності операцій, вказаних у наведених нижче вказівках до лабораторних робіт.

6. Роботи з отруйними речовинами та такими, що мають різкий запах, проводити у витяжній шафі.

7. Роботи з етиловим спиртом, ефіром, ацетоном, бензином та іншими легкозаймистими речовинами обов'язково проводити подалі від вогню.

8. Посуд з горючими і легкозаймистими речовинами забороняється ставити біля вогню чи електронагрівального приладу.

9. Під час роботи з газами, що утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям, наприклад, з метаном, етиленом, ацетиленом, гідрогеном, необхідно бути особливо обережним.

10. Під час розбавлення концентрованих кислот, особливо сульфатної, обережно вливати кислоту у воду, безперервно помішуючи суміш, а не навпаки.

11. Забороняється виливати в раковини залишки кислот, лугів, вогнебезпечних речовин і т.п. Вказані речовини зливають у спеціальний посуд.

12. Залишки металічного натрію чи калію забороняється викидати в раковини, їх потрібно збирати в спеціальні банки з гасом.

13. Під час роботи з газовими пальниками треба слідкувати, щоб не було втрат газу (визначають за запахом).

14. Обережно поводитись із хімічним посудом і предметами обладнання.

15. Пробірки та інший скляний посуд нагрівають дуже обережно і поступово, перед нагріванням на відкритому полум'ї поверхню насухо витирають, також варто використовувати сітки.

16. Під час роботи не можна відходити від приладу, в якому відбувається реакція з нагріванням.

17. Під час нагрівання рідин чи твердих тіл не можна направляти пробірки і колби отвором на себе чи на працюючих поряд. Не можна нахилитися над отвором посуду, в якому проходить реакція.

18. Якщо загорівся ефір, бензол чи бензин, негайно накрийте полум'я азбестом чи засипте піском.

19. Під час проведення дослідів необхідно уважно слідкувати за їхнім ходом і фіксувати всі зміни, що виникають під час проведення реакції.

20. Після закінчення користування водою, газом і електроенергією закрити крани і виключити електроприлади.

21. Після закінчення роботи вимити посуд, ретельно прибрати робоче місце і здати реактиви та обладнання лаборанту.

ПЕРША ДОПОМОГА У РАЗІ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ

1. У разі порізів склом видалити уламки з рани, змастити порізане місце 3% спиртовим розчином йоду і перев'язати.

2. У разі опіків полум'ям пальника чи гарячими предметами треба негайно покласти на уражене місце вату чи марлю, добре змочену етиловим спиртом чи 2–5% розчином перманганату калію, або 5% розчином таніну. Не варто змочувати обпечене місце водою.

3. У разі попадання кислот і лугів на шкіру необхідно обмити уражене місце великою кількістю води. А потім у випадку поранення кислотою промити 5% розчином гідрокарбонату натрію, а у випадку попадання луку – 1–2% розчином оцтової кислоти.

4. У разі попадання кислот і лугів на слизові оболонки необхідно обмити уражене місце великою кількістю води, а потім 3% розчином

гідрокарбонату натрію, якщо потрапила кислота, чи насиченим розчином борної кислоти, якщо – луг.

5. У разі опіків шкіри роз'їдаючими речовинами необхідно швидко змити їх етиловим спиртом.

6. У випадку вдихання парів хлору чи бромів необхідно промити рот 3% розчином соди і зависі оксиду магнію у воді. Зберігати спокій, вдихати кисень.

7. У всіх випадках отруєнь, опіків і поранень, після надання першої допомоги у лабораторії, потерпілого негайно доставляють у медичний заклад.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. ***ВИЗНАЧЕННЯ МОЛЯРНОЇ МАСИ ЕКВІВАЛЕНТА МЕТАЛУ***

Запитання і задачі:

1. Що називається хімічним еквівалентом? Закон еквівалентів, його математична формула.

2. Як визначити молярні маси еквівалентів атомів елементів, оксидів, кислот, основ, солей? (Навести приклади).

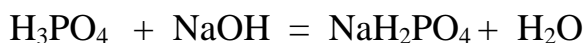
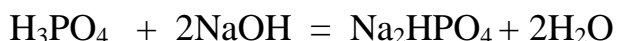
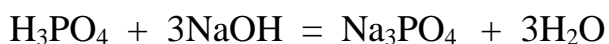
3. Оксид тривалентного елемента містить 33,6% кисню. Визначити молярну масу еквівалента елемента, його оксиду і молярну масу елемента.

4. За якої температури 2 л кисню будуть мати масу 1 г, якщо тиск 101,325 кПа?

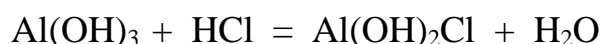
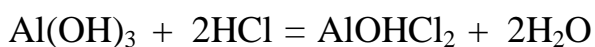
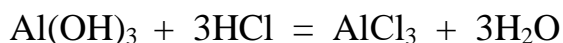
5. Який об'єм водню, виміряного за нормальних умов, виділиться під час взаємодії 5 г металу з кислотою, молярна маса еквівалента якого дорівнює 20 г/моль?

6. Визначити молярну масу еквівалента:

а) ортофосфатної кислоти в реакціях:

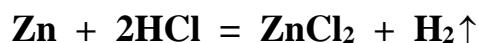


б) гідроксиду алюмінію в реакціях:



Проведення досліду

Основою методу визначення молярної маси еквівалента металу є реакція розчинення металу в кислоті і вимірювання об'єму водню, що виділився, наприклад:



Збирають лабораторну установку, схема якої зображена на рис. 1.

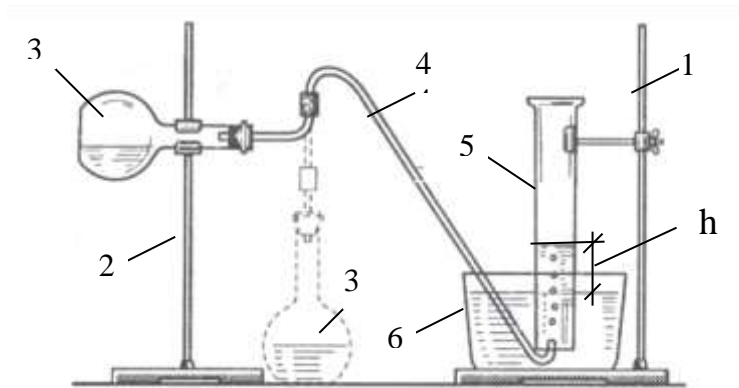


Рис. 1. Пристрій для визначення молярної маси еквівалента цинку

Молярну масу еквівалента металу (в даному випадку цинку) знаходять за кількістю витисненого водню у такій послідовності:

1. У кристалізатор **6** наливають до половини об'єму воду кімнатної температури. Циліндр **5**, місткістю 250 мл, заповнюють водою вщерть, а потім надлишок води зрізають папером або скляною пластиною так, щоб у циліндр не потрапило повітря. Притримуючи папір, циліндр перевертають, занурюють у воду кристалізатора й фіксують його за допомогою штатива **1**.

2. Перевіряють герметичність колби **3** із відвідною трубкою **4**. Для цього кінець відвідної трубки занурюють у воду, а повітря в колбі нагрівають руками. Якщо при цьому у воду проходять бульбашки повітря, система герметична.

3. Відвідну трубку **4** підводять під циліндр **5** і придавлюють її. Кислоту **HCl** вливають через воронку в колбу, намагаючись не замочити горло колби, куди кладуть шматок металу **Zn** (колба в нахиленому стані). Змочують водою пробку з відвідною трубкою й ретельно (дуже важливо) закривають колбу.

4. Колбу ставлять вертикально, і метал падає в кислоту. Водень, що виділяється, збирається в циліндрі, витискуючи воду.

5. Коли водень перестає виділятися, відмічають його нижню межу в циліндрі. Вимірюють висоту **h** – за різницею рівнів води в циліндрі й кристалізаторі.

6. Прилад розбирають. У циліндр наливають води за об'ємом стільки, скільки було водню. Потім об'єм води визначають мірним циліндром. Так знаходять об'єм одержаного водню.

Розрахунки

m–маса металу, г;

v–об'єм водню, мл;

t–температура, °С;

p–атмосферний тиск, кПа;

P_{H₂O}– тиск насиченої пари води, кПа (дод.1);

h– висота водяного стовпа, мм.

1. Розраховують парціальний тиск водню в циліндрі (дод. 2):

$$P_{H_2} = P - P_{H_2O} - \frac{h \cdot 133,3}{13,6 \cdot 1000} \cdot \text{кПа}$$

13,6 – густина ртуті, г/см³;

133,3 – перевідний коефіцієнт мм/рт.ст. в Па.

2. Об'єм водню, що виділився, приводять до нормальних умов:

$$V_0 = \frac{VP_{H_2}T_0}{P_0(273+t)}$$

3. Молярну масу еквівалента металу розраховують за формулою, що впливає із закону еквівалентів:

$$E_{Me} = \frac{m \cdot 11200}{V_0(H_2)}$$

де 11200 мл – молярний об'єм еквівалента водню за нормальних умов.

4. Розраховують відносну похибку досліду, % :

$$n = \pm \frac{E_{\text{експ.}} - E_{\text{теор.}}}{E_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. ***КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК***

Запитання і задачі:

1. Навести класифікацію оксидів, кислот, основ, солей (написати по два приклади).

2. Які з наведених сполук взаємодіють між собою: NaOH, Zn(OH)₂, Cr(OH)₃, H₂SO₄? Напишіть рівняння реакцій.

3. Яким чином одержують кислоти та основні солі? Наведіть основні способи отримання.

4. Як змінюється хімічний характер оксидів вищої валентності елементів III періоду періодичної системи?

5. Назвати хімічний характер таких оксидів: CrO, Cr₂O₃, CrO₃, Cl₂O₇, MnO, MnO₂, Mn₂O₇, CO, ZnO, N₂O₅.

6. Назвати за міжнародною номенклатурою такі сполуки: CO, CO₂, H₂SO₄, H₂SO₃, H₂S, HPO₂, H₃PO₄, NaH₂PO₄, Ca(OH)₂, Al(NO₃)₃, AlOH(NO₃)₂.

7. Навести графічні формули таких сполук: K₂O, CrO₃, Al(OH)₃, HNO₃, H₃PO₄, Fe₂(SO₄)₃, AlOHCl₂, Na₂HPO₄.

Проведення дослідів

Дослід 1. Одержання основного оксиду і гідроксиду

Тигельними щипцями беруть шматочок крейди і пропалюють його в полум'ї пальника 5–7 хвилин. Поміщають пропалену крейду у порцелянову чашку і змочують кількома краплями води. Додають дві краплі фенолфталеїну. Що у цьому разі спостерігається?

Складають рівняння реакцій розкладання крейди і гідратації одержаного оксиду кальцію. Який характер мають одержані сполуки?

Дослід 2. Одержання нерозчинних у воді основ

У три пробірки наливають по 2 мл розчинів солей магнію, ніколу і феруму (II). У кожну пробірку додають розчин NaOH до утворення осаду. Розділяють його на дві частини і випробовують розчинення осадів дією кислоти і надлишку лугу.

Роблять висновок про хімічний характер одержаних гідроксидів. Складають рівняння реакцій утворення осадів та їх розчинення в кислоті.

Дослід 3. Одержання й властивості амфотерних гідроксидів

У три пробірки наливають по 2 мл розчинів сульфату алюмінію, хлориду хрому (III) та сульфату цинку. В кожну з них краплями додають розчин NaOH до утворення значних осадів. Кожний осад переносять у дві пробірки. В одну додають розчин кислоти, в іншу – розчин лугу до повного розчинення гідроксидів.

Якого типу одержані в пробірках гідроксиди? Складіть рівняння проведених реакцій.

Дослід 4. Одержання солей та їхні властивості

1. У пробірку поміщають шматок крейди (0,5 г) і для його розчинення додають розчин хлоридної кислоти. Який газ виділяється у цьому разі? Складіть рівняння реакції.

2. У дві пробірки наливають по 1 мл розчину сульфату ніколу, в одну з них додають розчин лугу, в іншу – розчин хлориду барію до утворення осадів.

Складіть рівняння реакцій.

3. У пробірку наливають 3 мл вапняної води $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і пропускають вуглекислий газ до утворення осадів, а потім до його розчинення. Складають рівняння реакцій.

Одержаний розчин кислої солі (гідрокарбоната кальцію) ділять на дві частини. До одної додають вапняної води до випадання осаду, другу частину нагрівають до кипіння. Складають рівняння реакцій.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3.

Р О З Ч И Н И

Запитання і задачі:

1. Які системи називають розчинами?
2. Фізико-хімічна природа розчинів. Поняття «сольвати», «гідрати».
3. Вплив на розчинність природи речовин, температури і тиску.
4. Тиск насиченої пари розчинів. Кипіння і замерзання розчинів.
5. Способи вираження концентрації розчинів.
6. Приготувати 250 мл 0,5 М розчину MgSO_4 .
7. На нейтралізацію 50 мл розчину кислоти витратили 25 мл 0,5 н. розчину лугу. Яка була молярна концентрація еквівалента кислоти?
8. Яку масу CaCl_2 необхідно розчинити в 500 г H_2O для одержання 40% розчину?
9. За якої температури замерзне 5% розчин NaCl ? Кріоскопічна стала води 1,86 (дод. 5).

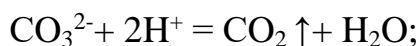
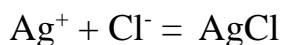
Проведення дослідів

1. Яку масу NaNO_3 потрібно розчинити в 400 г води для одержання 20% розчину?
2. Приготувати 50 мл розчину 0,1 н. концентрації сульфату натрію.
3. Приготувати 100 мл 0,2 М розчину хлориду натрію.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4.
ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ

Запитання і задачі:

1. У чому полягає суть теорії електролітичної дисоціації?
2. Скласти рівняння дисоціації окремих класів неорганічних сполук: гідроксидів, кислот, солей (середніх, кислих, основних).
3. Кількісні характеристики здатності електролітів дисоціювати (ступінь, константа дисоціації; фактори, які на них впливають).
4. Написати іонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між водними розчинами таких речовин: CaS і HCl; K₂CO₃ і H₂SO₄; Pb(NO₃)₂.
5. Скласти молекулярні рівняння реакцій, яким відповідають такі іонно-молекулярні рівняння:



Проведення дослідів

Дослід 1. Порівняння хімічної активності електролітів

У дві пробірки кладуть по однаковому шматочку цинку. В одну наливають 3 мл 2 н. розчину HCl, а в другу стільки ж 2 н. розчину CH₃COOH. Обидві пробірки занурюють в склянку з гарячою водою. Визначають, в якій пробірці швидкість виділення водню більша. Записують рівняння реакцій.

Дослід 2. Іонні реакції з утворенням осадів

А. У пробірки з розчинами сульфату натрію, сульфату цинку й розбавленої сульфатної кислоти наливають по 1 мл розчину хлориду барію. Пояснюють реакції, що проходять, і складають їхні молекулярні та іонні рівняння.

Б. В одній пробірці з 2–3 мл води розчиняють кілька кристалів FeSO₄, в другу наливають 2–3 мл розчину FeCl₃. Потім в обидві додають по 1 мл розчину лугу. Чому утворились осади різного кольору? Записують рівняння реакцій в молекулярній та іонній формі.

Дослід 3. Іонні реакції з утворенням слабого електроліту

А. У пробірку наливають 2–3 мл концентрованого розчину CH₃COONH₄ і додають розчин NaOH.

Газ, що виділяється, визначають за запахом. Складіть рівняння реакцій в молекулярній та іонній формі.

Б. У пробірку наливають 2–3 мл концентрованої розчину $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ і додають 1 мл 1 н. розчину H_2SO_4 . За запахом визначають утворення ацетатної кислоти.

В. До 3 мл розчину карбонату натрію обережно додають 1 мл хлоридної кислоти. Який газ у цьому разі утворюється? Складіть рівняння реакцій в молекулярній та іонній формі.

Дослід 4. Вплив однойменного іона на ступінь дисоціації слабких електролітів

А. У дві пробірки наливають по 2 мл розбавленої ацетатної кислоти і додають по 2–3 краплі метилоранжу. Одну пробірку залишають для порівняння, а в другу кладуть кілька кристаликів ацетату натрію. Вміст пробірки перемішують, спостерігають зміну забарвлення індикатора в другій пробірці.

Б. У дві пробірки наливають по 2 мл розчину гідроксиду амонію і додають по 2–3 краплі фенолфталеїну. Одну пробірку залишають для порівняння, а в другу кладуть кілька кристаликів хлориду амонію; вміст пробірки перемішують. Виходячи з принципу Ле-Шательє, пояснюють причину зміни забарвлення індикатора в другій пробірці.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5. ***ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ***

Запитання і задачі:

1. Суть та причини гідролізу солей.
2. Водневий показник, межі його змін.
3. Типи гідролізу солей залежно від їхньої хімічної природи.
4. Фактори, які впливають на зміщення хімічної рівноваги процесів гідролізу.
5. Скласти молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу солей, в результаті яких утворюються розчини, які мають: $\text{pH}=7$; $\text{pH} > 7$; $\text{pH} < 7$.
6. Які із наведених солей: NaCl , CrCl_3 , Na_2CO_3 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$ – можна використати як добавки (електроліт) для зниження температури замерзання цементного розчину, середовище якого лужне?

Проведення дослідів

Дослід 1. Визначення середовища реакцій гідролізу

Наливають в 5 пробірок по 3 мл розчину солей карбонату натрію Na_2CO_3 ; сульфату амонію – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; хлориду натрію – NaCl ; силікату натрію – Na_2SiO_3 ; ацетату натрію – CH_3COONa . В кожен пробірку додають 2–3 краплі метилоранжу. Пояснюють зміну забарвлення індикатора. Записують рівняння реакцій гідролізу солей, де це можливо, в молекулярному та іонному вигляді.

Дослід 2. Вплив розбавлення розчину на гідроліз солі

А. У пробірку наливають 1 мл концентрованого розчину нітрату бісмуту – $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ і розбавляють в 4–5 разів дистильованою водою. Спостерігають випадіння осаду. Додають 1–2 мл нітратної кислоти. Що сталося з осадом?

Б. У пробірку наливають 1 мл розчину хлориду стибію – SbCl_3 і в 2–3 рази розбавляють дистильованою водою. До одержаного осаду додають краплями хлорогідрогенну кислоту до повного його розчинення. Додають воду до утворення осаду. Записують рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах.

Дослід 3. Вплив температури на гідроліз

У пробірку наливають 3 мл розчину ацетату барію – $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba}$ і додають кілька крапель фенолфталеїну. Вміст пробірки нагрівають до кипіння, спостерігають зміну кольору індикатора і роблять висновок про вплив нагрівання на гідроліз солі. Складають молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу цієї солі.

Який висновок можна зробити про зміну концентрації іонів OH^- в розчині на підставі зміни забарвлення фенолфталеїну у процесі нагрівання?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6.

РЯД НАПРУГ МЕТАЛІВ

Запитання і задачі:

1. Електрохімічний ряд напруг металів та його властивості.
2. Що називається стандартним (нормальним) електродним потенціалом?
3. Пояснити принцип дії гальванічного елемента.

4. Яким рівнянням виражається залежність потенціалу металу від концентрації розчину?

5. Визначити ЕРС силу гальванічного елемента, складеного із цинкового і хромового електродів, занурених у розчини власних солей концентрацією 0,0001 моль/л і 0,001 моль/л відповідно.

6. Яке коло називається концентраційним? Навести приклад. Який електрод в концентраційному гальванічному елементі набуває негативного заряду, а який позитивного?

Проведення дослідів

Дослід 1

У чотири пробірки наливають по 2–3 мл розчину хлоридної кислоти і кладуть в кожну по шматочку алюмінію, цинку, заліза та міді. Спостерігають, що відбувається (за виділенням водню в пробірках). Складають молекулярні та іонні рівняння реакцій.

Дослід 2

Наливають у пробірку 2–3 мл розчину сульфату купруму і занурюють у нього шматочок очищеного залізного дроту. Спостерігають за процесом, що проходить. Складають рівняння реакції в молекулярній формі й електронну схему до нього.

Дослід 3

Наливають у пробірку 2 мл нітрату плюмбуму і кладуть у розчин шматочок цинку. Спостерігають за зміною поверхні цинку. Складають рівняння реакції.

Дослід 4

Беруть два однакові шматочки цинку, один з них обміднують, зануривши на 2–3 хвилини в розчин сульфату купруму. У дві пробірки наливають по 2 мл розбавленої хлоридної кислоти і кладуть в одну шматочок обмідненого цинку, а в другу – шматочок звичайного. В якій з пробірок швидше проходить виділення водню? Поясніть причину і напишіть відповідні хімічні реакції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7.

КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ

Запитання і задачі:

1. У чому полягає суть хімічної та електрохімічної корозії металів?
2. Які метали на повітрі вкриваються захисними плівками оксидів?
3. У контакті з яким із двох металів – купрумом чи плюмбумом – ферум буде руйнуватися швидше? Чому?
4. Що таке протекторний метод захисту металів від корозії?
5. Які з перелічених металів можна використати для захисту феруму за методом протекторів: алюміній, плюмбум, купрум, цинк, нікол?
6. Що таке інгібітори?
7. Що відбуватиметься у разі порушення захисного покриття ніколу на виробі з феруму, якщо виріб знаходиться у воді? Скласти електронні рівняння анодного і катодного процесів.
8. Як протікає корозія лудженого й оцинкованого феруму у разі порушення покриття у вологому повітрі? Скласти електронні рівняння анодного й катодного процесів.
9. У розчин хлоридної кислоти занурили звичайну цинкову пластинку й цинкову пластинку, частково покриту купрумом. У якому випадку процес корозії цинку проходитиме інтенсивніше? Чому? Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів.

Проведення дослідів

Дослід 1. Корозія оцинкованого і лудженого заліза в кислому середовищі

У дві пробірки наливають по 2–3 мл розбавленої сульфатної кислоти і додають по дві краплі розчину червоної кров'яної солі $K_3[Fe(CN)_6]$. Беруть дві залізні канцелярські скріпки, затискають в одну шматочок цинку, в другу – стануму і занурюють їх у пробірки. Пробірку з парою станум – ферум трохи нагрівають. Через деякий час спостерігають утворення турбулевої блакиті $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$. Накресліть схеми гальванопар та поясніть їхню роботу за допомогою рівнянь.

Дослід 2. Вплив на швидкість корозії контакту більш активного металу з менш активним

У пробірку наливають розбавлену хлоридну кислоту й занурюють шматочок цинку. Впевнившись у тому, що виділення водню проходить з

невеликою швидкістю, доторкаються до цинку дротом з купруму. Дріт забирають й ще раз доторкаються ним до цинку. Спостерігають, як змінюється швидкість виділення водню у разі дотику до цинку дротом з купруму. Звертають увагу на те, на якому з металів виділяється водень при контакті цинку з купрумом. Складають електронні рівняння реакції й схему гальванопари при контакті купруму з цинком. Встановлюють вплив на швидкість корозії цинку в кислому середовищі менш активного металу.

Дослід 3. Корозія алюмінію в умовах лужного середовища

У пробірку кладуть трохи ошурок алюмінію і доливають 30% розчин луку. Доводять дослідним шляхом, що газ, який виділяється, – водень. Складають рівняння реакції, враховуючи, що в процесі бере участь вода. Який механізм розчинення алюмінію в лугах? Чи доцільно використовувати алюміній як арматуру в середовищі твердіючого бетону на основі силікатного цементу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8. ***СПОЛУКИ МАГНІЮ І КАЛЬЦІЮ***

Запитання і задачі:

1. Напишіть найважливіші сполуки магнію і кальцію, що зустрічаються в земній корі.
2. Які зміни відбуваються під час термічної дисоціації карбонатів магнію та кальцію? Напишіть реакції гашення і твердіння вапна.
3. Як отримують магнезіальний цемент і де його застосовують?
4. Що є сировиною для отримання гіпсу будівельного? Напишіть рівняння реакції отримання гіпсу будівельного і його взаємодії з водою.
5. Як отримують карбід кальцію? Де його використовують?
6. Скільки отримують негашеного вапна у процесі обпалення 500 кг вапняку, який має 15% некарбонатних домішок?

Проведення дослідів

Дослід 1. Взаємодія оксиду магнію з водою

У пробірку кладуть порошок оксиду магнію, додають 1–2 мл дистильованої води, вносять 2–3 краплі фенолфталеїну. Що спостерігається? Чи розчиняється гідроксид магнію у воді? Нагрівають

вміст пробірки до кипіння і кип'ятять протягом 1–2 хвилин. Що спостерігається? Складіть рівняння реакцій.

Дослід 2. Одержання оксиду кальцію та взаємодія його з водою

Шматочок мармуру або крейди затискають залізними щипцями і прожарюють 10–15 хвилин на вогні. Після охолодження поміщають прожарений шматочок в пробірку, додають трохи води і 2–3 краплі фенолфталеїну. Що спостерігається? Складають рівняння реакцій.

Дослід 3. Порівняльна розчинність сульфатів магнію та кальцію у воді

У дві пробірки вносять невеликі кількості (по 0,5 г) сульфату магнію і сульфату кальцію, додають воду (по 5–6 мл), збовтують. В якій пробірці сіль повністю розчинилась? Відбирають з пробірки з сульфатом кальцію 1–2 мл прозорого розчину, вносять в чисту пробірку і додають 1–2 мл розчину хлориду барію. Що спостерігається? Яка реакція проходить? Як змінюється розчинність у воді сульфатів ряду $\text{MgSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$?

Дослід 4. Порівняльна розчинність сульфату та карбонату кальцію у воді

Для одержання сульфату кальцію додають до 1–2 мл розчину хлориду кальцію 1–2 мл розчину сульфату натрію. Розчин відстоюється, а потім частину прозорого розчину переносять в чисту пробірку. В цей розчин додають 1–2 мл розчину карбонату натрію. Що спостерігається? Чому в розчині після того, як з нього випав осад сульфату кальцію, знову утворюється осад у разі додавання карбонат-іонів? Складають рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді.

Дослід 5. Дія кислот на карбонат кальцію

У три пробірки кладуть по шматочку мармуру й додають по 1 мл розчину кислот з молярною концентрацією еквівалента 2 г-екв/л (2 н.): в першу – хлоридної, в другу – ацетатної, в третю – сульфатної. За інтенсивністю виділення вуглекислого газу роблять висновок про швидкість реакції. Складають рівняння реакцій. В якій пробірці з часом реакція майже припиняється? Чим це пояснюється?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9.
ТВЕРДІСТЬ ВОДИ

Запитання і задачі:

1. Які солі зумовлюють твердість води? Яка твердість називається тимчасовою, постійною і загальною твердістю води?
2. Походження твердості води, її негативний вплив на властивості води.
3. В яких одиницях вимірюють твердість води?
4. Класифікація природних вод за твердістю.
5. Описати методи усунення тимчасової (карбонатної) твердості води.
6. Навести методи усунення постійної (некарбонатної) твердості води (дод. 3, 4).
7. Скільки грамів соди Na_2CO_3 потрібно для пом'якшення 500 л води загальною твердістю 3 ммоль-екв/л?
8. Визначити твердість води, якщо в 750 л її міститься 80 г сульфату магнію.

Проведення дослідів

Дослід 1. Приготування твердої води

У колбу наливають 20–30 мл вапняної води, стільки ж –дистильованої і додають 5–6 мл насиченого розчину сульфату кальцію.

У розчин пропускають вуглекислий газ. Утворений спочатку осад повністю розчиняється. Записують рівняння цих реакцій. Які солі містяться в розчині? Одержану тверду воду залишають для наступних дослідів.

Дослід 2. Пом'якшення води

Наливають у чотири пробірки по 4–5 мл води, одержаної в першому досліді. Воду в одній пробірці нагрівають до кипіння. Чому виникло помутніння? Яка твердість усувається кип'ятінням? Складають рівняння реакції. В решту пробірок додають: в першу – розчин соди, в другу – вапняну воду і в третю – розчин фосфату натрію. Що відбувається в пробірках? Скласти рівняння всіх реакцій.

Дослід 3. Визначення тимчасової (карбонатної) твердості води

В основі методу лежить реакція між хлоридною кислотою і гідрокарбонатами: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$.

Тимчасова твердість дорівнює кількості хлоридної кислоти, що витрачена на титрування води.

Наливають в дві колби по 10 мл досліджуваної води і додають по 2-3 краплі метилоранжу. Воду в одній колбі залишають для контролю, а в другу колбу бюреткою краплями додають розчин хлоридної кислоти молярної концентрації еквівалента 0,1 моль/л доти, доки від останньої краплі кислоти забарвлення з жовтого не зміниться на жовтогаряче (порівняйте із забарвленням води в контрольній колбі). Титрування проводять 2-3 рази; для розрахунків необхідно взяти середній результат. Оскільки розчини однакової нормальності реагують між собою в кількостях, рівних їхнім об'ємам, тобто $N_1V_1 = N_2V_2$, то для конкретного випадку запишемо розрахункову формулу:

$$Ж_{тим} = \frac{N_{HCl} \cdot V_{HCl} \cdot 1000}{V_{H_2O}},$$

де $Ж_{тим}$ – карбонатна (тимчасова) твердість води;

N_{HCl} – молярна концентрація розчину еквівалента хлоридної кислоти;

V_{HCl} – об'єм розчину HCl, що пішов на титрування води в мл;

V_{H_2O} – об'єм, взятої для титрування води в мл.

Дослід 4. Якісне визначення іонів Ca^{2+} у воді

Беруть три однакові пробірки, в одну наливають 5 мл води, отриманої в досліді 1, в другу – 5 мл води водопровідної, у третю – 5 мл дистильованої води. У кожену пробірку додають по 1 мг розчину NH_4OH і по 2–3 мл розчину оксалату амонію $(NH_4)_2C_2O_4$. Де утворився осад? Записують рівняння реакцій.

Дослід 5. Дія мила на м'яку та тверду воду

Наливають в одну пробірку 5–6 мл водопровідної води, а в другу – такий самий об'єм дистильованої води. Додають в кожену пробірку піпеткою по 0,5 мл мильного розчину і, заклавши корки, струшують вміст пробірок до зникнення піни. Після цього додають ще по 0,5 мл мильного розчину і знову струшують. Так повторюють доти, доки не утвориться стійка піна. Яка кількість мильного розчину пішла на утворення стійкої піни в кожній пробірці? Чому? Напишіть рівняння реакції взаємодії солей, які визначають твердість води з милом.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10.

АЛЮМІНІЙ ТА ЙОГО СПОЛУКИ

Запитання і задачі:

1. З яких природних сполук добувають алюміній? Написати рівняння реакцій, які відбуваються на катоді й аноді у процесі добування алюмінію.
2. Напишіть найважливіші реакції, які характеризують хімічні властивості алюмінію.
3. Які властивості має гідроксид алюмінію? Скласти реакції електролітичної дисоціації гідроксиду алюмінію як основи і як кислоти.
4. Напишіть реакцію гідролізу хлориду алюмінію. Яким буде середовище?
5. Який процес називається алюмотермією? Складіть реакцію хімічного процесу взаємодії Al і Fe₃O₄.
6. Як отримують карбід алюмінію і який газ утворюється під час його взаємодії з водою?
7. Де використовують алюміній і деякі його сполуки?

Проведення дослідів

Дослід 1. Одержання гідроксиду алюмінію та дослідження його властивостей

Наливають у пробірку розчин солі алюмінію і додають краплинами розчин гідроксиду натрію до утворення осаду. Складають рівняння реакції.

Дослід 2. Гідроліз солі алюмінію

Випробують розчин сульфату алюмінію універсальним лакмусовим папером. Складіть рівняння реакції гідролізу. Яким буде середовище (pH > 7, pH < 7, pH = 7)? Поясніть.

Дослід 3. Взаємодія алюмінію з лугами

У пробірку насипають трохи ошурків алюмінію і доливають 30% розчин гідроксиду натрію. Доводять дослідним шляхом, що газ, який виділяється, – водень. Складають рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді, враховуючи, що в реакції бере участь вода. Назвіть отриману сполуку.

Дослід 4. Взаємодія алюмінію з водою

Кладуть у пробірку трохи ошурків алюмінію і додають 3–5 мл води. Чому не відбувається реакція? Пояснюють. Потім кип'ятять вміст пробірки, додавши 2–3 мл розведеного розчину лугу. Зливають рідину, кілька разів

промивають ошурки водою для видалення луку і залишають їх постояти у воді. Через деякий час спостерігають виділення бульбашок газу. Який газ виділяється? Записати рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді.

Дослід 5. Взаємодія алюмінію з кислотами

У дві пробірки кладуть трохи ошурків алюмінію і доливають в одну пробірку 2н. розчин HCl , а в другу – 2 н. розчин H_2SO_4 . Порівнюють активність взаємодії алюмінію з HCl і H_2SO_4 , потім пробірки підігривають. Що спостерігається? Складають рівняння реакцій.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11.

СИЛІЦІЙ ТА ЙОГО СПОЛУКИ

Запитання і задачі:

1. Як отримують силіцій?
2. З якими з наведених речовин може взаємодіяти кремнезем (SiO_2): HCl , HF , HNO_3 , H_2SO_4 , NaOH , Na_2CO_3 ? Скласти рівняння відповідних реакцій.
3. Які солі силікатної кислоти розчинні у воді? Як можна їх одержати? Де їх застосовують?
4. Що таке кварцеве скло? Які його властивості, де його застосовують?
5. Що є сировиною для одержання віконного скла? Який приблизний склад віконного скла?
6. Що таке силіційорганічні сполуки, які їхні властивості, де їх застосовують?
7. Скільки необхідно взяти кремнезему SiO_2 і кальцінованої соди Na_2CO_3 для того, щоб отримати 200 кг рідкого скла Na_2SiO_3 ?

Проведення дослідів

Дослід 1. Одержання гідрогелю силікатної кислоти

У пробірку вносять 4–5 мл концентрованого розчину силікату натрію і 2–3 мл розбавленої хлоридної кислоти, перемішують. Що сталося з розчинами? Складають рівняння реакції.

Дослід 2. Одержання гідрозолу силікатної кислоти

У пробірку вносять 2–3 мл концентрованої хлоридної кислоти і додають стільки ж розчину силікату натрію. Одержаний золь (колоїдний розчин) силікатної кислоти обережно нагрівають і пробірку струшують. Що спостерігається? Пояснити, що відбувається з розчином.

Дослід 3. Витіснення силікатної кислоти з її солей карбоною кислотою

Вносять у пробірку 4–5 мл розчину силікату натрію і пропускають через нього струмінь вуглекислого газу. Спостерігається утворення гелю силікатної кислоти. Складають рівняння реакції. Пояснюють можливість перебігу цієї реакції.

Дослід 4. Гідроліз солей силікатної кислоти

Наливають у пробірку розчин силікату натрію і випробовують його індикаторним папером. Складають рівняння реакції гідролізу силікату натрію.

Дослід 5. Вилугування скла водою

У ступці ретельно розтирають кілька шматочків віконного скла, порошок кладуть у пробірку з дистильованою водою й кип'ятять. Після охолодження додають 2–3 краплі фенолфталеїну. Що спостерігається?

Дослід 6. Визначення середовища силікатного цементу

У пробірку кладуть 1–2 г силікатного цементу, доливають 5–6 мл дистильованої води і ретельно перемішують. Через 3–5 хв добавляють 3–4 краплі фенолфталеїну. Якого кольору набуває розчин? Яке буде середовище ($\text{pH} > 7$, $\text{pH} = 7$, $\text{pH} < 7$)? Написати реакцію взаємодії трикальцієвого силікату $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (аліт) з водою.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12.

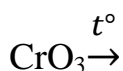
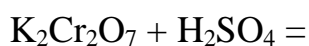
ХРОМ І ЙОГО СПЛУКИ

Запитання і задачі:

1. Скласти електронну формулу атому хрому і визначити його валентні можливості.
2. Як отримують хром?
3. Визначити ступінь окиснення атому хрому в таких сполуках: CrSO_4 , K_2CrO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{NaCr}[(\text{OH})_4]$.

4. Напишіть п'ять відомих оксидів хрому. Які з цих оксидів нестійкі?

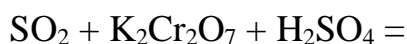
5. Закінчити рівняння реакцій:



6. Порівняйте хімічні властивості сполук:

$\text{Cr}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ і H_2CrO_4 і напишіть, де, можливо, реакції з кислотами і основами.

7. Закінчити окисно-відновну реакцію:



Проведення дослідів

Дослід 1. Одержання оксиду хрому (III)

У суху пробірку помістити трохи розтертого дихромату амонію, закріпити тримачем і обережно нагрівати до початку реакції. Складіть рівняння реакції, враховуючи те, що виділяється азот.

Дослід 2. Одержання і властивості гідроксиду хрому (III)

До 2–3 мл розчину солі хрому (III) додають краплями 2 н. розчин їдкого натрію (уникати надлишку лугу!) до утворення осаду. Розділити осад на 2 пробірки, в одну додають в надлишку луг, в іншу – кислоту. Що відбувається? Складіть рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді.

Дослід 3. Перехід хромату калію у дихромат калію і навпаки

3.1. До розчину хромату калію додають сульфатну кислоту. Що спостерігається? Складіть рівняння реакції.

3.2. До розчину дихромату калію додають розчин лугу. Що спостерігається? Складіть рівняння реакції.

Дослід 4. Окиснення сполук хрому (III)

До 2–3 мл розчину солі хрому (III) додають 4–5 мл розчину лугу (до розчинення утвореного спочатку осаду), 4–5 мл 3% розчину перекису водню і обережно нагрівають до кипіння. Що спостерігається? Складіть рівняння реакції.

Дослід 5. Окиснювальні властивості сполук хрому (VI)

До 5 мл розчину дихромату калію, підкисленого 2 н. розчином сульфатної кислоти (1 мл), додати розчин сульфїту натрію. Спостерігають зміну забарвлення. Замість сульфїту натрію як відновника, можна використати нітрит натрію або сульфат феруму (II). Складіть рівняння реакції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13.

МАНГАН ТА ЙОГО СПЛУКИ

Запитання і задачі :

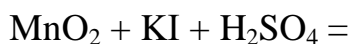
1. Дати хімічну характеристику мангану, виходячи із будови його атому.

2. Які оксиди утворює манган? Написати формули оксидів і гідроксидів мангану, звернувши увагу на їхні хімічні властивості.

3. Написати рівняння окисно-відновних реакцій перетворення перманганату калію KMnO_4 в кислому, лужному і нейтральному середовищах.

4. Закінчити рівняння реакції $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} = \text{MnO}_2 \dots$

5. Чому оксид мангану (IV) може проявляти окисні і відновні властивості? Складіть рівняння реакцій:



6. Визначити масу і об'єм хлору (н.у.) під час дії хлоридної кислоти на 45 кг KMnO_4 .

7. Скільки грамів KMnO_4 потрібно взяти для повного окиснення FeSO_4 в кислому середовищі? Закінчити рівняння реакції:



Проведення дослідів

Дослід 1. Одержання і властивості гідроксиду мангану (II)

1.1. Наливають у пробірку 5–6 мл розчину солі двовалентного мангану і додають розчин луку до утворення білого осаду, який ділять на чотири пробірки.

Першу пробірку залишають стояти на повітрі. Звертати увагу на зміну забарвлення осаду.

У другу пробірку додають надлишок луку і бромну воду. Відмічають зміну кольору осаду.

1.2. Вміст двох пробірок, що залишились, використовують для вивчення хімічного характеру осаду. Для цього в одну пробірку додають кислоту, а в іншу – луг.

Записують рівняння хімічних реакцій.

Дослід 2. Термічний розклад перманганату калію

У суху пробірку помістити декілька кристалів перманганату калію (0,5 г), закріпити дерев'яним тримачем і обережно нагрівати, прогріваючи всю пробірку. Який газ виділяється (дія тліючої тріски)? Після закінчення виділення газу долити у охолоджену пробірку 2–3 мл води і збовтати. Яке забарвлення розчину і осаду? Складіть рівняння реакції.

Дослід 3. Окиснювальні властивості перманганату калію

У три пробірки внести по 1 мл розчину перманганату калію, в одну додати 2 н. розчин сульфатної кислоти, у другу – дистильовану воду, у третю – луг. В усі пробірки додати по кілька кристаликів сульфїту натрію або сульфату заліза (II). Спостерігають зміну забарвлення розчинів. Складіть рівняння реакцій. В якому середовищі відбувається найповніше відновлення перманганату калію?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14.

ФЕРУМ І ЙОГО СПОЛУКИ

Запитання і задачі:

1. Написати рівняння реакцій металічного феруму з концентрованими і розбавленими кислотами (хлоридною, сульфатною та нітратною).
2. Що станеться з ферумом на повітрі під дією води? Складіть рівняння реакції.
3. Чому розчин FeCl_3 має кислотну реакцію? Скласти молекулярне та іонне рівняння реакції гідролізу.
4. Написати рівняння реакцій отримання оксидів та гідроксидів феруму.
5. Враховуючи, що гідроксид феруму (III) має амфотерні властивості, написати рівняння його реакцій з лугом і кислотою.
6. Скласти рівняння реакцій перетворення сполук Fe^{2+} на сполуки Fe^{3+} і навпаки.
7. Як одержують сполуки феруму із ступенем окиснення +6? Складіть рівняння реакцій.

Проведення дослідів

Дослід 1. Характерна реакція на іони Fe^{2+}

До 2 мл свіжоприготованого розчину сульфату феруму (II) додають 1 мл розчину $K_3[Fe(CN)_6]$ (червона кров'яна сіль). Спостерігається утворення осаду. Складають рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді.

Дослід 2. Характерна реакція на іони Fe^{3+}

2.1. До 2 мл розчину хлориду феруму (III) додають 1 мл розчину $K_4[Fe(CN)_6]$ (жовта кров'яна сіль). Спостерігають утворення осаду. Складають рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді.

2.2. До 2 мл розчину хлориду заліза (III) додають 1 мл роданіду калію $KSCN$ чи амонію NH_4SCN . Спостерігають утворення осаду. Складають рівняння реакцій в молекулярному та іонному виді.

Дослід 3. Взаємодія феруму з кислотами

3.1. У три пробірки наливають по 2 мл 2 н. розчинів кислот (хлоридної, сульфатної і нітратної). У кожену пробірку кладуть трохи ошурків феруму. Спостерігають процеси, що відбуваються. Вміст кожної пробірки розділяють на дві частини. В одну додають 1–2 краплини розчину $K_4[Fe(CN)_6]$, а в другу – розчин $K_3[Fe(CN)_6]$. За допомогою якісних реакцій на іони Fe^{2+} та Fe^{3+} визначають, які іони феруму утворилися в кожній пробірці. Складають рівняння реакцій.

3.2. Досліди повторюють з концентрованими хлоридною, сульфатною і нітратною кислотами. Складають рівняння реакцій.

Дослід 4. Одержання і властивості гідроксидів феруму (II) і (III)

В одну пробірку наливають свіжоприготований розчин $FeSO_4$, а в іншу $FeCl_3$. В кожену пробірку додають розчин лугу до утворення стійкого осаду. Утворений осад розділяють на дві частини. До однієї додають хлоридну кислоту, а в іншу з надлишком луг. Складають рівняння реакцій. Які властивості мають гідроксиди феруму (II) і (III)?

Дослід 5. Відновні властивості сполук феруму (II)

До розчину солі сульфату феруму (II) додають трохи розчину сульфатної кислоти і краплями – розчин перманганату калію, спостерігають знебарвлення останнього. Складають рівняння реакції.

Дослід 6. Окиснювальні властивості сполук феруму (III)

До розчину хлориду феруму (III) приливають трохи розчину йодиду калію. Що спостерігається? Скласти рівняння реакції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15.
ХІМІЯ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН

Запитання і задачі:

1. До якого виду мінеральних в'язучих речовин належать будівельний гіпс і гашене вапно? Як їх добувають?
 2. У чому суть процесу твердіння будівельного гіпсу та гашеного вапна? Де їх застосовують?
 3. Які мінерали входять до складу портландцементного клінкеру і які фізико-хімічні процеси відбуваються у процесі їх взаємодії з водою?
 4. Чим обумовлюється корозія портландського цементу?
- Пояснити хімізм вуглекислотної, магнезійної і сульфатної корозії бетону.
5. Як запобігти корозії бетону?
 6. Як отримують магнезійний цемент? Де його застосовують?

Проведення дослідів

Дослід 1. Гашення вапна

У фарфорову чашку вносять 3–4 г негашеного вапна CaO і додають воду до утворення густої суспензії. Температуру контролюють за допомогою термометра. Скласти рівняння реакцій.

Дослід 2. Визначення вмісту активного CaO у вапні

Ретельно розтирають у фарфоровій ступці негашене вапно. Зважують на технічних вагах 1 г порошку вапна, кладуть наважку в конічну колбу, додають туди 100 мг дистильованої води і 2–3 краплі фенолфталеїну. Вміст колби титрують 1 н. розчином хлоридної кислоти до зникнення рожевого забарвлення. Розраховують масову частку CaO у вапні (у перерахунку на CaO), %:

$$C = \frac{V \cdot N \cdot 0,028}{g} \cdot 100,$$

де V – об'єм хлоридної кислоти, витраченої на титрування, мл;

N – нормальність хлоридної кислоти;

0,028 – ммоль-еквівалент оксиду кальцію;

g – маса наважки порошку, г.

Дослід 3. Приготування магнезійного цементу

У фарфоровій ступці перемішують 2,5 г кристалогідрату хлориду магнію ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) та 1 г оксиду магнію до одержання однорідної суміші. Потім краплинами додають воду до утворення густої тістоподібної маси. Одержану масу шпателем переносять на скло. Через деякий час (приблизно 1 год) магнезійне в'язуче тужавіє і твердне. Складають рівняння реакцій.

Дослід 4. Розчинення гіпсу у воді

У склянку з дистильованою водою на 5–10 хв опускають 1–2 г напівводного гіпсу. Потім розчин фільтрують і на фільтрат діють розчином хлориду барію. Що спостерігається? Складають рівняння реакції.

Дослід 5. Вплив хімічних добавок на швидкість твердіння гіпсу

Швидкість твердіння гіпсу визначають на приладі «Віка». Готують гіпсове тісто. Для цього в чисту чашку наливають 120 мл води, потім у воду протягом 2–5 сек. всипають 200 г гіпсового в'язучого. Масу перемішують ручною мішалкою протягом 30 сек., починаючи відлік часу від початку всипання гіпсового в'язучого у воду. Одержане тісто виливають у кільце приладу «Віка», встановлене на полірованій пластинці. Надлишки тіста зрізають лінійкою й заповнену форму на пластинці кладуть на основу приладу «Віка». Рухому частину приладу з голкою вставляють у таке положення, коли кінець голки торкається поверхні гіпсового тіста, а потім голку вільно опускають у кільце з тістом. Занурюють один раз у 30 сек., починаючи з цілого числа хвилин. Після кожного занурення голку ретельно витирають, а пластину разом з кільцем пересувають так, щоб голка під час нового занурення попадала в інше місце поверхні тіста. Кінець тужавіння визначають як кількість хвилин, що минули від моменту сполучення в'язучого з водою до того часу, коли вільно опущена голка занурюється на глибину не більш ніж 1 мм.

Готують другу порцію гіпсового тіста, попередньо розчинивши у відмірянній воді 4 г сульфату натрію Na_2SO_4 . Як і в першому досліді, визначають кінець тужавіння гіпсового в'язучого.

Третю порцію готують аналогічно першій, але у воду додають органічні добавки: мило, столярний клей чи спирт (0,1–1% маси гіпсу). Спостерігають зміну швидкості тужавіння гіпсу

Дані спостережень вносять до таблиці.

№ з/п	Маса гіпсу,г	Об'єм води, мл	Назва добавки	Час кінця тужавіння	Примітка
1.	200	120	–		Контрольний зразок
2.	200	120	Na ₂ SO ₄		
3.	200	120			

Роблять висновок про вплив добавок на швидкість тужавіння гіпсового в'язучого.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Емельянов Б.М.* Хімія : підручник / Б.М. Емельянов, Г.І. Бердов та ін. – Київ : Фенікс, 2010. – 456 с.
2. *Григор'єва В.В.* Загальна хімія : підручник / В.В. Григор'єва, М.В. Самійленко та ін. – Київ : Вища школа, 1991. – 471 с.
3. *Рейтер Л.Г.* Загальна та неорганічна хімія : підручник / В.М. Медовських, С.В. Іванов та ін. – Київ : Педагогічна преса, 2002. – 639 с.
4. *Романова Н.В.* Загальна та неорганічна хімія. – Київ : «Перун», 2004. – 480 с.

ТИСК ВОДЯНОЇ ПАРИ P_{H_2O} ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР

t°С	P _{H₂O}		t°С	P _{H₂O}	
	кПа	мм рт. ст.		кПа	мм рт. ст.
10	1,23	9,21	21	2,49	18,65
11	1,31	9,84	22	2,64	19,83
12	1,40	10,51	23	2,81	21,07
13	1,49	11,23	24	2,98	22,38
14	1,60	11,99	25	3,17	23,76
15	1,70	12,79	26	3,36	25,21
16	1,82	13,63	27	3,56	26,74
17	1,94	14,53	28	3,78	28,35
18	2,06	15,48	29	4,00	30,04
19	2,20	16,48	30	4,24	31,82
20	2,34	17,54	31	4,50	33,79

ЧИСЛОВІ ЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ КОНСТАНТ

Константа	Символ	Числове значення
Абсолютна температура		
плавлення льоду	T пл. льоду	273,15 К
Атомна одиниця маси	а.е.м. 1 а.е.м. = 1/12 (12 _о)=	
		= 1,66·10 ⁻²⁷ кг
Універсальна газова стала	R	8,314 Дж/(моль·К)
62360 мм рт.ст.·см ³ /(моль·К)		
0,082 атм·л/(моль·К)		
Стала Авогадро	N _A	6,02253·10 ²³ моль ⁻¹
Молярний об'єм за нормальних умов (T=273 К, p=101325 Па) V _M		
		22,414 л/моль
Константа Планка	h	6,625·10 ⁻³⁴ Дж·с
Заряд електрона	q _e	1,6021·10 ⁻¹⁹ Кл
Маса спокою електрона	m _e	9,1091·10 ⁻³¹ кг
Константа Фарадея	F	96485 Кл/моль
Константа дисоціації води за температури 20 °С		
	K _{дН₂О}	1,8·10 ⁻¹⁶
Іонний добуток води за температури 20 °С		
	K _{Н₂О}	10 ⁻¹⁴

Взаємозв'язок одиниць різних систем

$$1 \text{ атм} = 760 \text{ рт.ст} = 101325 \text{ Па}$$

$$1 \text{ эв} = 23,6 \text{ ккал/моль} = 96,483 \text{ кДж/моль}$$

$$1 \text{ ккал} = 4,1868 \text{ кДж}; 1 \text{ кДж} = 0,239 \text{ ккал}$$

$$1 \text{ кд} = 3 \cdot 10^{-11} \text{ ел.ст.од.} = \text{Є}; 1 \text{ е.е.з.} = 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Перетворення деяких кратних і дільних одиниць

$$e_x = 2,3 l_{gx}; 1 \text{ м} = 10^{-10} \text{ А}^\circ$$

$$1 \text{ м} = 10^{-3} \text{ км} = 10^2 \text{ см} = 10^3 \text{ мм} = 10^6 \text{ мкм} = 10^9 \text{ нм} = 10^{12} \text{ пм}$$

$$1 \text{ кг} = 10^{-3} \text{ т} = 10^3 \text{ г} = 10^6 \text{ мг} = 10^{-9} \text{ мкг}$$

$$1 \text{ м}^3 = 10^3 \text{ дн}^3 (10^3 \text{ л}) = 10^6 \text{ см}^3 (10^6 \text{ мл}).$$

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕЯКИХ РЕЧОВИН

Формула речовини	Агрегатний стан	$\Delta H^\circ, \text{кДж/}$ (моль·К)	$S^\circ, \text{Дж/}$ (моль·К)	Формула речовини	Агрегатний стан	$\Delta H^\circ, \text{кДж/}$ (моль·К)	$S^\circ, \text{Дж/}$ (моль·К)
1	2	3	4	5	6	7	8
NH₃	Г	-46,19	192,50	MgCO₃	Т	-1112,94	65,69
O₂	Г	0	205,03	Mg(NO₃)₂	Т	-789,604	164,012
NO	Г	+86,69	210,20	MgO	Т	1574,98	130,54
N₂	Г	0	191,49	CaSO₄·0,5 H₂O	Т	-601,826	26,77
NO₂	Г	+33,852	240,454	CaSO₄·2H₂O	Т	-2033,67	193,97
H₂O	Г	-241,83	108,72	CaSiO₃	Т	-1584,06	82,006
CO	Г	-110,52	197,91	CaCO₃	Т	-1206,87	92,08
CO₂	Г	-393,51	213,64	CaO	Т	-635,55	39,75
CH₄	Г	-74,85	186,19	Ca(OH)₂	Т	-986,587	76,148
N₂	Г	0	130,547	NaHCO₃	Т	-947,68	102,09
C₂H₆	Г	-235,308	52,655	Na₂CO₃	Т	-1130,93	135,98
C₂H₄	Г	+52,28	19,45	AgNO₃	Т	-123,135	140,91
H₂S	Г	-20,146	205,643	Ag	Т	0	42,70
SO₂	Г	-296,86	248,53	SiO₂	Т	859,393	41,84
S₂	Г	0	31,88	NH₄Cl	Т	-315,39	94,5
HCl	Г	-92,31	86,779	Fe₂O₃	Т	-821,3	90,0
Cl₂	Г	0	222,96	Fe	Т	0	27,15
H₂O	Ж	-285,84	69,94	FeO	Т	-263,7	58,8
C₂H₅OH	Ж	-277,67		3CaO·SiO₂	Т	-3826,9	211,01
ZnO	Т	-347,98	43,93	BeCO₃	Т	-981,57	199,4
Zn	Т	0	41,63	BeO	Т	570,24	14,24
Mg(OH)₂	Т	-925,99	63,22	2BeO·SiO₂	Т	-2160,0	64,48
				BeO·SiO₂	Т	-1453,45	54,0
				Al₂O₃	Т	-1675,0	50,94
				Al	Т	0	28,31
				BaO	Т	-556,6	70,3
				BaCO₃	Т	-1202,0	112,1

СТАНДАРТНІ ІЗОБАРНІ ПРОЦЕСИ ДЕЯКИХ РЕЧОВИН

Речовина	ΔG° утв., 298		Речовина	ΔG° утв., 298	
	кДж/моль	ккал/моль		кДж/моль	ккал/моль
1	2	3	4	5	6
AgF (к)	- 186,0	- 44,5	KCl (к)	-707,8	- 97,66
AgCl (к)	-109,5	- 26,2	KCl (р)	- 413	- 98,88
AgBr (к)	- 194,9	- 22,7	KBr (к)	- 379,7	- 90,6
AgI	- 66,3	- 15,85	KI(к)	- 321,9	- 77,0
Al(OH)₃ (к)	- 1138,6	- 272,4	KNO₃ (р)	- 392,5	- 93,9
Al₂O₃ (к)	1580	- 378,0	KOH (р)	- 439,3	- 105,1
As₂O₃ (к)	- 568,5	- 136,0	K₂CrO₄ (к)	- 1284,9	- 307,4
As₂O₃ (к)	- 771,2	- 183,5	K₂SO₄ (к)	- 1315,0	- 314,6
BaCO₃ (к)	- 1137,8	- 272,8	K₂SO₄ (р)	- 1305,0	- 312,2
BaO (к)	- 527,5	- 126,2	MgCO₃ (к)	- 1028,3	- 246,0
BaCl₂ (р)	- 810,0	- 193,8	MgO (к)	- 568,9	- 136,1
BaSO₄ (к)	- 1352,8	- 323,4	Mg(OH)₂ (к)	833,1	- 199,3
BaSO₄ (р)	- 1311,2	- 313,3	MgSO₄ (к)	- 1172,5	- 280,5
CF₄ (р)	- 634,7	- 151,85	NH₃ (р)	- 16,7	- 4,0
CCl₄(р)	- 63,95	- 15,3	NH₄NO₃	- 173,3	- 43,86
CBr₄ (р)	35,9	8,6	NO (р)	86,82	0,76
NO₂ (р)	51,8	12,4			
CO (р)	138,1	-32,8	Na (к)	- 539,2	- 129,0
CO₂ (р)	- 393,96	- 94,25	NaCl (к)	- 383,1	- 91,9
CaCO₃ (к)	- 1128,8	- 269,8	NaCl (р)	- 392,5	- 83,9
CaO (к)	- 603,4	- 144,35	NaBr (к)	- 348,6	- 83,4
Ca(OH)₂ (к)	- 1118,4	- 267,33	NaI (к)	- 285,1	- 68,2
CaSO₄ (к)	- 1319,2	- 315,6	NaNO₃ (р)	- 367,8	- 89,0

Закінчення дод. 4

1	2	3	4	5	6
Cl₂O₃ (k)	401,3	96	NaOH (k)	- 380,4	- 91,0
CrO₃ (k)	- 505,8	- 121,0	Na₂O (k)	- 376,2	- 90,0
Cr₂O₃ (k)	- 1058,0	- 253,15	Na₂SO₄ (p)	- 1260,3	- 302,5
CuSO₄ (p)	- 676,4	161,81	NiCl₂ (k)	- 258,7	- 61,9
FeCl₂ (k)	- 303,5	- 72,6	Ni(OH)₂ (k)	- 452,7	- 108,3
Fe(OH)₂ (k)	- 473,1	- 115,57	Fe(OH)₃ (k)	- 693,9	- 166
FeS (k)	97,5	23,32	P₄O₁₀ (k)	- 2735,4	- 654,4
HgCl₂ (k)	- 183,9	- 44,0	PbCl₂ (k)	- 313,9	- 75,06
HF (r)	- 269,6	- 54,5	PbO (k)	- 188,5	- 45,1
HCl (r)	- 95,1	- 22,75	SO₂ (r)	- 300,1	- 71,79
HBr (r)	- 58,3	- 12,8	SO₃ (r)	- 370,1	- 88,52
HI (r)	1,3	0,3	SnO (k)	- 256,7	- 61,4
H₂O (r)	- 228,2	- 54,635	SnO₂ (k)	- 519,6	- 124,3
H₂O (ж)	- 237,2	- 56,72			
H₂S (r)	- 33,3	- 7,96	TiCl₂ (k)	- 468,8	- 112,5
HNO₃ (p)	- 110,4	- 26,4	TiCl₄ (k)	- 752,4	- 180,0
H₂SO₄(r)	- 741,1	- 177,3	H₂SO₄(ж)	- 689,4	- 164,94
TiO₂ (k)	- 887,8	- 212,4			
H₃PO₄ (k)	- 1118,2	- 267,5			
ZnO (k)	- 318,1	- 76,1			
ZrO₂ (k)	- 1035,6	- 247,75			
ZnS (k)	- 239,8	- 57,4			
ZnSO₄ (k)	- 870,7	- 280,31			
ZnSO₄ (p)	- 888,3	- 212,52			

РОЗЧИННІСТЬ СОЛЕЙ ТА ОСНОВ У ВОДІ ЗА ТЕМПЕРАТУРИ 18°C
(в грамах безводної солі на 100 г H₂O)

Аніон	К а т і о н										
	K ⁺	Na ⁺	Li ⁺	Ag ⁺	Ti ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺
Cl ⁻	33,0	35,9	77,8	1,3·10 ³	0,9	37,2	51,1	79,2	55,8	204	1,49
Br ⁻	65,9	88,8	168,7	1·10 ⁻⁵	0,042	103,6	96,5	143,3	103,1	478	0,598
I ⁻	137,5	177,9	161,5	3,5·10 ⁻⁷	6·10 ⁻³	201	169,2	200	148,2	419	0,08
F ⁻	92,6	44,4	0,27	195,4	72,1	0,16	0,012	1,6·10 ⁻³	8,7·10 ⁻³	5·10 ⁻³	0,06
NO ₃ ⁻	30,3	84,0	71,4	213	8,91	8,74	66,3	121,8	74,3	117,8	51,7
ClO ₃ ⁻	6,6	97,2	313	12,25	3,69	35,74	174,9	179,3	126,4	183,9	150,6
BrO ₃ ⁻	6,38	36,7	152,5	0,59	0,30	0,8	30,0	85,2	42,9	58,4	1,3
IO ₃ ⁻	7,62	8,33	80,4	0,04	0,059	0,05	0,25	0,25	6,87	0,83	2·10 ⁻³
OH ⁻	142,9	116,4	12,04	0,01	40,0	3,7	0,77	0,17	1·10 ⁻³	5·10 ⁻⁴	0,01
SO ₄ ²⁻	11,11	15,83	35,6	0,55	4,74	2,3·10 ⁻⁴	0,011	0,20	35,4	53,1	4,1·10 ⁻³
CrO ₄ ²⁻	63,1	16,2	11,6	2,5·10 ⁻³	6·10 ⁻³	3,5·10 ⁻³	0,12	0,4	73,0	—	2·10 ⁻⁵
Cr ₂ O ₇ ²⁻	30,3	3,34	7,22	3,4·10 ⁻³	1,48	8,5·10 ⁻³	4,6·10 ⁻³	5,5·10 ⁻⁴	0,03	6,4·10 ⁻⁴	2,6·10 ⁻⁴
CO ₃ ²⁻	108,0	19,39	1,33	0,03	4,95	2,3·10 ⁻³	1,1·10 ⁻³	1,3·10 ⁻³	0,1	4·10 ⁻³	1·10 ⁻⁴

РЯД НАПРУГ МЕТАЛІВ

Елемент	Катіон у розчині	Стандартний потенціал, В	Елемент	Катіон у розчині	Стандартний потенціал, В
Літій	Li ⁺	-3,01	Кадмій	Cd ²⁺	-0,40
Калій	K ⁺	-2,92	Талій	Ta ²⁺	-0,34
Рубідій	Rb ⁺	-2,98	Кобальт	Co ²⁺	-0,27
Барій	Ba ²⁺	-2,92	Нікол	Ni ²⁺	-0,23
Стронцій	Sr ²⁺	-2,89	Молібден	Mo ³⁺	-0,20
Кальцій	Ca ²⁺	-2,84	Германій	Ge ⁴⁺	-0,15
Натрій	Na ⁺	-2,74	Станум	Sn ²⁺	-0,14
Магній	Mg ²⁺	-2,38	Плюмбум	Pb ²⁺	-0,13
Берилій	Be ²⁺	-1,70	Гідроген	H ⁺	0
Алюміній	Al ³⁺	-1,66	Бісмут	Bi ³⁺	+0,22
Титан	Ti ²⁺	-1,2	Стибій	Sb ³⁺	+0,24
Цирконій	Zr ²⁺	-1,53	Арсен	As ³⁺	+0,30
Ванадій	V ²⁺	-1,18	Купрум	Cu ²⁺	+0,34
Манган	Mn ²⁺	-1,05	Меркурій	Hg ²⁺	+0,798
Хром	Cr ³⁺	-1,18	Аргентум	Ag ⁺	+0,799
Цинк	Zn ²⁺	-0,71	Платина	Pt ²⁺	+1,19
Ферум	Fe ²⁺	-0,44	Аурум	Au ⁺	+1,7
Полоній	Po ⁴⁺	-0,40			

Для нотаток

Навчально-методичне видання

ХІМІЯ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Укладачі: **Гречанюк Віра Григорівна,**
Вітовецька Тетяна Василівна,
Апанасенко Валерій Юхимович

Випусковий редактор *Л. С. Тавлуй*
Комп'ютерне верстання *Д. М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 10.09.2024. Формат 60 x 84_{1/16}
Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 2,5.
Електронний документ. Вид. № 77/III-24

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002