

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ХІМІЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт.

**Частина 2. Протоколи до лабораторних
робіт.**

(для студентів інженерно-хімічного факультету)

Київ
2014

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ХІМІЯ

**Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт.
Частина 2. Протоколи до лабораторних
робіт.
(для студентів інженерно-хімічного факультету)**

Затверджено Методичною радою НТУУ «КПІ»

Київ КПІ 2014



Хімія. *Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Частина 2. Протоколи до лабораторних робіт.* (для студентів інженерно-хімічного факультету) Електронне видання/
Уклад.: В.А.Потаскалов, Н.Є.Власенко.– К.: 2014. – 24 с.

*Гриф надано Методичною радою НТУУ „КПІ”
(Протокол № __ від 23.06.2014 р.)*

Навчальне видання

ХІМІЯ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт.

**Частина 2. Протоколи до лабораторних
робіт.**

(для студентів інженерно-хімічного факультету)

Укладачі: *Потаскалов Вадим Анатолійович*, канд. хім. наук, доц.
Власенко Наталія Євгеніївна, канд. хім. наук, доц.

Рецензент: *Потаскалова Н. І.*, канд. хім. наук, доц.

За редакцією укладачів

В освіті інженера-механіка “ Загальна та неорганічна хімія ” є тією дисципліною на якій базується засвоєння інших дисциплін хімічної направленості. Перед вищим учбовим закладом поставлена задача підготовки висококваліфікованих спеціалістів. Сучасний спеціаліст повинен не тільки володіти певним об'ємом знань, але вміти застосовувати свої знання у конкретному випадку для конкретної системи.

Вміння, навички самостійної роботи спеціаліст може отримати на лекціях, а також в процесі самостійної роботи при вивченні загальної та неорганічної хімії.

Метою курсу “Загальна та неорганічна хімія” є вивчення властивостей тих хімічних елементів, що найчастіше застосовуються у промисловості, у хімічному машинобудуванні, властивостей тих речовин, що становлять основу конструкційних матеріалів, що викликають корозію або руйнування металу; що можуть утворюватись при певних умовах і впливати на стан матеріалів, на здоров'я людини, на стан навколишнього середовища. Вивчення курсу “Загальна та неорганічна хімія” проводиться на основі періодичного закону та періодичної системи елементів, теорії будови речовин, основи вчення про енергетику, швидкість хімічних процесів, теорії окисно-відновних процесів. Вивчення властивостей хімічних елементів є необхідною умовою для розуміння хімічних процесів та законів, яким ці процеси підкорюються.

Досягнення хімічної промисловості та техніки, взагалі, пов'язані з розвитком хімічної науки, через те вивчення теоретичних основ в курсі загальної та неорганічної хімії має неабияке значення.

Сукупність теоретичних знань, що одержують студенти при вивченні хімії, є тим необхідним фундаментом, на базі якого формується хімічне мислення, що формує та розвиває уявлення студентів про хімію та її зв'язок з іншими дисциплінами.

Загальна та неорганічна хімія на інженерно-хімічному факультеті викладається згідно учбового плану підготовки бакалаврів напрямку 0902 „Інженерна механіка”, спеціальностей „Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”, „Машини і технологія пакування” та „Обладнання лісового комплексу”.

МЕТОЮ даного курсу є вивчення властивостей хімічних елементів та найважливіших сполук для сучасних конструкційних матеріалів. Названа дисципліна призначена сприяти застосуванню майбутніми фахівцями найсучасніших досягнень хімічної науки у подальшій практичній діяльності.

Студент повинен ЗНАТИ:

- формулювання найважливіших правил, законів загальної хімії;
- сучасну термінологію та номенклатуру;
- закономірності зміни властивостей простих речовин та сполук хімічних елементів у відповідності з періодичним законом Д.І. Менделєєва;
- хімічні властивості речовин, що є сучасними конструкційними матеріалами.

Студент повинен ВМІТИ:

- складати формули хімічних сполук і рівняння хімічних перетворень;
- користуватись періодичною системою хімічних елементів для характеристики властивостей простих і складних речовин, що вивчаються;
- розв'язувати передбачені програмою задачі і завдання з використанням засвоєних теоретичних основ дисципліни.

СТУДЕНТ ПОВИНЕН:

- Напередодні лабораторної роботи вивчити за підручником та конспектом лекцій теоретичний матеріал по заданій темі.
- В зошиті для домашніх робіт записати надані рівняння реакцій, закінчити їх та розставити коефіцієнти. Визначити який процес характеризує кожна реакція (одержання, кислотно-основні чи окисно-відновні властивості, гідроліз, тощо).
- В зошиті для лабораторних робіт заздалегідь записати ”Хід роботи” по кожному з запланованих дослідів за схемою:

Лабораторна робота № ____
Тема: „ ... ”

Хід роботи	Спостереження

Рівняння реакцій до лабораторних дослідів необхідно скласти **вдома**, таким чином, щоб ліва частина рівняння стосувалась до розділу ” Хід роботи”, а продукти реакції були записані в графі ” Спостереження ”.

Особисті спостереження перебігу реакції записують в момент виконання дослідів. В кінці кожного дослідів або лабораторної роботи записують короткі висновки.

Без зошиту з виконаними домашніми завданнями та без зошиту для лабораторних робіт, оформленого за правилами, студент в хімічну лабораторію до заняття не допускається. Це заняття вважається прогулом, тобто пропуском без поважних причин.

ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

1. Необхідно обережно поводитись з приладами та лабораторним посудом.
2. Робоче місце потрібно тримати в чистоті. Досліди рекомендується виконувати в спецодязі (халаті).
3. Реактивів брати для роботи треба як найменше (наприклад, по 1 мл кожного з взаємодіючих розчинів, одну гранулу металу і т.п.). Розведені розчини кислот, лугів та солей, які використовуються в лабораторії, мають концентрацію 1 моль/л.
4. Надлишок реактиву не висипати та не виливати в посуд, з якого його взяли.
5. Після використання реактиву банку або склянку закрити і поставити на місце.
6. Сухі реактиви брати лише за допомогою шпательів. Не куштувати на смак хімічні реактиви.
7. Використані в роботі тверді речовини та фільтрувальний папір викидати у спеціальні корзини, відходи солей срібла та ртуті, а також відпрацьовані кислоти виливати у спеціальні банки, інші рідкі відходи виливати в раковину.
8. Всі досліди, які супроводжуються виділенням отруйних газів, проводити лише у витяжній шафі. У вказівках такі випадки позначаються словами "витяжна шафа". Гази, які виділяються в результаті реакції, нюхати, спрямовуючи повітря від посудини до себе помахом руки.
9. При нагріванні пробірки з реакційною сумішшю тримати її отвором від себе та людей, що стоять поряд.
10. При розведенні концентрованих кислот, особливо сірчаної, лити кислоту у воду, а не навпаки.
11. Якщо на обличчя або руки потрапили бризки концентрованої кислоти, її треба змити великою кількістю води, а потім промити уражені місця слабким розчином соди (2%) або аміаку. Луг треба змивати до тих пір, поки ділянка шкіри, на яку він потрапив, не перестане бути слизькою, а потім промити уражене місце розведеним розчином оцтової кислоти (5%) та знову водою.
12. Якщо реактиви потрапили в очі, треба їх промити великою кількістю води та звернутися до лікаря.
13. Досліди з леткими, пожежонебезпечними речовинами проводити у витяжній шафі, подалі від полум'я.
14. Бензин, бензол, ефір, що спалахнули, гасити, використовуючи пісок.
15. У разі опіку (полум'ям чи нагрітими предметами) змочити обпечене місце концентрованим розчином перманганату калію або змастити протиопіковою маззю.
16. При сильних опіках та отруєннях негайно звернутися до лікаря.

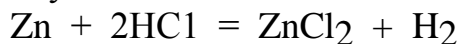
Лабораторна робота 1

АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНЕ ВЧЕННЯ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ЗАКОНИ ХІМІЇ

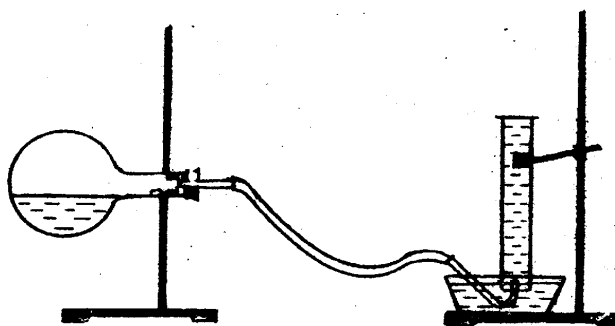
Експериментальна частина

Визначення молярної маси еквівалента металу

Молярна маса еквівалента цинку буде визначатися об'ємним методом за результатами взаємодії цинку з соляною кислотою:



У колбу місткістю 250 мл налейте через лійку 20 мл розчину соляної кислоти так, щоб кислота не попала на шийку колби. Потім колбу закріпіть в горизонтальному положенні (див. малюнок). У шийку колби покладіть шматочок цинку, попередньо зважений з точністю до 0,01 г. Отвір колби закрийте газовідвідною трубкою, протилежний кінець якої занурте у кристалізатор з водою.



Прилад потрібно перевірити на герметичність. Для цього нагрійте рукою верхню частину колби. Якщо прилад герметичний, з трубки будуть виділятися бульбашки повітря. Якщо бульбашки не виділяються, то необхідно перевірити всі місця з'єднання. Потім заповніть мірний циліндр місткістю 250 мл водою та закрийте скляною пластинкою так, щоб у циліндрі не було бульбашок повітря. Опустіть циліндр у кристалізатор з водою отвором донизу і під водою заберіть пластинку, закріпіть циліндр у штативі вертикально.

Кінець газовідвідної трубки підведіть під циліндр (див. малюнок) і переведіть колбу у вертикальне положення. Потрапивши на дно колби, шматочок цинку починає взаємодіяти з кислотою. Водень, що виділяється, буде збиратися в циліндрі над водою. Після розчинення цинку слід виміряти об'єм водню, що виділився, та висоту водяного стовпа від поверхні води в кристалізаторі до поверхні води у циліндрі.

Результати досліду занесіть до лабораторного журналу:

1. Маса наважки металу	m, г	—
2. Об'єм водню в циліндрі	V(H ₂), мл	—
3. Висота водяного стовпа	h, мм	—
4. Барометричний тиск	P _б , мм рт. ст.	—
5. Температура	t, °C	—
6. Тиск водяної пари,	P(H ₂ O), мм рт.ст.	—

що насичує простір при температурі досліду (з таблиці)

Обробка результатів:

а) Тиск водню в циліндрі $P(H_2)$ визначте із співвідношення

$$P_{\sigma} = P(H_2) + P(H_2O) + h/13,6.$$

б) Розрахуйте масу водню $m(H_2)$ за рівнянням Менделєєва-Клапейрона:

$$P(H_2) \cdot V(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} \cdot RT$$

при цьому значення P , V , T треба спочатку перевести в систему СІ:

(1мм рт.ст.= 133,12 Па, 1мл = 10^{-6} м³; $R=8,31 \cdot 10^3$ л·Па/(моль·К)).

в) Молярну масу еквівалента цинку розрахуйте, користуючись законом еквівалентів.

$$\frac{m(Zn)}{m(H_2)} = \frac{M(\frac{1}{2} Zn)}{M(\frac{1}{1} H)}$$

г) Визначте абсолютну (Δ) та відносну (δ) похибки досліду:

$$\Delta = M(\frac{1}{2} Zn)_{\text{досл.}} - M(\frac{1}{2} Zn)_{\text{теор.}} ; \quad \delta = \frac{\Delta}{M(\frac{1}{2} Zn)_{\text{теор.}}} \cdot 100\% .$$

Лабораторна робота 2

БУДОВА АТОМА.

ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН ТА ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ.

Експериментальна частина

Дослідження властивостей гідратів оксидів елементів III періоду.

Дослід №1: Реакціями обміну, виходячи з хлоридів магнію та алюмінію, добудьте гідроксиди магнію та алюмінію. Випробуйте їх відношення до дії сильної кислоти та розчину луку. Зробіть висновок, про хімічний характер цих гідроксидів.

Дослід №2: До 10 мл води додайте невелику порцію оксиду фосфору (V). Розчин, що утворився випробуйте індикаторами. Зробіть висновок про хімічний характер оксиду фосфору (V).

Висновки: Визначте, як змінюється хімічний характер оксидів у елементів III періоду в ряду магній – алюміній – фосфор.

Лабораторна робота 3 ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК. КРИСТАЛІЧНИЙ СТАН РЕЧОВИНИ. МІЖМОЛЕКУЛЯРНА ВЗАЄМОДІЯ.

Експериментальна частина

Визначення температури кипіння рідини.

Дослід №1: У колбу місткістю 250 мл наливаємо 100 мл ізо-пропанолу (C_3H_7OH); закриваємо колбу насадкою Вюрца з термометром, а також з скляним холодильником та приймальною колбою, і підключаємо нагрівач з закритою спіраллю. За показаннями термометра визначаємо температуру кипіння спирту: ($t_{\text{кип. сп.}} = \dots ^\circ C$).

Дослід №2: У колбу наливаємо 50 мл ацетону (C_3H_6O); вертикально встановлюємо зворотній холодильник, і підключаємо нагрівач з закритою спіраллю. За показаннями термометра визначаємо температуру кипіння ацетону: ($t_{\text{кип. ац.}} = \dots ^\circ C$).

Зробіть висновок про вплив полярності молекули на фізичні властивості речовини.

Лабораторна робота 4 ЕЛЕМЕНТИ ХІМІЧНОЇ ТЕРМОДИНАМІКИ. ТЕРМОХІМІЯ.

Експериментальна частина

Визначення теплового ефекту процесу розчинення.

Налийте в пробірку 3-4 мл води та виміряйте її температуру. Внесіть порцію (приблизно 1 г) хлориду амонію, перемішайте. Виміряйте температуру розчину, що утворився. Зробіть висновок про те, який знак має ΔH процесу розчинення.

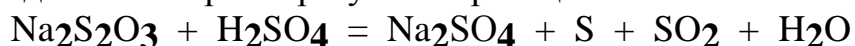
Проведіть аналогічний дослід, використавши замість хлориду амонію гідроксид калію. Поясніть, чому ΔH розчинення NH_4Cl та KOH мають протилежні знаки.

Лабораторна робота 5 ХІМІЧНА КІНЕТИКА. ХІМІЧНА РІВНОВАГА

Експериментальна частина

Вплив концентрації реагуючих речовин на швидкість реакції

Налийте в три хімічні стакани розчин тіосульфату натрію, ($\omega(Na_2S_2O_3) = 0,5\%$) та дистильовану воду в кількостях, що вказані у табл. 1. Додайте в кожную склянку по 15 мл розчину сірчаної кислоти ($\omega(H_2SO_4) = 0,5\%$) та визначте час від моменту змішування розчинів до моменту появи помутніння, що обумовлене виділенням сірки в результаті реакції



Дані досліду занесіть у табл. 1.

Номер Дослід	Розчин $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, мл	Вода дист., мл	C_1	Розчин H_2SO_4 , мл	C_2	Загальний об'єм розчину,	Час появи помутнін	Відносна швидкість реакції	Константа
1	5	10	1	15	3	30			
2	10	5	2	15	3	30			
3	15	–	3	15	3	30			

Розрахуйте відносну швидкість реакції ($V=1/\tau$) та константу швидкості реакції ($k=V/C_1 \cdot C_2$, де C_1 і C_2 відносні концентрації $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та H_2SO_4 відповідно).

Залежність швидкості реакції від концентрації тіосульфату зобразіть у вигляді графіка. По осі абсцис відкладіть відносну концентрацію, а по осі ординат – відносну швидкість реакції.

Вплив температури на швидкість реакції

В одну пробірку налейте 5 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, в іншу - 5 мл розчину H_2SO_4 . Обидві пробірки помістіть у термостат, нагрітий до 40°C . Через 5 хвилин до розчину тіосульфату прилийте розчин сірчаної кислоти. Визначте час до появи помутніння. Такі ж вимірювання проведіть для температури 60°C та кімнатної. Результати досліду занесіть у табл. 2.

Номер Дослід	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Час появи Помутніння $\tau, \text{с}$	Відносна Швидкість V	Константа Швидкості k	Температурний коефіцієнт γ
1	20*				
2	40				
3	60				

(* – чи інша кімнатна температура)

Розрахуйте відносну швидкість ($V = 1/\tau$) та константу швидкості реакції ($k=V/C_1 \cdot C_2$, де $C_1 = C_2 = 3$). Залежність швидкості реакції від температури зобразіть у вигляді графіка, відклавши по осі абсцис температуру, а по осі ординат – швидкість реакції.

Розрахуйте значення температурного коефіцієнта γ за співвідношенням :

$$\gamma^2 = V_{t+20}/V_t$$

Лабораторна робота 6 ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ.

Експериментальна частина.

Дослід № 1: Вплив температури на розчинність

а) До 3-4 мл насиченого розчину нітрату калію додайте трохи (0,5 г) кристалів цієї ж солі. Чи йде розчинення солі? Нагрійте розчин. Що відбувається при нагріванні? Чому?

б) Нагрійте 2 мл насиченого розчину ацетату кальцію. Поясніть причину утворення кристалів.

Дослід № 2: Підвищення температури кипіння розчину

У колбі або стакані нагрійте до кипіння 30 – 50 мл дистильованої води. Виміряйте температуру води, що кипить. Внесіть 1-2 г кристалічного хлориду натрію та виміряйте температуру кипіння розчину, що утворився. Ще раз додайте таку ж порцію хлориду натрію. Як та чому змінюється температура кипіння розчину.

Дослід № 3: Приготування пересиченого розчину

До 1 г кристалічного тіосульфату натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ додайте 2 - 3 краплини води та нагрійте до повного їх розчинення. Охолодіть пробірку проточною водою до кімнатної температури. Чи відбувається кристалізація? Що спостерігається при внесенні декількох кристалів цієї солі?

Лабораторна робота 7 РОЗЧИНИ ЕЛЕКТРОЛІТІВ. ДИСОЦІАЦІЯ ВОДИ. ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ.

Експериментальна частина

Дослід №1: Визначення забарвлення індикаторів в залежності від рН.

Визначте кольори індикаторів: метилоранжу, фенолфталеїну та лакмусу в нейтральному, кислому і лужному середовищах. Для проведення дослідів використовуйте, відповідно, дистильовану воду, розведені розчини соляної кислоти та гідроксиду натру. Результати дослідів занесіть у таблицю.

Індикатор	Середовище		
	Кисле	Нейтральне	Лужне
Лакмус			
Метилоранж			
Фенолфталеїн			

Дослід №2: Розрахунок ступіню та константи дисоціації кислоти за величиною рН.

За допомогою рН-метра виміряйте значення рН водних розчинів хлоридної та ацетатної кислот з однаковою молярною концентрацією. Проведіть розрахунки $C(H^+)$, pOH , $C(OH^-)$. Розрахуйте ступінь дисоціації цих кислот α , та за законом розведення константу дисоціації ацетатної кислоти. Результати обчислень занесіть до таблиці.

Кислота	$C(x)$, моль/л	pH	pOH	$C(H^+)$, моль/л	$C(OH^-)$, моль/л	α	K_d
HCl							—
CH ₃ COOH							

Порівнявши значення α зробіть висновок про силу кислот.

Дослід №3: Гідроліз солей.

Визначте забарвлення метилоранжу та фенолфталеїну у розчинах солей: хлориду натрію, сульфату цинку, карбонату натрію. Зробіть висновок, яке середовище (кисле, нейтральне чи лужне) мають розчини цих солей, які з них гідролізують.

Визначте рН розчинів вказаних вище солей за допомогою рН-метра та універсального індикатора. В останньому випадку смужку універсального індикатора занурте у розчин солі і забарвлення індикатора порівняйте з еталонною шкалою. Результати дослідів зведіть у таблицю:

Сіль, розчин якої випробовується	Забарвлення метилоранжу	Забарвлення фенолфталеїну	Інтервал рН за індикаторами	Значення рН	
				універсальним індикатором	рН-метром
NaCl ZnSO ₄ Na ₂ CO ₃					

Поясніть значення рН розчинів, склавши рівняння реакцій гідролізу в іонній та молекулярній формах.

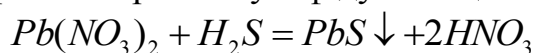
Лабораторна робота 8 ОКИСНО-ВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ. ГЕ. КОРОЗІЯ

Експериментальна частина

Дослід № 1: Окисні властивості сірчаної кислоти

- а) У дві пробірки налийте 5-6 крапель концентрованої сірчаної кислоти (обережно!). В одну з них опустіть гранулу цинку, в іншу – мідь. Вміст пробірок трохи нагрійте (витяжна шафа!). До отвору кожної пробірки піднесіть смужку фільтровального паперу, змоченого розчином нітрату

свинцю (II). Одна із смужок паперу має почорніти внаслідок виділення сірководню та утворення чорного сульфїду свинцю:



Який газ виділяється з іншої пробїрки? Складїть рївняння реакцїй, вкажїть атом-окисник та атом-вїдновник.

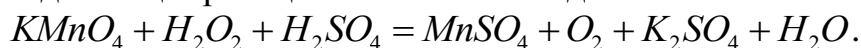
б) Подїйте розведеною сірчаною кислотою на мїдь та цинк. В якому випадку реакцїя не вїдбувається? Чому? Атом якого елемента у молекулі кислоти виконує функцїю окисника? Складїть рївняння реакцїй.

Дослїд № 2: Окисні властивостї іонів металу

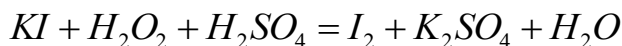
а) У пробїрку налийте 2-3 краплї розчину хлориду залїза (III) $FeCl_3$ та додайте такий самий об'єм розчину іодиду калїю KI . Чому змїнився колїр розчину? Складїть рївняння реакцїй, враховуючи, що продуктом вїдновлення є іон Fe^{2+} .

Дослїд № 3: Окисно-вїдновна двоїстїсть пероксиду водню

а) Налийте у пробїрку декїлька крапель розчину перманганату калїю $KMnO_4$, додайте ≈ 1 мл розчину сірчаної кислоти і по краплях додавайте розчин пероксиду водню H_2O_2 до знебарвлення розчину. Яку роль виконує пероксид водню в цїй реакцїї: окисника чи вїдновника?



б) Налийте у пробїрку ≈ 1 мл розчину іодиду калїю і такий самий об'єм розчину розведеної сірчаної кислоти. Далї додайте декїлька крапель пероксиду водню. Що при цьому спостерїгається? Яку роль виконує пероксид водню у цїй реакцїї – окисника чи вїдновника?



Методом електронного балансу розставте коефїцієнти у рївняннях цих реакцїй.

Дослїд № 4: Мїдно-цинковий гальванїчний елемент

Налийте у скляний стакан 50 мл розчину сульфату мїдї ($C(CuSO_4) = 1$ моль/л) і занурте в нього мїдну пластинку, у керамїчний стакан – стїльки ж розчину сульфату цинку ($C(ZnSO_4) = 1$ моль/л) і помїстїть у нього цинкову пластинку. Керамїчний стакан обережно опустїть у скляний. Вимїряйте вольтметром рїзницю потенцїалів та порївняйте її з теоретичною ЕРС. Складїть електрохїмїчну схему гальванїчного елемента та наведїть рївняння реакцїй, що вїдбуваються на електродах при його роботї.

Лабораторна робота № 9 ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

Експериментальна частина

1. В пробірку налейте 1-2 мл розведеної сірчаної кислоти і внесіть 1-2 гранули металевого цинку. Зберіть газ, що виділяється в окрему пробірку та підпаліть.
2. До шматочку алюмінію (дріт або гранула) долийте приблизно 2 мл розчину гідроксиду натрію. Зверніть увагу на поступове збільшення швидкості реакції.
3. До розчину солі алюмінію (III) додайте розчин лугу, уникаючи надлишку. Доведіть амфотерний характер отриманого осаду.
4. До розчину солі хрому (III) додайте надлишок лугу, щоб розчинити осад, який утворився спочатку. До утвореного розчину додайте бромної води. Поясніть зміну кольору розчину.
5. До розчину дихромату калію додайте 2-3 мл розведеної сульфатної кислоти, та 1 мл розчину сульфіту натрію. Поясніть зміну кольору.

Зробіть *висновок*: які кислотно-основні та які окисно-відновні властивості проявляють сполуки, що містять метали в різних значеннях ступеню окиснення (найнижчому (проста речовина), проміжному, найвищому)?

Лабораторна робота № 10 s-ЕЛЕМЕНТИ І ТА ІІ ГРУПИ

Експериментальна частина

1. Дослідіть взаємодію невеликого шматочка натрію з водою та доведіть експериментально утворення одного з продуктів реакції.
2. До порошкоподібного магнію долийте воду. Чи відбувається реакція? Підігрійте суміш до кипіння. Що відбувається? Охолодіть розчин та додайте фенолфталеїн, про що свідчить зміна кольору індикатору?
3. Випробуйте відношення магнію до дії розведених хлоридної та нітратної кислот. Які гази виділяються у першому та другому випадках?
4. Візьміть щипцями шматочок магнієвої стрічки та підпаліть над фарфоровою чашкою. До зібраного у чашці продукту горіння додайте невелику кількість води та краплю фенолфталеїну. Поясніть зміну кольору індикатору.
5. До пероксиду натрію долийте спочатку розведену сірчану кислоту, а потім розчин йодиду калію. Що спостерігається?
6. До пероксиду натрію додайте спочатку розведену сірчану кислоту, а потім розчин перманганату калію. Що спостерігається?

Лабораторна робота № 11 КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

Експериментальна частина

1. До розчину а) сульфату купруму (II), б) сульфату нікелю додайте надлишок розчину аміаку. Що відбувається? Чому змінюється забарвлення розчинів?

2. До розчину солі хрому(III) додайте спочатку невелику кількість розчину гідроксиду натрію, а потім - надлишок. Поясніть явища, які при цьому відбуваються.

3. До розчину солі феруму (III) додайте розчин тіоціанату (роданіду) калію. Як пояснити зміну кольору розчину?

4. До розчину солі цинку додайте поступово надлишок розчину гідроксиду натрію. Чому осад, що спочатку утворився, розчиняється?

Для отриманих в дослідах комплексних сполук визначити складові та заповнити таблицю. Назвати сполуки.

Комплекс					
іон-комплексоутворювач					
ступінь окиснення комплексоутворювача					
Ліганди					
координаційне число					
комплексний іон					
іони зовнішньої сфери					

Лабораторна робота № 12 АЛЮМІНІЙ

Експериментальна частина

1. Алюмінієвий дріт занурте у розчин солі меркурію (II). Через хвилину витягніть дріт та змийте його водою. Що відбувається з дротом на повітрі? Цей же дріт занурте у пробірку з водою. Що спостерігається? Після виконання досліду дріт покладіть у спеціальну банку.

2. Вивчіть, як алюміній взаємодіє з розведеною та концентрованою нітратною кислотою. Якщо необхідно, суміші підігрійте.

3. Вивчіть взаємодію алюмінію з хлоридною та концентрованою сульфатною кислотами.

4. Налийте у пробірку 1 мл розчину лугу та внесіть у неї шматочок алюмінію. Що спостерігається, чому ця реакція поступово прискорюється?

5. До розчину солі алюмінію долийте розчин аміаку. Дослідіть відношення утвореного осаду до розчинів кислоти та лугу і зробіть висновок про його хімічний характер.

6. Виміряйте та поясніть значення рН водного розчину сульфату алюмінію.

Лабораторна робота № 13 ГЕРМАНІЙ, СТАНУМ, ПЛЮМБУМ

Експериментальна частина

1. Вивчіть, як олово взаємодіє з розведеними хлоридною та нітратною кислотами (витяжна шафа!). Якщо необхідно, суміші підігрійте. Зверніть увагу на колір газів, що виділяються.

2. Вивчіть дію розведеної хлоридної та нітратної кислот на свинець за кімнатної температури та при нагріванні (витяжна шафа!).

3. До розчину хлориду стануму (II) додайте розчин аміаку. Вивчіть відношення осаду, що утворився, до розчинів кислоти та лугу. Зробіть висновок про хімічний характер одержаної сполуки.

4. За допомогою рН-метра визначте рН розчину нітрату плюмбуму (II). Зробіть висновок, наскільки сильно проходить гідроліз.

5. До розчину хлориду стануму (II) долийте кілька крапель розчину HgCl_2 . Чому осад, що утворився, поступово змінює свій колір?

6. До розчину нітрату плюмбуму (II) поступово долийте надлишок розчину лугу. Які процеси при цьому спостерігаються? До 2 мл одержаного розчину додайте надлишок бромної води та підігрійте. Які властивості виявляє плюмбум (II) у реакції з бромом? Порівняйте відновні властивості стануму (II) та плюмбуму (II).

7. До сурику поступово додавайте розведену хлоридну кислоту, спостерігаючи, як змінюється колір осаду (витяжна шафа!). Розгляньте взаємодію сурику з розведеною нітратною кислотою. Поясніть властивості сурику в цих реакціях.

Лабораторна робота № 14 ХРОМ

Завдання для домашньої підготовки

Хром. Будова атома, ступені окиснення, добування, властивості. Оксид, гідроксид, солі та комплексні сполуки хрому (III). Окиснення хрому (III) у хром (VI). Оксид хрому (VI), хромові кислоти, хромати і дихромати, добування, властивості та взаємні перетворення. Окисні властивості хрому (VI). Застосування хрому та його сполук.

Експериментальна частина

1. За допомогою рН-метра визначте рН розчину солі хрому(III). Поясніть значення рН, склавши рівняння реакції гідролізу у молекулярній та іонній формах.

2. Добудьте гідроксид хрому(III), випробуйте його відношення до дії кислоти та лугу. Зробіть висновок про хімічні властивості цієї сполуки.

3. а) До розчину солі хрому(III) додайте надлишок лугу, а потім бромну воду до зміни кольору розчину; б) проведіть аналогічний дослід, використавши замість бромної води розчин пероксиду водню. У якій ролі виступає хром(III) у цих реакціях?

4. Підігрійте суміш оксиду хрому(III), гідроксиду калію та нітрату калію до розплавлення та зміни кольору розплаву. Що відбувається у розплаві?

5. Переведіть хромат калію у дихромат. Як при цьому змінюється колір розчину? Додайте до дихромату розчин лугу. Поясніть вплив середовища.

6. Нагрійте кристали дихромату амонію до початку реакції розкладу та поясніть, які продукти при цьому утворюються.

7. До розчину дихромату калію додайте розведену сульфатну кислоту та надлишок розчину відновника до повної зміни кольору. Відновники: а) йодид калію, б) сульфід натрію, в) сульфат феруму (II).

Лабораторна робота № 15 **МАНГАН**

Експериментальна частина

1. Добудьте гідроксид мангану (II), випробуйте його відношення до кислоти, лугу та поведінку на повітрі. Зробіть висновок про хімічний характер цієї сполуки.

2. Добудьте гідроксид мангану(II), додайте до нього надлишок лугу та бромну воду. Які властивості виявляє гідроксид мангану(II) у цій реакції?

3. До оксиду мангану(IV) додайте концентровану хлоридну кислоту, суміш підігрійте (витяжна шафа!). Який газ утворюється у цій реакції, як це довести? Які властивості виявляє MnO_2 у цій реакції?

4. Нагривайте суміш оксиду мангану (IV), нітрату калію та гідроксиду калію до розплавлення та повної зміни кольору розплаву. Які властивості виявляє MnO_2 у цій реакції?

5. Прожарте у пробірці кристалічний перманганат калію. Після завершення реакції частину твердого залишку перенесіть у стаканчик з 2-3 мл води. Які речовини обумовлюють колір розчину, чому колір розчину змінюється при розведенні розчину? Другу половину твердого залишку висипте у стаканчик з розчином лугу. Як пояснити забарвлення розчину? Додайте хлорної води до зміни забарвлення.

6. Вивчіть взаємодію перманганату калію з розчином сульфату натрію у кислому, нейтральному та лужному середовищах. Чому продукти реакцій мають різний колір у різних середовищах?

Лабораторна робота № 16 ФЕРУМ, КОБАЛЬТ, НІКЕЛЬ

Експериментальна частина

1. Вивчіть взаємодію заліза з розведеною хлоридною та концентрованою нітратною кислотами.
2. Добудьте гідроксид феруму (II), вивчіть його відношення до розчинів кислоти, лугу та поведінку на повітрі. Зробіть висновки про його властивості.
3. До розчину перманганату калію додайте розведену сірчану кислоту та сіль феруму (II). Які властивості виявляє ферум (II) у цій реакції? Чи буде проходити реакція, якщо замість солі феруму взяти сіль нікелю (II)?
4. Добудьте гідроксид феруму (III), вивчіть його відношення до дії кислоти та лугу. Зробіть висновок про його властивості.
5. До дуже розведеного розчину солі феруму (III) додайте розчин тіоціанату (роданіду) калію. Що обумовлює забарвлення розчину?
6. До розчину хлориду феруму (III) долийте розчин йодиду калію. Які властивості виявляє ферум (III) у цій реакції?
7. До солі феруму (II) додайте гексаціаноферат (III) калію (червона кров'яна сіль). До солі феруму (III) додайте гексаціаноферат (II) калію (жовта кров'яна сіль). Що обумовлює забарвлення розчину? Зробіть висновок про можливість якісного визначення катіонів феруму.
8. Добудьте гідроксид кобальту (II) та вивчіть його відношення до дії розчинів кислоти та лугу. Зробіть висновок про його хімічний характер.
9. До розчину солі кобальту (II) поступово додайте надлишок розчину лугу. Чому змінюється колір осаду, що утворився? Що відбувається при додаванні до осаду бромної води?
10. Добудьте гідроксид нікелю (II) та вивчіть його відношення до дії розчинів кислоти, лугу, аміаку. Які властивості виявляє ця речовина?

Лабораторна робота № 17 d-ЕЛЕМЕНТИ I ТА II ГРУПИ

Експериментальна частина

1. Вивчіть відношення міді до дії розведеної та концентрованої азотної кислоти (витяжна шафа!). Якщо необхідно, суміші підігрійте. Зверніть увагу на забарвлення розчинів та газів, що утворюються. Як впливає концентрація кислоти на перебіг реакцій?
2. Вивчіть відношення цинку до дії кислот (витяжна шафа!): а) хлоридної, б) концентрованої нітратної кислоти. Якщо необхідно, суміші підігрійте. Зверніть увагу на колір газів, що утворюються.
Зробіть *висновки* порівнявши активність міді та цинку, як металів.

3. До розчину сульфату купруму (II) додайте невеликий надлишок розчину лугу. Вивчіть відношення осаду, що утворився, до нагрівання, до дії розведеного розчину кислоти, аміаку та концентрованого розчину лугу.

4. Добудьте гідроксид цинку, вивчіть його відношення до дії сильної кислоти, лугу та розчину аміаку.

5. До розчину нітрату аргентуму додайте розчин лугу. Вивчіть відношення осаду, що утворився до дії: а) розчину азотної кислоти, б) розчину аміаку.

Зробіть *висновки* про кислотно-основні властивості гідроксидів металів.

6. До розчину сульфату купруму (II) додайте надлишок розчину йодиду калію. Що при цьому спостерігається? Долийте розчин сульфату натрію до знебарвлення. Розділіть реакційну суміш на дві частини. До однієї частини суміші додайте розчин гідроксиду натрію, до другої аміаку. Поясніть явища, що спостерігаються.

7. До розчину солі ртуті (II) додайте розчин лугу. Вивчіть відношення осаду, що утворився, до дії сильної кислоти та лугу. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості цього осаду.

8. До розчину хлориду ртуті (II) додайте розчин аміаку. Яка речовина випадає в осад ?

ДОДАТКИ

Назви деяких простих речовин і елементів
(назви інших елементів і простих речовин збігаються).

<i>Символи елементів</i>	<i>Назви елементів</i>	<i>Назви простих речовин</i>
H	Гідроген	Водень
C	Карбон	Алмаз, графіт, вугілля
N	Нітроген	Азот
O	Оксиген	Кисень, озон
F	Флюор	Фтор
S	Сульфур	Сірка
Fe	Ферум	Залізо
Ni	Нікол	Нікель
Cu	Купрум	Мідь
Ag	Аргентум	Срібло
Sn	Станум	Олово
I	Іод	Йод
Hg	Меркурій	Ртуть
Pb	Плюмбум	Свинець
Au	Аурум	Золото

Атомні радіуси, значення енергії іонізації, енергії спорідненості до електрону та відносної електронегативності атомів

Елемент	Орбітальний радіус атома, нм	Енергія іонізації		Енергія спорідненості до електрону	
		еВ	кДж/моль	еВ	кДж/моль
H	0,053	13,60	1312,1	0,75	72,8
He	0,029	24,59	2372,3	-0,22	-21,2
Li	0,159	5,39	520,2	0,59	57,0
Be	0,104	9,32	899,5	-0,19	-18,3
B	0,078	8,30	800,6	0,30	29,0
C	0,060	11,36	1086,4	1,27	123,0
N	0,049	14,58	1402,3	-0,21	-20,0
O	0,041	13,62	1313,9	1,47	142,0
F	0,036	17,42	1681,1	3,45	322,7
Ne	0,035	21,57	2080,7	-0,22	-212,0
Na	0,171	5,14	495,8	0,34	29,0
Mg	0,128	7,65	737,7	-0,22	-21,0
Al	0,131	5,99	577,6	0,52	48,0
Si	0,107	8,15	786,5	1,80	174,0
P	0,092	10,49	1011,8	0,80	77,0
S	0,081	10,36	999,6	2,08	200,4
Cl	0,072	12,97	1251,2	3,61	351,4
K	0,216	4,34	418,8	0,50	48,0
Rb	0,229	4,18	403,0	0,64	61,0
Cs	0,252	3,89	375,7	–	–
Fr	0,245	3,98	384,0	–	–

Розчинність кислот, основ та солей у воді

Іони	OH ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
H ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	р	р
NH ₄ ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
K ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Na ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Ag ⁺	-	р	н	н	н	н	н	н	н	-	н	р
Ba ²⁺	р	р	р	р	р	-	н	н	н	н	н	р
Ca ²⁺	р	р	р	р	р	-	н	м	н	н	н	р
Mg ²⁺	н	р	р	р	р	-	н	р	н	н	н	р
Zn ²⁺	н	р	р	р	р	н	н	р	н	н	н	р
Cu ²⁺	н	р	р	р	-	н	-	р	-	н	н	р
Hg ²⁺	-	р	р	м	н	н	-	р	-	-	н	р
Pb ²⁺	н	р	м	м	н	н	н	н	н	н	н	р
Sn ²⁺	н	р	р	р	м	н	-	р	-	-	н	р
Ni ²⁺	н	р	р	р	р	н	н	р	н	-	н	р
Cd ²⁺	н	р	р	р	р	н	н	р	н	-	н	р
Co ²⁺	н	р	р	р	р	н	н	р	н	-	н	р
Fe ²⁺	н	р	р	р	р	н	н	р	н	н	н	р
Fe ³⁺	н	р	р	р	-	-	-	р	-	н	н	р
Al ³⁺	н	р	р	р	р	-	-	р	-	н	н	р
Cr ³⁺	н	р	р	р	р	-	-	р	-	-	н	р

Розчинною (**Р**) вважають речовину, коли на 100 г розчинника припадає менше 10 г і більше 1 г розчиненої речовини. Мало розчинною (**М**) вважають речовину, коли на 100 г розчинника припадає менше 1 г і більше 0,01 г розчиненої речовини. Нерозчинною (**Н**) вважають речовину, коли на 100 г розчинника припадає менше 0,01 г розчиненої речовини. Прочерк (-) в таблиці означає, що сіль повністю руйнується водою (повний, необоротний гідроліз) або не існує.

Стандартні потенціали металічних електродів

Метал	Електродна реакція	ϕ°, V	Метал	Електродна реакція	ϕ°, V
Li	$Li^{+} + e \rightleftharpoons Li$	-3,05	Cd	$Cd^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cd$	-0,40
K	$K^{+} + e \rightleftharpoons K$	-2,92	Co	$Co^{2+} + 2e \rightleftharpoons Co$	-0,28
Ba	$Ba^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ba$	-2,91	Ni	$Ni^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ni$	-0,25
Ca	$Ca^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ca$	-2,87	Sn	$Sn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sn$	-0,14
Na	$Na^{+} + e \rightleftharpoons Na$	-2,71	Pb	$Pb^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pb$	-0,13
Mg	$Mg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mg$	-2,27	Fe	$Fe^{3+} + 3e \rightleftharpoons Fe$	-0,04
Be	$Be^{2+} + 2e \rightleftharpoons Be$	-1,85	H₂	$2H^{+} + 2e \rightleftharpoons H_2$	0,0
Al	$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$	-1,66	Cu	$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	+0,34
Ti	$Ti^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ti$	-1,63	Ag	$Ag^{+} + e \rightleftharpoons Ag$	+0,80
Mn	$Mn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mn$	-1,18	Hg	$Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg$	+0,85
Zn	$Zn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Zn$	-0,76	Pt	$Pt^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pt$	+1,19
Cr	$Cr^{3+} + 3e \rightleftharpoons Cr$	-0,71	Au	$Au^{3+} + 3e \rightleftharpoons Au$	+1,42
Fe	$Fe^{2+} + 2e \rightleftharpoons Fe$	-0,44			

Стандартні окисно-відновні потенціали

Електродна реакція	ϕ°, V
Окиснена форма + e \rightleftharpoons відновлена форма	
$MnO_4^{-} + 8H^{+} + 5e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,51
$MnO_4^{-} + 2H_2O + 3e \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^{-}$	+0,60
$MnO_4^{-} + e \rightleftharpoons MnO_4^{2-}$	+0,56
$MnO_2 + 4H^{+} + 2e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$	+1,23
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^{+} + 6e \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,33
$HNO_2 + H^{+} + e \rightleftharpoons NO + H_2O$	+0,99
$NO_3^{-} + 2H^{+} + e \rightleftharpoons NO_2 + H_2O$	+0,78
$NO_3^{-} + 4H^{+} + 3e \rightleftharpoons NO + 2H_2O$	+0,96
$2NO_3^{-} + 12H^{+} + 10e \rightleftharpoons N_2 + 6H_2O$	+1,24
$NO_3^{-} + 3H^{+} + 2e \rightleftharpoons HNO_2 + H_2O$	+0,94
$S + 2H^{+} + 2e \rightleftharpoons H_2S$	+0,14
$SO_4^{2-} + 4H^{+} + 2e \rightleftharpoons SO_2 + 2H_2O$	+0,17
$SO_4^{2-} + 8H^{+} + 6e \rightleftharpoons S + 4H_2O$	+0,36
$SO_4^{2-} + 10H^{+} + 8e \rightleftharpoons H_2S + 4H_2O$	+0,31
$H_2SO_3 + 4H^{+} + 4e \rightleftharpoons S + 3H_2O$	+0,45
$F_2 + 2e \rightleftharpoons 2F^{-}$	+2,84
$Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Cl^{-}$	+1,36
$Br_2 + 2e \rightleftharpoons 2Br^{-}$	+1,08
$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^{-}$	+0,53
$Co^{3+} + e \rightleftharpoons Co^{2+}$	+1,84
$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$	+0,77
$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}$	+0,15
$2Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg_2^{2+}$	+0,92
$PbO_2 + 4H^{+} + 2e \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2H_2O$	+1,45
$O_2 + 2H_2O + 4e \rightleftharpoons 4OH^{-}$	+0,40
$O_2 + 4H^{+} + 2e \rightleftharpoons 2H_2O$	+1,23
$O_2 + 2H^{+} + 2e \rightleftharpoons H_2O_2$	+0,68
$H_2O_2 + 2H^{+} + 2e \rightleftharpoons 2H_2O$	+1,78

ДОДАТОК

ПЕРІОДИ		VIII																																																				
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																																													
1	H 1,0079 Водень											He 4,0026 Гелій	Li 6,941 Літій	Be 9,0122 Берилій	B 10,811 Бор	C 12,011 Вуглець	N 14,007 Нітроген	O 15,999 Кисень	F 18,998 Флуор	Ne 20,179 Неон	Na 22,990 Натрій	Mg 24,305 Магній	Al 26,982 Алюміній	Si 28,086 Силіцій	P 30,974 Фосфор	S 32,066 Сульфур	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон	K 39,098 Калій	Ca 40,078 Кальцій	Sc 44,956 Скандій	Ti 47,88 Титан	V 50,942 Ванадій	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Манган	Fe 55,847 Залізо	Co 58,933 Кобальт	Ni 58,69 Нікель																
2	Li 6,941 Літій	Be 9,0122 Берилій	B 10,811 Бор	C 12,011 Вуглець	N 14,007 Нітроген	O 15,999 Кисень	F 18,998 Флуор	Ne 20,179 Неон	Na 22,990 Натрій	Mg 24,305 Магній	Al 26,982 Алюміній	Si 28,086 Силіцій	P 30,974 Фосфор	S 32,066 Сульфур	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон	K 39,098 Калій	Ca 40,078 Кальцій	Sc 44,956 Скандій	Ti 47,88 Титан	V 50,942 Ванадій	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Манган	Fe 55,847 Залізо	Co 58,933 Кобальт	Ni 58,69 Нікель	Cu 63,546 Мідь	Zn 65,38 Цинк	Ga 69,723 Галій	Ge 72,59 Германій	As 74,922 Арсен	Se 78,96 Селен	Br 79,904 Бром	Kr 83,80 Криптон	Rb 85,468 Рубідій	Sr 87,62 Стронцій	Y 88,906 Ітрій	Zr 91,224 Цирконій	Nb 92,906 Ніобій	Mo 95,94 Молибден	Tc 98,906 Технецій	Ru 101,07 Рутеній	Rh 102,91 Родій	Pd 106,42 Паладій										
3	Na 22,990 Натрій	Mg 24,305 Магній	Al 26,982 Алюміній	Si 28,086 Силіцій	P 30,974 Фосфор	S 32,066 Сульфур	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон	K 39,098 Калій	Ca 40,078 Кальцій	Sc 44,956 Скандій	Ti 47,88 Титан	V 50,942 Ванадій	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Манган	Fe 55,847 Залізо	Co 58,933 Кобальт	Ni 58,69 Нікель	Cu 63,546 Мідь	Zn 65,38 Цинк	Ga 69,723 Галій	Ge 72,59 Германій	As 74,922 Арсен	Se 78,96 Селен	Br 79,904 Бром	Kr 83,80 Криптон	Rb 85,468 Рубідій	Sr 87,62 Стронцій	Y 88,906 Ітрій	Zr 91,224 Цирконій	Nb 92,906 Ніобій	Mo 95,94 Молибден	Tc 98,906 Технецій	Ru 101,07 Рутеній	Rh 102,91 Родій	Pd 106,42 Паладій	Ag 107,87 Срібло	Cd 112,41 Кадмій	In 114,82 Індій	Sn 118,71 Станум	Sb 121,75 Стійбій	Te 127,60 Телур	I 126,90 Йод	Xe 131,29 Ксенон	Cs 132,91 Цезій	Ba 137,33 Барій	La 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафній	Ta 180,95 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,21 Реній	Os 192,22 Осмій	Ir 192,22 Ірідій	Pt 195,08 Платина
4	K 39,098 Калій	Ca 40,078 Кальцій	Sc 44,956 Скандій	Ti 47,88 Титан	V 50,942 Ванадій	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Манган	Fe 55,847 Залізо	Co 58,933 Кобальт	Ni 58,69 Нікель	Cu 63,546 Мідь	Zn 65,38 Цинк	Ga 69,723 Галій	Ge 72,59 Германій	As 74,922 Арсен	Se 78,96 Селен	Br 79,904 Бром	Kr 83,80 Криптон	Rb 85,468 Рубідій	Sr 87,62 Стронцій	Y 88,906 Ітрій	Zr 91,224 Цирконій	Nb 92,906 Ніобій	Mo 95,94 Молибден	Tc 98,906 Технецій	Ru 101,07 Рутеній	Rh 102,91 Родій	Pd 106,42 Паладій	Ag 107,87 Срібло	Cd 112,41 Кадмій	In 114,82 Індій	Sn 118,71 Станум	Sb 121,75 Стійбій	Te 127,60 Телур	I 126,90 Йод	Xe 131,29 Ксенон	Cs 132,91 Цезій	Ba 137,33 Барій	La 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафній	Ta 180,95 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,21 Реній	Os 192,22 Осмій	Ir 192,22 Ірідій	Pt 195,08 Платина								
5	Rb 85,468 Рубідій	Sr 87,62 Стронцій	Y 88,906 Ітрій	Zr 91,224 Цирконій	Nb 92,906 Ніобій	Mo 95,94 Молибден	Tc 98,906 Технецій	Ru 101,07 Рутеній	Rh 102,91 Родій	Pd 106,42 Паладій	Ag 107,87 Срібло	Cd 112,41 Кадмій	In 114,82 Індій	Sn 118,71 Станум	Sb 121,75 Стійбій	Te 127,60 Телур	I 126,90 Йод	Xe 131,29 Ксенон	Cs 132,91 Цезій	Ba 137,33 Барій	La 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафній	Ta 180,95 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,21 Реній	Os 192,22 Осмій	Ir 192,22 Ірідій	Pt 195,08 Платина	Au 196,97 Золото	Hg 200,59 Ртуть	Tl 204,38 Талій	Pb 207,2 Свинець	Bi 208,98 Висмут	Po [209] Полоній	At [210] Астат	Rn [222] Радон	Fr [223] Францій	Ra [226] Радій	Ac [227] Актиній	Th [232] Торій	Pa [231] Протактиній	U [238] Уран	Np [237] Нептуній	Pu [244] Плутоній	Am [243] Америцій	Cm [247] Кюріум	Bk [247] Берклій	Cf [251] Каліфорній	Es [252] Ейнштейній	Fm [257] Фермій	Md [258] Менделєєв	No [259] Нобелій	Lr [260] Лоуренсій	
6	Cs 132,91 Цезій	Ba 137,33 Барій	La 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафній	Ta 180,95 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,21 Реній	Os 192,22 Осмій	Ir 192,22 Ірідій	Pt 195,08 Платина	Au 196,97 Золото	Hg 200,59 Ртуть	Tl 204,38 Талій	Pb 207,2 Свинець	Bi 208,98 Висмут	Po [209] Полоній	At [210] Астат	Rn [222] Радон	Fr [223] Францій	Ra [226] Радій	Ac [227] Актиній	Th [232] Торій	Pa [231] Протактиній	U [238] Уран	Np [237] Нептуній	Pu [244] Плутоній	Am [243] Америцій	Cm [247] Кюріум	Bk [247] Берклій	Cf [251] Каліфорній	Es [252] Ейнштейній	Fm [257] Фермій	Md [258] Менделєєв	No [259] Нобелій	Lr [260] Лоуренсій																			
7	Fr [223] Францій	Ra [226] Радій	Ac [227] Актиній	Th [232] Торій	Pa [231] Протактиній	U [238] Уран	Np [237] Нептуній	Pu [244] Плутоній	Am [243] Америцій	Cm [247] Кюріум	Bk [247] Берклій	Cf [251] Каліфорній	Es [252] Ейнштейній	Fm [257] Фермій	Md [258] Менделєєв	No [259] Нобелій	Lr [260] Лоуренсій																																					
8	Ce 140,12 Церій	Pr 140,91 Прасеодим	Nd 144,24 Неодим	Pm [147] Прометій	Sm 150,36 Самарій	Eu 151,96 Європій	Gd 157,25 Гадоліній	Tb 158,93 Тербій	Dy 162,50 Диспрозій	Ho 164,93 Гольмій	Er 167,26 Ербій	Tm 168,93 Тулій	Yb 173,04 Йттербій	Lu 174,97 Лютецій																																								
9	Th [232] Торій	Pa [231] Протактиній	U [238] Уран	Np [237] Нептуній	Pu [244] Плутоній	Am [243] Америцій	Cm [247] Кюріум	Bk [247] Берклій	Cf [251] Каліфорній	Es [252] Ейнштейній	Fm [257] Фермій	Md [258] Менделєєв	No [259] Нобелій	Lr [260] Лоуренсій																																								

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *О.М.Степаненко, Л.Г.Рейтер та інші.* Загальна та неорганічна хімія. Ч.1, 2. – К.: Педагогічна преса, 2002.– 520 с.
2. *Н.Л.Глинка.* Общая химия.– Л:Химия, 1986.– 704 с.
3. *Н.С.Ахметов.* Общая и неорганическая химия.– М.:Высш. шк., 2001.–743 с.
4. *Коровин Н. В.* Общая химия. – М.: Высш. шк., 2000. – 559 с.
5. *Григор`єва В. В., Самійленко В. В., Сич А. М.* Загальна хімія. – К.: Вища шк., 1991. – 431 с.
6. *Н.В. Романова.* Загальна та неорганічна хімія. – К.: Перун, 2002. – 480 с.