

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій

Кафедра ґрунтознавства та агрохімії

ЗАГАЛЬНА ТА ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Частина I

методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт
здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП
“Харчові технології” спеціальності 181 “Харчові технології” денної
форми здобуття вищої освіти

Миколаїв

2026

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій, Миколаївського національного аграрного університету від 2026 р., протокол № 5 від 12.02.26.

Укладач:

Л. М. Гирля – канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та агрохімії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

С. С. Мельничук – канд. біол. наук, доцент кафедри Екології та природоохоронних технологій Національного університету Кораблебудування імені адм.Макарова;

В. Г. Миколайчук – канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет.

ЗМІСТ

	стор.
Передмова.....	4
Про порядок виконання практикуму	5
Лабораторна робота № 1 "Класи неорганічних сполук"	9
Лабораторна робота № 2 "Об'ємне визначення молярної маси еквівалента металу"	13
Лабораторна робота № 3 "Хімічна кінетика. Хімічна рівновага"	16
Лабораторна робота № 4 "Приготування розчинів певної концентрації"	20
Лабораторна робота № 5 "Розчини електролітів. Реакції іонного обміну. Гідроліз солей"	24
Лабораторна робота №6 "Окисно-відновні реакції"	28
Лабораторна робота 7. Властивості s-елементів.....	31
Лабораторна робота 8. Властивості p-елементів.....	34
Лабораторна робота 9.Властивості d-елементів.....	38
Лабораторна робота 10. Комплексні сполуки.....	41
Рекомендована література	44
Додатки.....	45

Передмова

Загальна та органічна хімія є однією з основних фундаментальних дисциплін в підготовці фахівців сільського господарства спеціальності 181 “Харчові технології”. В процесі вивчення хімії у здобувачів вищої освіти формується науковий світогляд, розвивається теоретичне мислення, здатність аналізувати явища і застосовувати хімічні закони. Знання з хімії є теоретичною основою для наступного вивчення як загальних, так і спеціальних дисциплін. Метою викладання хімії є оволодіння теоретичними основами дисципліни та формування навиків проведення хімічних дослідів. Викладання дисципліни ведеться в рамках кредитно – модульної системи, весь навчальний курс розбито на два модулі: загальна хімія та органічна хімія.

В поданих методичних матеріалах перед кожною лабораторною роботою представлені контрольні питання, на які необхідно звернути увагу при підготовці до виконання лабораторної роботи. Слід уважно виконувати хімічні досліди, які дають можливість переконатися у вірності того чи іншого теоретичного положення. На лабораторних заняттях студенти поглиблюють теоретичні знання і оволодівають навиками та технікою хімічного експерименту. Пропоновані методичні рекомендації видані з метою надати допомогу здобувачам вищої освіти при виконанні лабораторних робіт із загальної та органічної хімії.

ПРО ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРАКТИКУМУ

Лабораторні заняття із загальної та органічної хімії проводяться за планом, з яким студенти знайомляться на першому занятті. Теми занять присвячені основним розділам теоретичного курсу - властивості розчинів; класи неорганічних сполук з точки зору теорії електролітичної дисоціації; закономірності перебігу хімічних реакцій; окисно-відновні процеси; властивості елементів.

Кожне лабораторне заняття проводиться за такою схемою: короткий інструктаж про роботу, контроль знань студентів (письмове або усне опитування), виконання дослідів, захист лабораторної роботи.

Для успішного виконання практикуму необхідно самостійно готуватися до кожного практичного заняття і виконувати лабораторну роботу згідно з її описом в методичному посібнику.

Підготовка до лабораторного заняття включає:

а) вивчення теоретичного матеріалу за допомогою конспекту, лекцій, підручників і посібників. Особливу увагу необхідно звернути на питання перед кожною лабораторною роботою. Зазначені питання обговорюються перед виконанням дослідів. За результатами відповідей на ці питання викладач оцінює знання студента і допускає (чи не допускає) його до виконання лабораторної роботи;

б) письмове оформлення домашнього завдання в лабораторному журналі (для конспекту лекцій необхідно мати окремий зошит);

в) знайомство з методикою проведення лабораторної роботи.

Здобувачі вищої освіти, які з тих чи інших причин не виконали чергову лабораторну роботу, зобов'язані відпрацювати її за встановленим в лабораторії графіком.

При оформленні виконаної роботи в лабораторному журналі необхідно дотримуватися зразка, що поданий нижче.

Протокол №

Дата виконання роботи _____

Лабораторна робота_____
Назва роботи за планом

Дослід №1 _____

Назва досліду

Короткий опис досліду

Спостереження _____

Рівняння реакції _____

Висновок _____

Дослід № 2

Під час лабораторної роботи необхідно всі записи вести виключно в лабораторному журналі.

В лабораторії загальної та органічної хімії доводиться працювати з розчинами кислот, лугів, отруйними речовинами, тому необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки та певного порядку виконання роботи.

1. Студентам дозволяється працювати тільки в присутності викладача.

2. Забороняється перебування в лабораторії без лабораторного халату.

3. Робоче місце, закріплене за студентом, необхідно тримати в зразковій чистоті. Реактиви, що випадково пролиті або просипані на столі, підлозі необхідно негайно прибрати.

4. Не захаращувати робоче місце непотрібними в даний момент речами (портфелями, головними уборами тощо).

5. Категорично забороняється проводити досліди, що не відносяться до лабораторної роботи без погодження з викладачем.

6. При користуванні реактивами необхідно дотримуватися охайності:

а) всі склянки з розчинами, банки з сухими реактивами необхідно тримати закритими, відкривати їх тільки під час користування;

б) закриваючи склянки, не плутати пробок, тому що в цьому випадку реактиви забруднюються і стають непридатними для користування;

в) реактиви загального користування не відносити на робочі місця;

г) надлишок взятого реактиву ні в якому разі не висипати і не виливати в склянку, з якої він був узятий;

д) при наливанні розчину необхідно, щоб розчин не торкався етикетки;

е) корок від склянки необхідно класти на стіл таким чином, щоб її частина, що з'єднується з горлом склянки, не торкалась столу;

є) у всіх випадках брати мінімальну кількість реактиву (наприклад, розчину 1-2 мл);

з) категорично забороняється пробувати реактиви на смак, тому що деякі з них деякою мірою отруйні.

7. Всі досліди з концентрованими кислотами, отруйними речовинами, препаратами, що легко займаються, необхідно проводити в шафі під витягом.

8. При нагріванні пробірки з реакційною сумішшю необхідно тримати її отвором від себе і від людей, що знаходяться поруч.

9. Якщо на обличчя чи руки попадуть бризки концентрованої кислоти, їх необхідно змити великою кількістю води, промити уражене місце розведеним розчином соди або амоніаку і знову змити

водою. Місце на тілі, що уражене концентрованим лугом, необхідно промити великою кількістю води, далі розведеним розчином ацетатної кислоти і знову - водою.

10. У випадку опіку полум'ям горілки чи нагрітим предметом змочити уражене місце концентрованим розчином калій перманганату.

11. Якщо дослід не вдався, необхідно продумати все спочатку, порадитися з викладачем і знову виконати дослід.

12. Після закінчення роботи без нагадування вимити посуд, прибрати робоче місце.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

При вивченні цієї теми необхідно дотримуватися плану.

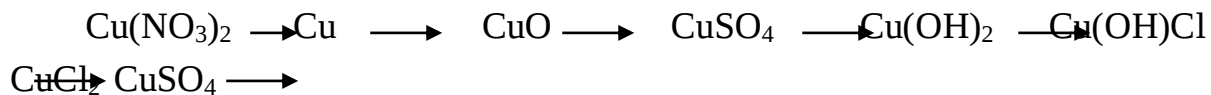
1. Визначення класу.
2. Номенклатура і класифікація сполук класу.
3. Хімічні властивості (рівняння хімічних реакцій).
4. Методи добування.

Контрольні питання

1. Які основні класи неорганічних сполук Ви знаєте? Дайте коротку характеристику кожному з них.
2. Назвіть методи добування оксидів. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
3. За допомогою яких реакцій можна встановити природу амфотерних оксидів? Які елементи утворюють амфотерні оксиди?
4. Властивості і способи добування кислот. Напишіть відповідні рівняння реакцій. Чим визначається основність кислот?
5. З якими із зазначених сполук буде взаємодіяти їдке калі КОН: H_3PO_4 , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, AgNO_3 , MgO ? Наведіть відповідні рівняння реакцій.
6. Які солі називають середніми, кислими і основними? Приведіть по три приклади кожної з них.
7. За допомогою яких реакцій можна перетворити зазначені солі в середні: $\text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$, MgOHCl , K_2HPO_4 , $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.
8. Принципи наукової номенклатури неорганічних сполук. Назвіть за цією номенклатурою наступні речовини:
 HNO_2 , HNO_3 , $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$, K_3AsO_4 , K_2SnO_2 , K_2SnO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$.

9. Властивості солей, способи їх добування. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

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



ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід № 1. Добування оксидів

а) Візьміть тонку мідну пластинку, зажміть її тигильними щипцями і нагрійте в полум'ї пальника. Яка речовина утворилася внаслідок реакції? Напишіть відповідне рівняння реакції.

б) На дно сухої пробірки помістіть трохи основного карбонату купруму (II) (малахіту) і нагрівайте в полум'ї до тих пір, поки сіль не перетвориться в чорний порошок. Зверніть увагу на виділення пари води на стінках пробірки. Запишіть рівняння реакції розкладу малахіту. Коли пробірка вистигне, розділіть її вміст на 2 частини. В одну з пробірок прилийте розведену сульфатну кислоту, а в другу - розчин їдкого натру. Обережно нагрійте вміст пробірок. Що спостерігаєте? Запишіть рівняння реакцій. Зробіть висновок щодо способів добування оксидів.

Дослід 2. Добування гідроксидів

а) В пробірку помістіть небагато негашеного вапна, додайте води і добре перемішайте вміст пробірки. Дайте рідині відстоятися і випробуйте реакцію розчину фенолфталеїном. Чому змінилося забарвлення розчину? Запишіть рівняння реакції, зробіть висновок відносно середовища розчину.

б) В одну пробірку налейте 1-2 мл розчину ферум хлориду (III), а в другу - розчин солі нікелю (II). В кожну з пробірок налейте 1-2 мл розчину їдкого натру.

Що спостерігаєте? Запишіть спостереження і рівняння реакцій. Зробіть висновок про добування гідроксидів металів, оксиди яких розчинні і нерозчинні у воді.

Дослід 3. Амфотерні гідроксиди та їх властивості

Візьміть 2 пробірки. В одну налейте розчин цинк сульфату, а в другу - алюміній сульфату. По каплям в кожну пробірку додайте розчин лугу до утворення осаду (муті). Вміст кожної пробірки (осад разом з рідиною) розділіть на 2 частини. В перші дві пробірки налейте по 1 мл сульфатної кислоти, в другу- розчин лугу до повного розчинення осадів.

Поясніть причину розчинення осадів і запишіть рівняння реакцій в молекулярній, іонній і скороченій іонній формах.

Дослід 4. Добування кислот

а) Небагато оксиду фосфору (V) змочіть в пробірці водою. Розчин випробуйте метил оранжевим. Чому змінилось забарвлення розчину? Запишіть рівняння реакції добування кислоти.

б) Помістіть декілька кристаликів натрій ацетату в пробірку і додайте 1-2 краплі розчину сульфатної кислоти. Визначте за запахом, яка речовина утворилась. Напишіть відповідне рівняння реакції. Зробіть висновок про способи добування кислот.

Дослід 5. Добування солей

а) Налейте в пробірку 2-3 мл вапняної води і обережно з апарату Кіппа пропускайте вуглекислий газ до тих пір, поки утворений на початку дослідів білий осад (що це за речовина?) не розчиниться. Запишіть рівняння реакцій.

б) В пробірку налейте 1-2 мл розчину купрум сульфату і по каплям добавляйте розчин їдкого натру. Утворюється основна сіль міді. $2\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = (\text{CuOH})_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

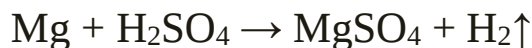
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ОБ'ЄМНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТА МЕТАЛУ**Контрольні питання та задачі**

1. Що розуміють під еквівалентом елемента ?
2. Як пов'язані між собою атомна маса елемента і його еквівалент?
3. Сформулюйте закон еквівалентів та запишіть його математичний вираз.
4. Що називають еквівалентом складної речовини ?
5. Чому дорівнюють молярні маси еквівалентів кислот, основ, солей? Наведіть приклади.
6. Як визначити молярну масу еквівалента оксиду ?
7. Обчисліть молярні маси еквівалентів речовин : Al_2S_3 , H_3PO_4 , CH_3COOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
8. Обчисліть об'єми еквівалентів водню і кисню (умови нормальні).
9. Обчисліть молярну масу еквівалента кальцію, якщо 8г металу при спалюванні утворюють 11,2г кальцій оксиду.
10. На нейтралізацію 2,25г кислоти витратили 2г їдкого натру. Визначте молярну масу еквівалента кислоти.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

В поданій роботі еквівалент магнію визначають за кількістю водню, що витискується магнієм з розчину сульфатної кислоти



Хід роботи. Прилад, в якому проводиться дослід, складається з бюретки 1, закріпленої вертикально в штативі 2 (рис. 1). До нижнього кінця бюретки за допомогою гумової трубки 3 приєднана лійка 4, яка теж закріплена в штативі.

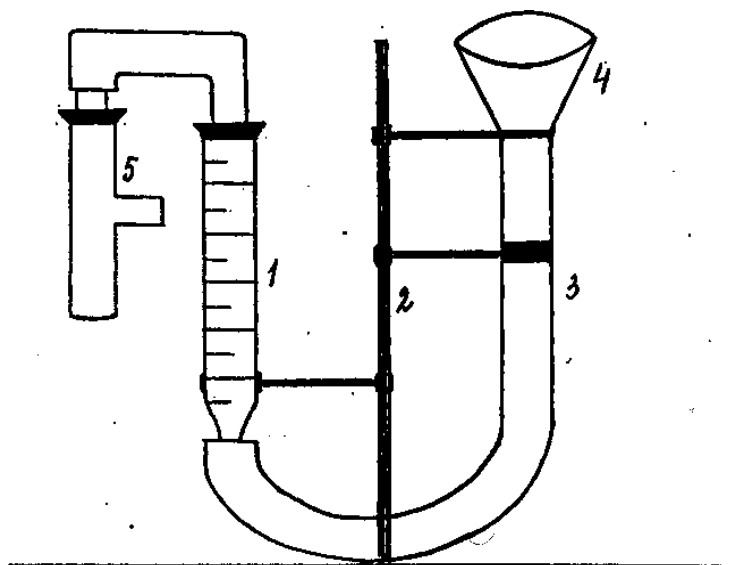


Рис.1. Прилад для вимірювання молярної маси еквівалента металу

До верхнього кінця бюретки через корок з гумовою трубкою приєднується пробірка 5. В бюретці знаходиться вода. Перед початком роботи перевірте прилад на герметичність. Для цього закрийте пробірку 5 пробкою, опустіть лійку вниз на 10 – 15 см і спостерігайте рівень води в бюретці. Якщо прилад герметичний, то рівень води в бюретці спочатку знизиться, а тоді залишиться без змін. Якщо рівень води весь час знижується, то необхідно щільніше закрити корками лійку і пробірку. Переконавшись в герметичності приладу, поверніть лійку в колишнє положення.

Отримайте магній у лаборанта і запишіть його масу. Промийте пробірку водою і налейте в пробірку на $1/3$ об'єму розчин розведеної сульфатної кислоти. Прикріпіть до внутрішньої стінки пробірки магній, завернутий в папір. Приєднайте пробірку до приладу таким чином, щоб не було контакту металу з кислотою. Відзначте і запишіть рівень води в бюретці (V_1). Відрахування виконуйте за нижнім меніском з точністю до 0,2 мл. Приведіть в контакт метал з кислотою. Водень, що виділяється внаслідок реакції витискує воду з бюретки 1 у лійку 4. Після закінчення реакції (весь магній розчиниться, розчин стане прозорим) і пробірка вистигне до кімнатної температури, запишіть рівень води в бюретці (V_2). Різниця ($V_2 - V_1$) буде дорівнювати об'єму виділеного водню.

Експериментальні дані запишіть в лабораторний журнал.

1. Маса магнію, m , г.

2. Об'єм водню $V_{H_2} = V_2 - V_1$, мл.

3. Абсолютна температура T° , К.

4. Температура повітря в приміщенні, $t^\circ\text{C}$.

5. Атмосферний тиск P , мм рт. ст.

6. Тиск насиченої водяної пари P_{H_2O} за кімнатної температури визначте за таблицею пружності пари, мм рт. ст.

7. Парціальний тиск водню P_{H_2} обчисліть за формулою:

$$P_{H_2} = P - P_{H_2O}, \text{ мм рт. ст.}$$

Обчислення молярної маси еквівалента магнію

І. Приведіть виміряний в досліді об'єм водню до нормальних умов, виходячи з рівняння газового стану

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_o V_o}{T}; \frac{P_{H_2} V_{H_2}}{T} = \frac{P_o V_o (H_2)}{T_o}; V_o (H_2) = \frac{P_{H_2} * V_{H_2} * T_o}{T * P_o}$$

де $V_{H_2} = V_2 - V_1$

2. Запишіть рівняння реакції взаємодії магнію з розведеною сульфатною кислотою. На основі закону еквівалентів обчисліть експериментальне значення молярної маси еквівалента магнію

$$\frac{m_{Mg}}{V_o(H_2)} = \frac{M_{E(Mg)}}{M_{E(H_2)}}; M_{E(Mg)} = \frac{m * 11200}{V_o(H_2)}$$

3. Порівняйте молярну масу еквівалента металу, знайдену в досліді, з її теоретичним значенням. Обчисліть помилку досліду за формулою:

$$n\% = \pm \frac{M_{E\text{теор}} - M_{E\text{експер}}}{M_{E\text{теор}}}$$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ХІМІЧНА КІНЕТИКА. ХІМІЧНА РІВНОВАГА

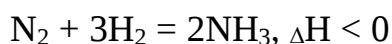
Контрольні питання і задачі

1. Що розуміють під швидкістю хімічної реакції?
2. Від яких факторів залежить швидкість реакції?
3. Сформулюйте основний закон хімічної кінетики.
4. Чим пояснюється збільшення швидкості реакції з підвищенням температури?

5. Через яку величину впливає природа реагуючої речовини на швидкість реакції?

6. Поясніть механізм дії каталізатора на швидкість хімічної реакції, на хімічну рівновагу?

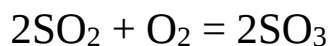
7. Запишіть математичний вираз константи рівноваги для наступних реакцій: $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$, $\Delta H > 0$



Як зміститься рівновага кожної з реакцій, якщо

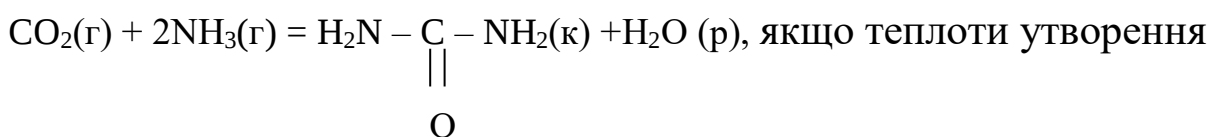
- а) підвищити температуру;
- б) зменшити тиск ?

8. Запишіть математичний вираз для швидкості прямої реакції



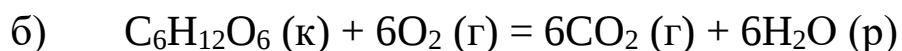
Як зміниться швидкість прямої реакції, якщо тиск в системі зменшити у 3 рази?

9. Обчисліть тепловий ефект процесу синтезу сечовини



складають: сечовини “– 320,5 кДж/моль”; амоніаку “– 46,2 кДж/моль”; $\text{CO}_2(\text{г})$ “– 393,5 кДж/моль”; $\text{H}_2\text{O}(\text{р})$ “– 285,8 кДж/моль”. Сформулюйте закон Геса і наслідок з нього.

10. Обчисліть величини теплових ефектів реакцій перетворення глюкози, що відбуваються в організмі

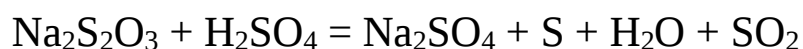


Теплоти утворення глюкози і етанолу відповідно дорівнюють “– 1273 кДж/моль” та “– 277,6 кДж/моль”. Яка з цих реакцій дає організму більше енергії?

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід I. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації

Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації розглянемо на прикладі реакції взаємодії натрій тіосульфату з сульфатною кислотою



Сірка, що виділяється внаслідок реакції, викликає на початку досліду опалесценцію, а далі спостерігається помутніння розчину. За проміжок часу від початку реакції (момент зливання розчинів) до кінця реакції (помітне помутніння) можна говорити про відносну швидкість реакції.

Увага! Для кожної з речовин призначений свій циліндр: для натрій тіосульфату - циліндр з написом $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, для сульфатної кислоти - циліндр з написом H_2SO_4 . Під час роботи циліндри не плутати! Воду набирайте в окремий циліндр.

Візьміть 3 пробірки, пронумеруйте їх. В першу додайте 2 мл розчину натрію тіосульфату та 4 мл дистильованої води; в другу - 4 мл розчину натрій тіосульфату та 2 мл води; в третю - 6 мл розчину

натрій тіосульфату. В три інші пробірки налейте по 3 мл 1н. розчину сульфатної кислоти.

Злийте по черзі попарно приготовлені розчини. Секундомір включайте в момент зливання розчинів. При появі опалесценції в пробірці виключіть секундомір і запишіть час утворення муті. Відносну швидкість реакції обчисліть як величину, обернену до часу, витраченому на утворення муті в розчині. Результати запишіть в таблицю.

Таблиця 1

Залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин

№ пробірки	Об'єм $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, мл	Сумарний об'єм, мл	Відносна концентрація $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Відносна швидкість реакції $1/t$, сек
1				
2				
3				

За отриманими даними побудуйте графік залежності швидкості реакції ($1/t$) від концентрації натрій тіосульфату.

Зробіть висновок щодо залежності швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючої речовини.

Дослід 2. Залежність швидкості реакції від температури

В одну пробірку налейте 3 мл розчину натрій тіосульфату, в другу - 3 мл розчину сульфатної кислоти. Обидві пробірки помістіть в стакан з водою і витримайте їх у воді 5-7 хвилин, щоб пробірки прийняли температуру води. Злийте вміст пробірок (пробірку з тіосульфатом з стакана не виймати). Зазначте час з моменту зливання розчинів до утворення муті. Проведіть ще 2 аналогічних досліди при температурах на 10 і 20 градусів вище, ніж у першому досліді. Результати дослідів занесіть в таблицю.

Таблиця 2

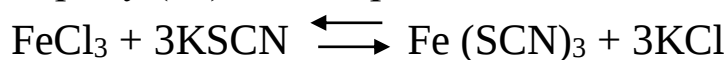
Залежність швидкості реакції від температури

№ дослід у	Об'єм розчину, мл		Температура, °C	Час утворення муті, сек.	Відносна швидкість реакції, (1/t), сек. ⁻¹
	Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ SO ₄			
1					
2					
3					

За отриманими даними побудуйте графік залежності відносної швидкості реакції від температури та зробіть висновок про вплив температури на швидкість хімічної реакції.

Дослід 3. Зміщення хімічної рівноваги

Зміщення хімічної рівноваги розглянемо на прикладі реакції взаємодії ферум хлориду (III) з калій роданідом



Сполука Fe(SCN)₃ забарвлена в інтенсивно-червоний колір, FeCl₃ - жовтого кольору, а KSCN та KCl - безбарвні, тому зміна концентрації будь-якої речовини приведе до зміни забарвлення розчину. Це дозволяє спостерігати, в якому напрямку зміщується рівновага при зміні концентрації реагуючих речовин або продуктів реакції.

В невеликий стакан налейте 30 мл дистильованої води і додайте 1-2 краплі насичених розчинів ферум хлориду (III) і калій роданіду. Добутий розчин розлийте в 4 пробірки. Першу пробірку залиште для порівняння. В другу пробірку додайте 2-3 краплі концентрованого розчину ферум хлориду (III), в третю - 2-3 краплі розчину калій роданіду, в четверту - небагато кристалічного калій хлориду. Вміст пробірок перемішайте і порівняйте їх забарвлення з забарвленням

контрольного розчину у першій пробірці. Що спостерігається? Результати досліду запишіть в таблицю.

Таблиця 3

Зміщення хімічної рівноваги залежно від концентрації
добавленого реактиву

Номер пробірки	Добавлений реактив	Зміна інтенсивності забарвлення (посилення, послаблення)	Напрямок зміщення рівноваги (вліво, вправо)
1	FeCl_3		
2	KSCN		
3	KCl		

Зробіть висновок щодо зміщення рівноваги хімічної реакції залежно від концентрації початкових речовин і продуктів реакції.

Складіть математичний вираз для константи рівноваги реакції, що вивчається.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 ПРИГОТУВАННЯ РОЗЧИНІВ ПЕВНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ

Контрольні питання і задачі

1. Що називають розчинами?
2. Що таке концентрація розчину? Дайте визначення основним концентраціям розчинів.

3. При приготуванні поживного розчину для рослин на 1 л дистильованої води добавили 3 г калій нітрату і 5 г калій дигідрофосфату. Обчисліть масову частку кожної з солей в добутому розчині.
4. В лабораторії є одномолярний і однонормальний розчини сульфатної кислоти об'ємом по 1 літрі. Чи однакова маса кислоти в кожному з розчинів?
5. Обчисліть кількість мікроелемента цинку, яка потрібна для обприскування 10 га виноградників, якщо відомо, що для позакореневого живлення одного кущу витрачається в середньому $0,2 \text{ л } 8 \cdot 10^{-5} \text{ н. розчину цинк сульфату}$, а на 1 га вирощують 3000 кущів винограду.
6. Обчисліть молярну концентрацію 10% розчину їдкого натру ($\rho = 1,115 \text{ г/см}^3$).
7. Визначте молярну концентрацію та молярну частку розчиненої речовини в 35 % (за масою) розчину сахарози ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).
8. Який об'єм 96% (за масою) сульфатної кислоти ($\rho = 1,84 \text{ г/мл}$) та яку масу води необхідно взяти для приготування 300 мл 15 % (за масою) розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,1 \text{ г/мл}$).
9. Обчисліть титр 4,15 н. розчину фосфатної кислоти.
10. В 500 г води розчинено при нагріванні 300 г амоній хлориду. Яка маса солі виділиться з розчину при охолодженні його до 50°C , якщо розчинність солі за цієї температури дорівнює 50 г в 100 г води.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Ця робота складається з двох взаємозв'язаних частин:

1. Приготування розчину натрій хлориду з певною масовою часткою NaCl шляхом розчинення солі у воді.
2. Приготування розчину певної молярної концентрації еквівалента NaCl шляхом розведення розчину, приготовленого у першій частині роботи.

I. Приготування розчину натрій хлориду з певною масовою часткою

Обчисліть, скільки грамів натрій хлориду і який об'єм (масу) води необхідно взяти для приготування 100 мл розчину заданої викладачем концентрації. Густину води прийміть за 1 г/мл. На аналітичних терезах зважте з точністю 0,0002 г обчислену масу натрій хлориду. Обережно перенесіть сіль через лійку в мірну колбу, додайте дистильованої води (обов'язково нижче позначки) і перемішуючи, розчиніть сіль. Доведіть розчин дистильованої води до позначки (око повинно знаходитись на рівні нижнього меніску рідини), ретельно перемішайте розчин. Визначте молярну концентрацію еквівалента, масову частку та титр утвореного розчину.

II. Приготування розчину натрій хлориду певної молярної концентрації еквівалента з початкового розчину методом розбавлення

Розглянемо зразок розрахунку кількості солі при приготуванні розчину з більш концентрованого.

Є 48 % розчин мідного купоросу, густиною 1,4 г/мл. Скільки такого розчину необхідно взяти для приготування 3 л 0,2 н. розчину? Обчислимо кількість солі, яка міститься в 3 л 0,2 н. розчину. Молярна маса еквівалента $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ дорівнює $M/2 = 250/2 = 125$ г/моль.

В 1 л 0,2 н. розчину міститься $0,2 \cdot 125 = 25$ г солі; в 3 л такого розчину міститься 75 г солі.

Обчислимо, в якій кількості 48% розчину міститься 75 г мідного купоросу.

В 100 г вихідного розчину міститься – 48 г мідного купоросу

$$\begin{array}{rcl} x \text{ г} & - & 75 \text{ г мідного купоросу} \\ x = 100 * 75 / 48 = 187,5 \text{ г.} \end{array}$$

Обчислимо, який об'єм займають 187,5 г 48 % розчину мідного купоросу

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{187,5 \text{ г}}{1,4 \frac{\text{г}}{\text{мл}}} = 133,9 \text{ мл}$$

Таким чином, для приготування 3 л 0,2 н. розчину мідного купоросу необхідно взяти 133,9 мл 48% розчину мідного купоросу і додати 2 л 866 мл води (густина води приймаємо за 1 г/мл).

Виконання роботи. Одержіть у викладача завдання. Обчисліть кількість розчину, приготовленого в першій частині, та води, необхідні для приготування заданого розчину. Відмірте обчислений об'єм води, влийте його в колбу і туди ж додайте обчислену кількість концентрованого розчину. Ретельно перемішайте вміст колби. Виміряйте ареометром густину приготовленого розчину і визначте за таблицею його концентрацію. Обчисліть помилку досліду

$$n\% = + / - \frac{C_{\text{експер}} - C_{\text{теор}}}{C_{\text{теор}}} * 100 \%$$

де $C_{\text{теор}}$ – концентрація, обчислена залежно від густини розчину за таблицею;

$C_{\text{експер}}$ – концентрація, обчислена на основі експериментальних даних (кількості початкового концентрованого розчину та води)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

РОЗЧИНИ ЕЛЕКТРОЛІТІВ. РЕАКЦІЇ ІОННОГО ОБМІНУ

Контрольні питання

1. В чому полягає суть теорії електролітичної дисоціації?
 2. Що таке ступінь дисоціації електроліту і від яких факторів він залежить?
 3. Який зв'язок існує між константою і ступенем дисоціації слабого електроліту?
 4. Як визначають сильні та слабкі електроліти?
 5. Ізотонічний коефіцієнт, його фізичний зміст.
 6. В 100 г води міститься 9,14 г сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$. Обчисліть осмотичний тиск цього розчину при 293К; температуру кипіння розчину, тиск насиченої пари над розчином при 293К. Тиск насиченої пари води при 293К дорівнює 2,337 кПа. Густина розчину сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$ дорівнює 1,071 г/мл.
 7. Поясніть, чому цинк гідроксид розчиняється і в кислотах і в лугах.
 8. Закінчіть рівняння реакцій та запишіть їх в молекулярному, повному іонному та скороченому іонному вигляді
 - а) $CaCl_2 + H_3PO_4 \rightarrow$
 - б) $K_2CO_3 + CH_3COOH \rightarrow$
 - в) $Ba(OH)_2 + HCl \rightarrow$
- У якому напрямку відбуваються реакції між іонами?
9. Що таке водневий показник рН ? Як можна виміряти його величину?
 10. рН розчину свіжоприготовленого яблучного соку складає 3,76. Обчисліть концентрацію іонів водню у розчині.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

ДОСЛІД 1. Змінення забарвлення індикаторів залежно від середовища розчину

Візьміть 3 чистих пробірки, налейте в кожную з них по 2 мл дистильованої води. Додайте в кожную пробірку фенолфталеїн, метилоранж і універсальний індикаторний папір. Спостерігайте забарвлення індикаторів у дистильованій воді, запишіть колір розчину в таблицю.

Візьміть 3 інші пробірки і додайте в кожную з них по 2 мл натрій гідроксиду. Додайте в кожную пробірку фенолфталеїн, метилоранж і індикаторний папір. Чому змінилося забарвлення фенолфталеїну і індикаторного паперу? Проведіть аналогічний дослід з розчином соляної кислоти. Результати занесіть у таблицю.

Таблиця 4

Змінення забарвлення індикаторів залежно від середовища

розчин	Забарвлення індикатору			середовище	pH
	фенолфталеїн	метилоранж	універсальний індикаторний папір		
H ₂ O					
NaOH					
HCl					

Зробіть висновок про вплив середовища на забарвлення індикатору.

ДОСЛІД 2. Іонні реакції з утворенням осаду

а) У пробірку з розчинами натрій сульфату, цинк сульфату, розведеної сульфатної кислоти додайте по 1 мл розчину барій хлориду. Що спостерігається? Запишіть рівняння реакцій у молекулярній, іонній і скороченій іонній формах.

б) В дві пробірки налейте по 1 мл розчинів ферум (II) сульфату (II) і ферум (III) хлориду. В обидві пробірки додайте по 1 мл розчину лугу. Поясніть, чому випали осади різного кольору? Запишіть рівняння реакцій у молекулярній, повній іонній та скороченій іонній формах.

ДОСЛІД 3. Іонні реакції з утворенням слабого електроліту

а) У пробірку налейте 1 мл розчину амоній хлориду і додайте розчин лугу. Визначте газ, що виділяється, за запахом.

б) До 1 мл розчину натрій карбонату обережно додайте 1 мл соляної кислоти. Спостерігайте виділення газу.

в) У пробірку налейте 1 – 2 мл натрій ацетату, додайте 1 мл сульфатної кислоти. Визначте за запахом кислоту, що утворилась внаслідок реакції.

До всіх трьох випадків досліду 3 напишіть відповідні реакції у молекулярній, повній іонній та скороченій іонній формах.

ДОСЛІД 4. Вплив однойменного іонів на ступінь дисоціації слабких електролітів

а) До 1 – 2 мл розчину ацетатної кислоти додайте 1 – 2 краплі метилоранжу. Розчин поділіть на 2 частини. В одну пробірку додайте декілька кристаликів натрій ацетату, другу пробірку залиште без змін. Поясніть, чому змінилося забарвлення розчину в першій пробірці.

б) До 1 – 2 мл розведеного розчину амоній гідроксиду додайте 1 – 2 краплі фенолфталеїну. Розчин розділіть на 2 частини. Одну пробірку залиште для порівняння, а в другу – додайте декілька

кристаликів амоній хлориду. Поясніть змінення забарвлення розчину в другій пробірці.

ДОСЛІД 5. Дослідження реакції середовища в розчинах солей

Приготуйте 6 пробірок.

Додайте в кожную пробірку окремо по 2 мл розчинів амоній хлориду, натрій ацетату, алюміній сульфату, натрій карбонату, калій хлориду, натрій сульфату. В кожную пробірку додайте по 2-3 краплі фенолфталеїну.

Чим пояснити виникнення малинового кольору в деяких пробірках? У пробірки з розчинами, що не змінили свого забарвлення, додайте 2-3 краплі метилоранжу. Чому колір став рожевим? Поясніть відсутність зміни забарвлення метилоранжу в інших пробірках.

Результати дослідів занесіть у таблицю

Таблиця 5

Зміна середовища розчину залежно від гідролізу солей

№ п/п	формула солі	середовище розчинів			яким лугом і кислотою (сильними чи слабкими) утворена сіль	ВИСНОВОК
		лужне	кисле	нейтральне		
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Напишіть молекулярні, іонні і скорочені іонні рівняння реакцій гідролізу тих солей, що піддалися гідролізу. Для солі натрій карбонату визначте ступінь гідролізу, концентрацію іонів Гідрогену та гідроксид-іонів за загальної концентрації солі 0,1 моль/л.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6
ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ
Контрольні питання та завдання

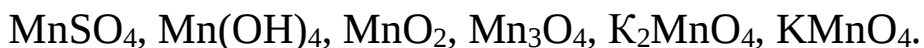
1. На основі електронної теорії поясніть суть процесів окиснення і відновлення.

2. Які речовини називають окисниками, а які відновниками? Наведіть приклади.

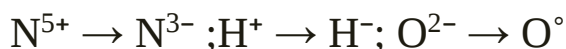
3. Що таке окисно-відновна двоїстість? Які елементи володіють цією властивістю?

4. Де розташовані елементи-відновники і елементи-окисники в періодичній системі Д. І. Менделєєва?

5. Визначте ступінь окиснення Мангану в сполуках:



6. Які процеси відбуваються з атомами або іонами в перетвореннях:

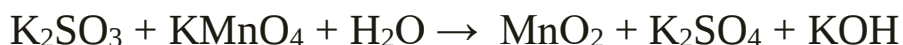
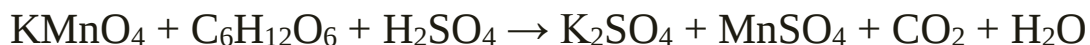


Нітрифікація або перетворення амоніаку (амонію) в нітрати відбувається за схемою



7. Вкажіть ступень окиснення Нітрогену і процес, який відбувається на кожній стадії.

8. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти в рівняннях реакцій



9. Чому дигідро­ген­суль­фід не можна осушувати сульфатною кислотою? Відповідь доведіть рівнянням реакції.

10. Як впливає середовище (кисле, нейтральне та лужне) на відновлення іону перманганату?

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

ДОСЛІД 1. Окиснення йодид-іонів іонами феруму (III)

У пробірку додайте 1-2 мл розчину солі феруму (III) і 1 мл калій йодиду. Вміст пробірки розбавте водою до блідо-жовтого кольору і додайте краплю крохмалю. Поясніть змінення забарвлення розчину. Напишіть рівняння окисно-відновної реакції, вкажіть окисник та відновник.

ДОСЛІД 2. Окисно-відновна двоїстість пероксиду водню

а) Відновні властивості H_2O_2

До 2 мл розчину пероксиду водню додайте 1-2 мл розчину сульфатної кислоти і стільки ж розчину калій перманганату. Чому виділяється газ у розчині?

б) Окисні властивості H_2O_2

Налийте в пробірку 1-2 мл пероксиду водню, стільки ж розчину сульфатної кислоти і додайте 1-2 краплі калій йодиду. Чому змінилося забарвлення розчину? Напишіть рівняння реакцій, відповідні дослідом 2а і 2б, вкажіть роль пероксиду водню у кожному випадку.

ДОСЛІД 3. Окисні властивості калій перманганату в різних середовищах

У три пробірки налейте 1-2 мл розчину калій перманганату. В першу пробірку додайте 4-5 крапель 2н. розчину сульфатної кислоти і краплями доливайте розчин натрій тіосульфату до знебарвлення. В іншу пробірку додайте 4-5 крапель дистильованої води і краплями доливайте розчин натрій тіосульфату до утворення темно-коричневого осаду. В третю пробірку додайте 4-5 крапель концентрованого розчину лугу і доливайте розчин натрій тіосульфату до зміни малинового забарвлення на зелене. До яких продуктів відновлюється калій перманганат у кислому, нейтральному і сильно лужному середовищі? Запишіть рівняння окисно-відновної реакції для кожного випадку.

ДОСЛІД 4. Окисні властивості калій біхромату

До 2 мл розчину калій біхромату долейте 1 мл 2н. розчину сульфатної кислоти і 2-3 краплі натрій нітриту. Що спостерігаєте? Напишіть рівняння окисно-відновної реакції.

ДОСЛІД 5. Внутрішньомолекулярні окисно-відновні реакції

До 1 мл розчину натрій тіосульфату долейте такий же об'єм сульфатної кислоти. Чому виникло помутніння? Запишіть рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник, процеси окиснення та відновлення.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВЛАСТИВОСТІ S-ЕЛЕМЕНТІВ

Контрольні питання та задачі

1. Як у промисловості добувають натрій, гідроксид натрію, магній? Наведіть рівняння відповідних окисно-відновних процесів.

Складіть рівняння реакцій, що відбуваються при насиченні натрій гідроксиду а) хлором; б) оксидом сірки SO_2 ; в) сірководнем.

2. Які продукти утворюються при взаємодії лужних металів з киснем? Яку будову має натрій пероксид?

Чим можна пояснити велику відновну здатність лужних металів. При сплаві натрій гідроксиду з металевим натрієм останній відновлює водень в гідрид-іон. Складіть електронні і молекулярні рівняння цієї реакції.

3. Як лужні метали реагують з водою, Гідрогеном, Нітрогеном? Які властивості виявляють гідриди металів?

Яка властивість кальцію дозволяє застосовувати його в металотермії для одержання деяких металів з їх сполук?

4. Наведіть та поясніть рівняння реакцій добування натрій оксиду, літій оксиду.

Як можна отримати гідроксиди лужних металів? Чому їдкі луги необхідно зберігати в добре закритому посуді?

5. Промислові способи добування соди та поташу.

Складіть рівняння реакцій, які потрібно провести для здійснення наступних перетворень: $\text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

6. Як реагують s-елементи II групи з Гідрогеном, Нітрогеном, Карбоном?

Які сполуки називають негашеним і гашеним вапном? Складіть рівняння реакцій їх отримання. Яка сполука утворюється при прожарюванні негашеного вапна з вугіллям? Що є окисником та відновником в останній реакції? Складіть електронні і молекулярні рівняння.

7. Взаємодія s-елементів II групи з водою, розведеною нітратною кислотою.

Складіть електронні і молекулярні рівняння реакцій: а) кальцію з водою; б) магнію з нітратною кислотою, враховуючи, що окисник набуває нижчу ступінь окиснення.

8. Як змінюються властивості гідроксидів елементів головної підгрупи II групи періодичної системи Д.І.Менделєєва? У чому особливості властивостей берилій гідроксиду?

Які сполуки магнію та кальцію застосовуються як в'язучі будівельні матеріали? Чим обумовлені їх в'язучі властивості?

9. Як можна отримати карбід кальцію? Що утворюється при його взаємодії з водою? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

10. У чому полягає біологічна роль калію? Наведіть формули солей найважливіших калійних добрив. Обчисліть вміст діючої речовини в карналіті та калійній селітрі.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід 1. Властивості сполук натрію

В дві пробірки налейте по 2 мл розчину натрій карбонату. До першої пробірки додайте 1-2 мл розчину кальцій хлориду, до другої – розчин барій хлориду. Випробуйте, чи розчиняються утворені осади в розведених хлоридній та сульфатній кислотах.

Дослід 2. Якісна реакція на калій-катіони

До 1-2 мл калій хлориду додайте 2 мл розчину або сухого препарату натрій гексанітрокобальтату. Спостерігайте утворення жовтого осаду. Вміст пробірки розділіть на 4 частини: в 1 пробірку додайте 1 мл лугу, в 2 пробірку – розчин хлоридної кислоти, в 3 пробірку – розчин ацетатної кислоти. 4 пробірка залишається для порівняння. Зробіть висновок щодо умов відкриття калій-катіонів.

Дослід 3. Властивості магнію

Випробуйте відношення магнію до дії розведених хлоридної та нітратної кислот. Які гази виділяються при реакціях? Відповідь ствердіть рівняннями реакцій.

Дослід 4. Властивості кальцій оксиду

До невеликої кількості кальцій оксиду додайте 5 мл води. Що спостерігається? Які властивості має продукт реакції та як це експериментально довести? Як в техніці називається реакція взаємодії кальцій оксиду з водою?

.

Дослід 5. Одержання подвійної солі магній-амоній фосфату

До 2-3 мл розчину магній хлориду додайте рівний об'єм розчину амоній гідроксиду. Додайте таку кількість амоній хлориду, щоб початково утворений осад розчинився. До утвореного розчину прилийте 2-3 краплі розчину Na_2HPO_4 . Що спостерігаєте? Складіть рівняння реакцій в молекулярній, іонній та скороченій іонній формі. Ця реакція використовується для якісного відкриття іонів магнію.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ВЛАСТИВОСТІ Р-ЕЛЕМЕНТІВ

Контрольні питання і задачі

1. Хімічні властивості Сульфуру (взаємодія з Оксигеном, металами).
2. Окисні властивості розведеної та концентрованої сульфатної кислоти. На основі електронних рівнянь складіть рівняння реакції взаємодії Фосфору з нітратною кислотою.

3. Поясніть будову молекули азоту. Чому ця речовина має низьку хімічну активність?
4. Як проявляє себе сірководень в окисно-відновних реакціях? Чому? Складіть електронні і молекулярні рівняння реакцій взаємодії розчину сірководню: а) з хлором; б) з киснем.
5. У якій газоподібній сполуці Нітроген проявляє нижчий ступінь окиснення? Напишіть рівняння реакцій одержання цієї сполуки: а) при взаємодії амоній хлориду з кальцій гідроксидом; б) розкладання магній нітриду водою.
6. Чому нітритна кислота може проявляти як окисні, так і відновні властивості? На основі електронних рівнянь складіть рівняння реакцій взаємодії нітритної кислоти а) з бромною водою; б) з HI.
7. У чому полягає біологічна роль Фосфору? Наведіть формули солей найважливіших фосфорних добрив. Обчисліть вміст діючої речовини в простому та подвійному супрефосфаті.
8. Складіть рівняння реакцій, які потрібно провести для здійснення наступних перетворень: $Al \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Na [Al(OH)_4] \rightarrow Al (NO_3)_3$
9. У чому полягає біологічна роль Нітрогену? Наведіть формули солей найважливіших азотних добрив. Обчисліть вміст діючої речовини в амоніачній селітрі, карбаміді, амофосі, діамофосі.
10. Що представляє собою царська вода? Напишіть рівняння реакції розчинення золота у царській воді.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід 1. Якісна реакція на сульфат-іони

У пробірки з розчинами натрій сульфату, цинк сульфату додайте по 1 мл розчину барій хлориду. Що спостерігається? Перевірте розчинність утворених осадів в кислотах та лугах.

Дослід 2. Властивості сульфатної кислоти

а) У три пробірки налейте розбавленої сульфатної кислоти, додайте шматочки цинку, заліза, міді. Що відбувається в кожній з пробірок? Запишіть рівняння реакцій.

б) Отримайте нерозчинний гідроксид взаємодією солі купруму з лугом. До осаду купрум гідроксиду додайте розчин сульфатної кислоти. Що спостерігається? Запишіть рівняння реакції.

Дослід 3. Добування амоніаку

Приготуйте суміш рівних порцій кристалічного амоній хлориду та натронного вапна. Суміш помістіть у пробірку, закрийте її корком з газовідвідною трубкою. Пробірку закріпіть у штативі та обережно нагрівайте. Виділення амоніаку можна перевірити кількома способами: за запахом, за допомогою вологого лакмусового папірця.

Дослід 4. Властивості нітратної кислоти

а) В пробірку з 1 мл концентрованої нітратної кислоти опустіть мідний дріт (у витяжній шафі!). Спостерігайте виділення бурого газу нітроген оксиду.

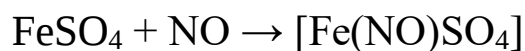
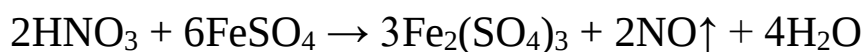
б) У пробірку з розчином лугу додайте 2-3 краплі фенолфталеїну. Потім додавайте краплями розчин нітратної кислоти до зникнення забарвлення індикатору. Зробіть висновки на основі спостережень, запишіть рівняння реакції.

в) У пробірку з шматочком крейди долийте розчин нітратної кислоти. Що спостерігається? Запишіть рівняння реакції в молекулярному та іонному вигляді.

Дослід 5. Якісні реакції на нітрат-іони

а) У фарфоровий тигель або чашку внесіть 1-2 краплі розчину-дифеніламіну $(C_6H_5)_2NH$ та 1-2 краплі розчину $NaNO_3$. Утворене інтенсивне синє забарвлення є характерним для нітрат-іонів

б) Ферум (II) сульфат з нітрат-аніоном у концентрованій сульфатній кислоті утворює координаційну сполуку бурого кольору $[Fe(NO)SO_4]$. На краплинну пластинку помістіть краплю розчину NO_3^- -аніона, внесіть невеликий кристалик $FeSO_4$ і додайте краплю концентрованої H_2SO_4 . Спостерігайте утворення бурого кільця навколо кристалика $FeSO_4$.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ВЛАСТИВОСТІ D-ЕЛЕМЕНТІВ

Контрольні питання та задачі

1. До якої родини елементів належить Ферум? Виходячи з будови атома, дайте загальну характеристику елементів VIII-Б підгрупи.
2. Для отримання хлору в лабораторії змішують манган (IV) оксид з натрій хлоридом за наявності концентрованої сульфатної кислоти. Складіть електронні та молекулярні рівняння цієї реакції.
3. Запишіть рівняння реакцій взаємодії Феруму з концентрованими кислотами (сульфатною, нітратною, соляною).
4. Складіть рівняння реакцій, які треба провести для здійснення наступних перетворень: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
5. Які оксиди і гідроксиди утворює Ферум? Який хімічний характер виявляють гідроксиди Феруму?
6. Складіть електронні і молекулярні рівняння реакцій взаємодії цинку: а) з розчином натрій гідроксиду, б) з концентрованою сульфатною кислотою, враховуючи відновлення сульфуру до нульового ступеня окиснення.
7. В чому полягає біологічне значення Феруму? Які солі феруму використовують в практиці сільського господарства? На якій властивості феруму заснована його дія в гемоглобіні ?
8. Якими якісними реакціями відкривають іони Феруму (II, III) в розчинах?

9. Складіть рівняння реакцій, які треба провести для здійснення наступних перетворень: $\text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{Cl} \rightarrow \text{AgCl}$

10. Зазначте біологічні функції Мангану як мікроелемента. Вкажіть найважливіші сполуки мангану, що використовують в практиці сільського господарства.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід 1. Відношення заліза до кислот

У три пробірки додайте по 2 мл розбавлених кислот – сульфатної, соляної та нітратної. В кожную пробірку опустіть залізо. Що спостерігається? Складіть відповідні рівняння реакцій.

Дослід 2. Окисно-відновні властивості феруму

а) До 1-2 мл розчину ферум (III) хлориду додайте такий же об'єм калій йодиду. Поясніть зміну забарвлення.

б) Налийте в пробірку 1-2 мл калій перманганату, додайте невелику кількість сульфатної кислоти та 2-3 мл розчину свіжоприготовленої солі феруму (II). Запишіть спостереження та рівняння реакцій дослідів а і б.

Дослід 3. Відкриття катіонів Fe^{2+}

До 2 мл свіжоприготовленого розчину феруму (II) сульфату долийте 1 мл розчину червоної кров'яної солі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Спостерігайте утворення осаду турнбульової сині. Складіть рівняння реакції в молекулярній та іонній формах.

Дослід 4. Відкриття катіонів Fe^{3+}

- а) До 1 мл розчину феруму (III) хлориду долийте 1 мл розчину жовтої кров'яної солі $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Спостерігайте утворення осаду «берлінської лазури». Складіть відповідне рівняння реакції.
- б) До 2 мл розчину феруму (III) хлориду долийте 1 мл розчину калій або амоній роданіду (KCNS , NH_4CNS). Що спостерігається? Складіть рівняння реакції.
- в) Перевірте, чи можна в розчині червоної кров'яної солі відкрити іони Fe^{3+} за допомогою калій (амоній) роданіду. Результати дослідження поясніть.

Дослід 5. Хімічні властивості манган дигідроксиду

До розчину солі манган сульфату додайте трохи розчину їдкого натру. Якого кольору утворений осад? Чому він змінюється з часом? Добутий осад розділіть на 2 пробірки. В одну пробірку додайте розчин натрій гідроксиду, а в другу – розчин сульфатної кислоти. В якій пробірці осад розчиняється? Зробіть висновок про хімічний характер манган дигідроксиду і підтвердіть його рівнянням реакції.

Дослід 6. Добування кисню з калій перманганату

У суху пробірку помістіть декілька кристаликів калій перманганату. Вміст пробірки нагрійте до початку розкладання солі. Наявність кисню випробуйте внесенням у пробірку жевріючого променя (окрім кисню при реакції утворюється MnO_2 і K_2MnO_4). Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти в рівнянні реакції розкладу калій перманганату.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

Контрольні питання і задачі

1. Які сполуки називають комплексними? Наведіть приклади.
2. Визначте донор і акцептор у сполуках: $K[BF_4]$, $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$, $K_4[Fe(CN)_6]$.
3. Аргентум хлорид розчиняється в розчинах амоніаку та натрій тіосульфату. Дайте пояснення цим фактам і напишіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння відповідних реакцій.
4. Види ізомерії комплексних сполук. Наведіть приклади ізомерів комплексних сполук.
5. Напишіть рівняння дисоціації солей $K_3[Fe(CN)_6]$ і $NH_4Fe(SO_4)_2$ у водному розчині. До кожної з солей прилили розчин лугу. У якому випадку утворюється осад ферум (III) гідроксиду? Напишіть молекулярне та іонно-молекулярне рівняння реакції. Які комплексні сполуки називають подвійними солями?
6. Напишіть вирази для констант нестійкості комплексних іонів $[Ag(NH_3)_2]^+$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[PtCl_6]^{2-}$. Чому дорівнюють ступінь окиснення і координаційне число комплексоутворювачів в наведених іонах?
7. Відомо, що з розчину солі $CoCl_3 \cdot 6NH_3$ аргентум нітрат виділяє весь хлор, а з розчину $CoCl_3 \cdot 5NH_3$ тільки $2/3$ його. Складіть координаційні формули цих солей і рівняння їх дисоціації.

8. Чи випаде осад аргентум галогеніду, якщо додати до 1 л розчину галогеніду додати 1 л 1 М розчин амоніаку: а) $1 \cdot 10^{-5}$ моль KBr; б) $1 \cdot 10^{-5}$ моль KI; ДР AgBr = $6 \cdot 10^{-13}$, ДР AgI = $1,1 \cdot 10^{-16}$
9. Що називають комплексоутворювачем, лігандами, внутрішньою та зовнішньою сферою комплексів?
10. Назвіть найважливіші комплексні сполуки, що мають біологічне значення.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід 1. Добування комплексних солей

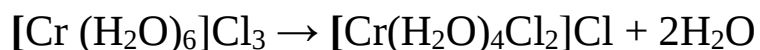
Додайте в пробірку 2 мл розчину мідного купоросу і додавайте краплями розчин амоніаку. Спочатку випаде осад основної солі, а при наступному додаванні амоніаку осад розчиняється і утворюється темно-синій розчин комплексної солі. Додайте до цієї солі розчин їдкого натру. Запишіть спостереження та відповідні рівняння реакцій.

Дослід 2. Порівняння характеру дисоціації подвійних і комплексних солей

Для визначення іонів феруму в солях $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ і $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ до розчину цих солей додайте кілька крапель реактиву амоній роданіду. За наявності Fe^{3+} розчин стане червоним. Складіть схеми дисоціації даних солей.

Дослід 3. Гідратна ізомерія хром (III) хлориду

Декілька кристаликів $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ розчиніть у воді за наявності розчину SnCl_2 . Розчин нагрівайте 3-5 хвилин і спостерігайте зміну забарвлення, зумовлену перебудовою комплексу:



Дослід 4. Окиснення-відновлення комплексних сполук

Окиснення Fe(II) в іоні $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ до $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$. До 2-3 мл хлорної води долийте 2-3 краплі розчину калій гексаціаноферату (II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Розчин прокип'ятіть для вилучення хлору, що не вступив у реакцію. Після вилучення хлору відкрийте в розчині утворений іон $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ додаванням кристалів FeSO_4 . Складіть рівняння реакцій в молекулярній та іонній формах.

Дослід 5. Руйнування комплексних іонів

Приготуйте розчин аміакату міді, доливаючи надлишок NH_4OH до 1 мл CuSO_4 (до розчинення утвореного на початку осаду). Добутий розчин розділіть на дві частини: до першої додайте NH_4OH , до іншої - Na_2S . Що спостерігаєте? Поясніть результати дослідів, виходячи із значень добутку розчинності та константи нестійкості комплексного іона.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Загальна хімія : лабораторний практикум / уклад. Т. О. Кіосе, Л. А. Раскола, Т. Л. Ракитська. Дніпро : Журфонд, 2023. 266 с.
2. Загальна хімія : навч.-метод. посіб. / П. В. Вакулюк та ін. ; Нац. ун-т "Києво-Могилян. акад.". Київ : НаУКМА, 2021. 274 с
3. Ткачук Г.С. Загальна хімія : навч. посібник. Хмельницький : ХНУ, 2020. 287с.
4. Ракитська Т. Л. Загальна хімія : навч. посіб. Одеса : ОНУ, 2020. 292 с.
5. Загальна хімія : навчальний посібник / уклад. Е. В. Потапенко, І. П. Ісаєнко. Полтава : ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2024. 113 с.
6. Загальна та неорганічна хімія : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 162 – «Біотехнологія та біоінженерія» денної форми навчання / уклад. Л. М. Гирля. Миколаїв : МНАУ, 2020. 56 с.
7. Загальна та неорганічна хімія : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / уклад. М. В. Хитрич, О. Е. Марцинко. Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2021. 60 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Формули деяких кислот, назви їх аніонів

Формула кислоти	Назва кислоти	Аніон	Назва аніону
Безоксигенні			
HF	Фторидна(плавикова)	F ⁻	Фторид
HCl	Хлоридна(соляна)	Cl ⁻	Хлорид
HBr	Бромідна	Br ⁻	Бромід
HI	Йодидна	I ⁻	Йодид
HCN	Ціанідна(синильна)	CN ⁻	Ціанід
HCNS	Тіоціанідна(роданиста)	SCN ⁻	Роданід(тіоціанат)
H ₂ S	Сірководнева	S ²⁻	Сульфід
		HS ⁻	Гідрогенсульфід
Оксигенвмісні			
CH ₃ COOH	Ацетатна	CH ₃ COO ⁻	Ацетат
HBO ₂	Метаборна	BO ₂ ⁻	Метаборат
H ₃ BO ₃	Ортоборна	[B(OH) ₄] ⁻	Борат
H ₂ CO ₃	Карбонатна(Вугільна)	CO ₃ ²⁻ HCO ₃ ⁻	Карбонат Гідрогенкарбонат
H ₂ SiO ₃	Силікатна	SiO ₃ ²⁻ HSiO ₃ ⁻	Силікат Гідрогенсилікат
H ₂ SO ₃	Сульфітна(Сірчиста)	SO ₃ ²⁻ HSO ₃ ⁻	Сульфіт Гідрогенсульфіт
H ₂ SO ₄	Сульфатна(Сірчана)	SO ₄ ²⁻ HSO ₄ ⁻	Сульфат Гідрогенсульфат
HNO ₂	Нітритна(Азотиста)	NO ₂ ⁻	Нітрит
HNO ₃	Нітратна(Азотна)	NO ₃ ⁻	Нітрат
HPO ₃	Метафосфатна (метафосфорна)	PO ₃ ⁻	Метафосфат
H ₃ PO ₄	Ортофосфатна (ортофосфорна)	PO ₄ ³⁻ HPO ₄ ²⁻ H ₂ PO ₄ ⁻	Ортофосфат Гідрогенортофосфат Дигідрогенортофосфат
H ₄ P ₂ O ₇	Дифосфатна	P ₂ O ₇ ⁴⁻	Дифосфат

	(пірофосфатна)	$\text{HP}_2\text{O}_7^{3-}$	(пірофосфат) Гідрогендифосфат
HClO	Хлорнуватиста	ClO^-	Гіпохлорит
HClO_2	Хлориста	ClO_2^-	Хлорит
HClO_3	Хлорнувата	ClO_3^-	Хлорат
HClO_4	Хлорна	ClO_4^-	Перхлорат
HMnO_4	Марганцева	MnO_4^{2-}	Перманганат
H_2MnO_4	Марганцевиста	MnO_4^{2-} HMnO_4^-	Манганат Гідрогенманганат
H_2CrO_4	Хромова	CrO_4^{2-} HCrO_4^-	Хромат Гідрогенхромат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихромова	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ HCr_2O_7^-	Дихромат Гідрогендихромат

Періодична система хімічних елементів Д.І.Менделєєва

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА																		VIII		Символ елемента		Атомний номер						
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	1s 1.0079 ГІДРОГЕН	2s 3 6,941 ЛІТІЙ	2s 4 9,0122 БЕРИЛІЙ	2s 2p 5 БОР	2s 2p 6 КАРБОН	2s 2p 7 НІТРОГЕН	2s 2p 8 ОКСИГЕН	2s 2p 9 ФЛУОР	2s 2p 10 НЕОН	3s 11 НАТРІЙ	3s 12 МАГНІЙ	3s 3p 13 АЛЮМІНІЙ	3s 3p 14 СИЛІЦІЙ	3s 3p 15 ФОСФОР	3s 3p 16 СУЛЬФУР	3s 3p 17 ХЛОР	3s 3p 18 АРГОН	3d 19 КАЛІЙ	3d 20 КАЛЬЦІЙ	3d 4s 21 СКАНДІЙ	3d 4s 22 ТИТАН	3d 4s 23 ВАНАДІЙ	3d 4s 24 ХРОМ	3d 4s 25 МАНГАН	3d 4s 26 ФЕРУМ	3d 4s 27 КОБАЛЬТ	3d 4s 28 НІКЕЛЬ	
II	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
III	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
IV	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
V	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
VI	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28					
VII	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28						
VIII	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28							
IX	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28								
X	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28									
XI	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28										
XII	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28											
XIII	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28												
XIV	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28													
XV	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28														
XVI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28															
XVII	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																
XVIII	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																	
XIX	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																		
XX	20	21	22	23	24	25	26	27	28																			
XXI	21	22	23	24	25	26	27	28																				
XXII	22	23	24	25	26	27	28																					
XXIII	23	24	25	26	27	28																						
XXIV	24	25	26	27	28																							
XXV	25	26	27	28																								
XXVI	26	27	28																									
XXVII	27	28																										
XXVIII	28																											
XXIX	29																											
XXX	30																											
XXXI	31																											
XXXII	32																											
XXXIII	33																											
XXXIV	34																											
XXXV	35																											
XXXVI	36																											
XXXVII	37																											
XXXVIII	38																											
XXXIX	39																											
XXXX	40																											
XXXXI	41																											
XXXXII	42																											
XXXXIII	43																											
XXXXIV	44																											
XXXXV	45																											
XXXXVI	46																											
XXXXVII	47																											
XXXXVIII	48																											
XXXXIX	49																											
XXXXX	50																											
XXXXXI	51																											
XXXXXII	52																											
XXXXXIII	53																											
XXXXXIV	54																											
XXXXXV	55																											
XXXXXVI	56																											
XXXXXVII	57																											
XXXXXVIII	58																											
XXXXXIX	59																											
XXXXXX	60																											
XXXXXXI	61																											
XXXXXXII	62																											
XXXXXXIII	63																											
XXXXXXIV	64																											
XXXXXXV	65																											
XXXXXXVI	66																											
XXXXXXVII	67																											
XXXXXXVIII	68																											
XXXXXXIX	69																											
XXXXXXX	70																											
XXXXXXXI	71																											
XXXXXXXII	72																											
XXXXXXXIII	73																											
XXXXXXXIV	74																											
XXXXXXXV	75																											
XXXXXXXVI	76																											
XXXXXXXVII	77																											
XXXXXXXVIII	78																											
XXXXXXXIX	79																											
XXXXXXXX	80																											
XXXXXXXXI	81																											
XXXXXXXXII	82																											
XXXXXXXXIII	83																											
XXXXXXXXIV	84																											
XXXXXXXXV	85																											
XXXXXXXXVI	86																											
XXXXXXXXVII	87																											
XXXXXXXXVIII	88																											
XXXXXXXXIX	89																											
XXXXXXXXX	90																											
XXXXXXXXXI	91																											
XXXXXXXXXII	92																											
XXXXXXXXXIII	93																											
XXXXXXXXXIV	94																											
XXXXXXXXXV	95																											
XXXXXXXXXVI	96																											
XXXXXXXXXVII	97																											
XXXXXXXXXVIII	98																											
XXXXXXXXXIX	99																											
XXXXXXXXXX	100																											
XXXXXXXXXXI	101																											
XXXXXXXXXXII	102																											
XXXXXXXXXXIII	103																											
XXXXXXXXXXIV	104																											
XXXXXXXXXXV	105																											
XXXXXXXXXXVI	106																											
XXXXXXXXXXVII	107																											
XXXXXXXXXXVIII	108																											
XXXXXXXXXXIX	109																											
XXXXXXXXXXX	110																											
XXXXXXXXXXXI	111																											
XXXXXXXXXXXII	112																											
XXXXXXXXXXXIII	113																											
XXXXXXXXXXXIV	114																											
XXXXXXXXXXXV	115																											
XXXXXXXXXXXVI	116																											
XXXXXXXXXXXVII	117																											
XXXXXXXXXXXVIII	118																											
XXXXXXXXXXXIX	119																											
XXXXXXXXXXXX	120																											
XXXXXXXXXXXXI	121																											
XXXXXXXXXXXXII	122																											
XXXXXXXXXXXXIII	123																											
XXXXXXXXXXXXIV	124																											
XXXXXXXXXXXXV	125																											
XXXXXXXXXXXXVI	126																											
XXXXXXXXXXXXVII	127																											
XXXXXXXXXXXXVIII	128																											
XXXXXXXXXXXXIX	129																											
XXXXXXXXXXXXX	130																											
XXXXXXXXXXXXXI	131																											
XXXXXXXXXXXXXII	132																											
XXXXXXXXXXXXXIII	133																											
XXXXXXXXXXXXXIV	134																											
XXXXXXXXXXXXXV	135																											
XXXXXXXXXXXXXVI	136																											
XXXXXXXXXXXXXVII	137																											
XXXXXXXXXXXXXVIII	138																											
XXXXXXXXXXXXXIX	139																											
XXXXXXXXXXXXXX	140																											
XXXXXXXXXXXXXXI	141																											
XXXXXXXXXXXXXXII	142																											
XXXXXXXXXXXXXXIII	143																											
XXXXXXXXXXXXXXIV	144																											
XXXXXXXXXXXXXXV	145																											
XXXXXXXXXXXXXXVI	146																											
XXXXXXXXXXXXXXVII	147																											
XXXXXXXXXXXXXXVIII	148																											
XXXXXXXXXXXXXXIX	149																											
XXXXXXXXXXXXXXX	150																											
XXXXXXXXXXXXXXXI	151																											
XXXXXXXXXXXXXXXII	152																											
XXXXXXXXXXXXXXXIII	153																											
XXXXXXXXXXXXXXXIV	154																											
XXXXXXXXXXXXXXXV	155																											
XXXXXXXXXXXXXXXVI	156																											
XXXXXXXXXXXXXXXVII	157																											
XXXXXXXXXXXXXXXVIII	158																											
XXXXXXXXXXXXXXXIX	159																											
XXXXXXXXXXXXXXXX	160																											
XXXXXXXXXXXXXXXXI	161																											
XXXXXXXXXXXXXXXXII	162																											
XXXXXXXXXXXXXXXXIII	163																											
XXXXXXXXXXXXXXXXIV	164																											
XXXXXXXXXXXXXXXXV	165																											
XXXXXXXXXXXXXXXXVI	166																											
XXXXXXXXXXXXXXXXVII	167																											
XXXXXXXXXXXXXXXXVIII	168																											
XXXXXXXXXXXXXXXXIX	169																											
XXXXXXXXXXXXXXXXX	170																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXI	171																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXII	172																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXIII	173																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXIV	174																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXV	175																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXVI	176																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXVII	177																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	178																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXIX	179																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXX	180																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXI	181																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXII	182																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	183																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	184																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXV	185																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	186																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	187																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	188																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	189																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX	190																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	191																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	192																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	193																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	194																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	195																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	196																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	197																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	198																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	199																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	200																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	201																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	202																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	203																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	204																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	205																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	206																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	207																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	208																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	209																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	210																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	211																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	212																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	213																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	214																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	215																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	216																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	217																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	218																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	219																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	220																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	221																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	222																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	223																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	224																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	225																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	226																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	227																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	228																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	229																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	230																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	231																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	232																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	233																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	234																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	235																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	236																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	237																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	238																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	239																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	240																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	241																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	242																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	243																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	244																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	245																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	246																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	247																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	248																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	249																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	250																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	251																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	252																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	253																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	254																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	255																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	256																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	257																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	258																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	259																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	260																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	261																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	262																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	263																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	264																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	265																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	266																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	267																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	268																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	269																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	270																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	271																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	272																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	273																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	274																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	275																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	276																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	277																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	278																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	279																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	280																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	281																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	282																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	283																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	284																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	285																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	286																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	287																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	288																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	289																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	290																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	291																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	292																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	293																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	294																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	295																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	296																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	297																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	298																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	299																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	300																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	301																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	302																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	303																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	304																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	305																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	306																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	307																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	308																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	309																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	310																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	311																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	312																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	313																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	314																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	315																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	316																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	317																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	318																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	319																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	320																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	321																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	322																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	323																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	324																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	325																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	326																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	327																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	328																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	329																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	330																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	331																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	332																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	333																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	334																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	335																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	336																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	337																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	338																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	339																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	340																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	341																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	342																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	343																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	344																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	345																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	346																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	347																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	348																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	349																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	350																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	351																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	352																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	353																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	354																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	355																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	356																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	357																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	358																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	359																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	360																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	361																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	362																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	363																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	364																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	365																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	366																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	367																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	368																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	369																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	370																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	371																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	372																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	373																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	374																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	375																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	376																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	377																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	378																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	379																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	380																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	381																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	382																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	383																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	384																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	385																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	386																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	387																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	388																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	389																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	390																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXI	391																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXII	392																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIII	393																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIV	394																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXV	395																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVI	396																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVII	397																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXVIII	398																											
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXIX	399																											
XX	400																											

Розчинність кислот, солей і основ у воді

Катіони	Аніони												
	OH^-	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	S^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	NO_3^-	PO_4^{3-}	CO_3^{2-}	SiO_3^{2-}	CH_3COO^-
H^+	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	В	Р
NH_4^+	-	Р	Р	Р	Р	-	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р
Na^+	Р	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	Р
Mg^{2+}	М	В	Р	Р	Р	Р	В	Р	Р	В	В	В	Р
Ca^{2+}	М	В	Р	Р	Р	М	В	М	Р	В	В	В	Р
Ba^{2+}	Р	М	Р	Р	Р	Р	В	В	Р	В	В	В	Р
Al^{3+}	В	М	Р	Р	Р	-	-	Р	Р	В	-	В	М
Cr^{3+}	В	В	Р	Р	Р	-	-	Р	Р	В	-	В	Р
Zn^{2+}	В	М	Р	Р	Р	В	В	Р	Р	В	В	В	Р
Mn^{2+}	В	М	Р	Р	Р	В	В	Р	Р	В	В	В	Р
Co^{2+}	В	Р	Р	Р	Р	В	В	Р	Р	В	В	В	Р
Ni^{2+}	В	Р	Р	Р	Р	В	В	Р	Р	В	В	В	Р
Fe^{2+}	В	В	Р	Р	Р	В	В	Р	Р	В	В	В	Р
Fe^{3+}	В	В	Р	Р	Р	-	-	Р	Р	В	В	В	Р
Cd^{2+}	В	Р	Р	Р	Р	В	В	Р	Р	В	В	В	Р
Hg^{2+}	-	-	Р	М	В	В	В	Р	Р	В	В	-	Р
Cu^{2+}	В	В	Р	Р	Р	В	В	Р	Р	В	В	В	Р
Ag^+	-	Р	В	В	В	В	В	М	Р	В	В	В	Р
Sn^{2+}	В	Р	Р	Р	Р	В	-	Р	-	В	-	-	Р
Pb^{2+}	В	В	М	М	В	В	В	В	Р	В	В	В	Р

Р – розчинна речовина (розчинність понад 1 г речовини у воді масою 100 г)

М – малорозчинна речовина (у воді масою 100 г розчиняється речовина масою від 0,1 г до 1 г)

В – важкорозчинна речовина (у воді масою 100 г розчиняється менше 0,1 г речовини)

„-“ - речовина не існує, або розкладається водою

Стандартні ентальпії утворення деяких речовин

Речовина	Агрегатний стан	ΔH^0_{298} кДж/моль
H ₂	<u>Газ</u>	0
H ₂ O	<u>Газ</u>	-241,8
H ₂ O	<u>Рідина</u>	-285,8
HCl	<u>Газ</u>	-92,3
NH ₃	<u>Газ</u>	-46,2
C(графіт)	Крист.	0
C(алмаз)	Крист.	1,828
CO	<u>Газ</u>	-110,5
CO ₂	<u>Газ</u>	-393,5
CH ₄	<u>Газ</u>	-74,9
C ₂ H ₄	<u>Газ</u>	52,28
C ₂ H ₂	<u>Газ</u>	265,8
C ₂ H ₆	<u>Газ</u>	-80,7
C ₂ H ₅ OH	<u>Рідина</u>	-277,6
C ₆ H ₆	<u>Рідина</u>	49,4
C ₆ H ₁₂ O ₆	Крист.	-1273,0
CH ₃ COOH	<u>Рідина</u>	-487,0
Fe ₂ O ₃	Крист.	-821,32
Fe ₃ O ₄	Крист.	-1117,0
Al ₂ O ₃	Крист.	-1675,0

**Стандартні електродні потенціали деяких окисно-відновних
систем у водних розчинах при 25°C**

Елемент	Електродний процес	E°, В
Li	$\text{Li}^+ + \bar{e} = \text{Li}$	-3,04
K	$\text{K}^+ + \bar{e} = \text{K}$	-2,93
Na	$\text{Na}^+ + \bar{e} = \text{Na}$	-2,71
Cs	$\text{Cs}^+ + \bar{e} = \text{Cs}$	-2,92
Rb	$\text{Rb}^+ + \bar{e} = \text{Rb}$	-2,93
Ca	$\text{Ca}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Ca}$	-2,87
Ba	$\text{Ba}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Ba}$	-1,85
Al	$\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} = \text{Al}$	-2,36
Mn	$\text{Mn}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Mn}$	-1,17
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,60
	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} = \text{Mn}^{+2} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
Zn	$\text{Zn}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Zn}$	-0,76
Cr	$\text{Cr}^{+3} + 3\bar{e} = \text{Cr}$	-0,74
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,33
Fe	$\text{Fe}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Fe}$	-0,44
	$\text{Fe}^{+3} + 1\bar{e} = \text{Fe}^{+2}$	+0,77
Cd	$\text{Cd}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Cd}$	-0,40
Ni	$\text{Ni}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Ni}$	-0,25
Co	$\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Co}$	-0,28

Sn	$\text{Sn}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Sn}$	-0,14
	$\text{Sn}^{+4} + 2\bar{e} = \text{Sn}^{+2}$	+0,15
Pb	$\text{Pb}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Pb}$	-0,13
	$\text{Pb}^{+4} + 2\bar{e} = \text{Pb}^{+2}$	+1,69
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+$	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,46
H	$2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2$	+0,00
Cu	$\text{Cu}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Cu}$	+0,34
	$\text{Cu}^+ + \bar{e} = \text{Cu}$	+0,52
Hg	$\text{Hg}^{+2} + 2\bar{e} = \text{Hg}$	+0,85
	$\text{Hg}_2^{+2} + 2\bar{e} = 2\text{Hg}$	+0,79
Ag	$\text{Ag}^+ + \bar{e} = \text{Ag}$	+0,80
S	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\bar{e} = 2\text{SO}_4^{2-}$	+2,01
Cl_2	$\text{Cl}_2 + 2\bar{e} = 2\text{Cl}^-$	+1,36
Br_2	$\text{Br}_2 + 2\bar{e} = 2\text{Br}^-$	+1,07
I_2	$\text{I}_2 + 2\bar{e} = 2\text{I}^-$	+0,54
O_2	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
Au	$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Au}$	+1,50
Pd	$\text{Pd}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Pd}$	+0,99
$1/2\text{F}_2$	$1/2\text{F}_2 + \text{e}^- = \text{F}^-$	+2,87

Навчальне видання

ЗАГАЛЬНА ТА ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації

Укладач: **Гирля** Людмила Миколаївна

Формат 60 x 84 /16 . Ум. друк. арк. 2,75

Тираж 10 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02. 2013р.