

Міністерство освіти і науки України
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

Р.Д.Крикливий

ХІМІЯ ПЕРЕХІДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

Вінниця
ВДПУ
2022

*Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського
(протокол № від 2022р.).*

Рецензенти:

В.Г. Петрук - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету;

Т.М. Василінич – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та методики навчання хімії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

Крикливий Р.Д. Хімія перехідних елементів: Навчально-методичний посібник. – Вінниця: ВДПУ імені Михайла Коцюбинського, 2022. – 110 с.

Навчально-методичний посібник містить стислий виклад теоретичного матеріалу, задачі, вправи й запитання з усіх розділів хімії перехідних елементів, перелік навиків, які повинні одержати студенти при виконанні практичних робіт, а також методичні розробки лабораторних занять. Структура посібника допоможе студентам краще засвоїти номенклатуру, методику одержання та властивості d - елементів та їх найважливіших сполук.

Для студентів галузі знань 01 Освіта / Педагогіка, 10 Природничі науки спеціальностей 014.06 Середня освіта (Хімія), 102 Хімія.

Зміст

Передмова.....	4
Практичні навички, які повинні одержати студенти під час виконання лабораторних робіт.....	5
Правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії.....	6
Загальна характеристика <i>d</i> –елементів.....	8
<i>d</i> -, <i>f</i> -елементи III групи (Sc, Y, La, Re).....	10
Лабораторна робота № 1. <i>d</i> -, <i>f</i> -елементи III групи та їх сполуки.....	14
<i>d</i> -елементи IV групи (Ti, Zr, Hf, Rf).....	15
Лабораторна-робота № 2 . <i>d</i> -елементи IV групи.....	18
Завдання для самостійної підготовки до лабораторної роботи	20
<i>d</i> -елементи V групи (V, Nb, Ta).....	21
Лабораторна робота №3. <i>d</i> -елементи V групи.....	25
Завдання для самостійної підготовки до лабораторної роботи.....	28
<i>d</i> -елементи VI групи (Cr, Mo, W).....	29
Лабораторна робота № 4. <i>d</i> - елементи VI групи та їх сполуки.....	35
Завдання для самостійної підготовки до лабораторної роботи.....	39
<i>d</i> -елементи VII групи (Mn, Tc, Re).....	40
Лабораторна робота № 5. <i>d</i> - елементи VII групи та їх сполуки.....	46
Завдання для самостійної підготовки до лабораторної роботи.....	49
<i>d</i> -елементи VIII групи	51
Лабораторна робота № 6. <i>d</i> - елементи VIII групи та їх сполуки.....	57
Завдання для самостійної підготовки до лабораторної роботи.....	62
<i>d</i> -елементи I групи (Cu, Ag, Au).....	63
Лабораторна робота № 7. <i>d</i> - елементи I групи та їх сполуки.....	69
Завдання для самостійної підготовки до лабораторної роботи.....	72
<i>d</i> -елементи II групи (Zn, Cd, Hg).....	73
Лабораторна робота № 8. <i>d</i> - елементи II групи та їх сполуки.....	77
Завдання для самостійної підготовки до лабораторної роботи.....	79
Контрольні питання	81
Індивідуальні завдання.....	82
Література	83
Додатки	84

Передмова

До d -елементів відносять елементи побічних підгруп періодичної системи, в атомах яких відбувається заповнення $(n - 1)d$ -підрівня. На зовнішньому електронному шарі атомів цих елементів знаходяться два електрони, як правило, ns^2 . В атомах Cu, Nb, Mo, Ru, Rh, Pt, Au, Cr внаслідок провалу s -електрону з ns -підрівня на $(n - 1)d$ -підрівень зовнішній шар має конфігурацію ns^1 , а у атому паладію - ns^0 .

На відміну від s - і p -елементів, в атомах d -елементів валентними є електрони двох енергетичних рівнів: s -електрони зовнішнього шару та d -електрони передостаннього шару. d -елементи за небагатьом винятком проявляють змінні ступеня окиснення. Негативних ступенів окиснення d -елементи не мають.

Найбільш стійкі електронні конфігурації d^5 (Mn, Tc, Re) та d^{10} (Zn, Cd, Hg). Підвищена стабільність таких оболонок проявляється у стійкості іонів Fe^{3+} (d^5) та Zn^{2+} (d^{10}).

Всі d -елементи - метали. У вищих ступенях окиснення є аналогами p -елементів тієї ж групи у якій вони знаходяться. Незаповнена $(n -)d$ -оболонка обумовлює забарвлення іонів та сполук. Наявність у валентних шарах вакантних орбіталей із низькою енергією пояснює високу комплексоутворюючу здатність d -елементів.

Багато особливостей d -елементів спостерігаються також і для f -елементів, які за властивостями ближче до d -ніж до s - і p -елементів. До f -елементів відносяться лантаноїди (заповнюється електронами $4f$ -оболонка) та актиноїди (заповнюється електронами $5f$ -оболонка). Лантаноїди виявляють більшу подібність у властивостях, тому що заповнення $4f$ -оболонки мало позначається на стані валентних електронів. Актиноїди значно відрізняються за властивостями один від одного, тому що $5f$ -електрони легко переходять на близький за енергією d підрівень і разом з $7s$ -електронами беруть участь в утворенні зв'язків. Актиноїди виявляють у сполуках ступеня окиснення від +2 до +7.

Даний навчально-методичний посібник пропонується для методичного забезпечення самостійної роботи студентів з метою оптимізації підготовки до занять з неорганічної хімії і виконання лабораторних робіт для більш глибокого засвоєння програмного матеріалу. Посібник містить тематичний план лабораторних занять, правила з техніки безпеки при роботі в хімічних лабораторіях, перелік практичних навиків, які повинні одержати студенти при виконання лабораторних робіт з неорганічної хімії. Кожна методична розробка містить тему і мету заняття, перелік приладів, матеріалів і реактивів, питання для самостійної підготовки до занять та порядок виконання роботи.

До виконання лабораторних робіт студенту необхідно вивчити

відповідний теоретичний матеріал та письмово відповісти на питання самостійної роботи. На занятті після уточнення і розгляду питань теми, студент виконує завдання згідно вимог, які зазначені в інструкції до лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи здійснюється на наступному занятті шляхом співбесіди з викладачем (або виконання тестового завдання).

Практичні навички, які повинні одержати студенти під час виконання лабораторних робіт

1. Навчитись користуватись найважливішим лабораторним обладнанням (технічними та аналітичними вагами, термометрами, барометрами, ареометрами, пальниками), лабораторним вимірювальним посудом (піпетками, бюретками, мірним колбами) та ін.

2. Вміти здійснювати основні лабораторні прийоми - зважування, титрування, фільтрування та інше.

3. Вміти проводити розрахунки, пов'язані з різними способами вираження концентрації розчинів, термодинамічними рівняннями та функціями, визначення рН середовища та інше.

4. Вміти готувати розчини заданої концентрації, визначати концентрацію розчинів та вміст речовин.

5. Вміти визначати молекулярну масу речовин, ступінь електролітичної дисоціації та ін.

6. Вміти виявляти за допомогою якісних реакцій присутність найважливіших катіонів і аніонів у воді, розчинах, інших об'єктах навколишнього середовища.

7. Вміти визначати рН середовища розчинів.

8. Вміти користуватись довідковою хімічною літературою та ресурсами Internet.

Правила техніки безпеки при роботі

в хімічній лабораторії

Лабораторний практикум є однією з найважливіших складових частин курсу “Хімія перехідних елементів”. Для виконання лабораторних робіт студенту необхідно ознайомитись з лабораторним устаткуванням, вимірювальними приладами, а також з технікою проведення лабораторних робіт.

1. Перед кожною лабораторною роботою студенту необхідно вивчити інструкції, які є в хімічній лабораторії з техніки безпеки, протипожежної безпеки та першої допомоги при нещасних випадках. На початку семестру викладач контролює засвоєння правил техніки безпеки в хімічній лабораторії, а студенти підтверджують проходження інструктажу підписами в журналі з техніки безпеки.

2. В хімічній лабораторії необхідно дотримуватись загальних правил поведінки і дисципліни, бо їх порушення може призвести до нещасного випадку.

3. Працювати в хімічній лабораторії потрібно в халатах і лише на відповідних робочих місцях.

4. Виконуючи лабораторну роботу потрібно дотримуватись всіх вказівок, передбачених інструкцією.

5. Забороняється виконувати досліди непередбачені планом занять.

6. При визначенні запаху речовин не підносити пробірки чи склянки близько до себе, а тримати їх в стороні і лише помахом руки направляти пари або газу в напрямку обличчя.

7. Не витрачені або взяті в надлишку речовини не можна повертати назад у склянки, щоб не забруднювати розчин.

8. Роботи з концентрованими кислотами і лугами проводити обережно, щоб виключити можливість попадання їх на шкіру, одержання опіків і пошкодження одягу. У випадку попадання цих речовин на одяг або шкіру негайно промити уражене місце водою, а потім відповідним розчином: при опіках кислотою змочити розчином соди, а при попаданні лугів - розведеним розчином оцтової або боратної кислоти.

9. При нагріванні розчинів на полум'ї пальника не направляти відкритий край пробірки в сторону товаришів або до себе, оскільки вміст пробірки може вилитись і обпекти шкіру чи спалити одяг.

10. Гарячий посуд і прилади необхідно ставити на спеціальні підставки. Не нагрівати наглухо закритого посуду.

11. Проводити досліди та користуватись легкозаймистими і токсичними речовинами (концентровані кислоти, луги, галогени, ефіри) потрібно лише у витяжній шафі з діючою вентиляцією.

12. У випадку виникнення пожежі необхідно прийняти міри до гасіння вогню, використовуючи вогнегасники, ковдру, воду, пісок.

13. Виливати відпрацьовані розчини кислот та інших речовин необхідно лише в ємності для зливу, щоб не забруднювати стічні води.

14. У всіх випадках одержання травм, опіків чи отруєння негайно повідомити викладача для одержання першої допомоги і організації наступного лікування.

Список основної літератури :

1. Загальна та неорганічна хімія : підручник / Гомонай В. І., Мільович С. С. – Вінниця : Нова Книга, 2016. – 448 с.
2. Рева Т.Д, Тимошук О.Б., Костирко О.О., Зайцева Г.М., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія: навч.-метод. посібник. – К.: Едельвейс, 2018.-176 с.
3. Загальна та неорганічна хімія. Ч. 2 / О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.І. Іванов. – К. : Пед. преса, 2002. – 520 с.
4. Неорганічна хімія. Лабораторний практикум / Є.Я. Левітін, О.В. Антоненко, А.М. Бризицька та ін. – Х.: НФаУ: Золоті сторінки, 2012. – 148 с.
5. Яворський В. Т. Основи теоретичної хімії : підруч. / В. Т. Яворський. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 378 с.

Список додаткової літератури :

1. Загальна та неорганічна хімія / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключова. – Вінниця: Нова Книга, 2003. – 464 с.
2. Неділько С.А. Загальна та неорганічна хімія. Задачі і вправи / С.А. Неділько, П.П. Попель. – К.: Либідь, 2001. – 398 с.
3. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів вищ. навч. закладів / Н.В. Романова. – Київ; Ірпінь: ВТФ "Перун", 1998. – 480с.
4. Гольдфарб З.Е. Сборник задач и упражнений по химии / З.Е. Гольдфарб. – М.: Высшая школа, 1984.
5. Гринвуд Н. Химия элементов: в 2 т. / Гринвуд Н., Эрншо А. – Москва : Бином, 2008. – Т. 1. – 601 с.– Т. 2. – 666 с.