

Державний вищий навчальний заклад  
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
Кафедра теоретичної та прикладної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Проректор \_\_\_\_\_ Шарин С.В.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Координаційна хімія

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність \_\_\_\_\_ **102 - Хімія** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(назва спеціалізації)

інститут, факультет \_\_\_\_\_ **Факультет природничих наук** \_\_\_\_\_  
(назва інституту, факультету)

Робоча програма навчальної дисципліни «**Координаційна хімія**» для студентів спеціальності 102 Хімія. „\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 р. – 21 с.

Розробник:

Хацевич Ольга Мирославівна, к.т.н., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії.

.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної та прикладної хімії факультету природничих наук

Протокол від “30” серпня 2017 р. № 1

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної хімії

\_\_\_\_\_ (Миронюк І.Ф.)  
(підпис)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

Схвалено методичною комісією факультету природничих наук

Протокол від “26” вересня 2017 р № 1

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

Голова \_\_\_\_\_ (Шпарик Ю.С.)  
(підпис)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Галузь знань <i>10 – Природничі науки</i> (шифр і назва)	<i>Вибіркова</i>	
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): <i>102 Хімія</i>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <i>Не передбачено</i>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - <b>90</b>		I	I
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <i>бакалавр</i>	20 год.	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		-	-
		<b>Лабораторні</b>	
		10 год.	
		<b>Самостійна робота</b>	
		60 год.	
		<b>Індивідуальні завдання:</b> не передбачено	
		Вид контролю: попередній, поточний, підсумковий контроль (залік)	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 33,3 % : 66,7 %.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння студентами системи теоретичних знань сучасної координаційної хімії на підставі останніх досягнень науки, придбання практичних умінь та навичок, необхідних для підготовки висококваліфікованого спеціаліста. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- ознайомлення студентів з основами координаційної хімії;
- основними поняттями, означеннями, формулами та теоріями хімії координаційних сполук;
- пізнання студентами закономірностей, що лежать в основі властивостей координаційних сполук, вивчення чинників, від яких залежить склад та структура сполук;
- оволодіння практичними вміннями та навичками науково-дослідної роботи при виконанні лабораторного практикуму: вміння спостерігати і пояснювати явища комплексоутворення, знайомство з використанням хімічного обладнання та приладів;
- виховання у студентів активного і дбайливого відношення до оточуючого середовища, до природи;
- ознайомлення студентів зі шляхами розвитку сучасної координаційної хімії та її значення для розвитку хімічних наук.

В результаті вивчення дисципліни «Координаційна хімія» студент повинен **знати:**

- сучасну номенклатуру координаційних сполук; - характеристику зв'язків у координаційних сполуках;
- стереохімію комплексних поліедрів та типи ізомерії координаційних сполук;
- взаємний вплив внутрішньосферних замісників в координаційних сполуках;
- правила Пейроне, Ієргенсена та закономірності транс-впливу Черняєва;
- властивості координаційних сполук;

**вміти:**

- виконувати синтези відомих координаційних сполук за стандартними та літературними методиками;
- на основі знання властивостей хімічних елементів та сполук планувати та виконувати синтези нових координаційних сполук;
- визначати комплексоутворення у розчині, визначати склад та стійкість існуючих у розчині комплексів сучасними фізико-хімічними методами.

<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 3. Здатність працювати у команді. ЗК 11. Здатність бути критичним і самокритичним.
<b>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)</b>	СК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії. СК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних. СК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження. СК 8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані. СК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання. СК 10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.
<b>Програмні результати навчання</b>	
	ПРН2. Отримати навички самостійної роботи з хімічними речовинами і матеріалами, з урахуванням їхніх фізичних і хімічних властивостей, включаючи поводження з небезпечними речовинами. ПРН3. Вміти здійснити необхідні операції, спостереження, і вимірювання хімічних властивостей та явищ, правильно документувати результати. ПРН4. Вміти визначити методики проведення лабораторних досліджень, хімічного аналізу і синтезу з урахуванням їх правильності та відповідності теорії. ПРН9. Вміти класифікувати сполуки, давати їм назви, обґрунтовувати їх будову, прогнозувати їх властивості. ПРН11. Виконувати стандартні лабораторні процедури, використовувати обладнання при синтезі і аналізі органічних і неорганічних сполук і матеріалів.

## Зміст навчальної дисципліни

### Модуль 1

#### Змістовий модуль 1. Теоретичні основи координаційної хімії.

**Тема 1.** Предмет та завдання курсу. Становлення та розвиток хімії комплексних сполук. Взаємопроникнення теорій та ідей координаційної хімії в системі хімічних дисциплін та їх інтегруюча роль. Основні поняття та термінологія хімії координаційних сполук: координаційна сполука, центральний атом, ліганд, координаційний поліедр, координаційна ємність ліганду (дентатність), координаційне число. Комплекси та комплексоутворення.

**Тема 2.** Номенклатура комплексних сполук. Формули комплексних сполук за сучасною координаційною номенклатурою, прийнятою Міжнародним союзом чистої та прикладної хімії (IUPAC). Назви катіонних, аніонних, нейтральних та поліядерних комплексів. Назви лігандів (аніонних, нейтральних та катіонних), визначення їх кількості, в тому числі складних. Назва центрального атому з урахуванням його ступені окиснення.

**Тема 3.** Природа сил комплексоутворення. Квантово-механічні уявлення про зв'язки в координаційних сполуках. Утворення зв'язків у комплексних сполуках. Метод валентних зв'язків. Суть, типи гібридизації та просторова конфігурація молекул. Діаграми комплексів за методом валентних зв'язків. Внутрішньо- та зовнішньоорбітальні комплекси, їх електронна структура та властивості. Комплекси з кратними зв'язками. Пояснення магнітних властивостей комплексів з точки зору теорії валентних зв'язків, її переваги та недоліки.

**Тема 4.** Електростатичні уявлення. Теорія кристалічного поля. Розщеплення кристалічним полем лігандів, його фізичний зміст. Параметри розщеплення в залежності від структури комплексу: октаедр (правильний чи викривлений), тетраедр, квадрат. Розщеплення d-

електронів в залежності від сили поля. Низько- та високоспінові комплекси. Енергія стабілізації кристалічним полем.

**Тема 5.** Фактори, які впливають на розщеплення кристалічним полем: природа ліганду, ступінь окиснення іону металу та тип d-електронів. Пояснення спектрів поглинання комплексів d-металів з точки зору теорії кристалічного поля. Загальна характеристика комплексів (октаедр, тетраедр, квадрат) з конфігурацією  $dn$  ( $n = 1-10$ ) з точки зору теорії кристалічного поля. Явище внутрішньої асиметрії (ефект Яна-Теллера). Викривлення октаедричних комплексів (високо- та низькоспінових). Прикладні аспекти теорії кристалічного поля, її переваги та недоліки.

**Тема 6.** Суть методу молекулярних орбіталей (ММО). Лінійна комбінація хвильових функцій атомних орбіталей. Метод МО ЛКАО. Утворення комплексів складу  $ML_6$  (високо- та низькоспінових). Набір групових орбіталей лігандів в октаедричному комплексі. Діаграма рівнів МО для октаедру. Порядок заповнення МО комплексів електронами. Структура МО тетраедру, діаграма МО тетраедру. Діаграма рівнів МО лінійного комплексу. Порівняльна характеристика теорії кристалічного поля та теорії молекулярних орбіталей.

**Тема 7.** Стереохімія комплексних сполук. Види ізомерії комплексних іонів. Визначення стереохімії комплексного іону. Геометрична та оптична ізомерія. Конфігурація геометричних ізомерів і її визначення. Структурна ізомерія. Ізомерія зв'язку. Конформаційна ізомерія. Види ізомерії не пов'язані з ізомерією самого комплексного іону: конформаційна та координаційна полімерія, гідратна ізомерія, іонізаційна метамерія. **Тема 8.** Механізм реакцій комплексоутворення. Механізми реакцій заміщення лігандів. Взаємний вплив внутрішньосферних замісників в координаційних сполуках. Закономірність транс-впливу Черняєва. Зв'язок між транс-впливом та поляризованістю. Транс-вплив у квадратних та октаедричних комплексах. Цис-вплив лігандів. Теоретичне пояснення

транс- та цис- впливу в залежності від донорних і акцепторних властивостей лігандів.

## **Змістовий модуль 2.** Комплексоутворення у розчині.

**Тема 9.** Комплексоутворення у розчині. Функції, що характеризують комплексоутворення в розчинах: функція утворення, закомплексованість, ступінь утворення даного комплексу.

**Тема 10.** Фактори, що впливають на стійкість комплексів у розчинах. Рівноваги в розчинах комплексних сполук. Види рівноваг в розчинах комплексних сполук: іонна, сольватаційна, кислотно-основна, окислювально-відновна та дисоціація комплексного іону.

**Тема 11.** Методи визначення складу комплексних сполук у розчинах. Метод ізомольарних серій та його суть. Визначення складу та стійкості комплексів. Метод зсуву рівноваги; метод відповідних розчинів; метод мольарних співвідношень. Визначення складу та стійкості комплексів цими методами. Ступінчаста, проміжна та загальна константи стійкості комплексів.

**Тема 12.** Застосування координаційних сполук в аналітичній хімії: в гравіметрії (порівняння неорганічних і органічних осаджувачів), в титриметрії, спектрофотометрії, флуоресценції. Маскування. Використання різнолігандних комплексів. Екстракція. Сорбційне концентрування. Координаційні сполуки в технології рідкісних та кольорових металів, біології, медицині та сільському господарстві. Поняття про металокомплексний каталіз.

### **Лекції**

**Тема 1.** Вступ. Історія відкриття комплексних сполук. Основні поняття координаційної хімії: центральний атом, ліганд, внутрішня та зовнішня сфери, координаційне число та ступінь окиснення центрального атома, координаційна формула (2 год.).

**Тема 2.** Координаційна теорія Вернера. Будова комплексних сполук. Координаційні числа (2 год.).



**Тема 3.** Теорія хімічного зв'язку в комплексах. Квантово-механічного опису будови комплексних сполук. Електростатична теорія Косселя. Поляризаційна теорія. Теорія твердих та м'яких кислот та основ Пірсона. Теорія валентних зв'язків. Теорія кристалічного поля. Теорія поля лігандів (4 год.).

**Тема 4.** Ізомерія комплексів: геометрична, структурна, координаційна, координаційна полімерія, сольватна, іонізаційна, сольова, валентна, конформаційна та спінова (2 год.).

**Тема 5.** Основні типи комплексів. Ацидокомплекси. Гідроксидні, оксидні та халькогенідні комплекси. Карбонільні, нітрозильні, ціанідні комплекси. Комплекси з лігандами, що координовані за рахунок  $\sigma$ -зв'язку. Карбенові комплекси, комплекси з кратними зв'язками метал-карбон.  $\pi$ -Комплекси. Комплекси. Комплекси з макроциклічними поліетерами. Поліядерні комплекси. Кластери (2 год.).

**Тема 6.** Основні методи синтезу комплексів. Механізми реакцій. Металокомплексний каталіз (4 год.)

**Тема 7.** Застосування і значення комплексних сполук для аналітичної, фармацевтичної хімії та хімічної технології. (4 год.)

## Модуль 2

### Лабораторні заняття

**Тема 1.** Експериментальне вивчення хімічних властивостей комплексних сполук. (2 год.)

**Тема 2.** Синтез координаційних сполук з водних розчинів. (2 год.)

**Тема 3.** Синтез комплексних сполук з неводних розчинів. (2 год.)

**Тема 4.** Синтез комплексних сполук на поверхні кремнезему. (2 год.)

**Тема 5.** Основні принципи номенклатури комплексів. Просторова інтерпретація координаційних чисел. Теоретичні методи дослідження просторової будови комплексів. (2 год.)

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль I</b>												
<b>Змістовий модуль 1</b>												
Тема 1.	4	2				2	6	2				4
Тема 2.	5	2				3	6	2				4
Тема 3.	7	4				3	4					4
Тема 4.	5	2				3	4					4
Тема 5.	5	2				3	4					4
Тема 6.	6	4				2	8	2				6
Тема 7.	6	4				2	6					6
<i>Усього годин за I модуль</i>	<b>38</b>	<b>20</b>				<b>18</b>	<b>38</b>	<b>6</b>				<b>32</b>
<b>Модуль II</b>												
Тема 1.	10			2		8	10			2		8
Тема 2.	12			2		10	10					10
Тема 3.	10			2		8	12					12
Тема 4.	8			2		6	8					8
Тема 5.	12			2		10	12			2		10
<i>Усього годин за II модуль</i>	<b>52</b>			<b>10</b>		<b>42</b>	<b>52</b>			<b>4</b>		<b>48</b>
<b><i>Усього годин</i></b>	<b>90</b>	<b>20</b>		<b>10</b>		<b>60</b>	<b>90</b>	<b>6</b>		<b>4</b>		<b>80</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені	

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені	

### 7. Теми лабораторних занять

#### *Денна форма навчання*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експериментальне вивчення хімічних властивостей комплексних сполук.	2
2	Синтез координаційних сполук з водних розчинів.	2
3	Синтез комплексних сполук з неводних розчинів	2
4	Синтез комплексних сполук на поверхні кремнезему.	2
5	Основні принципи номенклатури комплексів. Просторова інтерпретація координаційних чисел. Теоретичні методи дослідження просторової будови комплексів. Вивчення ізомерії комплексних сполук.	2
	<b><i>Усього годин</i></b>	<b><i>10</i></b>

#### *Заочна форма навчання*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експериментальне вивчення хімічних властивостей комплексних сполук.	2
2	Основні принципи номенклатури комплексів. Просторова інтерпретація координаційних чисел. Теоретичні методи дослідження просторової будови комплексів	2
	<b><i>Усього годин</i></b>	<b><i>4</i></b>

## 8. Самостійна робота

### *Денна форма навчання*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Історія відкриття важливих комплексних сполук.	2
2	Розвиток поглядів на утворення “сполук вищого порядку”. Основні положення теорії Вернера.	2
3	Теорія жорстких та м'яких кислот та основ Пірсона. Теорія валентних зв'язків.	4
4	Солі Крөггманна. Комплекси з лігандами, що координовані ахунок $\sigma$ -зв'язку.	2
5	Карбенові комплекси, комплекси з кратними зв'язками метал-карбон. Комплекси, металоцени. Комплексонометрія.	2
6	Комплекси з макроциклічними поліетерами. Поліядерні $\pi$ -плекси. Кластери.	4
7	Темплатний синтез. Механізми реакцій комплексоутворення. Межі застосування.	6
8	Поняття про координаційну полімерію. Іонізаційна, сольова, валентна ізомерія.	4
9	Загальні уявлення про конформаційну та спінову ізомерію. Приклади застосування таких ізомерів.	4
10	Комплексні сполуки з органічними лігандами. Комплексонометрія.	4
11	Застосування координаційних сполук в аналітичній хімії. Практичні приклади.	4
12	Застосування деяких комплексних сполук важких металів.	6
13	Біометалеві комплекси в живих організмах (гемоглобін, вітаміни, хлорофіл), їх будова, роль та значення.	8
14	Приклади використання комплексних сполук в медицині та фармації.	8
	<b><i>Разом</i></b>	<b>60</b>

### *Заочна форма навчання*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Історія відкриття важливих комплексних сполук.	2
2	Розвиток поглядів на утворення “сполук вищого порядку”. Основні положення теорії Вернера.	4
3	Теорія жорстких та м'яких кислот та основ Пірсона. Теорія валентних зв'язків.	4
4	Солі Крөггманна. Комплекси з лігандами, що координовані ахунок $\sigma$ -зв'язку.	4

5	Карбенові комплекси, комплекси з кратними зв'язками метал-карбон. Комплекси, металоцени. Комплекси.	4
6	Комплекси з макроциклічними поліетерами. Поліядерні $\pi$ -плекси. Кластери.	5
7	Темплатний синтез. Механізми реакцій комплексоутворення. Межі застосування.	8
8	Поняття про координаційну полімерію. Іонізаційна, сольова, валентна ізомерія.	5
9	Загальні уявлення про конформаційну та спінову ізомерію. Приклади застосування таких ізомерів.	6
10	Комплексні сполуки з органічними лігандами. Комплексонометрія.	5
11	Застосування координаційних сполук в аналітичній хімії. Практичні приклади.	6
12	Застосування деяких комплексних сполук важких металів.	6
13	Біометалеві комплекси в живих організмах (гемоглобін, вітаміни, хлорофіл), їх будова, роль та значення.	8
14	Приклади використання комплексних сполук в медицині та фармації.	8
15.	Біоенергетичні комплекси та їх роль у навколишньому середовищі.	5
	<b><i>Разом</i></b>	<b>80</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачені

## 10. Методи навчання

Форма навчання: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

## 11. Методи контролю

- 1. Загальний поточний контроль** знань, здійснюється у формі письмових контрольних робіт (30 хв) за матеріалами лекцій і лабораторних занять, проводиться на лабораторних заняттях з метою активізації самостійної роботи студентів.
- 2. Лабораторно-практичний контроль** знань і умінь студентів (лабораторні роботи виконуються індивідуально і оцінюються з урахуванням рівня підготовки до роботи, виконання аналізів та якості отриманих результатів). Здійснюється у формі усної перевірки (залікова робота) знання теоретичного матеріалу, перевірки знання порядку виконання дослідів, правил техніки безпеки, контролю за виконанням роботи та перевірки оформлення звітів у лабораторному журналі.

3. **Усний метод контролю**, використовується для захисту лабораторних робіт і включає оформлення звіту про виконання роботи (згідно інструкції до лабораторної роботи) та його усний захист, що вимагає знання теоретичного матеріалу з даної теми, знання порядку виконання дослідів, правил техніки безпеки, контролю за виконанням роботи.
4. **Модульний контроль** – письмова контрольна робота тривалістю до 60 хвилин за матеріалами робочої програми, які студенти пишуть після вивчення її в лекційному курсі.
5. Після завершення вивчення дисципліни (V семестр) складаються письмовий залік. Умовою допуску до заліку є виконання і захист передбачених програмою лабораторних робіт, успішне проходження контролю за модульними контрольними роботами. Підсумкова оцінка виставляється на підставі всіх елементів контролю та письмової роботи за матеріалами наведеної програми.  
Форми контролю: поточні, модульні оцінювання та залік.

### **Завдання для поточного контролю знань і умінь студентів**

#### **Питання до змістового модулю 1**

1. Предмет та завдання курсу. Основні положення, поняття хімії координаційних сполук, їх еволюція.
2. Становлення і розвиток хімії координаційних сполук. Взаємопроникнення теорій та ідей координаційної хімії в системі хімічних наук, їх інтегруюча роль.
3. Номенклатура координаційних сполук.
4. Електростатичні уявлення про хімічний зв'язок в координаційних сполуках.
5. Утворення зв'язків в комплексних сполуках. Основні положення методу валентних зв'язків (МВЗ). Типи гібридизації.
6. Зовнішньо- та внутрішньоорбітальні комплекси. Комплекси з кратними зв'язками. Пояснення магнітних властивостей з точки зору методу валентних зв'язків, його переваги та недоліки.
7. Діаграми комплексів за методом валентних зв'язків (лінійний, квадрат, тетраедр, октаедр)
8. Теорія кристалічного поля. Розщеплення кристалічним полем лігандів, його фізичний зміст. Параметри розщеплення в октаедричному полі.
9. Розподіл d-електронів в залежності від сили поля. Низько- та високоспінові комплекси. Енергія стабілізації кристалічним полем (для октаедра).
10. Розподіл d-електронів в залежності від сили поля. Низько- та високоспінові комплекси. Енергія стабілізації кристалічним полем (для тетраедра).
11. Фактори, що впливають на розщеплення кристалічним полем: природа ліганду, окислювальний стан металу та тип присутніх d-електронів.

12. Загальна характеристика комплексів (октаедр, плоский квадрат) з конфігурацією  $dn$  ( $n = 1-10$ ) з точки зору ТКП. Явище внутрішньої асиметрії (ефект Яна-Теллера)

13. Розподіл  $d$ -електронів у правильних та перекручених октаедричних комплексах. Енергія стабілізації кристалічним полем.

14. Характеристика координаційного числа 4. Фактори, що визначають утворення перехідним металом тетраедричних та плоскоквадратних комплексів.

15. Одноядерні комплекси з монодентатними лігандами в залежності від електронної структури іона-комплексоутворювача.

Комплексні сполуки з полідентатними лігандами. Можливості циклоутворення. Внутрішньокмплесні сполуки, комплексонати металів.

16. Прикладні аспекти теорії кристалічного поля.

17. Основні положення методу молекулярних орбіталей. Опис октаедричної молекули за ММО у  $\sigma$ -наближенні.

18. Описування комплексів за ММО. Діаграма молекулярних орбіталей тетраедру.

19. Порівняльна характеристика теорії кристалічного поля і теорії молекулярних орбіталей.

20. Порядок заповнення МО електронами в октаедричному комплексі.

21. Формування МО лінійного комплексу. Діаграма його МО, заповнення електронами.

22. Закономірності транс-впливу. Транс-вплив в квадратних та октаедричних комплексах

23. Цис-вплив лігандів. Теоретичне трактування цього впливу

24. Геометрична та оптична ізомерія. Ізомерія відкритих та закритих форм. Особливості ізомерії комплексів з полідентатними лігандами.

### **Питання до змістового модулю 2.**

1. Види рівноваг в розчинах комплексних сполук: іонна, сольватаційна, кислотно-основна, окислювально-відновна та дисоціація комплексного іону.

2. Типи взаємодій та фактори, що характеризують стійкість комплексів у розчині.

3. Функція Бьєррума і її фізичний смисл. Зв'язок з рівноважною концентрацією ліганду і константами стійкості. Крива утворення системи.

4. Ступінчасте комплексоутворення. Визначення ступінчастих та проміжних констант утворення.

5. Закомплексованість. Розрахунок констант стійкості за методом Ледена за допомогою функції  $\Phi$ .

6. Зв'язок між функціями, що характеризують комплексоутворення у розчині (функція утворення, закомплексованість, мольна частка комплексу).

7. Ступінь утворення даного комплексу. Розрахунок концентрацій комплексних форм, що існують у розчині.

8. Методи визначення складу і констант стійкості комплексів у розчині: методи ізомлярної серії та зсуву рівноваги.

9. Загальна характеристика методів фізико-хімічного дослідження комплексоутворення у розчині. Вибір умов дослідження комплексоутворення.

10. Метод відповідних розчинів. Визначення констант стійкості за кривою утворення.

11. Дослідження комплексоутворення у розчині методом ізомольярних серій. Види діаграм склад-властивість. Розрахунок складу та констант стійкості.

12. Взаємний вплив лігандів. Теоретичне тлумачення транс-впливу лігандів.

13. Види ізомерії, не зв'язані з ізомерією самого комплексного іона: координаційна ізомерія, координаційна полімерія, гідратна ізомерія, іонізаційна метамерія.

14. Метод визначення геометричних ізомерів: хімічні реакції. Фізичні методи.

15. Структурна ізомерія координаційних сполук. Ізомерія зв'язку. Конформаційна ізомерія

16. Оптична ізомерія. Властивості енантіомерів. Розділення рацемата на енантіомери.

### **Теми для реферативних (презентаційних) робіт:**

- Кластерні сполуки.
- Комплекси на поверхні твердого тіла.
- Природні комплекси, що містять координований нітроген.
- Природні комплекси, що містять координований кисень, їхнє значення та роль в живих організмах.
- Ацидосполуки (галогеніди, псевдогалогеніди, оксо- та гідроксокомплекси, комплекси з кисень-вмістними аніонами).
- Використання координаційних сполук для каталізу.

### **Завдання для контрольної роботи**

#### **Варіант 1**

1. Вирахувати величину і знак заряду комплексного йона та скласти формули КС, дописавши йони зовнішньої сфери:  $[\text{BiI}_4]^*$ ,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^*$ ,  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^*$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^*$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^*$ .

**Задача 1.** Розрахувати концентрацію йонів Кадмію в 0,1 М розчині  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ , який містить, крім того 6,5 г/дм<sup>3</sup> KCN.

#### **Варіант 2**

1. Вирахувати величину і знак заряду центрального атома в таких КС:  $\text{K}_2[\text{PtBr}_4]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ ,  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ ,  $\text{K}[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NO}_2)_2]$ . Назвати комплексні сполуки.

**Задача 2.** Константа нестійкості йона  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  дорівнює  $1 \cdot 10^{-21}$ . Розрахувати концентрацію йонів Аргентуму в 0,05 М розчині  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ , який містить, крім того, 0,01 моль/дм<sup>3</sup> KCN. *Відповідь:*  $5 \cdot 10^{-19}$  моль/дм<sup>3</sup>.



### Варіант 3

1. Написати реакції одержання КС:  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ ,  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ .

**Задача 3.** Константи нестійкості йонів  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = 1,4 \cdot 10^{-17}$ ,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} = 3,0 \cdot 10^{-16}$ ,  $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-} = 4,0 \cdot 10^{-14}$ . У розчині якої комплексної сполуки буде міститись більше йонів  $\text{CN}^-$  при однаковій молярній концентрації комплексних йонів?

### Варіант 4

1. Написати реакції одержання КС:  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ ,  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ .

**Задача 8.** Розрахувати концентрацію йонів Кадмію в 0,01 М розчині  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ , який містить, крім того 6,0 г/дм<sup>3</sup> KCN.

### Приклади типових завдань, що виносяться на екзамен

Державний вищий навчальний заклад  
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
Освітній рівень бакалавр Спеціальність 102- «Хімія» Семестр II

Навчальна дисципліна Координаційна хімія

#### БІЛЕТ № 1

1. Загальна характеристика та класифікація комплексних сполук.
2. Природа хімічного зв'язку в координаційних сполуках. Теорія поля лігандів.
3. Вирахувати величину і знак заряду центрального атома в таких КС:  $\text{K}_2[\text{PtBr}_4]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ . Назвати комплексні сполуки.
4. Обчислити концентрацію йонів Аргентуму в 0,1 М розчині  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , що містить 5 г/дм<sup>3</sup>  $\text{NH}_3$ , якщо константа нестійкості комплексного йона дорівнює  $5,89 \cdot 10^{-8}$ .

Затверджено на засіданні кафедри хімії Протокол №      від «    »      20     р.

Завідувач кафедри      І. Ф. Миронюк

Підготував          

Державний вищий навчальний заклад  
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
Освітній рівень бакалавр Спеціальність 102- «Хімія» Семестр II

Навчальна дисципліна Координаційна хімія

#### БІЛЕТ № 2

1. Основні поняття і категорії координаційної хімії, що використовуються для характеристики комплексних сполук біометалів з біолігандами.
2. Найважливіші природні макроциклічні сполуки. Сполуки, що містять координований азот або кисень.
3. Написати рівняння дисоціації в розчинах комплексних йонів таких сполук і навести вирази  $K_{\text{нест}}$ :  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $[\text{AuCl}_4]^-$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ .
4. Розрахувати концентрацію йонів Кадмію в 0,1 М розчині  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ , який містить, крім того 6,5 г/дм<sup>3</sup> KCN.

Затверджено на засіданні кафедри хімії Протокол №      від «    »      20     р.

Завідувач кафедри      І. Ф. Миронюк

Підготував

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання та самостійна робота				Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Модуль 1		Модуль 2	Самостійна робота	50	100
Контрольна робота ЗМ1	Контрольна робота ЗМ2	Захист лабораторних робіт	Презентації		
10	10	20	10		

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 13. Методичне забезпечення

1. Робоча програма курсу: програма лекцій, програма лабораторного практикуму.
2. Курс лекцій з навчальної дисципліни.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт.
4. Питання для поточного контролю знань та екзамену.
5. Силабус навчальної дисципліни

## 14. Рекомендована література

### Основна

1. Скопенко В.В. Зуб. В.Я. Практикум з координаційної хімії. – К.: Вид. КНУ. – 2003. – 300 с.
2. Хімія комплексних сполук: навчальний посібник / С. О. Алексєєв. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2010. – 159 с.
3. Скопенко В. В. Координаційна хімія / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. – К.: Либідь, 2004 – 423 с.
4. Алексєєв С.О. Хімія координаційних сполук / С.О. Алексєєв. – К.: ВПЦ Київський університет, 2010 – 159 с.
5. Хімія координаційних сполук / В.О. Стародуб, О.В. Берзеніна, Т.М. Стародуб, О.В. Штеменко. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2016 – 286 с.
6. Загальна та біонеорганічна хімія / О.І. Карнаухов, Д.О. Мельничук, К.О. Чеботько, В.А. Копілевич // - Вінниця: Нова книга, 2003. -544 с.
7. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. М.: Высшая школа, 1990. – 432 с.

### Електронні інформаційні ресурси

1. <http://youalib.com/content/координаційна-хімія-практикум-скопенко-вв-зуб-вя>.
2. <http://www.twirpx.com/files/chidnustry/coordenative/>.
3. [http://www.unn.ru/books/met\\_files/trifonov%20catal.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/trifonov%20catal.pdf).
4. [http://old.iupac.org/publications/books/rbook/Red\\_Book\\_2005.pdf](http://old.iupac.org/publications/books/rbook/Red_Book_2005.pdf)
5. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Inorganic\\_Chemistry/Modules\\_and\\_Websites\\_\(Inorganic\\_Chemistry\)/Organometallic\\_Chemistry\\_\(Michael\\_Evans\)/Organometallic\\_Ligands/Carbenes](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Inorganic_Chemistry/Modules_and_Websites_(Inorganic_Chemistry)/Organometallic_Chemistry_(Michael_Evans)/Organometallic_Ligands/Carbenes)