Форма № Н - 3.04

Львівський національний університет імені Івана Франка

Кафедра аналітичної хімії

"**ЗАТВЕРДЖУЮ**"
Декан хімічного
факультету, проф.

_____Г.С. Дмитрів

"_____"_____20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ В АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ

галузь знань:	10 "Природничі науки"
спеціальність:	102 "Хімія"
спеціалізація:	"Аналітична хімія"
факультет:	хімічний

Львів – 20__

Робоча програма навчальної дисципліни "Комплексні сполуки в аналітичній хімії" для студентів спеціальності 102 "Хімія", 20__. – 10 с.

Розробник: **Пацай Ігор Орестович**, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри аналітичної хімії
Протокол №___ від. _____ 20__ р.

Завідувач кафедри, доц. _____ Л.О. Дубенська

Схвалено методичною комісією хімічного факультету
Протокол №___ від. _____ 20__ р.

Голова методичної комісії, проф. _____ М.Д. Обушак

Схвалено Вченою радою хімічного факультету
Протокол № ___ від. "_____ 20__ р.

Декан хімічного факультету, проф. _____ Г.С. Дмитрів

© Пацай І.О., 20__

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4,0</td><td>Галузь знань
10 Природничі науки
(шифр, назва)</td><td colspan="2">Вибіркова
(за вибором студента)</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td>Напрям

(шифр, назва)</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td rowspan="3">Спеціальність
102 "Хімія"
(шифр, назва)</td><td>1-й</td><td>–</td></tr>
<tr><td>Курсова робота –</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 120</td><td>2-й</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3
самостійної роботи – 2,625</td><td rowspan="9">Освітньо-кваліфікаційний рівень:

МАГІСТР</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>16 год</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>32 год</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>72 год</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">ІНДЗ: –</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
</table>

Примітка.

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

для денної форми навчання – **0,67**
для заочної форми навчання –

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою і завданням навчальної дисципліни "Комплексні сполуки в аналітичній хімії" є теоретичне і практичне ознайомлення із перспективними напрямками використання комплексних сполук в аналізі, зокрема в методах ідентифікації, визначення, розділення та концентрування неорганічних та органічних речовин.

Предмет навчальної дисципліни "Комплексні сполуки в аналітичній хімії" включає методи визначення складу і констант стійкості моноядерних, багатоядерних і різнолігандних комплексів та способи застосування комплексних сполук у хімічному аналізі.

В результаті вивчення даного спецкурсу студент повинен

знати*:*

- основні принципи застосування комплексних сполук в аналітичній хімії;
- умови утворення комплексних сполук в розчині;
- рівноваги комплексних сполук;
- вплив різних факторів (природи центрального атома, лігандів, іонної сили розчину, кислотності середовища тощо) на склад і стійкість комплексів;
- методи визначення складу і констант стійкості комплексних сполук;
- галузі застосування комплексних сполук в хімічному аналізі.

вміти*:*

- визначати склади і константи стійкості комплексних сполук різними методами (ізомолярних серій, зсуву рівноваги, методами pH-титрування, Ледена, Б'єрума);
- вибрати метод кількісного визначення компонента залежно від його вмісту в досліджуваному об'єкті;
- проводити кількісний аналіз речовин різними методами із застосуванням комплексних сполук в якості осаджувачів, фотометричних реагентів тощо;
- обчислити вміст визначуваного компонента за даними аналізу та оформити отримані результати.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. ***Основні принципи використання комплексоутворення в аналітичній хімії. Найважливіші методи визначення складу і констант стійкості комплексних сполук.***

Тема 1. Основні принципи використання комплексоутворення в аналітичній хімії. Класифікація аналітичних реакцій на основі комплексоутворення, що використовуються в методах ідентифікації, визначення, розділення та концентрування неорганічних та органічних речовин. Перспективні напрямки використання комплексних сполук в аналізі.

Тема 2. Фактори, які визначають утворення комплексів у розчині. Значення природи центрального атома та лігандів. Рівноваги реакцій комплексоутворення. Рівноваги реакцій утворення моноядерних комплексів. Рівноваги реакцій утворення поліядерних комплексів. Умовні константи рівноваги. Вплив концентрацій іонів H^+, іонної сили та природи розчинника на процес комплексоутворення. Кінетика реакцій комплексоутворення.

Тема 3. Методи дослідження процесів комплексоутворення в розчині. Основні залежності і величини, що характеризують комплексоутворення: закон діючих мас, рівняння зв'язку, електронейтральності, функція Б'єррума, закомплексованості, ступінь зв'язування. Методи визначення констант рівноваги (чи складу і стійкості) комплексоутворення у розчині. Потенціометричні методи. Прямі методи та ті, що грунтуються на вимірюванні pH. Спектрофотометричні методи: ізомолярних серій, зсуву рівноваги, молярних відношень, метод Комаря, розбавлення Бабка. Визначення заряду комплексного іона. Дослідження різнолігандних комплексів. Полярографічні методи. Методи екстракції та іонного обміну.

Тема 4. Найважливіші комплекси металів з неорганічними та органічними лігандами та їхнє застосування в аналізі. Комплекси металів з неорганічними лігандами. Умови комплексоутворення та значення в аналізі. Комплексні сполуки з органічними лігандами. Особливості комплексоутворення. Поняття про функціонально-аналітичні угрупування та їхні типи. Реакції протолізу та їхній вплив на вихід комплексів. Окремі групи комплексів з органічними лігандами. Різнолігандні та різнометальні комплекси. Умови утворення, переваги перед монолігандними і монометальними. Іонні асоціати, краун-ефіри.

Змістовий модуль 2. ***Аналітичне використання реакцій комплексоутворення.***

Тема 5. Реакції комплексоутворення в гравіметрії та титриметрії. Способи одержання аналітично важливих малорозчинних сполук за допомогою реакцій комплексоутворення. Комплексні форми, як осаджувачі іонів. Гравіметрія з використанням оксимів, оксину, купферону, нітрозосполук, тіокарбаматів і ін. Маскування сторонніх іонів комплексоутворенням при одержанні осаджуваної форми. Методи титриметрії на основі реакцій комплексоутворення. Комплексонометричне титрування. Теорія і практично важливі особливості. Хелатоутворюючі реагенти. Комплексонометрія. Аналіз іонів металів у сумішах. Практичне застосування комплексонометрії. Комплексоутворення в реакціях протолізу і окиснення-відновлення. Непряме визначення комплексоутворення іонів за допомогою кислотно-основного титрування. Неводне титрування.

Тема 6. Реакції комплексоутворення в інструментальних методах аналізу. СФ-методи. Оптимізація умов визначення усунення впливу сторонніх іонів, поліпшення метрологічних характеристик з використанням реакцій комплексоутворення. Люмінесцентний аналіз. Комплексні сполуки, як основний тип люмінесціюючих субстратів. Зв'язок між люмінесцентною здатністю та структурою комплексу. Застосування люмінесцентних реагентів в аналізі чистих речовин. Комплексоутворення в

хемілюмінесцентному аналізі. Електрохімічні методи. Значення комплексоутворення в електролітичному виділенні та розділенні іонів. Вплив реакцій комплексоутворення на значення $E_{1/2}$. Полярографічні методи дослідження реакцій комплексоутворення. Реакції комплексоутворення у кінетичних методах аналізу. Специфіка використання значення проміжних лабільних комплексних сполук в каталітичних реакціях комплексоутворення і активування каталізатора.

Тема 7. Розділення і концентрування із застосуванням реакцій комплексоутворення. Екстракційне розділення. Сольватна теорія екстракції. Екстракція хелатів, іонних асоціатів. Ефективність розділення та умови його забезпечення. Іонообмінне розділення. Застосування іонообмінників з комплексуючими іонами та з допомогою комплексуючих агентів. Концентрування. Екстракційне концентрування та його особливості, індивідуальне та групове концентрування. Концентрування співосадженням за допомогою органічних осаджувачів. Переваги та недоліки.

4. Структура навчальної дисципліни

№ теми	НАЗВИ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ І ТЕМ	Кількість годин			
		лк	пр	**лаб**	**ср**
	Змістовий модуль 1. ***Основні принципи використання комплексоутворення в аналітичній хімії. Найважливіші методи визначення складу і констант стійкості комплексних сполук***				
1	Основні принципи використання комплексоутворення (КУ) в аналітичній хімії. Класифікація аналітичних реакцій на основі КУ	2		2	6
2	Фактори, які визначають утворення комплексів в розчині. Рівноваги реакцій КУ	2		2	8
3	Методи дослідження процесів КУ в розчині. Основні закономірності і величини, що характеризують КУ. Методи визначення складу і констант стійкості комплексів в розчині	2		2	11
4	Найважливіші комплекси металів з неорганічними та органічними лігандами та їхнє застосування в аналізі	2		4	10
	Модульна контрольна робота №1				
	Разом – змістовий модуль 1	8		10	35
	Змістовий модуль 2. ***Аналітичне використання реакцій комплексоутворення***				
5	Реакції КУ в гравіметрії та титриметрії. Комплексонометрія. Аналіз іонів металів в суміші	4		8	12
6	Реакції КУ в інструментальних методах аналізу	2		6	12
7	Розділення і концентрування із застосуванням реакцій КУ	2		8	13
	Модульна контрольна робота №2				
	Разом – змістовий модуль 2	8		22	37
	РАЗОМ	**16**		**32**	**72**

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1	Дослідження монолігандного комплексу методом ізомолярних серій.	2
2	Дослідження монолігандного комплексу методом зсуву рівноваги.	2
3	Визначення ступінчатого комплексоутворення у водних розчинах методом pH-титрування.	2
4	Визначення ступеневих констант стійкості аміачних комплексів аргентуму методом Ледена.	4
5	Екстракційно-фотометричне визначення Ni в бронзі.	8
6	Комплексонометричне визначення вмісту феруму й алюмінію в бронзі	6
7	Визначення ступеневих констант стійкості роданідних комплексів кобальту (П) методом Б'єрума.	8
	Разом	**32**

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1	Основні принципи використання комплексоутворення (КУ) в аналітичній хімії. Класифікація аналітичних реакцій на основі КУ	6
2	Фактори, які визначають утворення комплексів в р-ні. Рівноваги КУ	8
3	Методи дослідження процесів КУ в розчині. Основні закономірності і величини, що характеризують КУ. Методи визначення складу і констант стійкості комплексів в розчині	11
4	Найважливіші комплекси металів з неорганічними та органічними лігандами та їхнє застосування в аналізі	10
5	Реакції КУ в гравіметрії та титриметрії. Комплексонометрія. Аналіз іонів металів в суміші	12
6	Реакції КУ в інструментальних методах аналізу	12
7	Розділення і концентрування із застосуванням реакцій КУ	13
	Разом	**72**

9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

1. Комплекси металів (перша група) з неорганічними лігандами та їх застосування в аналітичній хімії.
2. Комплекси металів (друга група) з неорганічними лігандами та їх застосування в аналітичній хімії.
3. Комплекси металів (третя група) з неорганічними лігандами та їх застосування в аналітичній хімії.
4. Найважливіші іонні асоціати, краун-ефіри та їх застосування в аналітичній хімії.
5. Функціонально-аналітичні угрупування та їх типи.
6. Найважливіші комплексні сполуки з органічними лігандами та їх застосування в аналітичній хімії.
7. Комплексоутворення в хемілюмінесцентному аналізі. Зв’язок між люмінесцентною здатністю та структурою комплексу.
8. Полярографічні методи дослідження реакцій комплексоутворення.
9. Реакції комплексоутворення в кінетичних методах аналізу.
10. Використання комплексних сполук в спектрофотометричних методах аналізу. Найважливіші реагенти та їх характеристики.

10. Методи контролю

Контроль вивчення спецкурсу ведеться за результатами двох модульних контрольних опитувань з теоретичних питань, а також за результатами практичного виконання і захисту лабораторних робіт.

Типові завдання до поточної контрольної роботи

1. Основні принципи використання комплексоутворення в аналітичній хімії.
2. Основні положення хімії комплексних сполук.
3. Рівноваги реакцій утворення моноядерних комплексів.
4. Рівноваги реакцій утворення різнолігандних і поліядерних комплексів.
5. Мольна частка і-го комплексу.
6. Фактори, які визначають утворення комплексів у розчині. Вплив природи центрального атома та лігандів на їх утворення.
7. Вплив концентрації іонів H_3O^+, іонної сили та природи розчинника на процес комплексоутворення.
8. Кінетика реакцій комплексоутворення.
9. Спектрофотометричні методи визначення констант стійкості та складу комплексів.
10. Потенціометричні методи визначення констант стійкості та складу моноядерних комплексів.
11. Екстракційні методи визначення складу і констант стійкості комплексів у розчині.
12. Полярографічні методи визначення складу і констант стійкості моноядерних комплексів.
13. Реакції комплексоутворення в гравіметрії. Способи одержання аналітично важливих малорозчинних сполук за допомогою реакцій комплексоутворення.
14. Комплексні форми як осаджувачі іонів. Маскування сторонніх іонів комплексоутворенням при одержанні осаджуваної форми.
15. Методи титриметрії на основі реакцій комплексоутворення. Непряме визначення комплексоутворення іонів за допомогою кислотно-основного титрування.
16. Комплексонометричне титрування. Теорія і практично важливі особливості.
17. Комплексонометрія. Аналіз іонів металів у сумішах. Практичне застосування комплексонометрії.
18. Реакції комплексоноутворення в інструментальних методах аналізу. Спектрофотометричні методи.
19. Розділення і концентрування із застосуванням реакцій комплексоутворення. Екстракційне розділення. Сольватна теорія екстракції.
20. Значення комплексоутворення в електрохімічному виділенні та розділенні іонів. Вплив реакцій комплексоутворення на значення $E_{1/2}$.
21. Класифікація аналітичних реакцій комплексоутворення, що використовуються в методах ідентифікації, визначення, розділення та концентрування неорганічних та органічних речовин.
22. Застосування іонообмінників з комплексуючими іонами та з комплексуючими агентами.

11. Розподіл балів, що присвоюється студентам

Спецкурс є одним модулем, що поділяється на два змістові модулі, оціненим у 100 балів.

Рейтингова оцінка знань студентів (у балах):

№	Вид контролю	Кількість форм контролю	Макс. к-сть балів	Сумарний бал
1	Контрольна робота	2	22	44
2	Виконання і захист лабораторних робіт	7	8	56
Загальна сума балів				**100**

Змістові модулі та їхнє оцінювання:

№	Змістовий модуль	Види контролю	К-сть видів	Макс. к-сть балів
1	Основні принципи використання комплексоутворення в аналітичній хімії. Найважливіші методи визначення складу і констант стійкості комплексних сполук	Лабораторна робота Контрольна робота № 1	4 1	32 22
	Разом за змістовий модуль 1			**54**
2	Аналітичне використання реакцій комплексоутворення	Лабораторна робота Контрольна робота № 2	3 1	24 22
	Разом за змістовий модуль 2			**46**

Шкала оцінювання: вузу, національна та ECTS

Оцінка ECTS	***Оцінка в балах***	***За національною шкалою***
A	90 – 100	**Зараховано**
B	81-89	
C	71-80	
D	61-70	
E	51-60	
FX	30-50	**Незараховано**
F	0-29	

12. Методичне забезпечення

1. Електронний конспект лекцій зі спецкурсу “Комплексні сполуки в аналітичній хімії”.
2. Методичні вказівки та інструкції до виконання лабораторних робіт.

13. Рекомендована література

Основна

1. Бек М. Химия равновесий реакций комплексообразования. – М.: Мир, 1973. – 421 с.
2. Умланд Ф., Янсен А., Тирич Д., Вюнш Г. Комплексные соединения в аналитической химии. Теория и практика применения. – М.: Мир, 1975. – 531 с.
3. Инцеди Я. Применение комплексов в аналитической химии. – М.: Мир, 1979. – 376 с.
4. Хольцбехер З., Дивиш Л., Крал М., Шуха Л., Влачил Ф. Органические реагенты в неорганическом анализе. – М.: Мир, 1979. – 752 с.
5. Пилипенко А.Т. Органічні реактиви в неорганічному аналізі.
6. Лебедева Л.И. Комплексообразование в аналитической химии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 176 с.
7. Пилипенко А.Т., Тананайко М.М. Разнолигандньїе и разнометальные комплексы в аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 222 с.
8. Головина А.П., Левшин Л.В. Химический хемилюминесцентный анализ неорганических веществ. – М.: Химия, 1978. – 248 с.
9. Бончев П. Комплексообразование и каталитическая активность. – М.: Мир, 1975. – 274 с.

Додаткова

1. Пятницкий И.В. Теоретические основы аналитической химии. – К.: Вища школа, 1978. – 272 с.

14. Інформаційні ресурси

1. http://rushim.ru/books/books.htm
2. http://rushim.ru/books/analitika/analitika.htm
3. http://uk.wikipedia.org
4. http://www.chem.msu.su/rus/elibrary

_____ Пацай І.О.