

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра аналітичної хімії

Затверджено
На засіданні кафедри аналітичної хімії
хімічного факультету Львівського
національного університету імені Івана
Франка (протокол № 1 від 29.08.2022 р.)

Завідувачка кафедри
аналітичної хімії
Лілія ДУБЕНСЬКА

Силабус з навчальної дисципліни
“Комплексні сполуки в аналітичній хімії”,
що викладається в межах ОПП «Хімія» другого (магістерського) рівня вищої
освіти для здобувачів з спеціальності 102 Хімія

Львів 2022 р.

| | |
|--|--|
| Назва дисципліни | Комплексні сполуки в аналітичній хімії |
| Адреса викладання дисципліни | Львівський національний університет імені Івана Франка, хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія 6, м. Львів |
| Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна | Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії |
| Галузь знань, шифр та назва спеціальності | 10 Природничі науки 102 Хімія |
| Викладачі дисципліни | Пацай І.О., к. х. н., доцент кафедри аналітичної хімії Коркуна О.Я., к. х. н., доцент кафедри аналітичної хімії |
| Контактна інформація викладачів | ihor.patsay@lnu.edu.ua, https://chem.lnu.edu.ua/employee/patsaj-ihor-orestovych , Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії, каб. 206 тел. +38022394047 |
| Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються | Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача. |
| Сторінка курсу | https://chem.lnu.edu.ua/course/kompleksni-spoluky-v-analitychnij-himiji |
| Інформація про дисципліну | Дисципліна “Комплексні сполуки в аналітичній хімії” є вибірковою дисципліною зі спеціальності 102 Хімія для освітньо-професійної програм “Хімія” другого (магістерського) рівня вищої освіти, яка викладається в другому семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| Коротка анотація дисципліни | Курс розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання та виробити навички з різних форм застосування набутих знань та напрацювань, обов'язкові для того, щоб вибирати та реалізувати на практиці оптимальні методи дослідження комплексних сполук та способи їх застосування в хімічному аналізі. Курс охоплює основні аспекти застосування процесів комплексоутворення в аналітичній хімії та способи їх дослідження фізико-хімічними методами, насамперед оптичними та електрохімічними. |
| Мета та цілі дисципліни | Метою викладання навчальної дисципліни є теоретичне і практичне ознайомлення студентів із перспективними напрямками використання комплексних сполук в аналізі, зокрема в методах ідентифікації, визначення, розділення та концентрування неорганічних та органічних речовин Цілі вивчення дисципліни – розглянути та засвоїти основні принципи застосування комплексних сполук в хімічному аналізі та опанувати найпоширеніші методи дослідження процесів комплексоутворення. |
| Література для вивчення дисципліни | Основна: 1. Скопенко В.В., Савранський Л.І. Координаційна хімія. – Київ: Київ. ун-т, 1992. – 424 с. 2. Запорожець О.А. Лабораторні роботи до спецпрактикуму "Дослідження комплексоутворення у розчині та комп'ютерна обробка результатів". – Київ: ВПЦ "Тираж", 2005. – 47 с. 3. Hogfeld E. Stability constants of metal-ion complexes. Part A / Inorganic ligands. – JUPAC Chemical Data Series, N21. Pergamon Press, 1982. 4. Пилипенко А.Т. Органічні реактиви в неорганічному аналізі. – К.: Вища школа, 1972. – 216 с. |

| | |
|---|---|
| | <p>Додаткова:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. Лебедева Л.И. Комплексообразование в аналитической химии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 176 с. 5. Пилипенко А.Т., Тананайко М.М. Разнолигандные и разнометалльные комплексы в аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 222 с. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. http://chem.lnu.edu.ua/course/kompleksni-spoluky-v-analitychnij-himiji 2. http://mtech.lnu.edu.ua/ksah/index.htm 3. http://www.intechopen.com/chapters/74585 4. http://doi/10.1351/pac197021040461/html?lang=en |
| <p>Обсяг курсу</p> | <p>Навчальний курс охоплює 4 кредити (120 год). Курс складається з 16 год лекційних занять, 32 год лабораторних занять та 72 год самостійної роботи</p> |
| <p>Очікувані результати навчання</p> | <p>Після завершення цього курсу студент буде</p> <p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначати склади і константи стійкості комплексних сполук різними методами (ізолярних серій, зсуву рівноваги, методами рН-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. <p>У результаті успішного вивчення курсу студент набуде <i>загальних компетентностей</i>:</p> <p>ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. ЗК 12. Здатність працювати автономно.</p> <p>та <i>спеціальних (фахових) компетентностей</i>:</p> <p>СК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із вищого рівня математичними інструментами для опису природних явищ. СК 2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.</p> <p>СК 3. Здатність організувати, планувати та реалізувати хімічний експеримент.</p> <p>СК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.</p> <p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПРН 2 Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.</p> <p>ПРН 6 Знати методологію організації наукового дослідження.</p> <p>ПРН 10 Планувати, організувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.</p> |
| Ключові слова | Комплексна сполука, спектрофотометрія, константа комплексоутворення, функція Б'єрума, зсув рівноваги, метод насичення, метод ізомолярних серій, метод Ледена |
| Формат курсу | Очний. Проведення лекцій, лабораторних занять та консультації. |
| Теми | Наведені у Таблиці 1 |
| Підсумковий контроль, форма | Залік в кінці семестру на основі результативності виконання лабораторного практикуму та письмових модульних робіт |
| Пререквізити | Базові знання з дисциплін "Аналітична хімія", "Органічна хімія", "Фізичні методи дослідження", "Оптичні методи аналізу" |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | Лекції, презентації, виконання та захист лабораторних робіт. |
| Необхідне обладнання | Лабораторне обладнання практикуму фізико-хімічних методів аналізу |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Нарахування балів здійснюється за таким співвідношенням:</p> <p>56 % – виконання, оформлення та захист лабораторних робіт; 44% – письмові модульні роботи.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають дві письмові модульні роботи (розгорнуті відповіді на теоретичні питання та розв'язування задач).</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем. Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на лабораторних заняттях та бали письмових модульних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> |
| <p>Питання до підсумкових модульних робіт</p> | <ol style="list-style-type: none"> 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 комплексоутворення 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. |
| <p>Опитування</p> | <p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p> |

Таблиця 1. Схема курсу

| Тиждень | Тема, план, короткі тези | Форма діяльності | Література. ***Ресурси в інтернеті |
|---------|---|---------------------|---|
| 1-2 | Основні принципи використання комплексоутворення в АХ. Класифікація анал. реакцій на основі КУ | Лекція | <p>Основна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скопенко В.В., Савранський Л.І. Координаційна хімія. – Київ: Київ. ун-т, 1992. – 424 с. 2. Запорожець О.А. Лабораторні роботи до спецпрактикуму "Дослідження комплексоутворення у розчині та комп'ютерна обробка результатів". – Київ: ВПЦ "Тираж", 2005. – 47 с. 3. Hogfeld E. Stability constants of metal-ion complexes. Part A / Inorganic ligands. – IUPAC Chemical Data Series, N21. Pergamon Press, 1982. 4. Пилипенко А.Т. Органічні реактиви в неорганічному аналізі. – К.: Вища школа, 1972. – 216 с. 5. <p>Додаткова:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. Лебедева Л.И. Комплексообразование в аналитической химии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – 176 с. 7. Пилипенко А.Т., Тананайко М.М. Разнолигандные и разнометалльные комплексы в аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 222 с. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. http://chem.lnu.edu.ua/course/kompleksni-spoluky-v-analitychnij-himiji 2. http://mtech.lnu.edu.ua/ksah/index.htm 3. http://www.intechopen.com/chapters/74585 4. http://doi/10.1351/pac197021040461/html?lang=en |
| 1-2 | Дослідження складу монолігандного комплексу методом ізомольярних серій | Лабораторне заняття | |
| 3-4 | Фактори, які визначають утворення комплексів в розчині. Рівноваги реакцій КУ | Лекція | |
| 3-4 | Дослідження складу монолігандного комплексу методом зсуву рівноваги | Лабораторне заняття | |
| 5-6 | Методи дослідження процесів КУ в розчині. Основні закономірності і величини, що характеризують КУ. Методи визначення складу і констант стійкості комплексів в розчині | Лекція | |
| 5-6 | Визначення ступінчатого комплексоутворення у водних розчинах методом рН-титрування | Лабораторне заняття | |
| 7-8 | Найважливіші комплекси металів з неорганічними та органічними лігандами та їхнє застосування в аналізі | Лекція | |
| 9-12 | Реакції КУ в гравіметрії та титриметрії. Комплексонометрія. Аналіз іонів металів в суміші | Лекція | |
| 7-12 | Визначення ступеневих констант стійкості аміачних комплексів аргентуму методом Ледена | Лабораторне заняття | |
| 13-14 | Реакції КУ в інструментальних методах аналізу | Лекція | |
| 15-16 | Розділення і концентрування із застосуванням реакцій КУ | Лекція | |
| 13-16 | Визначення ступеневих констант стійкості роданідних комплексів Со (II) методом Б'єрума | Лабораторне заняття | |