

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до практичних занять**

Навчальна дисципліна	Комплексні сполуки у біотехнологічних системах та технологіях
Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G21 «Біотехнології та біоінженерія»
Форма навчання	Денна
Кафедра	Аналітичної, фізичної та колоїдної хімії

Затверджено на засіданні кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії
Протокол № 1 від 26 серпня 2025 р.

Розглянуто та затверджено на засіданні Циклової методичної комісії
«Фармація та біотехнологія»
Протокол № 1 від 29 серпня 2025 р.

Методична розробка складена:

Зайцева Г.М., завідувачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.
Лисенко Т.А., старша викладачка кафедри аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

ЗМІСТ

Тема заняття № 1 «Основні поняття та класифікація комплексних сполук у біотехнології»	3
Тема заняття № 2 «Номенклатура та біоміметичні ліганди»	7
Тема заняття № 3 «Ізомерія та будова комплексних сполук»	11
Тема заняття № 4 «Реакції комплексоутворення та їх значення у біотехнології»	15
Тема заняття № 5 «Теорія кристалічного поля та поля лігандів»	19
Тема заняття № 6 «Метод валентних зв'язків та молекулярних орбіталей» ..	23
Тема заняття № 7 «Комплексні сполуки d-елементів IB – IVB груп у біотехнологіях»	27
Тема заняття № 8 «Комплексні сполуки d-елементів VB – VIIB груп у біотехнологіях»	31
Тема заняття № 9 «Комплексні сполуки s- і p-елементів у біотехнології та фармації»	35
Тема заняття № 10 «Синтез та дослідження комплексних сполук у біотехнологічних технологіях»	39

Тема заняття № 1 «Основні поняття та класифікація комплексних сполук у біотехнології»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).

2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

Метою практичного заняття є ознайомлення студентів з базовими поняттями теорії комплексних сполук, їх класифікацією та біотехнологічним значенням. Особлива увага приділяється прикладам комплексів у ферментних системах, фармацевтичних препаратах та методах аналітичної біотехнології.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.
	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка	Репродуктивний	15 хв.

	виконання завдань позааудиторної самостійної роботи		
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Поняття та визначення комплексних сполук. – Типи лігандів і приклади їх будови. – Координаційне число: визначення, чинники, що впливають на його значення. – Приклади внутрішньосферних і зовнішньосферних комплексів. – Біотехнологічне значення комплексних сполук. – Механізм дії цисплатину як протипухлинного препарату. – Біологічна роль комплексів Fe, Zn та Mg у функціонуванні ферментів і метаболічних процесах.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуаційних задач)	Відтворювання	20 хв.
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ "Медицина", 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д Рева, О.Б. Тимощук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. — 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. — Вінниця: Нова книга, 2003. — 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. — К.: Пед. Преса, 2002.— Ч. I.— 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. — 3-є вид., випр. ВСВ "Медицина", 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] — К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». — Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. — 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник — Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. — 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання — <https://likar.nmu.kyiv.ua/>
3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. — Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с.
URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com
4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. — К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. — 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Дайте визначення комплексної сполуки.
2. Які типи лігандів ви знаєте? Наведіть приклади.
3. Що таке координаційне число і від чого воно залежить?
4. Наведіть приклади внутрішньосферних і зовнішньосферних комплексів.
5. Яку роль відіграють комплексні сполуки у біотехнології?
6. Чому цисплатин ефективний як протипухлинний препарат?
7. Яке біологічне значення мають комплекси Fe, Zn та Mg?

Тема заняття № 2 «Номенклатура та біоміметичні ліганди»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).
2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

Метою практичного заняття є сформування знань студентів про правила номенклатури координаційних сполук за ІЮПАК; ознайомлення з поняттям ліганду, його видами та властивостями; розкриття сутності біоміметичних лігандів і їх ролі у моделюванні біосистем.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.
	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка виконання завдань	Репродуктивний	15 хв.

	позааудиторної самостійної роботи		
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Принцип номенклатури ІЮПАК для комплексних сполук. – Порядок слів у назві комплексної сполуки. – Класифікація лігандів за типом донорних атомів (O-, N-, S-, P-ліганди). – Поняття біоміметичного ліганду. – Основні групи сполук, що виконують роль біоміметичних лігандів. – Механізм утворення комплексів між амінокислотами та іонами металів. – Порфіринові комплекси як біоміметичні моделі гему. – Роль біоміметичних лігандів у біотехнології.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуаційних задач)	Відтворювання	20 хв.
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ "Медицина", 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. — 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. — Вінниця: Нова книга, 2003. — 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. — К.: Пед. Преса, 2002.— Ч. I.— 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. — 3-є вид., випр. ВСВ "Медицина", 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] — К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». — Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. — 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник — Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. — 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання — <https://likar.nmu.kyiv.ua/>
3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. — Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с.
URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com
4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. — К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. — 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. У чому полягає принцип номенклатури ІЮПАК для комплексних сполук?
2. Як визначається порядок слів у назві комплексної сполуки?
3. Які є класи лігандів за типом донорних атомів (О-, N-, S-, Р-ліганди)?
4. Що таке біоміметичний ліганд?
5. Які основні групи сполук можуть виконувати роль біоміметичних лігандів?
6. Як амінокислоти можуть утворювати комплекси з металами?
7. Чому порфіринові комплекси вважаються біоміметичними моделями гему?
8. У чому полягає роль біоміметичних лігандів у біотехнології?

Тема заняття № 3 «Ізомерія та будова комплексних сполук»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).
2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

Ознайомити студентів з типами ізомерії в координаційних (комплексних) сполуках, особливостями їх будови, а також із впливом ізомерії на хімічні та фармакологічні властивості сполук.

Сформувані у студентів розуміння зв'язку між просторовою структурою комплексів і їхньою біологічною активністю.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.
	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка	Репродуктивний	15 хв.

	виконання завдань позааудиторної самостійної роботи		
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Поняття ізомерії комплексних сполук. – Типи структурної ізомерії та їх характеристика. – Геометрична ізомерія: відмінності між цис- і транс-ізомерами. – Фактори, що визначають оптичну активність комплексних сполук. – Вплив ізомерії на фармакологічні властивості препаратів. – Біологічно важливі комплекси з різними геометричними формами. – Зв'язок між координаційним числом і геометрією комплексної сполуки. – Методи експериментального розрізнення ізомерів (спектроскопія, кристалографія).	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуаційних задач)	Відтворювання	20 хв.
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.

	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.
--	--	--------------	-------

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ “Медицина”, 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д. Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. – 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. – К.: Пед. Преса, 2002.– Ч. I.– 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. – 3-є вид., випр. ВСВ “Медицина”, 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] – К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. – 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. – 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>
3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. – 476 с.
URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Що таке ізомерія комплексних сполук?
2. Які існують типи структурної ізомерії?
3. У чому полягає різниця між цис- і транс-ізомерами?
4. Які фактори визначають оптичну активність комплексних сполук?
5. Як ізомерія впливає на фармакологічні властивості препаратів?
6. Наведіть приклади біологічно важливих комплексів із різними геометричними формами.
7. Що таке координаційне число та як воно пов'язане з геометрією комплексу?
8. Як відрізнити ізомери експериментально (спектроскопічно або кристалографічно)?

Тема заняття № 4 «Реакції комплексоутворення та їх значення у біотехнології»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).
2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

- ✓ Ознайомити студентів із хімічними рівновагами, що виникають у процесах комплексоутворення.
- ✓ Навчити визначати чинники, які впливають на стійкість комплексних сполук.
- ✓ Розкрити практичне значення комплексів металів у біотехнологічних і фармацевтичних процесах.
- ✓ Формувати розуміння ролі комплексоутворення у стабілізації ферментів, хелатотерапії, сорбції та очищенні речовин.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.

	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка виконання завдань позааудиторної самостійної роботи	Репродуктивний	15 хв.
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Визначення константи стійкості комплексної сполуки. – Фактори, що впливають на стабільність комплексів (природа лігандів, заряд іонів металу, рН середовища, температура). – Сутність хелатного ефекту та його термодинамічне пояснення. – Основні хелатні агенти, що застосовуються у фармації. – Вплив процесів комплексоутворення на активність ферментів. – Приклади комплексних сполук, які входять до складу фармацевтичних препаратів.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуаційних задач)	Відтворювання	20 хв.

	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ “Медицина”, 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. — 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. — Вінниця: Нова книга, 2003. — 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. — К.: Пед. Преса, 2002.— Ч. I.— 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. — 3-є вид., випр. ВСВ “Медицина”, 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] — К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». — Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. — 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник — Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. — 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/department-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>
3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. — Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с.

URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Як визначається константа стійкості комплексу?
2. Які фактори впливають на стабільність комплексних сполук?
3. У чому полягає хелатний ефект?
4. Які хелатні агенти застосовуються у фармації?
5. Як комплексоутворення впливає на активність ферментів?
6. Наведіть приклади комплексів, що застосовуються у фармацевтичних препаратах.

Тема заняття № 5 «Теорія кристалічного поля та поля лігандів»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).
2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

Ознайомити студентів з основами теорії кристалічного поля (ТКП) та поля лігандів (ТПЛ), їхнім застосуванням для пояснення будови, властивостей та біологічних функцій координаційних сполук, що використовуються у біотехнології та фармацевтичній науці.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.
	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка виконання завдань	Репродуктивний	15 хв.

	позааудиторної самостійної роботи		
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Поняття координаційних сполук і біологічні приклади їх існування. – Основні положення теорії кристалічного поля. – Розщеплення d-орбіталей в октаедричному полі. – Високоспінові та низькоспінові комплекси: причини виникнення та відмінності. – Спектрохімічний ряд лігандів і його значення. – Переваги теорії поля лігандів порівняно з теорією кристалічного поля. – Вплив сили поля лігандів на колір і магнітні властивості комплексних сполук. – Природні металокомплекси у біосистемах: гемоглобін, хлорофіл, вітамін B₁₂. – Роль теорії поля лігандів у поясненні механізму дії цисплатину. – Значення вивчення металокомплексів для біотехнології.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуатійних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування	Відтворювання	20 хв.

	розрахункових та ситуаційних задач)		
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ "Медицина", 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. – 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. – К.: Пед. Преса, 2002.– Ч. I.– 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. – 3-є вид., випр. ВСВ "Медицина", 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] – К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. – 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. – 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>

3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. – 476 с.

URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Дайте визначення координаційної сполуки та наведіть біологічні приклади.
2. У чому полягають основні положення теорії кристалічного поля?
3. Як розщеплюються d-орбіталі в октаедричному полі?
4. Чим відрізняються високоспінові та низькоспінові комплекси?
5. Що таке спектрохімічний ряд лігандів?
6. У чому переваги теорії поля лігандів порівняно з ТКП?
7. Як сила поля лігандів впливає на колір і магнітні властивості?
8. Наведіть приклади природних металокомплексів у біосистемах.
9. Яку роль відіграє теорія поля лігандів у дії цисплатину?
10. Чому вивчення металокомплексів важливе для біотехнології?

Тема заняття № 6 «Метод валентних зв'язків та молекулярних орбіталей»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).

2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

Ознайомити студентів з основними положеннями методу валентних зв'язків (МВЗ) та методу молекулярних орбіталей (ММО) як сучасних теоретичних підходів до опису хімічного зв'язку.

Сформулювати розуміння зв'язку між електронною будовою атомів, типом і енергією хімічних зв'язків, а також впливу цих факторів на властивості біоактивних і фармацевтичних сполук.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.
	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль	Репродуктивний	15 хв.

	та/або індивідуальне опитування, перевірка виконання завдань позааудиторної самостійної роботи		
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Основні положення методу валентних зв'язків (МВЗ). – Перекривання орбіталей і утворення σ - та π -зв'язків. – Поняття гібридизації орбіталей і типи гібридизації (sp , sp^2 , sp^3 тощо). – Основні положення методу молекулярних орбіталей (ММО). – Пояснення існування двоатомних молекул (H_2 , O_2 , N_2) за допомогою ММО. – Відмінності між зв'язувальними та розпушувальними молекулярними орбіталями. – Використання теоретичних моделей (МВЗ і ММО) для прогнозування стабільності та реакційної здатності лікарських речовин.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуаційних задач)	Відтворювання	20 хв.
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.

	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.
--	--	--------------	-------

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ “Медицина”, 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. – 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. – К.: Пед. Преса, 2002.– Ч. I.– 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. – 3-є вид., випр. ВСВ “Медицина”, 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] – К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. – 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. – 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>
3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. – 476 с.
URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. У чому полягає основна ідея методу валентних зв'язків?
2. Що таке перекривання орбіталей і як воно пов'язане з утворенням σ - і π -зв'язків?
3. Дайте визначення гібридизації орбіталей. Які типи гібридизації бувають?
4. Які основні положення методу молекулярних орбіталей (ММО)?
5. Як за ММО пояснюється існування двоатомних молекул H_2 , O_2 , N_2 ?
6. У чому полягає різниця між зв'язувальними і розпушувальними молекулярними орбіталями?
7. Як теоретичні моделі допомагають прогнозувати стабільність і реакційну здатність лікарських речовин?

Тема заняття № 7 «Комплексні сполуки d-елементів IB – IVB груп у біотехнологіях»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).

2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

Ознайомити студентів із будовою, властивостями та реакційною здатністю комплексних сполук елементів IB–IVB груп (Cu, Ag, Au, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta). Розкрити біотехнологічну значущість комплексів цих металів у медичних, аналітичних, ферментаційних, нанобіотехнологічних та екологічних застосуваннях.

Сформувати навички аналізу механізмів біологічної дії координаційних сполук. Розвинути вміння застосовувати знання з неорганічної та координаційної хімії у біотехнологічному проектуванні (біосенсиори, наноматеріали, терапевтичні агенти).

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.

	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка виконання завдань позааудиторної самостійної роботи	Репродуктивний	15 хв.
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Фактори, що визначають стабільність комплексних сполук d-елементів. – Особливості утворення стійких комплексів Ag^+ із тіоловмісними лігандами. – Біотехнологічно важливі властивості комплексів $Ti(IV)$. – Біологічна активність ванадилових комплексів та її механізми. – Вплив процесів комплексоутворення на зниження токсичності металів у біосистемах. – Приклади використання комплексів $Zr(IV)$ у клінічній та радіонуклідній діагностиці.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуаційних задач)	Відтворювання	20 хв.

	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ “Медицина”, 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. — 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. — Вінниця: Нова книга, 2003. — 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. — К.: Пед. Преса, 2002.— Ч. I.— 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. — 3-є вид., випр. ВСВ “Медицина”, 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] — К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». — Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. — 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник — Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. — 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/department-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>
3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. — Миколаїв : МДАУ, 2012. — 476 с.

URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Які основні фактори визначають стабільність комплексів d-елементів?
2. Чому Ag^+ утворює стійкі комплекси з тіолами?
3. Які біотехнологічні властивості комплексів Ti(IV) ?
4. У чому полягає біологічна активність ванадилових комплексів?
5. Як комплексоутворення впливає на токсичність металів у біосистемах?
6. Наведіть приклади застосування комплексів Zr(IV) у клінічній діагностиці.

Тема заняття № 8 «Комплексні сполуки d-елементів VB – VIIB груп у біотехнологіях»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).

2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

1. Ознайомити студентів з особливостями будови, електронної конфігурації та властивостей d-елементів VB–VIIB груп Періодичної системи.
2. Розкрити закономірності комплексоутворення ванадію, ніобію, танталу, хрому, молібдену, вольфраму, марганцю, заліза, кобальту та нікелю.
3. Показати роль їх комплексів у біотехнологічних процесах, ферментативних реакціях, медичній діагностиці та фармакотехнології.
4. Сформувати вміння прогнозувати властивості комплексних сполук за складом та координаційним середовищем.
5. Навчити застосовувати знання про комплекси d-елементів у біоаналітичних методах.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.
	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка виконання завдань позааудиторної самостійної роботи	Репродуктивний	15 хв.
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Електронна будова d-елементів та її зв'язок із комплексоутворенням. – Основні принципи формування комплексних сполук перехідних металів та правило 18 електронів. – Типи лігандів (σ -, π -донорні, π -акцепторні) та їх вплив на властивості комплексів. – Фактори стабільності комплексів: електронні, стеричні й термодинамічні. – Біологічна роль ключових d-елементів: V, Mo, W, Cr, Fe, Co, Mn. – Використання комплексів перехідних металів у біотехнології та медичній діагностиці.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.

	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування	Відтворювання	20 хв.
	розрахункових та ситуаційних задач)		
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.

**Рекомендована
література: Базова**

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ "Медицина", 2019. С. 11-45.

3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д. Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. – 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. – К.: Пед. Преса, 2002.– Ч. I.– 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. – 3-є вид., випр. ВСВ "Медицина", 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] – К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф- ту хімії та фармації другого рівня

вищої освіти (магістер.) спеціальності 102

«Хімія». – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. – 77 с.

7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. – 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/department-medical-general-chemistry/>

2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>

3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. – 476 с.

URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologii_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL:

<https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Електронна будова d-елементів VB–VIIIВ груп.
2. Загальні принципи комплексоутворення перехідних металів.
3. Правило 18 електронів і його винятки.
4. Типи лігандів (σ -, π -донорні, π -акцепторні).
5. Стабільність комплексів: електронні, стеричні та термодинамічні фактори.
6. Біороль ванадію та його оксо-комплексів.
7. Комплекси молібдену і вольфраму у ферментах.
8. Хром у біохімії вуглеводного обміну.
9. Біологічна роль Fe у гемо- та неб-гем-білках.
10. Комплекси Co у вітаміні B₁₂.
11. Токсикологія Mn та механізм дії його комплексів.
12. Використання комплексів d-елементів у медичній діагностиці.

Тема заняття № 9 «Комплексні сполуки s- і р-елементів у біотехнології та фармації»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).
2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

Сформувати у студентів цілісне розуміння координаційної хімії s- та р-елементів, їхню біологічну роль, властивості комплексів, а також застосування у біотехнологічних та фармацевтичних технологіях, включаючи технології лікарських засобів, систем доставки, діагностичні реагенти та аналітичні методи.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.
	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне	Репродуктивний	15 хв.

	опитування, перевірка виконання завдань позааудиторної самостійної роботи		
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Електронна будова s- і p-елементів та її вплив на їх здатність до комплексоутворення. – Типові координаційні числа та геометрії комплексів лужних, лужноземельних і вибраних p-елементів. – Основні положення теорії HSAB у поясненні кислотно-основної взаємодії та стабільності комплексів. – Комплекси Na^+ , K^+ , Mg^{2+} і Ca^{2+} у біологічних системах та їх функціональне значення. – Комплексоутворення p-елементів (B, Al, Si, Sn, Pb) та його роль у біотехнології, фармацевтиці й аналітичній хімії.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуатійних задач	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	35 хв.
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуатійних задач)	Відтворювання	20 хв.
Заключний	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.

	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.
--	--	--------------	-------

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ “Медицина”, 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д. Рева, О.Б. Тимошук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. – 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. – К.: Пед. Преса, 2002.– Ч. I.– 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. – 3-є вид., випр. ВСВ “Медицина”, 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] – К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. – 77 с.
7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. – 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-medical-general-chemistry/>
2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>
3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. – 476 с.
URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Електронна будова s- і p-елементів та її вплив на комплексоутворення.
2. Координаційні числа та геометрія комплексів лужних, лужноземельних та p-елементів.
3. Механізми кислотно-основної взаємодії та роль твердої/м'якої кислотності (HSAB теорія).
4. Комплекси Na^+ та K^+ з краун-ефірами: принципи, застосування, біоселективність.
5. Комплекси Mg^{2+} та Ca^{2+} у біологічних системах.
6. Комплексні сполуки Al^{3+} : токсикологічні та фармацевтичні аспекти.
7. Комплексна хімія бора: борні кислоти, борати та борні ефіри в біотехнології.
8. Органо-Si комплекси у фармацевтичних наноматеріалах.
9. Комплекси Sn(IV) та Pb(II): токсичність і механізми зв'язування з білками.
10. Комплексоутворення елементів групи p у технології аналізу (колориметрія, титриметрія).
11. Комплексні форми фосфору та сірки у біокаталізі.

Тема заняття № 10 «Синтез та дослідження комплексних сполук у біотехнологічних технологіях»

Компетентності:

– **інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.;

– загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 01).
2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК 02).

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 05).

3. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК 10).

– фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми (ФК02).

2. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу (ФК 13).

Мета:

1. Ознайомити студентів із принципами утворення, будови, властивостей та біотехнологічної значущості комплексних сполук.

2. Сформувати розуміння ролі координаційних сполук у біокатализі, транспортуванні й стабілізації біомолекул, створенні діагностичних і терапевтичних препаратів.

3. Навчити базовим методам синтезу комплексів та їх аналітичної ідентифікації.

4. Відпрацювати навички постановки експерименту з одержання координаційних сполук і контролю чистоти та складу продуктів.

Обладнання: практичні завдання (тести, розрахункові задачі, ситуаційні задачі), робочий зошит, калькулятор.

(набір лабораторного посуду та реактивів за протоколом проведення практичної роботи; таблиці; зразки....)

План та організаційна структура заняття:

Назва етапу	Опис етапу	Рівні засвоєння	Час
Підготовчий	Організаційні питання (перевірка присутності студентів)	Ознайомлення	2 хв.

	Формування мотивації, активація пізнавальної діяльності	Сприйняття	5 хв.
	Контроль початкового рівня підготовки: тестовий контроль та/або індивідуальне опитування, перевірка виконання завдань позааудиторної самостійної роботи	Репродуктивний	15 хв.
Основний	Диспут та обговорення теоретичних питань відповідно до теми заняття – Координаційне число та будова комплексної частинки: принципи формування та просторові моделі. – Ліганди: класифікація, типи донорно-акцепторної взаємодії та їх вплив на структуру комплексу. – Хелатний ефект і його термодинамічні передумови. – Біолігандні системи (амінокислоти, білки, нуклеотиди) як природні ліганди комплексів. – Комплексні сполуки в живих системах: гемоглобін, хлорофіл, феритин, цитохроми. – Особливості утворення комплексів у водних розчинах. – Методи синтезу координаційних сполук. – Спектроскопічні та хімічні методи аналізу та ідентифікації комплексів. – Комплекси як каталізатори біотехнологічних процесів. – Застосування комплексних сполук у біомедицині.	Осмислення Розуміння	15 хв.
	Розв'язування розрахункових та ситуаційних задач	Застосування на практиці	35 хв.

		Пошукова творча діяльність	
	Самостійна робота студента під курацією викладача (аудиторна робота студента)	Застосування на практиці Пошукова творча діяльність	20 хв.
	Узагальнення знань	Закріплення	10 хв.
Заключний	Контроль кінцевого рівня підготовки (розв'язування розрахункових та ситуаційних задач)	Відтворювання	20 хв.
	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	Ознайомлення	10 хв.
	Інформування студентів про тему наступного заняття та завдання до самостійної роботи	Ознайомлення	3 хв.

Рекомендована література:

Базова

1. Ємельянов В.Б., Зайцева Г.М., Філіппова Л.В., Калібабчук В.О. Загальна та неорганічна хімія Частина I, вид. Дорадо-Друк, К, 2012.
2. Медична хімія: підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін. ; за ред. В.О. Калібабчук. 4-е вид. Київ: ВСВ "Медицина", 2019. С. 11-45.
3. Скопенко В.В. Координаційна хімія: підручник / В.В. Скопенко, Л.І. Савранський. –2-ге вид., переробл. і допов. — Київ: Либідь, 2004. — 424 с

Допоміжна

1. Т.Д Рева, О.Б. Тимощук, О.О. Костирко, Г.М. Зайцева, В.О. Калібабчук. Загальна та неорганічна хімія. навч.-метод. посібник. К.: Едельвейс, 2018. — 176 с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. — Вінниця: Нова книга, 2003. — 464 с.
3. Загальна та неорганічна хімія: У 2-х ч./О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовских, С.В. Іванов. — К.: Пед. Преса, 2002.— Ч. I.— 520 с.
4. Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. — 3-є вид., випр. ВСВ "Медицина", 2019. С. 78-98.
5. Толстов О.Л., Бей І.М. Хімія координаційних сполук. Методичні вказівки та робочий зошит для проведення практичних занять / [за ред. Т.В. Пещеріної] — К., 2019. - 85 с.
6. О.М. Рахлицька, Т.М. Щербакова, О.М. Гузенко, Р.Є. Хома, Д.В. Снігур. Комплексні сполуки в хімічному аналізі. Методи дослідження процесів комплексоутворення у розчинах: метод. вказівки до лабораторних робіт з вибіркового курсу «Комплексні сполуки в хімічному аналізі» для студентів ф-

ту хімії та фармації другого рівня вищої освіти (магістер.) спеціальності 102 «Хімія». – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2022. – 77 с.

7. Г.М. Розанцев, С.В. Радіо, К.В. Борисова, Н.І. Гумерова, К.В. Єрошина. Координаційна хімія. Номенклатура, ізомерія і будова: навчальний посібник – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. – 102 с.

Інформаційні ресурси

1. URL: <https://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/department-medical-general-chemistry/>

2. Освітня платформа дистанційного навчання – <https://likar.nmu.kyiv.ua/>

3. Біотехнологія. Навчальний посібник / Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. за ред. М.І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. – 476 с.

URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/tvpptsb/kaf_ggtb/hyl/navch-pos-biotehn.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Загальна біотехнологія: навчальний посібник / О.О. Кравченко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К. : ВПЦ. "Київський університет", 2019. – 269 с.

URL:

https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf?utm_source=chatgpt.com

5. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/>

6. Фармацевтична енциклопедія / гол. ред. ради фарм. енцикл. В.П. Черних. веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3639/kompleksni-spoluki>

Питання до самопідготовки студента до практичного заняття:

1. Поняття координаційного числа та будови комплексної частинки.
2. Ліганди: класифікація, донорно-акцепторна взаємодія.
3. Хелатний ефект та його термодинамічні передумови.
4. Біолігандні системи: амінокислоти, білки, нуклеотиди як ліганди.
5. Комплексні сполуки в живих системах: гемоглобін, хлорофіл, феритин, цитохроми.
6. Особливості утворення комплексів у водних розчинах.
7. Методи синтезу координаційних сполук.
8. Аналіз та ідентифікація комплексних сполук: спектроскопічні та хімічні методи.
9. Комплекси як каталізатори біотехнологічних процесів.
10. Використання комплексних сполук у біомедицині.