

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра неорганічної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

" _____ " _____ 2014 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Хімія біометалів

(для студентів заочного відділення)

За напрямом підготовки 040101 "хімія"

для спеціальностей 7. 04010101 "хімія" та 8. 04010101 "хімія"

хімічного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Робоча програма навчальної дисципліни "**Хімія біометалів**" для студентів за напрямом підготовки 040101 "хімія" для спеціальностей 7. 04010101 "хімія" та 8. 04010101 "хімія".

Розробники: **Панченко Валентина Григорівна, к.х.н., доцент кафедри неорганічної хімії.**

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри неорганічної хімії

Протокол № 11 від "07" травня 2014 р.

Завідувач кафедри _____ В'юник І. М.

"15" травня 2014 р.

Схвалено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 10 від "14" травня 2014 р.

Голова _____ Юрченко О. І.

"15" травня 2014 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 2.0	Галузь знань 0401 «Природничі науки»	заочна форма навчання за вибором
Модулів – 2	Напрямок підготовки 040101 "хімія" Спеціальність 7. 04010101 "хімія" та 8. 04010101 "хімія"	Рік підготовки: 5 -й
Індивідуальне науково-дослідне завдання –		Семестр 9 -й
Загальна кількість годин 65		Лекції 16 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: --	Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст, магістр	Практичні, семінарські 0 год
		Лабораторні 10 год.
		Самостійна робота 39 год.
		Вид контролю: іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Вивчення основних характеристик та біохімічних функцій біометалів та їх координаційних сполук в живих організмах. Ознайомлення з основними принципами моделювання властивостей і поведінки координаційних сполук біометалів з біолігандами.

Завдання: Ознайомлення студентів з розповсюдженням, будовою та хімічними властивостями біометалів та їх комплексних сполук з біолігандами. Визначення основних біохімічних та фізіологічних властивостей координаційних сполук біометалів. Ознайомлення з медико-біологічними можливостями комплексонів та комплексонатів металів. Прогнозування ймовірності взаємодії біометалу-комплексоутворювача з окремими електронодонорними групами біолігандів для моделювання координаційних сполук з метою їх використання в медицині, фармації та сільському господарстві.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: основні теоретичні положеннями хімії координаційних сполук біометалів з біолігандами; про знаходження і роль біометалів в функціонуванні живих організмів; про моделювання координаційних сполук біометалів з біолігандами; транспорт та накопичення металів в біологічних системах; про застосування неорганічних та координаційних сполук в медицині;

вміти: самостійно пояснити хімічні явища та напрямок протікання процесів з використанням термодинамічних розрахунків та окисно-відновних потенціалів; пояснювати теоретичні основи досліджуваних явищ, процесів та фактів; вміти інтерпретувати досліджувані явища; самостійно аналізувати завдання та робити правильні висновки;

самостійно працювати зі спеціальною хімічною літературою та довідниками; володіти хімічною термінологією та грамотною мовою.

3. Програма курсу „Хімія біометалів”

Вступ

Обґрунтування ролі біометалів в процесах життєдіяльності живих організмів. Роль біометалів в процесах метаболізму. Взаємозв'язок хімії біометалів з біохімією та координаційною хімією. Методи дослідження сполук біометалів.

Тема 1. Біометали – їх знаходження в природі та живих організмах. Біохімічна і фізіологічна роль біометалів.

Класифікація хімічних елементів за їх значенням та роллю в біохімічних процесах. Біохімічна і фізіологічна роль біометалів.

Загальна характеристика мікроелементів та ультрамікроелементів. Шляхи надходження та накопичення у рослинних, тваринних та людських організмах. Біохімічна та фізіологічна роль мікроелементів. Використання мікроелементів у медицині.

Тема 2. Вчення В.І. Вернадського про біогеохімічні провінції. Класифікація біометалів.

Вчення В.І. Вернадського про біогеохімічні провінції. Поняття про біогенні елементи. Класифікація біогенних елементів за Вернадським, Виноградовим, Ковальським, Венчиковим. Мікроелементи, токсичні елементи.

Тема 3. Біометали в періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва.

Місце біометалів у періодичній системі Д.І. Менделєєва. Будова атомів біометалів. Розподіл валентних електронів в атомах неперехідних та перехідних біометалів: натрію, калію, магнію, кальцію, цинку, марганцю, міді, кобальту, заліза, молібдену.

Характеристика основних фізіологічних та біохімічних функцій біометалів. Синергізм і антагонізм елементів у рослинах та живих організмах.

Тема 4. Іони і молекули, які взаємодіють з біометаллами. Біоліганди і біокомплекси. Металовмісні ферменти.

Біоліганди, їх класифікація. Донорні групи в складі амінокислот та поліпептидів. Роль донорних атомів бічних ланцюгів амінокислот в координації іонів металів. Будова поліпептидів. Білки, їх первинна, вторинна, третинна та четвертинна структура. Нуклеотиди, нуклеїнові кислоти. Фосфоліпіди. Низькомолекулярні біоліганди. Найважливіші типи біокомплексів. Загальна характеристика біокомплексів, їх класифікація. Комплекси лужних металів – іонофори. Сидерохроми – транспортні форми заліза. Комплекси з порфірином та його аналогами. Хлорофіл. Біокомплекси кластерного типу. Металопротеїни. Комплекси з нуклеотидами та їх полімерами.

Класифікація ферментів. Типи металоферментів, їх структурна та функціональна класифікація. Уявлення про механізм дії металоферментів.

Роль металоферментів в біохімічних реакціях гідролізу та переносу. Карбоангідраза та карбоксипептидаза, інші цинквміщуючі ферменти. Трасферази та кінази. Магній- та кальцій-залежні протеїни. Марганець- та нікель-вміщуючі протеїни в реакціях гідролізу та переносу.

Окисно-відновні процеси в біологічних системах.

Будова та функції окремих металоферментів. Залізовмісні протеїни. Гемопропротеїни. Цитохроми та їх роль в окисному перетворенні біологічних субстратів. Пероксидази та каталази.

Тема 5. Загальна характеристика координаційних сполук біометалів з біолігандами. Біокоординаційна хімія. Основні положення теорії кристалічного поля та теорії поля лігандів та їх використання в біонеорганічній хімії.

Основні положення координаційної теорії. Координаційні можливості біометалів. Координаційні числа та стереохімія комплексних сполук.

Хімічний зв'язок у координаційних сполуках з біометалами. Фактори, що впливають на стійкість біокомплексів. Природа комплексоутворювача і ліганда. Хелатний ефект. Макроциклічний ефект. Основні положення теорії кристалічного поля та теорії поля лігандів та їх використання в біонеорганічній хімії.

Тема 6. Концепція ЖМКО Пірсона. Стійкість координаційних сполук металів з біолігандами.

Стійкість комплексних іонів металів. Константа стійкості комплексів металів з біолігандами. Експериментальні методи визначення констант стійкості. Вплив констант стійкості на активацію та інгібування ферментів іонами металів.

Загальна характеристика координаційних сполук біометалів з біолігандами.

Концепція МЖКО Пірсона.

Електронна будова молекули азоту. Хімічні способи фіксації азоту. Нітрогенази. Нітрат- та нітрит-редуктази. Поняття про азотний цикл.

Електронна будова молекули кисню. Координаційні сполуки, що моделюють транспорт кисню. Комплекси металів з координуваним киснем. Продукти відновлення молекулярного кисню, механізми нейтралізації їх токсичної дії в живих системах. Гемоглобін та міоглобін. Кооперативність зв'язування молекул кисню гемоглобіном. Гемоціанін.

Тема 7. Моделювання комплексів біометалів з біолігандами.

Види моделювання. Моделі за участю іонів металів. Використання гідрофільності, гідрофобності при моделюванні. Використання тварин як моделей.

Видалення небажаних іонів металів із організму.

Тема 8. Медико-біологічні можливості сполук біометалів.

Використання сполук біометалів у медицині.

Нові лікарські препарати на основі комплексів металів та комплексоутворювачів. Протипухлинні властивості комплексних сполук платини та інших перехідних металів. Детоксиканти вибіркової дії.

Протигрибкові та протимікробні препарати на основі координаційних сполук. Використання вітаміну В₁₂ та інших кобальтвмісних речовин, їх порівняльна ефективність.

Застосування комплексонів як засобів зменшення надходження та нагромадження радіонуклідів у рослинній продукції.

Концентрування мікроелементів рослинами з ґрунту, ґрунтових, морської вод та інших природних джерел. Промислове використання "мікробіологічної металургії".

Важкі метали – токсиканти: кадмій, свинець, ртуть.

Шляхи попадання металів у ґрунт та живі організми. Можливі заміщення металами-токсикантами металів-біоелементів. Вплив металів-токсикантів на активність ферментів.

Використання принципів біонеорганічної хімії для запобігання забрудненню навколишнього середовища токсичними елементами та їх сполуками, пошук засобів боротьби із забрудниками.

Сучасні досягнення, стан та перспективи використання біогенних елементів у медицині.

3.1 Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Лекції

Тема 1. Вступ. Розповсюдження біометалів у природі.

Тема 2. Вчення В.І. Вернадського про біосферу та біогеохімічні провінції. Класифікація хімічних елементів за їх значенням та роллю в біохімічних процесах.

Тема 3. Біометали в періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва. Будова атомів біоелементів. Біохімічна і фізіологічна роль біометалів.

Тема 4. Іони і молекули, які взаємодіють з біометаллами. Біоліганди і біокомплекси.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота 1. Вивчення реакцій виявлення катіонів біометалів.

Лабораторна робота 2. Біоліганди. Якісні реакції на біоліганди.

Лабораторна робота 3. Загальні властивості ферментів: специфічність дії ферментів; вплив рН, активаторів та інгібіторів та активність ферментів.

Лабораторна робота 4. Моделювання біокомплексів. Вивчення реакцій комплексоутворення біометалів з неорганічними лігандами.

Модуль II.

Лекції

Тема 5. Загальна характеристика координаційних сполук біометалів з біолігандами. Біокоординаційна хімія. Основні положення теорії кристалічного поля та теорії поля лігандів та їх використання в біонеорганічній хімії.

Тема 6. Концепція ЖМКО Пірсона. Стійкість координаційних сполук металів з біолігандами. Фактори, що на неї впливають. Методи дослідження комплексоутворення з участю біолігандів. Хелатний та макроциклічний ефект в біокоординаційних сполуках. Фіксація азоту та азотний цикл в біологічних системах. Біохімічні властивості транспорту та зберігання кисню.

Тема 7. Моделювання комплексів біометалів з біолігандами. Видалення небажаних іонів металів із організму.

Тема 8. Медико-біологічні можливості комплексонів та комплексонатів металів. Сучасні дослідження та перспективи використання біогенних елементів в медицині, фармації та сільському господарстві.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота 5. Моделювання біокомплексів. Моделювання конкуренції реакцій комплексоутворення в живих системах. Прості та сумісні лігандообмінні рівноваги.

Лабораторна робота 6. Моделювання біокомплексів. Визначення кінетичних характеристик реакції окиснення іонів Γ гідроген пероксидом.

Лабораторна робота 7. Моделювання біокомплексів. Визначення порядку і константи швидкості реакції розкладу Гідроген пероксиду в присутності комплексоната заліза(III)

Лабораторна робота 8. Кількісне визначення каталази в рослинному матеріалі перманганатометричним методом.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин	
	Заочна форма	
	Усього	у тому числі

		л	п	лаб	кр	ср
1	2	3	4	5	6	7
Модуль I						
Тема 1	8	2		2		4
Тема 2	8	2		1		5
Тема 3	8	2		1		5
Тема 4	8	2		1		5
Разом за модулем I	32	8		5		19
Модуль II						
Тема 5	9	2		2		5
Тема 6	8	2		1		5
Тема 7	8	2		1		5
Тема 8	8	2		1		5
Разом за модулем II	33	8		5		20
Усього годин за рік	65	16		10		39

5. Теми лабораторних занять

№ з/п Модулі і теми	Назва теми	Кількість годин
9 семестр		
1– 1	Біометали та реакції їх виявлення.	2
1– 4	Біоліганди. Якісні реакції на біоліганди.	1
1– 4	Загальні властивості ферментів: специфічність дії ферментів; вплив рН, активаторів та інгібіторів та активність ферментів.	1
1 – 5	Моделювання біокомплексів. Вивчення реакцій комплексоутворення біметалів з неорганічними лігандами.	1
2 – 6	Моделювання біокомплексів. Моделювання конкуренції реакцій комплексоутворення в живих системах. Прості та сумісні лігандообмінні рівноваги.	2
2 – 7	Моделювання біокомплексів. Визначення кінетичних характеристик реакції окиснення іонів Г гідроген пероксидом.	1
2 – 7	Моделювання біокомплексів. Визначення порядку і константи швидкості реакції розкладу Гідроген пероксиду в присутності комплексоната заліза(III)	1
2 – 7	Кількісне визначення каталази в рослинному матеріалі перманганатометричним методом	1
	Разом	10

6. Самостійна робота

№ теми з/п	Назва теми	Кількість годин
		Ср
1	2	3

Лекції		
Тема 1.	Вступ. Розповсюдження біометалів у природі.	3
Тема 2.	Вчення В.І. Вернадського про біосферу та біогеохімічні провінції. Класифікація хімічних елементів за їх значенням та роллю в біохімічних процесах.	3
Тема 3.	Біоелементи в періодичній системі елементів Д.І. Менделєєва. Будова атомів біоелементів. Біохімічна і фізіологічна роль біметалів.	3
Тема 4.	Іони і молекули, які взаємодіють з біометаллами. Біоліганди і біокомплекси.	3
Тема 5.	Загальна характеристика координаційних сполук біометалів з біолігандами. Біокоординаційна хімія. Основні положення теорії кристалічного поля та теорії поля лігандів та їх використання в біонеорганічній хімії.	3
Тема 6.	Концепція ЖМКО Пірсона. Стійкість координаційних сполук металів з біолігандами. Фактори, що на неї впливають. Методи дослідження комплексоутворення з участю біолігандів. Хелатний та макроциклічний ефект в біокоординаційних сполуках. Фіксація азоту та азотний цикл в біологічних системах. Біохімічні властивості транспорту та зберігання кисню.	3
Тема 7.	Моделювання комплексів біметалів з біолігандами. Видалення небажаних іонів металів із організму.	3
Тема 8.	Медико-біологічні можливості комплексонів та комплексонатів металів. Сучасні дослідження та перспективи використання біогенних елементів в медицині, фармації та сільському господарстві.	3
Разом за рік		24
Лабораторні роботи		
Лабораторна робота 1 – 1	Вивчення реакцій виявлення катіонів біметалів.	1
Лабораторна робота 1 – 2	Біоліганди. Якісні реакції на біоліганди.	2
Лабораторна робота 1 – 3	Загальні властивості ферментів: специфічність дії ферментів; вплив рН, активаторів та інгібіторів та активність ферментів.	2
Лабораторна робота 1– 4	Моделювання біокомплексів. Вивчення реакцій комплексоутворення біметалів з неорганічними лігандами.	2
Лабораторна робота 2– 5	Моделювання біокомплексів. Моделювання конкуренції реакцій комплексоутворення в живих системах. Прості та сумісні лігандообмінні рівноваги.	2
Лабораторна робота 2 – 6	Моделювання біокомплексів. Визначення кінетичних характеристик реакції окиснення іонів Гідроген пероксидом.	2
Лабораторна робота 2 – 7	Моделювання біокомплексів. Визначення порядку і константи швидкості реакції розкладу Гідроген пероксиду в присутності комплексоната Феруму(III)	2
Лабораторна робота 2 – 8	Кількісне визначення каталази в рослинному матеріалі перманганатометричним методом	2
Разом за рік		15
Усього		39

7. Методи навчання

Лекції, виконання лабораторних робіт, самостійна робота.

8. Методи контролю

Складання колоквиумів за темами лабораторних робіт, екзамен.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Матеріал курсу "Біонеорганічна хімія" згідно навчальної програми містить 8 тем. Теми розподілені на модулі: I модуль – 4 теми лекцій та 4 лабораторні роботи, II модуль – теми лекцій та 4 лабораторні роботи. Оцінка роботи студентів проводиться за модульно-рейтинговою системою.

Поточне тестування та самостійна робота			Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Σ
Види роботи	Модуль 1	Модуль 2		
1	2	3	4	5
Лекції	Теми 1–4	Теми 5–8	40	100
Лабораторні роботи	Лабораторна робота 1–4	Лабораторна робота 5–8		
Сума балів за модуль	30	30		
Вид контролю та сума балів	Поточний контроль	Поточний контроль		

Для зарахування модуля студент повинен набрати не менше 50 % балів за 4 модулі.

Для допуску до підсумкового семестрового контролю студент повинен виконати всі лабораторні роботи та набрати не менше 30 балів з 60-ти можливих.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80-89	B	добре
70-79	C	
60-69	D	задовільно
50-59	E	
1-49	FX	незадовільно

10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Описи лабораторних робіт.
3. Навчальні посібники.

11. Рекомендована література

Базова

1. Яцимирский К.Б. Введение в бионеорганическую химию. – К.: Наук. Думка, 1976. – 143 с.
2. Загальна та біонеорганічна хімія / О.І. Карнаухов, Д.О. Мельничук, К.О. Чеботько, В.А. Копілевич // - Вінниця: Нова книга, 2003. -544с.
3. Карнаухов А.И., Безнис А.Т. Бионеорганическая химия. – К.: Выща школа, 1992. – 223 с.
4. Хухрянский В.Г., Цыганенко А.Я., Павленко Н.В. Химия биогенных элементов. К.: Вища школа, 1984. – 176 с.
5. Биологические аспекты координационной химии / Под ред. К.Б. Яцимирского. – К.: Наук. Думка, 1979. – 266 с.
6. Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексонаты металлов. . – М.: Химия, 1988. – 544 с.
7. Методы и достижения бионеорганической химии / Под ред. К. Мак Олифф. – М.: Мир, 1978. – 416 с.
8. Уильямс Д. Металлы жизни. – М.: Мир, 1975. – 236 с.
9. Яцимирский К.Б. Проблемы бионеорганической химии. – М.: Знание, 1976. – 63 с.
10. Колупаєв Ю.Є., Сисоєв Л.А. Хімія з основами біохімії: Навч. Посібник. - Харків: Харк. Держ. Аграрн. Ун-т, 1999. -232 с.
11. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / А.В. Бабков, В.А. Попков, С.А. Пузаков, Л.И. Трофимова. –М. : Высш. Шк., 2001. -237 с.

Допоміжна

1. Неорганическая биохимия: в 2 кн. / Под ред. Г.Эйгорна. –М.: Мир, 1978. - Кн 1. – 711 с.; Кн 2. – 736 с.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. –М.: Мир, 1989. - 439 с.
3. Хьюи Дж. Неорганическая химия. –М.: Мир, 1987. - 696 с.
4. Ершов Ю.А., Плетнева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.
5. Bioinorganic Chemistry. 72. Structure and Bonding / Editors: M.J. Clarke, J.B. Goodenough, J.A. Ibers, C.K. Jorgensen et al. – Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1990. -230 p.
6. Inorganic Biochemistry / An Introduction J.A. Cowan. – VCN Publishers, 1993. – 349 p.
7. Логинова Н.В. Бионеорганическая химия: металлокомплексы в медицине. –Минск: БГУ, 2000. -227 с.