

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет
Кафедра органічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. заступника декана
навчальної роботи



[Signature] Наталія УСЕНКО

30» 06 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХІМІЯ БІЛКІВ

для здобувачів освіти

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

10 Природничі науки
102 Хімія
бакалавр
Хімія
вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: **Пивоваренко Василь Георгійович**

Пролонговано: на 2026/2027 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на 2027/2028 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

Розробник:

Пивоваренко Василь Георгійович, д.х.н., професор, професор кафедри органічної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри органічної хімії


_____ Олександр ГРИГОРЕНКО

Протокол № 15 від 5 травня 2025 року

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 9 від 7 травня 2025 року

Голова науково-методичної комісії  _____ Олександр ПОЇК

« 7 » травня 2025 року

1. Мета дисципліни – Дати базові поняття про природні пептиди та білки, про їх знаходження, виділення, хімічний та біосинтез, фізичні, хімічні та окремі біологічні властивості, а також про практичне застосування, їх роль та місце серед інших природних сполук.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

Знати: загальну, органічну, неорганічну, аналітичну, фізичну хімію, на рівні бакалавра за спеціальністю «Хімія».

Вміти: використовувати на практиці методи органічного синтезу, загальні теоретичні положення фізичних методів досліджень хімічних сполук на рівні магістра за спеціальністю «Хімія».

Володіти навичками пошуку інформації, її критичної обробки та представлення, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії.

3. Анотація. Спецкурс присвячений вивченню будови, властивостей та функцій пептидів і білків - ключових класів природних сполук, а також їх складових - амінокислот. Розглядаються наступні аспекти: знаходження у природі, виділення і очистка, хімічний та біосинтез, фізичні та хімічні властивості, окремі біологічні функції, а також практичне застосування. Зокрема, значна увага приділяється питанням аналізу хімічного складу та амінокислотної послідовності пептидів і білків, встановленню їх просторової будови, а також розгляду структури та функцій ферментів – найважливішої групи білків. Значне місце у спецкурсі займає розгляд синтезу пептидів та білків у лабораторних та промислових масштабах.

4. Завдання (навчальні цілі): засвоєння студентами методів виділення, хімічного синтезу, фізичних, хімічних та окремих біологічних властивостей, практичного застосування амінокислот, пептидів та білків. Розуміння студентами ролі та місця білків серед інших класів природних сполук. Розуміння їх ролі у природі, науці та побуті. Вміння оцінити зони локалізації органічної сполуки у клітині організму на основі аналізу її хімічної будови.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей:

загальних

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

спеціальних (фахових)

СК1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

СК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

СК5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

СК8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

СК9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

Структура курсу

Лекції, практичні роботи, консультації. Контроль: поточне опитування, контрольні роботи, екзамен.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності. Нормативна навчальна дисципліна “Сучасна хімія пептидів та білків” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр", є базовою для вивчення таких спеціальних

дисциплін як "Супрамолекулярна хімія", "Медична хімія", "Хімія нуклеїнових кислот", "Хімія ліпідів".

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна "Хімія білків" оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 4 модулів.

5. Результати навчання за дисципліною:

<i>Код</i>	<i>Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)</i>	<i>Форми викладання і навчання</i>	<i>Метод и оцінюв ання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
1.1	Знання та прогнозування залежності властивостей амінокислоти від її електронної та просторової будови	<i>лекції, аналітична робота</i>	ПтК, ПсК	20
1.2	Знання структури та класифікацій амінокислот, пептидів та білків	<i>лекції, практичні, аналітична робота</i>		10
1.3	Знання новітніх концепцій у галузі встановлення просторової будови пептидів та білків, у т. ч. механізмів ферментативного каталізу	<i>лекції, практичні, аналітична робота</i>		20
2.1	Уміння прогнозувати властивості молекули у залежності від будови	<i>лекції, практичні</i>		5
2.2	Уміння прогнозувати умови виділення пептидів та білків	<i>лекції аналітична робота</i>		5
2.3	Набуття універсальних навичок усної і письмової презентації теоретичних знань	<i>практичні, доповідь, аналітична робота</i>		20
3.1	Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для збору, аналізу, обробки та інтерпретації інформації у галузі новітньої органічної хімії	<i>лекції, практичні, аналітична робота</i>		5
3.2	Вільне володіння науковою термінологією з метою вільного професійного спілкування з колегами щодо питань у галузі інновацій в органічній хімії, а також тих, що стосуються сфери наукових та експертних знань	<i>практичні, аналітична робота</i>		5
4.1	Аналіз проблеми, самостійне планування та інтерпретування результатів експерименту	<i>практичні, аналітична робота</i>		5
4.2	Дотримання правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі аналітичної та медичної хімії	<i>практичні, аналітична робота</i>		5

* поточний контроль **ПтК**, підсумковий контроль **ПсК**

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
P03. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.		+	+	+	+				+	+	
P11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.			+	+	+	+	+	+		+	+
P12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.			+	+	+	+	+	+			
P18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.		+			+				+	+	+
P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+			+	+		+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /36 балів**, а саме:

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.2 – **15/9 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН 1.4, РН 1.5, РН 2.2 – **15/9 балів**.
3. Контрольна робота №3: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.2 – **15/9 балів**.
4. Контрольна робота №4: РН 1.4, РН 1.5, РН 2.2 – **15/9 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4. Форма проведення: письмова робота і усна співбесіда.

Види завдань: два теоретичні питання - 30 балів, усне опитування - 10 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:

набрав не менше, ніж **36 балів** та виконав і вчасно здав всі контрольні та практичні роботи.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **4 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **8 тижня** семестру;

Контрольна робота №3: не раніше **10 тижня** семестру;

Контрольна робота №4: не раніше **12 тижня** семестру;

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№	Назва лекції	лекції	практичні заняття	самоств. робота
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.				
1	Місце та роль білків в органічному світі. Філософські та природничі погляди на проблему білка. Основні гіпотези виникнення життя на Землі. Різноманітність речовин білкової природи. Протетичні групи. Біологічна активність та функціональні особливості білків. Досягнення органічної, біологічної та фізичної хімії в дослідженні структури білкових речовин. Роль моделювання та комп'ютерної хімії у вивченні білка.	2	0	3
2	Природні α -амінокислоти L-ряду. Оптична ізомерія амінокислот. Загальні властивості та особливості будови амінокислот. Виділення амінокислот з білків. Систематика амінокислот. Розповсюдження в природі. Природні амінокислоти, що не входять до складу білків та їх біологічна роль.	2	0	2
3	Фізичні властивості амінокислот. Полярність молекули, амфотерність. Кислотна та основна константи дисоціації. Утворення внутрішніх солей. Ізоелектричний стан. Хімічні властивості амінокислот. Хімічне та ферментативне переамінування. Ефіри амінокислот, ангідриди фосфорної та фосфористої кислот, органічних кислот та вугільної кислоти. Змішані ангідриди та амід ацильованих амінокислот. Декарбоксілювання.	2	1	4
4	Реакції, що проходять з участю карбоксильної та аміногруп. Кількісне визначення амінокислот. Титрування амінокислот. Визначення амінокислот флуориметричними методами. Мікробіологічні методи. Методи ізотопного "розведення" та "насичення". Хроматографічні методи розділення та визначення амінокислот. Модульна контрольна робота 1	2	1	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.				
5	Пептидний зв'язок. Лінійні та циклічні пептиди. Номенклатура пептидів. Скорочені назви. Властивості пептидів. Властивості аміної та карбоксильної груп в пептидах. Таутомерія пептидного зв'язку. Конформації поліпептидів. Визначення будови пептидів та білків. Визначення амінокислотного складу гідролізату. Систематичний хід аналізу гідролізату з допомогою розподільчої, іонообмінної, адсорбційної хроматографії та електрофорезу.	3	1	4

6	Визначення N- та C-кінцевих груп. Визначення послідовності амінокислот в пептидах. Природні поліпептиди, визначення їх будови і синтез. Пептиди з відкритим ланцюгом та циклічні пептиди. Видова специфічність окремих представників фізіологічно активних пептидів. Підходи до визначення будови складних пептидів шляхом їх аналізу та синтезу. Модульна контрольна робота 2	3	3	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3.				
7	Методи синтезу пептидів. Стратегія синтезу і способи виконання синтезу. Захист аміно- та карбоксильної груп в вихідних амінокислотах. Карбобензокси-, тозилний, тритильний, трифторацетильний флуоренілметильний та трет-бутилоксикарбонільний захисти. Активація карбоксильної групи. Методи активованих естерів та змішаних ангідридів. Азидний, дициклогесил-карбодіімідний методи синтезу пептидів. Методи видалення захисних груп. Основі задачі в синтезі білків. Загальні принципи хімічного синтезу білків. Методи конденсації. Принцип твердофазного синтезу пептидів. Ферментативний синтез пептидів та білків.	3	1	4
8	Загальні уявлення про білки. Основні фізіологічні функції білків. Методи виділення білків. Розділення білків. Фізико-хімічні властивості білкових молекул - амфотерність, ізоелектрична точка, розчинність та молекулярна вага. Якісні реакції білків. Класифікація білків. Глобулярні та фібрилярні білки. Зв'язок структури та біологічної активності в білкових молекулах. Рецепторні білки, транспортні білки, білки-токсини, імуноглобуліни, скорочувальні та структурні білки. Модульна контрольна робота 3	3	2	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4.				
9	Первинна структура білка. Стратегія і тактика визначення первинної структури білка. Аналіз амінокислотного складу. Визначення N-кінцевих та C-кінцевих залишків. Методи фрагментації поліпептидного ланцюга білків. Вплив структури білка на специфічність дії протеолітичних ферментів. Хімічні методи розщеплення білків. Вплив структури білка на специфічність дії протеолітичних ферментів. Хімічні методи розщеплення білків. Послідовна деградація методом Едмана. Автоматичне визначення амінокислотної послідовності.	2	1	4
10	Просторова структура білків. Поняття про вторинну та третинну структуру. Фізико-хімічні методи вивчення просторової структури білків та пептидів. Електронна будова та конформація пептидного зв'язку. Конформаційні стани бокових залишків в білковому ланцюзі. Типи взаємодій, що визначають структуру молекули білка в просторі. Четвертинна структура білків. Роль невалентних взаємодій в утворенні четвертинної структури білка. Денатурація та ренатурація білків. Порушення нативної конформації білка. Зміна впорядкованості молекули та фізичні методи її реєстрації. Проблема зворотності процесу денатурації.	2	1	5
11	Загальні принципи хімічної модифікації білків. Задачі, що вирішуються методом хімічної модифікації. Реагенти для хімічної модифікації білків. Дослідження просторової структури білка та макромолекулярних комплексів з допомогою біфункціональних хімічних реагентів. Використання "адресних" та фотоактиваційних реагентів. Використання направлених мутацій для вивчення функціональної ролі окремих амінокислотних залишків в молекулі білка.	2	1	5
12	Ферменти. Класифікація ферментів. Особливості структури. Активний центр. Основи ферментативної кінетики. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Фактори, що визначають швидкість ферментативних реакцій. Інгібітори та промотори ферментів. Конкурентна та неконкурентна інгібіція. Специфічність ферментів та кофактори ферментів. Модульна контрольна робота 4	2 (+ конс. 1 год)	2	4
УСЬОГО		28	14	47

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекції – 28 год.

Практичні заняття – 14 год.

Самостійна робота – 47 год.

Консультації – 1 год.

9. Рекомендовані джерела:

1. Sewald N., Jakubke H.-D. Peptides: Chemistry and Biology. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2002. – 553 p.
2. Branden C., Tooze J. Introduction to protein structure. – N.-Y.: Garland Publishing inc., 1998. – 425 p.
3. Пивоваренко В.Г. Основи біоорганічної хімії. – К.: "Освіта", 1995. – 195 с.
4. Methods in protein biochemistry. Ed. Harald Tschesche. – De Gruyter, 2012. – 352 p.
5. Junkers M. COMU – Safer and More Efficient Peptide Coupling Reagent. – Aldrich ChemFiles. – 2010. – В. 10. – Р. 10–11.
6. Воловенко Ю.М., Ковтуненко В.О. Полімерний рівень організації матерії. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 335 с.

10. Додаткові ресурси:

Контрольні запитання та завдання до змістового модуля 1:

1. Зобразити 4 формули амінокислот, які можуть нести заряд -2 при біологічних значеннях рН.
2. Зобразити 3 формули амінокислот, які можуть нести заряд +2 при біологічних значеннях рН.
3. Зобразити структуру комплексу аланіну з іоном Cu^{2+} .
4. Зобразити схему рівноваги CO_2 з амінокислотою гліцином у водному розчині при рН7.
5. 3 Набори реагентів для встановлення захисту на аміногрупу амінокислоти.
6. 3 Набори реагентів для встановлення захисту на карбоксигрупу амінокислоти.
7. 4 Реакції, що відбуваються при нагріванні амінокислоти.
8. КБЗ-пролін + ДЦК. 3 реакції.
9. 2 Методи отримання азиду амінокислоти.
10. Схема отримання N-оксисукцинімідного похідного.
11. Схеми отримання 3-х активних естерів, що мають застосування у пептидному синтезі.
12. Триптофан + SOCl_2 (рН9) \rightarrow А \rightarrow + гліцин (рН9) \rightarrow В \rightarrow рН4 \rightarrow
13. $\text{Ala-Gln-OCH}_3 + \text{Ph-NCS}$ (рН9) \rightarrow А \rightarrow рН4 \rightarrow
14. Схеми синтезу амінокислот (Кожна нова схема - 1б).
15. Зобразити постадійно реакцію нінгідрину з амінокислотами.
16. Реакції, що застосовуються у флуориметричному визначенні амінокислот.

Контрольні запитання та завдання до змістового модуля 2:

1. Схеми реакцій 4-х амінокислот з азотною кислотою.
2. Реакція тиол-дисульфідного обміну на прикладі Cys.
3. 1-Нафтол+Arg+NaBrO
4. Схеми реакцій 2-х амінокислот з солями фенілдіазонію
5. Схема постановки захисту на бокові групи Glu і Asp.
6. Схема постановки захисту на бокову групу Lys
7. Перелічити операції, що виконуються при виділенні білків та пептидів з природної сировини.
8. Принципи діалізу.
9. Принципи ультрацентрифугування в градієнті густини (вказати матеріал для створення градієнту густини).
10. Принципи висолювання білків з водного розчину.
11. Принципи висадження білків з водного розчину.
12. Принципи електрофорезу.
13. Принципи гель-фільтрації.
14. Принципи іонної хроматографії.
15. Принципи розподільчої хроматографії.
16. Принципи афінної хроматографії.
17. Принципи аналізу амінокислотного складу пептиду.
18. Принципи встановлення амінокислотної послідовності в пептиді.
19. Етапи встановлення амінокислотної послідовності великих білкових ланцюгів.

Контрольні запитання та завдання до змістового модуля 3:

1. Вказати місце розщеплення пептидного ланцюга трипсином.
2. Механізм розщеплення амінокислотного ланцюга бромціаном.
3. Механізм розщеплення амінокислотного ланцюга N-бромсукцинімідом.
4. Механізм розщеплення амінокислотного ланцюга 2-нітро-5-тіоціанобензоатом
5. Механізм і місце найшвидшого розщеплення амінокислотного ланцюга кислотою
6. Зобразити формулу дипептиду. На ній трьома з'єднаними точками вказати площини, які утворюють двогранні кути ϕ та ψ . Кривими стрілками показати ці кути.
7. Означення первинної структури білка.
8. Означення вторинної структури білка.
9. Означення α -спіралі.

10. Означення паралельного та антипаралельного β -шару.
11. Означення β -вигину.
12. Означення третинної структури білка.
13. Означення четвертинної структури білка.
14. Назвати фактори, від яких залежить просторова структура білка.
15. Зобразити і назвати основні типи зв'язків, що підтримують структуру білка.
16. Означення денатурації білка.
17. Означення ренатурації білка.
18. Три методи визначення молекулярної маси білків
19. Типи денатурації та її чинники. Умови ренатурації білка.

Контрольні запитання та завдання до змістового модуля 4:

1. Схема синтезу білка в клітині.
2. Функції пептидів.
3. Функції білків.
4. Означення ферменту.
5. Перелічити основні функціональні частини молекули ферменту і пояснити їх роль.
6. Ваші уявлення про будову активного центру молекули ферменту.
7. Чим відрізняється активний центр від інших апартаментів молекули ферменту.
8. Перелічити фактори, які впливають на міцність комплексу ферменту з субстратом, кожного разу коротко пояснити як чиниться вплив.
9. Перелічити фактори, які впливають на специфічність дії ферменту. Навести короткі пояснення.
10. Постадійна схема реакції ферментативного каталізу з позначенням констант швидкості, які фігурують в рівнянні Міхаеліса-Ментен.
11. Рівняння Міхаеліса-Ментен з вказанням на його складові.
12. Графічний вигляд залежності швидкості ферментативного каталізу від концентрації субстрату. Три основні ділянки залежності.
13. Представлення рівняння Міхаеліса-Ментен в лінійних координатах. Обчислення максимальної швидкості та константи Міхаеліса в цих координатах.
14. Інгібітори ферментів та механізми їх дії. Приклади молекул інгібіторів (6 хв).
15. Промотори ферментів та механізми їх дії.
16. Аlostеричні ферменти. Принцип дії. Приклади аlostеричних ферментів (6 хв).
17. Зобразити основний структурний фрагмент коферменту ацилювання.
Зобразити основний структурний фрагмент коферменту карбоксилювання.

Питання на іспит:

1. Схеми реакцій 4-х амінокислот з азотною кислотою.
2. Реакція тіол-дисульфідного обміну на прикладі Cys.
3. 1-Нафтол+Arg+NaBrO
4. Схеми реакцій 2-х амінокислот з солями фенілдіазонію
5. Схема постановки захисту на бокові групи Glu і Asp.
6. Схема постановки захисту на бокову групу Lys
7. Перелічити операції, що виконуються при виділенні білків та пептидів з природної сировини.
8. Принципи діалізу.
9. Принципи ультрацентрифугування в градієнті густини (вказати матеріал для створення градієнту густини).
10. Принципи висолювання білків з водного розчину.
11. Принципи висадження білків з водного розчину.
12. Принципи електрофорезу.
13. Принципи гель-фільтрації.
14. Принципи іонної хроматографії.
15. Принципи розподільчої хроматографії.
16. Принципи афінної хроматографії.
17. Принципи аналізу амінокислотного складу пептиду.
18. Принципи встановлення амінокислотної послідовності в пептиді.

19. Етапи встановлення амінокислотної послідовності великих білкових ланцюгів.
20. Вказати місце розщеплення пептидного ланцюга трипсином.
21. Механізм розщеплення амінокислотного ланцюга бромціаном.
22. Механізм розщеплення амінокислотного ланцюга N-бромсукцинімідом.
23. Механізм розщеплення амінокислотного ланцюга 2-нітро-5-тіоціанобензоатом
24. Механізм і місце найшвидшого розщеплення амінокислотного ланцюга кислотою
25. Зобразити формулу дипептиду. На ній трьома з'єднаними точками вказати площини, які утворюють двогранні кути ϕ та ψ . Кривими стрілками показати ці кути.
26. Означення первинної структури білка.
27. Означення вторинної структури білка.
28. Означення α -спіралі.
29. Означення паралельного та антипаралельного β -шару.
30. Означення β -вигину.
31. Означення третинної структури білка.
32. Означення четвертинної структури білка.
33. Назвати фактори, від яких залежить просторова структура білка.
34. Зобразити і назвати основні типи зв'язків, що підтримують структуру білка.
35. Означення денатурації білка.
36. Означення ренатурації білка.
37. Три методи визначення молекулярної маси білків
38. Типи денатурації та її чинники.
39. Умови ренатурації білка.
40. Схема синтезу білка в клітині.
41. Функції пептидів.
42. Функції білків.
43. Означення ферменту.
44. Перелічити основні функціональні частини молекули ферменту і пояснити їх роль.
45. Ваші уявлення про будову активного центру молекули ферменту.
46. Чим відрізняється активний центр від інших апартаментів молекули ферменту.
47. Перелічити фактори, які впливають на міцність комплексу ферменту з субстратом, кожного 48. разу коротко пояснити як чиниться вплив.
49. Перелічити фактори, які впливають на специфічність дії ферменту. Навести короткі пояснення.
50. Постадійна схема реакції ферментативного каталізу з позначенням констант швидкості, які фігурують в рівнянні Міхаеліса-Ментен.
51. Рівняння Міхаеліса-Ментен з вказанням на його складові.
52. Графічний вигляд залежності швидкості ферментативного каталізу від концентрації субстрату. 5 Три основні ділянки залежності.
53. Представлення рівняння Міхаеліса-Ментен в лінійних координатах. Обчислення максимальної швидкості та константи Міхаеліса в цих координатах.
54. Інгібітори ферментів та механізми їх дії. Приклади молекул інгібіторів (6 хв).
55. Промотори ферментів та механізми їх дії.
56. Аlostеричні ферменти. Принцип дії. Приклади аlostеричних ферментів (6 хв).
57. Зобразити основний структурний фрагмент коферменту ацилювання.
58. Зобразити основний структурний фрагмент коферменту карбоксилювання.
59. Зобразити 4 формули амінокислот, які можуть нести заряд -2 при біологічних значеннях рН.
60. Зобразити 3 формули амінокислот, які можуть нести заряд +2 при біологічних значеннях рН.
61. Зобразити структуру комплексу аланіну з іоном Cu^{2+} .
62. Зобразити схему рівноваги CO_2 з амінокислотою гліцином у водному розчині при рН7.
63. 3 Набори реагентів для встановлення захисту на аміногрупу амінокислоти.
64. 3 Набори реагентів для встановлення захисту на карбоксигрупу амінокислоти.
65. 4 Реакції, що відбуваються при нагріванні амінокислоти.
66. КБЗ-пролін + ДЦК. 3 реакції.
67. 2 Методи отримання азиду амінокислоти.
68. Схема отримання N-оксисукцинімідного похідного.

69. Схеми отримання 3-х активних естерів, що мають застосування у пептидному синтезі.
70. Триптофан + COCl₂ (pH9) → А → + гліцин (pH9) → В → pH4 →
71. Ala-Gln-OCH₃ + Ph-NCS (pH9) → А → pH4 →
72. Схеми синтезу амінокислот (Кожна нова схема - 1б).
73. Зобразити поетапно реакцію нінгідрину з амінокислотами.
74. Реакції, що застосовуються у флуориметричному визначенні амінокислот.