

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**з організації самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни**  
**«Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація,**  
**промислова фармація**

*Укладач:*

*д.х.н., проф. Суховєєв В.В.*

Ніжин  
2023

УДК 547  
М54

Рекомендовано Вченою радою  
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя  
(НДУ ім. М. Гоголя)  
Протокол № 8 від 23.02.2023 р.

**Рецензенти:**

**Демченко А. М.** – д. фарм. н., проф.;

**Циганков С. А.** – к.х.н. доц..

**М54**    **Методичні рекомендації** з організації самостійної роботи студентів для навчальної дисципліни «Органічна хімія»: навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація / уклад. Суховєєв В. В. Ніжин, 2023. 187 с.

Методичні рекомендації з організації самостійної роботи студентів НДУ імені Миколи Гоголя для навчальної дисципліни «Органічна хімія» спеціальності 226 Фармація, промислова фармація містять методичні вказівки щодо організації самостійної роботи та методичні рекомендації виконання самостійної роботи з органічної хімії по темам і розділам згідно з робочою програмою зазначеної навчальної дисципліни.

## ЗМІСТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 226 «ФАРМАЦІЯ, ПРОМИСЛОВА ФАРМАЦІЯ З КУРСУ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ» .....	5
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	7
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ» ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 226 ФАРМАЦІЯ, ПРОМИСЛОВА ФАРМАЦІЯ .....	20
ТЕМА №1 ПРЕДМЕТ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ. РОЛЬ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ В СИСТЕМІ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ОСВІТИ. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК ТА ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ АТОМІВ У МОЛЕКУЛАХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. ІЗОМЕРІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. ПРОСТОРОВА БУДОВА МОЛЕКУЛ. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК .....	20
Тема №2 НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКАНИ, ЦИКЛОАЛКАНИ). КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕАКЦІЙ І РЕАГЕНТІВ. МЕТОДИ ВСТАНОВЛЕННЯ БУДОВИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК .....	28
ТЕМА №3 НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКЕНИ, АЛКАДІЄНИ) .....	36
ТЕМА №4 НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКІНИ). КИСЛОТНІ ТА ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК .....	44
ТЕМА №5 АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ (МОНОЯДЕРНІ ТА БАГАТОЯДЕРНІ АРЕНИ) .....	52
ТЕМА №6 ГАЛОГЕНОПОХІДНІ ВУГЛЕВОДНІВ .....	60
ТЕМА №7 НІТРОСПОЛУКИ ТА АМІНИ .....	68
ТЕМА №8 ДІАЗО- ТА АЗОСПОЛУКИ .....	76
ТЕМА №9 СПИРТИ. ФЕНОЛИ. ЕСТЕРИ .....	83
ТЕМА №10 КАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ .....	92
ТЕМА №11 КАРБОНОВІ КИСЛОТИ Та Їх ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ .....	101
ТЕМА №12 ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ (ГАЛОГЕНО-, СПИРТО-, ФЕНОЛО-, ОКСОКИСЛОТИ).....	110
ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ (АМІНОКИСЛОТИ). БЛКИ .....	119
ТЕМА №14 КАРБОНАТНА КИСЛОТА ТА ЇЇ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ. СУЛЬФОКИСЛОТИ .....	119
ТЕМА №15 ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ. ТРИ-, ЧОТИРИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ З ОДНИМ ГЕТЕРОАТОМОМ. П'ЯТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ З ОДНИМ ГЕТЕРОАТОМОМ .....	128
ТЕМА №16 ПОХІДНІ П'ЯТИЧЛЕННИХ ГЕТЕРОЦИКЛІВ З ОДНИМ ГЕТЕРОАТОМОМ (ФУРФУРОЛ, ІНДОЛ, ІНДОКСИЛ, ІЗАТИН). П'ЯТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ З ДВОМА ГЕТЕРОАТОМАМИ .....	136
ТЕМА №17 НІТРОГЕНОВМІСНІ ШЕСТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ З ОДНИМ ГЕТЕРОАТОМОМ. ПРИДИН .....	136
ТЕМА №18 КОНДЕНСОВАНІ АЗИНИ (ХІНОЛІН, ІЗОХІНОЛІН, АКРИДИН) .....	144
ТЕМА №19 ОКСИГЕНОВМІСНІ ШЕСТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ З	

ОДНИМ ГЕТЕРОАТОМОМ .....	144
ТЕМА №20 ШЕСТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ З ДВОМА ГЕТЕРОАТОМАМИ .....	153
ТЕМА №21 КОНДЕНСОВАНІ СИСТЕМИ ГЕТЕРОЦИКЛІВ. ПУРИН .....	153
ТЕМА №22 ВУГЛЕВОДИ. МОНОСАХАРИДИ. КЛАСИФІКАЦІЯ, БУДОВА, СТЕРЕОІЗОМЕРІЯ МОНОСАХАРИДІВ. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ .....	164
ТЕМА №23 ДИСАХАРИДИ. ПОЛІСАХАРИДИ .....	172
ТЕМА №24 НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ. ПОНЯТТЯ ПРО ЛІПІДИ (ОМИЛЮВАНІ ТА НЕОМИЛЮВАНІ). ІЗОПРЕНОЇДИ (ТЕРПЕНИ) .....	180

## Методичні вказівки щодо організації самостійної роботи студентів спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація з курсу «Органічна хімія»

Самостійна робота – це форма організації індивідуального вивчення студентами навчального матеріалу в аудиторний та позааудиторний час.

*Мета зазначеної роботи* – сприяти формуванню самостійності як особистісної риси та важливої професійної якості молодшої людини, суть якої полягає в уміннях систематизувати, планувати, контролювати й регулювати свою діяльність без допомоги й контролю викладача. Завданнями самостійної роботи з курсу «Органічної хімії» є засвоєння знань, умінь і навичок, закріплення та систематизація набутих знань, їхнє застосування за вирішення практичних завдань та виконання творчих робіт, виявлення прогалин у системі знань із предмета. Самостійна робота дає можливість студенту працювати без поспіху, не боячись негативної оцінки товаришів чи викладача, а також дозволяє обирати оптимальний темп роботи та умови її виконання.

Організація самостійної роботи студентів з органічної хімії здійснюється з дотриманням низки вимог, зокрема таких:

- обґрунтування необхідності завдань у цілому й конкретного завдання зокрема, що вимагає виявлення та стимулювання позитивних мотивів діяльності студентів;
- відкритість та загальна оглядовість завдань. Усі студенти повинні знати зміст завдання, мати можливість порівняти виконані завдання в одній та в різних групах, проаналізувати правильність та корисність виконаної роботи, відповідність поставлених оцінок (адекватність оцінювання);
- надання детальних методичних рекомендацій щодо виконання роботи (у якій послідовності працювати, з чого починати, як перевірити свої знання). За окремими завданнями студенти мають отримати інструктивні матеріали (лабораторний друкований журнал, лабораторний практикум тощо);
- надання можливості студентам виконувати творчі роботи, які відповідають умовно-професійному рівню засвоєння знань, не обмежуючи їх виконанням стандартних завдань;
- нормування завдань для самостійної роботи, яке базується на визначенні витрат часу та трудомісткості різних їхніх типів. Це забезпечує оптимальний порядок навчально-пізнавальної діяльності студентів – від простих до складних форм роботи;
- підтримання постійного зворотного зв'язку зі студентами в процесі здійснення самостійної роботи, що є фактором ефективності навчального середовища.

Важливу роль у вивченні навчальної дисципліни «Органічна хімія» відіграють раціональні засоби: методи організації самостійної роботи, умови праці, режим дня, техніка праці та ін.

Під час вивчення навчальної дисципліни виокремлюють такі види самостійної роботи студента:

- конспектування лекцій;
- участь у семінарських заняттях;
- виконання практичних і лабораторних робіт;
- виконання розрахунково-графічних робіт;
- виконання контрольних робіт та тестових завдань;
- виконання ректорських контрольних робіт;
- підготовка рефератів і курсових робіт, написання дипломної роботи;
- підготовка до підсумкового контролю та іспитів;
- виконання індивідуальних завдань;
- робота з навчально-методичною та науковою літературою з органічної хімії та ін.

Кожен із зазначених видів потребує від студентів наполегливої самостійної праці.

Насамперед потрібно, щоб кожен студент у процесі навчання дотримувався гігієни розумової праці. Тому їм треба розкрити механізми розумової праці, пояснити причини появи втоми, шляхи підвищення працездатності, а також режиму харчування, організації

відпочинку та ін. Важливу роль в оптимальній організації життя і діяльності студента відіграє режим дня - його рекомендують науково-педагогічні працівники в перші дні навчальних занять.

Організація самостійної роботи студентів з курсу «Органічної хімії» здійснюється на основі сучасних освітніх технологій.

Перехід до модульної побудови змісту навчання передбачає інтеграцію різних видів і форм навчання, які підпорядковуються загальній темі навчального предмета. Для кожної теми чи розрілу сформовано перелік завдань для самостійної роботи, які студент одержує перед початком вивчення. Також додається список рекомендованої літератури. Кожен студент переходить від однієї теми до іншої в міру засвоєння матеріалу і проходить етапи поточного контролю.

Психолого-педагогічна сутність моніторингу самостійної роботи виражається в організації й корегуванні навчальної діяльності студентів, у допомозі при виникненні ускладнень. Формами контролю самостійної роботи є: поточний (оперативний) контроль; підсумковий контроль; самоконтроль.

Прийомами контролю самостійної роботи з дисципліни "Органічна хімія" є усний та письмовий контроль.

Найважливішу роль у керівництві самостійною роботою студентів відіграють індивідуальні співбесіди викладача й студента. Регулярні консультації забезпечують стійкий зворотний зв'язок і дозволяють, за необхідності, швидко проводити корекцію в організації навчального процесу.

Отже, самостійна робота студентів потребує чіткої організації, планування, системи й певного керування (обсяг завдань, типи завдань, методичні рекомендації щодо їхнього виконання, аналіз передбачуваних труднощів, облік, перевірка та оцінювання виконаних робіт), що сприяє підвищенню якості навчального процесу. Успіх цієї роботи багато в чому залежить від бажання, прагнення, інтересу до роботи, потреби в діяльності, тобто від наявності позитивних мотивів. Велике значення під час самостійної роботи студента мають його спрямованість, психологічна готовність, а також певний рівень бази знань, на який будуть нашаровуватися нові знання.

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## I. Загальна інформація

<b>Заклад вищої освіти</b>	Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
<b>Факультет/інститут</b>	Природничо-географічних і точних наук
<b>Кафедра</b>	хімії та фармації
<b>Мова навчання</b>	Українська мова
<b>Розробник/и</b>	Доктор хімічних наук, професор В.В. Суховєєв
<b>Освітня програма</b>	Фармація, промислова фармація
<b>Рівень вищої освіти</b>	другий (магістерський) рівень
<b>Затверджено</b>	засідання кафедри хімії та фармації, протокол №1 від 04.08.2022
<b>Обсяг дисципліни</b>	8 кредитів ЄКТС, що відповідає 240 академічним годинам, з яких 120 годин – аудиторне навчання (лекції – 40 год., лаб. – 80 год.) і 120 годин – самостійна робота, екзамен.
<b>Статус дисципліни</b>	обов'язкова

## II. Мета вивчення дисципліни

**Органічна хімія**, як обов'язкова дисципліна загальної підготовки, є наукою про систематичне вивчення закономірностей хімічної поведінки органічних сполук у взаємозв'язку з їх будовою і формування на цій основі творчого хімічного мислення.

*Метою* вивчення дисципліни є надання теоретичних і практичних знань, формування загальних і фахових компетентностей в галузі органічної хімії з метою їх подальшого використання при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін, а саме: фармацевтичної, біологічної, токсикологічної хімії, фармакогнозії, аптечної технології ліків, фармацевтичного аналізу тощо. Підготовка фахівців, яким потрібні знання органічної хімії, вимагає не тільки теоретичної підготовки, але й різнобічних практичних навичок і вмінь у проведенні хімічного експерименту. Засвоєння теорії та практики органічної хімії необхідне спеціалісту для виконання своїх обов'язків як фахівця фармацевтичної галузі.

Вивчення дисципліни у комплексі з іншими освітніми компонентами ОП «Фармація, промислова фармація» сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

### III. Місце навчальної дисципліни у структурно-логічній схемі підготовки фахівців

Перелік дисциплін, які вивчаються раніше: Вступ у фармацію, Біологічна фізика з фізичними методами аналізу, Біологія з основами генетики, Загальна та неорганічна хімія.

### IV. Очікувані результати навчання з дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни «Органічна хімія» у комплексі з іншими освітніми компонентами ОП «Фармація, промислова фармація» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

### V. Форми поточного та підсумкового контролю

Підсумкова оцінка у семестрі з курсу буде обчислюватися з використанням таких складових:

Вид роботи	Поточні бали	Підсумкові бали	Екзамен
10 занять по 12 балів	10x12+20=140	140x0,5=70 балів	30 балів
Тестова контрольна робота – 20 балів			
<b>Разом</b>		<b>100 балів</b>	

Вид роботи на занятті	Розподіл балів
Опрацювання теоретичного матеріалу з теми	0-4
Робота на лабораторному занятті	0-4
Виконання тестових завдань	0-4

Тема	Максимальна кількість балів			
	Всього балів	У тому числі		
		Лекції	Лаб. заняття	СРС
<b>Розділ 1. Основи будови органічних сполук. Вуглеводні (алкани, циклоалкани, алкени, алкадієни, алкіни, арени) та їх функціональні похідні (галогено-, нітрогеновмісні сполуки, гідрокси похідні вуглеводнів, альдегіди і кетони)</b>				
Тема 1. Предмет органічної хімії. Роль органічної хімії в системі фармацевтичної освіти. Хімічний зв'язок та взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук. Ізомерія органічних сполук. Просторова будова молекул. Класифікація та номенклатура органічних сполук	12	2	4	5/1*



Тема 2. Насичені вуглеводні (алкани, циклоалкани). Класифікація органічних реакцій і реагентів. Методи встановлення будови органічних сполук	12	2	4	5/1*
Тема 3. Ненасичені вуглеводні (алкени, алкадієни)	12	2	4	5/1*
Тема 4. Ненасичені вуглеводні (алкіни). Кислотні та основні властивості органічних сполук	12	2	4	5/1*
Тема 5. Ароматичні вуглеводні (моноядерні та багатоядерні ацени)	12	2	4	5/1*
Тема 6. Галогенопохідні вуглеводнів	12	2	4	5/1*
Тема 7. Нітросполуки та аміни	12	2	4	5/1*
Тема 8. Діазо- та азосполуки	12	2	4	5/1*
Тема 9. Спирти. Феноли. Етери	12	2	4	5/1*
Тема 10. Карбонільні сполуки	12	2	4	5/1*
<b>Підсумкова тестова контрольна робота №1*</b>	<b>20</b>			
<b>Загальна кількість балів за розділом 1</b>	<b>140</b>			
<b>За 100-бальною системою (140x0,2= 70 б.)</b>	<b>70</b>			
<b>Екзамен</b>	<b>30</b>			
<b>РОЗДІЛ 2. Карбонові кислоти, гетероциклічні та природні сполуки</b>				
Тема 11. Карбонові кислоти та їх функціональні похідні	12	2	4	5/1*
Тема 12. Гетерофункціональні карбонові кислоти (галогено-, спирто-, феноло-, оксокислоти)	12	2	4	5/1*
Тема 13. Гетерофункціональні карбонові кислоти (амінокислоти). Білки	6	1	2	3
Тема 14. Карбонатна кислота та її функціональні похідні. Сульфокислоти	6	1	2	2/1*
Тема 15. Гетероциклічні сполуки. Три-, чотиричленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом	12	2	4	5/1*
Тема 16. Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом (фурфурол, індол, індоксил, ізатин). П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами	6	1	2	3
Тема 17. Нітрогеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Піридин	6	1	2	2/1*
Тема 18. Конденсовані азини (хінолін, ізохінолін, акридин)	6	1	2	3
Тема 19. Оксигеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом	6	1	2	2/1*
Тема 20. Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами	6	1	2	3
Тема 21. Конденсовані системи гетероциклів. Пурин	6	1	2	2/1*
Тема 22. Вуглеводи. Моносахариди. Класифікація, будова, стереоізомерія моносахаридів. Хімічні властивості	12	2	4	5/1*
Тема 23. Дисахариди. Полісахариди	12	2	4	5/1*
Тема 24. Нуклеїнові кислоти. Поняття про ліпіди (омілювані та неомілювані). Ізопреноїди (терпени)	12	2	4	5/1*
<b>Підсумкова тестова контрольна робота №2*</b>	<b>20</b>			
<b>Загальна кількість балів за розділом 2</b>	<b>140</b>			
<b>За 100-бальною системою (140x0,2= 70 б.)</b>	<b>70</b>			
<b>Екзамен</b>	<b>30</b>			

Примітка: /\* – години самостійної роботи студента для підсумкового тестового контролю.

## VI. Засоби діагностики та критерії оцінювання результатів навчання

### Засоби діагностики результатів навчання

Діагностика здійснюється за допомогою опитування студентів під час проведення лабораторних занять, виконання студентами тестових завдань на платформі УНІКОМ, виконання індивідуального науково-дослідного завдання, складання екзамену.

Засоби діагностики результатів навчання складаються із електронних тестових завдань, виконання науково-дослідних завдань.

Лабораторні заняття оцінюються якістю виконання тестових завдань та роботи під час заняття. Індивідуальне завдання може бути оцінене за результатом його презентації (виступ на лабораторному занятті, на конференції, публікація).

### Критерії роботи студентів:

Форма роботи	Вид роботи	Розподіл балів
Опрацювання теоретичного матеріалу з теми	Студент вільно володіє матеріалом, приймає активну участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної задачі, впевнено демонструє практичні навички під час виконання практичної частини роботи та інтерпретації даних досліджень, висловлює свою думку з теми заняття, демонструє фармацевтичне мислення.	4
	Студент добре володіє матеріалом, приймає участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної задачі, демонструє практичні навички під час виконання практичної частини роботи та інтерпретації даних досліджень з деякими помилками, висловлює свою думку з теми заняття, демонструє фармацевтичне мислення.	3
	Студент недостатньо володіє матеріалом, невпевнено приймає участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної задачі, демонструє практичні навички під час виконання практичної частини роботи та інтерпретації даних досліджень з суттєвими помилками.	4
	Студент не володіє матеріалом, не приймає участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної задачі, не демонструє практичні навички під час виконання практичної частини роботи та інтерпретації даних досліджень.	1
Робота на лабораторному занятті	Виконання експериментальної частин	0-2
	Інтерпретація одержаних результатів	0-1
	Ведення лабораторного журналу	0-1
Виконання тестових завдань	Виконання електронних тестових завдань на платформі УНІКОМ	0-4
<b>Разом за заняття</b>		<b>12</b>
<b>Критерії оцінювання результатів навчання на іспиті:</b>		
Виставляється студенту, який систематично працював протягом семестру, показав під час екзамену різнобічні і глибокі знання програмного матеріалу, вміє успішно виконувати завдання, які передбачені програмою, засвоїв зміст основної та додаткової літератури, усвідомив взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їхнє значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності у розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань; рівень компетентності – високий (творчий);		24-30 відмінно
Виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав достатній рівень знань з дисципліни і здатний до їх самостійного оновлення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності; рівень компетентності – достатній (конструктивно-варіативний)		17-23 добре
Виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за		11-16 задовільн

професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі помилки у відповідях на іспиті і при виконанні іспитових завдань, але володіє необхідними знаннями для подолання допущених помилок під керівництвом науково-педагогічного працівника; рівень компетентності – середній (репродуктивний)	о
Виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги викладача використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи; рівень компетентності – низький (рецептивно-продуктивний)	0-10 незадовільно
<b>Разом за іспит</b>	<b>30</b>

## VII. Зміст навчальної дисципліни

### Розділ 1. Основи будови органічних сполук. Вуглеводні (алкани, циклоалкани, алкени, алкадієни, алкіни, арени) та їх функціональні похідні (галогено-, нітрогеновмісні сполуки, гідроксипохідні вуглеводнів, альдегіди і кетони)

*Підрозділ 1. Основи будови органічних сполук (класифікація і номенклатура, хімічний зв'язок і взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук, кислотні та основні властивості, класифікація органічних реакцій і реагентів). Вуглеводні (алкани, циклоалкани, алкени, алкадієни, алкіни, арени). Реакційна здатність залежно від гібридизації атома Карбону*

Тема 1. Предмет органічної хімії. Роль органічної хімії в системі фармацевтичної освіти. Хімічний зв'язок та взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук. Ізомерія органічних сполук. Просторова будова молекул. Класифікація та номенклатура органічних сполук;

Тема 2. Насичені вуглеводні (алкани, циклоалкани). Класифікація органічних реакцій і реагентів. Методи встановлення будови органічних сполук;

Тема 3. Ненасичені вуглеводні (алкени, алкадієни);

Тема 4. Ненасичені вуглеводні (алкіни). Кислотні та основні властивості органічних сполук;

Тема 5. Ароматичні вуглеводні (моноядерні та багатоядерні арени).

#### **Конкретні цілі:**

Розглянути основні поняття, які стосуються будови органічних сполук, способів зображення органічних молекул, класифікації за будовою вуглецевого ланцюга і за природою функціональної групи, номенклатурні системи: тривіальна, раціональна, міжнародна (ІЮПАК). Розглянути основні типи хімічного зв'язку в органічних сполуках: іонний, ковалентний, координаційний, онфірмаційна, водневий; електронну будову подвійних і потрійних вуглець-вуглецевих зв'язків; індуктивний та мезомерний ефект. Класифікація органічних реакцій та реагентів. Поняття про органічні кислоти та основи.

Розглянути способи добування, особливості реакційної здатності вуглеводнів, механізми реакцій, специфічні реакції класів сполук і застосування вуглеводнів у фармації.

### *Підрозділ 2. Галогенопохідні вуглеводнів, нітросполуки, аміни, діазо-, азосполуки*

Тема 6. Галогенопохідні вуглеводнів;

Тема 7. Нітросполуки та аміни;

Тема 8. Діазо- та азосполуки.

#### **Конкретні цілі:**

Розглянути способи добування, особливості реакційної здатності галогенопохідних вуглеводнів, механізми реакцій  $S_N$ , E, розглянути особливості будови сполук, які спричиняють наявність оптичної активності сполук, ознайомитись з видами оптичних ізомерів (енантиомери, діастериомери), з'ясувати належність сполук до D-, L-ряду, розглянути просторову будову сполук (конфірмаційна ізомерія, конформація), явище *нітро-аци-нітро*-аутомерії, основність та нуклеофільність амінів, теорія колірності, специфічні реакції, якісне визначення функціональних груп.

**Підрозділ 3. Гідроксильні похідні вуглеводнів (спирти, феноли) та їх тїоаналоги. Оксопохідні вуглеводнів (альдегіди, кетони)**

Тема 9. Спирти. Феноли. Етери;

Тема 10. Карбонільні сполуки.

**Конкретні цілі:**

Розглянути номенклатуру, способи добування, особливості реакційної здатності гідроксипохідних вуглеводнів (механізми реакцій  $S_N$ , E, внутрішньо- та міжмолекулярної дегідратації, кислотно-основні властивості спиртів та фенолів, специфічні реакції); способи добування, особливості реакційної здатності оксопохідних вуглеводнів – альдегідів та кетонів аліфатичного та ароматичного ряду, особливості реакційної здатності (механізми реакцій  $A_N$ , приєднання-відщеплення, конденсації, полімеризації, окислювально-відновлювальні реакції, реакції за участі  $\alpha$ -атому Карбону. Якісне визначення спиртів, спиртового та фенольного гідроксилів, альдегідної та онфірмації, реакції етерів.

**Розділ 2. Карбонові кислоти, гетероциклічні та природні сполуки**

**Підрозділ 4. Карбонові кислоти (моно-, дикарбонові), функціональні похідні карбонових кислот, гетерофункціональні карбонові кислоти. Похідні карбонатної кислоти. Сульфокислоти**

Тема 11. Карбонові кислоти та їх функціональні похідні;

Тема 12. Гетерофункціональні карбонові кислоти (галогено-, спирто-, феноло-, оксокислоти);

Тема 13. Гетерофункціональні карбонові кислоти (амінокислоти). Білки

Тема 14. Карбонатна кислота та її функціональні похідні. Сульфокислоти.

**Конкретні цілі:**

Розглянути способи добування, особливості реакційної здатності карбонових кислот (кислотні властивості, реакції за участі OH-групи,  $\alpha$ -атому Карбону) та їх функціональних похідних (естерів, ангідридів, амідів, гідразидів, гідроксиамідів, нітрилів), механізми реакцій етерифікації, гідролізу естерів, специфічні реакції гетерофункціональних карбонових кислот, якісне визначення карбоксильної групи. Розглянути хімічні властивості сульфокислот, одержання і реакційну здатність похідних вугільної кислоти.

**Підрозділ 5. Гетероциклічні сполуки**

Тема 15. Гетероциклічні сполуки. Три-, чотиричленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом;

Тема 16. Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом (фурфурол, індол, індоксил, ізатин). П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами;

Тема 17. Нітрогеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Піридин;

Тема 18. Конденсовані азини (хінолін, ізохінолін, акридин);

Тема 19. Оксигеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом;

Тема 20. Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами;

Тема 21. Конденсовані системи гетероциклів. Пурин.

### **Конкретні цілі:**

Розглянути способи добування, особливості реакційної здатності 3-, 4-та 5-тичленних гетероциклів, ацідофобність, поняття про піридиновий та пірольний атоми Нітрогену, азольна таутомерія, реакції електрофільного заміщення, відновлення та окиснення, кислотно-основні властивості, специфічні реакції, якісне визначення, значення для фармації.

Розглянути способи добування, особливості реакційної здатності 6-тичленних гетероциклічних сполук з одним та двома гетеро атомами (піран, піридин, хінолін, ізохінолін, акридин, піримідин, піразин, піридазин, пурин). Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення, відновлення та окиснення, основні властивості, лактам-лактимна таутомерія, специфічні реакції, якісне визначення гетероциклів, 6-тичленних гетероциклів, значення для фармації.

### **Підрозділ 6. Природні сполуки. Вуглеводи. Нуклеїнові кислоти. Ліпіди**

Тема 22. Вуглеводи. Моносахариди. Класифікація, будова, стереоізомерія моносахаридів. Хімічні властивості;

Тема 23. Дисахариди та Полісахариди;

Тема 24. Нуклеїнові кислоти. Поняття про ліпіди (омилювані та неомилювані).

Ізопреноїди (терпени).

### **Конкретні цілі:**

Розглянути будову, оптичну ізомерію моносахаридів, глікозидний зв'язок, цикло-оксо-та карбонільно-ендіольна таутомерія, особливості реакційної здатності відкритих та циклічних форм, якісні реакції вуглеводів. Класифікація терпенів, особливості та хімічні властивості онфірмаційна (терпін, ментол) а біциклічних (камфора) терпенів. Значення і застосування у фармації.

## **VIII. Тематика занять**

### **Теми лекцій**

№	Тема	Кількість годин
<b>III семестр</b>		
1	Основи будови органічних сполук	2
2	Насичені вуглеводні (алкани, циклоалкани)	2
3	Ненасичені вуглеводні (алкени, алкадієни)	2
4	Алкїни. Кислотні та основні властивості органічних сполук	2
5	Ароматичні вуглеводні (моно- та багатоядерні)	2
6	Галогенопохідні вуглеводнів	2
7	Нїтро- та аміносполуки	2
8	Дїазо- та азосполуки	2
9	Спирти, феноли та етери	2
10	Карбонїльні сполуки	2
	<b>Разом за семестр</b>	<b>20</b>
<b>IV семестр</b>		
11	Насичені монокарбоніві кислоти	2
12	Функціональні похідні карбонівих кислот та гетерофункціональні карбоніві кислоти (галогено-, спирто-, феноло-, оксокислоти)	2
13	Амінокислоти і білки. Карбонатна кислота та її функціональні похідні. Сульфокислоти	2
14	Гетероциклїчні сполуки. Три-, чотиричленні гетероциклїчні сполуки з одним гетероатомом	2
15	П'ятичленні гетероциклїчні сполуки з одним гетероатомом та їх похідні	2

	(фурфурол, індол, індоксил, ізатин)	
16	П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами та нітрогеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Піридин	2
17	Конденсовані азини (хінолін, ізохінолін, акридин) та оксигеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом	2
18	Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами. Конденсовані системи гетероциклів. Пурин	2
19	Вуглеводи. Класифікація, будова, ізомерія. Хімічні властивості моно- і дисахаридів	2
20	Полісахариди. Нуклеїнові кислоти, ліпіди (омилювані та неомилювані), ізопреноїди (терпени)	2
	<b>Разом за семестр</b>	<b>20</b>
<b>Всього</b>		<b>40</b>

#### Теми лабораторних занять

№	Тема	Кількість годин
<b>III семестр</b>		
1	Техніка безпеки в хімічній лабораторії. Якісний елементний аналіз органічних сполук	4
2	Алкани, циклоалкани	4
3	Алкени, алкадієни, алкіни	4
4	Одноядерні та багатоядерні арени	4
5	Галогенопохідні вуглеводнів	4
6	Нітро- та аміносполуки	4
7	Діазо- та азосполуки. Азобарвники	4
8	Спирти та феноли	4
9	Альдегіди і кетони	4
10	Закріплення практичних умінь і навичок. Тестова контрольна робота	4
	<b>Разом за семестр</b>	<b>40</b>
<b>IV семестр</b>		
11	Карбонові кислоти. Функціональні похідні карбонових кислот	4
12	Гетерофункціональні карбонові кислоти	4
13	Амінокислоти, білки. Похідні вугільної кислоти. Сульфо кислоти	4
14	Три-, чотири- та п'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом	4
15	П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами та шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Піридин та його похідні	4
16	Конденсовані азини. Оксигеновмісні шестичленні гетероцикли	4
17	Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами. Конденсовані системи гетероциклів	4
18	Вуглеводи. Моносахариди	4
19	Дисахариди та полісахариди.	4
20	Нуклеїнові кислоти, ліпіди та ізопреноїди. Закріплення практичних умінь і навичок. Тестова контрольна робота	4
	<b>Разом за семестр</b>	<b>40</b>
<b>Всього</b>		<b>80</b>

#### Самостійна робота

№	Тема	Кількість годин
---	------	-----------------

<b>III семестр</b>		
1	Предмет органічної хімії. Роль органічної хімії в системі фармацевтичної освіти. Хімічний зв'язок та взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук. Ізомерія органічних сполук. Просторова будова молекул. Класифікація та номенклатура органічних сполук	5
2	Насичені вуглеводні (алкани, циклоалкани). Класифікація органічних реакцій і реагентів. Методи встановлення будови органічних сполук	5
3	Ненасичені вуглеводні (алкени, алкадієни)	5
4	Ненасичені вуглеводні (алкіни). Кислотні та основні властивості органічних сполук	5
5	Ароматичні вуглеводні (моноядерні та багатоядерні ацени)	5
6	Галогенопохідні вуглеводнів	5
7	Нітросполуки та аміни	5
8	Діазо- та азосполуки	5
9	Спирти. Феноли. Етери	5
10	Карбонільні сполуки	5
	Підсумковий контроль засвоєння матеріалу з практичними навичками	10
	<b>Разом за семестр</b>	<b>60</b>
<b>IV семестр</b>		
11	Карбонові кислоти та їх функціональні похідні	5
12	Гетерофункціональні карбонові кислоти (галогено-, спирто-, феноло-, оксокислоти)	5
13	Гетерофункціональні карбонові кислоти (амінокислоти). Білки	3
14	Карбонатна кислота та її функціональні похідні. Сульфокислоти	2
15	Гетероциклічні сполуки. Три-, чотиричленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом	5
16	Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом (фурфурол, індол, індоксил, ізатин). П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами	3
17	Нітрогеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Піридин	2
18	Конденсовані азини (хінолін, ізохінолін, акридин)	3
19	Оксигеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом	2
20	Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами	3
21	Конденсовані системи гетероциклів. Пурин	2
22	Вуглеводи. Моносахариди. Класифікація, будова, стереоізомерія моносахаридів. Хімічні властивості	5
23	Дисахариди. Полісахариди	5
24	Нуклеїнові кислоти. Поняття про ліпіди (омілювані та неомілювані). Ізопреноїди (терпени)	5
25	Підсумковий контроль засвоєння матеріалу з практичними навичками	10
	<b>Разом за семестр</b>	<b>60</b>
	<b>Всього:</b>	<b>120</b>

**IX. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

**Лекції:** мультимедійні лекції з елементами дискусійного спілкування зі здобувачами вищої освіти.

**Лабораторні заняття:** бесіда, вирішення ситуаційних задач, демонстрація та

відпрацювання навичок виконання маніпуляцій (в тому числі демонстрація фільмів, наочного обладнання, засобів малої механізації, операцій і процесів синтезу органічних сполук в лабораторних умовах, відпрацювання практичних навичок з використанням хімічного обладнання.

**Самостійна робота:** самостійна робота з підручником, самостійна робота з банком тестових завдань Крок-1, самостійне вирішення ситуаційних завдань. Інтернет-зв'язок та ресурси Інтернет.

## **Х. Рекомендовані джерела інформації**

### **Основна література:**

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стилий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### **Додаткова література:**

1. A convenient method for efficient synthesis of isoxazole-containing thiazepine derivatives / Aleksandr V. Pavliuk, Yurii V. Bezugly et al. // *Chemistry of Heterocyclic Compounds* 2019, 55(12), 1274–1277.
2. Interaction of 1-acylamino-2,2-dichloroethenyl(triphenyl)phosphonium chlorides with alkanolamines / O. V. Golovchenko, E. R. Abdurakhmanova, S. O. Vladimirov et al. // *Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements*, Received 12 Feb 2020, Accepted 03 Apr 2020, Published online: 12 May 2020; <https://doi.org/10.1080/10426507.2020.1759062>
3. Синтез нових спіроциклічних піримідин-2,4,6-тріонів реакціями метатезису / Н.І. Кобижча, В.М. Головатюк, В.В. Суховєєв та інш. // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 2020, No. 4, pp. 72-79.



4. 1,3-Oxazole derivatives of cytosine as potential inhibitors of glutathione reductase of *Candida* spp.: QSAR modeling, docking analysis and experimental study of new anti-*Candida* agents / L.O. Metelytsia, M. M. Trush, V.V. Kovalishyn et al. // *Computational Biology and Chemistry* 90 (2021) 107407 <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2020.107407>
5. Synthesis and evaluation of anti-yellow fever virus activity of new 6-aryl-3-R-amino-1,2,4-triazin-5(4H)-ones / Y. Novodvorskyi, R. Lesyk, I. Komarov et al. // *European Journal of Medicinal Chemistry*. Vol. 248, 15 February 2023, 115117
6. Молекулярний докінг і оцінка тіакалікс[4]арену та сульфонілкалікс[4]арену як платформи для конструювання інгібіторів глутатіон-*S*-трансферази / Ю.В. Шульга, О.Л.Кобзар, І.М.Міщенко та інш. // *Журнал органічної та фармацевтичної хімії*. – 2018. – Т. 16, вип. 2 (62). С. 43– 48.
7. Synthesis and antiviral activity of 2-(4,6-dymorfolin-4-yl-1,3,5-triazine-2-yl)-*n*-arylhidrazyncarbothioamids in relation to the H1N1 virus / A.M.Demchenko, O.V.Moskalenko, V.V.Sukhoveev, A.I.Barchyna // *Pharmacology and Drug Toxicology*. Т. 13 (№ 1). 2019. P. 35–41.
8. Research of *N,N*-diallyl (3-arylisoxazol-5-yl)-methylenesulfonylamides as additives for increasing the load carrying capacity of syntetic oil based on the pentaerythritol ester and butyric acid / O.Pavliuk, V.Sukhoveev, V.Pyliavskyi, V.Kashkovsky // *Technology audit and production reserves* – № 4/3(48), 2019. P. 31–34.
9. The synthesis and antiviral activity of 1-(4-chlorophenyl)-4-(*para*-tolyl)-5,6,7,8-tetrahydro-2*a*,4*a*-diazacyclopenta[*cd*]-azulene-2-carboxylic acid derivatives / S.A.Demchenko, Yu.A.Fedchenkova, V.V.Sukhoveev et al. // *Журнал органічної та фармацевтичної хімії*. 2019. Т. 17, вип. 4 (68). С. 37–43.
10. Синтез та протівірусна активність ариламідів 1-(*para*-толіл)-4-арил-5,6,7,8-тетрагідро-2,2*a*,8*a*-триазациклопента [с,*d*]азулен-3-карботіонової кислоти / С.А. Демченко, Ю.А. Федченкова, А.М. Івасенко та інш. // *Фармацевтичний журнал*. – 2019. – Т. 74, вип. (6). – С. 33 – 42. <https://doi.org/10.32352/0367-3057.6.19>
11. Синтез та протипухлинні властивості похідних [4-(4<sup>1</sup>-хлорофеніл)-5,6,7,8-тетрагідро-2,2*a*,8*a*-триазациклопента[с,*d*]азулен-1-іл-метил]-*para*-толіламіну / С.А. Демченко, В.В.Суховеев, О.В.Москаленко, Ю. та інш. // *Фармацевтичний журнал*, 2020, Т. 75, № 4. С. 69–77. <https://doi.org/10.32352/0367-3057.4.20>
12. АзOMETИНОВІ похідні *n*-амінобензойної кислоти як антиоксиданти та інгібітори ксантиноксидази / О.Л.Кобзар, А.В.Татарчук, М.В.Качаєва та інш. // *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2020. № 06. С. 74–82. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.00.074>
13. Синтез заміщених 5Н-імідазо[1,2-*e*][1,3,5]триазепінів / І.О. Сущенко, О.А. Михальченко, В.В. Суховеев, В.С. Броварець. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2020. № 4. С. 85–90. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.04.085>
14. Похідні піримідин-2,4,6-тріонів, як компоненти присадок для підвищення мастильних властивостей моторних палив / Н.І.Кобижча, В.С.Пилявський, В.В.Суховеев, В.І.Кашковський // *Каталіз та нафтохімія*. 2020. № 30. С. 97–101. <https://doi.org/10.15407/kataliz2020.30.097>
15. Synthesis and anticancer activity of 1-(4<sup>1</sup>-isopropylphenyl)-4-(4<sup>1</sup>-chlorophenyl)-5,6,7,8-tetrahydro-2,4*a*-diazacyclopenta[*cd*]azulene-2-carboxylic acid arylamides against prostate cancer PC-3 cells / S. A. Demchenko, Yu. A. Fedchenkova, T.A. Bukhtiarova, et al. // *Pharmacology and Drug Toxicology*. Т. 13 (№ 5). – 2019. P. 331–337.
16. Synthesis and antiviral activity of 4,6-*bis*-ethylamino[1,3,5]triazine derivatives for Flu A (H1N1) virus California/07/2009 / A. M. Demchenko, O. V. Moskalenko, V. V. Sukhoveev et al. // *Pharmacology and Drug Toxicology*, 2020, 14 (2). P. 106–113.
17. The synthesis, analgesic and anti-inflammatory activity of 3-(het)aryl-2-(6,7,8,9-tetrahydro-5*H*-[1,2,4]triazolo[4,3-*a*]-azepin-3-yl)-acrylonitrile derivatives / S.A.Demchenko, Yu.A.Fedchenkova, S.A.Tsigankov et al. // *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*. 2020. Vol. 18, Iss. 2 (70). P. 32–39.
18. Пат. (на винахід) № 116386 Україна, МПК С07D 253/065 С07D 295/00 (2013.01) *N*-(3<sup>1</sup>-Хлор-4<sup>1</sup>-метилфеніл)-*N*<sup>1</sup>-(3<sup>1</sup>-фторфеніл)-6-морфолін-4-іл-[1,3,5]триазин-2,4-діамін, що проявляє антивірусну активність щодо вірусу Middle East Coronavirus (HCoV-EMC) / А.М. Демченко, В.В.Суховеев, Бабкова, Ю.В. Ренькас – № а 2016 01111; Заявл. 09.02.2016; Опубл.12.03.2018, Бюл. № 5.
19. Пат. (на винахід) № 118703 Україна, МПК : С07D 417/00, А61Р 35/00. 6-(4-Етоксифеніл)-3-(*para*-толіл)-7Н-[1,2,4]триазоло[3,4-*b*][1,3,4]тіадіазин, що має протипухлинні властивості / А.М.

- Демченко, В.В.Суховєєв, Д.А.Демченко, Л.С.Бобкова – № а 2017 00318 Заявл. 12.01.2017; Опубл. 25.02.2019, бюл. № 4.
20. Пат. (на винахід) №118704 Україна, МПК : C07D 251/54, A61K 31/53, C07D 413/14, A61K 31/5377. Застосування гідрохлоридів 2,4-диморфоліно-6-ариламіно-[1,3,5]триазинів, як таких, що проявляють антивірусну активність відносно коронавірусу атипової пневмонії SARS / А.М. Демченко, В.В.Суховєєв, О.І.Барчина та інш. – № а 2017 00319; Заявл. 12.01.2017; Опубл. 25.02.2019 , бюл. № 4.
21. Пат. (на винахід) № 118873 Україна, МПК (2006) C07D 417/00, A61K 31/425 (2006.01) Застосування 7-Феніл-2-(1*H*-пірол-1-іл)-5*H*-тіазоло[4,5-*d*]піридазин-4-ону в якості сполуки, що проявляє протипухлинну активність по відношенню до раку клітин молочної залози / С.А. Демченко, В.В.Суховєєв, Л.С.Бобкова, А.М. Демченко – № а 2016 11886; Заявл. 24.11.2016; Опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6/2019.
22. Пат. (на винахід) № 118877 Україна, МПК (2006) C07D 253/02 (2006.01), C07D 413/04 (2006.01), A61K 31/5377 (2006.01), A61P 31/12 (2006.01) Застосування похідних *N*-(4<sup>1</sup>-хлорфеніл)-6-морфолін-4-іл-*N*<sup>1</sup>-арил-[1,3,5]триазин-2,4-діаміну, як таких, що проявляють протівірусну активність щодо вірусу H3N2 штаму Brisbane/10/2007 / А.М. Демченко, В.В.Суховєєв, О.І.Барчина та інш. – № а 2016 12996; Заявл. 20.12.2016 ; Опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6/2019.
23. Пат. (на винахід) № 119172 Україна, МПК C07D 253/065 295/00 3-(2<sup>1</sup>,4<sup>1</sup>-Дихлорофеноксиметил)-6-(4<sup>2</sup>-метокси- (або 4<sup>2</sup>-дифлуорометокси)-феніл)-7*H*-[1,2,4]триазоло[3,4*b*][1,3,4]тіадіазини, що мають протипухлинні властивості / А.М. Демченко, В.В.Суховєєв, Д.А. Демченко та інш. – № а 2016 12999; Заявл. 20.12.2016 ; Опубл. 10.05.2019, Бюл. № 9.
24. Патент (на винахід) № 120051 Україна, МПК (2017.01) C07D 251/54 (2006.01), C07D 295/00 (2006.01), A 61K 31/53 (2006.01), A 61K 31/5375 (2006.01), A 61P 35/00. Застосування *N*-(3,4-Диметилфеніл)-6-морфолін-4-іл-*N*'-(3'-трифлуорометилфеніл)-[1,3,5]триазин-2,4-діаміну як протипухлинного засобу для лікування раку молочної залози підтипу MDA-MB-468.// Демченко А.М., Суховєєв В.В., Барчина О.І., Бобкова Л.С. – № а 2016 11884; Заявл. 24.11.2016; Опубл. 25.09.2019, Бюл. № 18.
25. Пат. (на винахід) №121837 Україна, (МПК-2019.01): C07C 311/01 C07C 311/03 C07D 307/66 Застосування *N,N*-діаліл-(3-арилізоксозол-5-іл)-метиленсульфоніламідів як присадок для підвищення несучої здатності авіаційних олив на основі естеру пентаеритриту та синтетичних жирних кислот / О.В.Павлюк, В.С.Пилявський, В.В.Суховєєв, В.І.Кашковський – № а 2019 07783; Заявл.09.07.2019; Опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.
26. Патент (на винахід) № 121172 Україна, МПК (2006) C07D 487/06, A61K 31/395, A61P 35/00.//3-*R*-феніламіди 1-(4<sup>1</sup>-ізопропілфеніл)-4-(4<sup>2</sup>-хлорофеніл)-5,6,7,8-тетрагідро-2,4а-діазациклопента[с,д]азулен-2-карбонової кислоти, що мають протипухлинну активність щодо клітин РС-3 раку простати // С.А.Демченко, Ю.А.Федченкова, В.В.Суховєєв, А.М.Демченко – № а 2019 00686; Заявл. 23.01.2019; Опубл. 10.04.2020, Бюл. № 7/2020.
27. Патент (на винахід) № 122175 Україна, МПК (2006) C07D 251/12 (2006.01), A61K 31/5375 (2006.01), A61P 31/12(2006.01).// *N,N*<sup>1</sup>-Біс-(2<sup>1</sup>-хлорофеніл)-6-морфолін-4-іл-[1,3,5]триазин-2,4-діамін, що проявляє антивірусну активність щодо вірусу Middle East Coronavirus (HCoV-EMC) // А.М.Демченко, В.В.Суховєєв, О.І.Барчина та інш. – № а 2018 11240; Заявл. 15.11.2018; Опубл. 25.09.2020, Бюл. № 18/2020.
28. Патент (на винахід) № 122187 Україна, МПК (2006) C07 D 251/54 (2006.01), C07 D 265/30 (2006.01), A61K 31/53, A61K 31/5375, A61P 31/12.// Гідрохлориди 6-морфолін-4-іл-*N*-(41-*R*-феніл)-*N*1-(*meta*-толіл)-[1,3,5]триазин-2,4-діамінів, що проявляють протівірусну активність відповідно до вірусів штаму California/07/2009 та атипової пневмонії SARS // А.М.Демченко, В.В.Суховєєв, О.І. Барчина та інш. – № а 2019 00404; Заявл. 15.01.2019; Опубл. 25.09.2020, Бюл. № 18/2020.
- 29.Пат. (на винахід) №122729 Україна, МПК С 07 D 487/00 Амід (4<sup>1</sup>-метоксифеніл)-1-(4<sup>2</sup>-хлорфеніл)-4-(*para*-толіл)-5,6,7,8-тетрагідро-2а,4а-діазациклопента[сd]азулен-2-карбонової кислоти, що проявляє антивірусну активність по відношенню до вірусу Flu A H1N1 California/07/2009 / С.А. Демченко, Ю.А.Федченкова, В.В.Суховєєв, А.М. Демченко – № а 2019 00949; Заявл. 30.01.2019 ; Опубл.28.12.2020, Бюл. № 24.
30. Пат. (на винахід) №123455 Україна, МПК C07D 253/065 295/00 *N*-(3,4-дихлорфеніл)-*N*<sup>1</sup>-(4<sup>1</sup>-етилфеніл)-6-морфолін-4-іл-1,3,5]триазин-2,4-діамін, що проявляє антивірусну активність щодо

- вірусу Middle East Coronavirus (HCoV-EMC) / А. М.Демченко, В.В.Суховєєв, О.І.Барчина, С.А.Циганков – № а 2018 12955; Заявл. 27.12.2018 ; Опубл. 7.04.2021, Бюл. № 14.
31. Пат. (на винахід) № 123601 Україна, МПК С07D 253/065 295/00 “Застосування [4-(4<sup>1</sup>-хлорофеніл)-5,6,7,8-тетрагідро-2,2а,8а-триазацклопента[с,д] азулен-1-іл-метил]-*пара*-толіламіну як діючої речовини, що виявляє селективну протипухлинну активність щодо ракових клітинних ліній лейкемії ССRF-СЕМ /С.А.Демченко, В.В.Суховєєв, О.В.Швидко, А.М.Демченко – № а 2019 01413; Заявл. 12.02.2019 ; Опубл. 28.04.2021, Бюл. № 17.
32. Патент (на винахід) № 123875 Україна, МПК (2006) С07D 487/16, А61К 31/55, А61Р 31/16.// Феніламід (1-*пара*-толіл)-4-феніл-5,6,7,8-тетрагідро-2,2а,4а-триазацклопента[сd] азулен-3-карботіонової кислоти, що проявляє противірусну активність відносно вірусу Flu A H1N1 California/07/2009. // С.А.Демченко, Ю.А.Федченкова, В.В.Суховєєв, А.М.Демченко – № у 2019 01415; Заявл. 12.02.2019; Опубл. 17.06.2021, Бюл. № 24/2021.
33. Патент (на винахід) №125793 Україна, МПК С07D487/04 А61К31/55 А61Р35/00 Бромід 1-(4<sup>1</sup>-метоксифеніл)-3-(4<sup>2</sup>-біфеніл)-3-гідрокси-2,5,6,7,8,9-гексагідро-3Н-імідазо[1,2-а]азепінію, що має протипухлинні властивості / Демченко С.А., Федченкова Ю.А., Суховєєв В.В., Демченко А.М. № у 2019 06624; Заявл. 13.06.2019 ; Опубл. 01.07.2021, Бюл. № 26/2021.
34. Патент (на винахід) №125793 Україна, МПК (2006) С07D 417/00, С07В 43/00 2-(5,7-Біс-етиламіно[1,2,4]триазоло[4,3-а][1,3,5]триазин-3-іл-сульфаніл)-N-(2,4-диметоксифеніл)-ацетамід, що має протизапальну дію /А.М.Демченко, О.І.Барчина, В.В.Суховєєв та інш. № у 2019 02084; Заявл. 01.03.2019 ; Опубл. 09.06.2022, Бюл. № № 23/2022.
35. Патент (на винахід) № 125823 Україна, МПК (2006) С07D 487/04, А61Р 35/00.//6-(4<sup>1</sup>-Метилбензил)-3-ариламіно-4Н-[1,2,4]триазин-5-они, що проявляють противірусну активність відносно вірусу жовтої гарячки *YELLOW FEVER*// Є.М.Новодворський, І.В.Комаров, В.В.Суховєєв, А.М.Демченко – № у 2019 03443; Заявл. 05.04.2019; Опубл. 16.06.2022
36. Патент (на винахід) №126149 Україна, МПК (2006) С07D 253/065, С07D 295/00 N-(3,4-Диметоксифеніл)-N<sup>1</sup>-(4<sup>1</sup>-фторофеніл)-6-морфолін-4-іл-[1,3,5]триазин-2,4-діамін, що проявляє антивірусну активність щодо вірусів Middle East Coronavirus (HCoV-EMC) та атипової пневмонії SARS / А.М.Демченко, В.В.Суховєєв, О.І.Барчина, О.В.Москаленко № у 2019 05171; Заявл. 15.05.2019 ; Опубл. 26.08.2022, Бюл. № 34/2022.

#### Інформаційні ресурси:

1. Organic Chemistry Reference Lectures [Електронний ресурс] // Haverford College. – Режим доступу: <http://bit.ly/2xCNQn3>. (Дата звернення 27.08.2021)
2. Neuman, R. Organic Chemistry Textbook [Електронний ресурс] / Robert Neuman. – Режим доступу: <http://bit.ly/2wWJ1rz>. (Дата звернення 27.08.2021)
3. Nowick, J. Chem 51a: Organic Chemistry [Електронний ресурс] / James Nowick. – Режим доступу: <http://bit.ly/2hyNqu8>. (Дата звернення 27.08.2021)
4. Virtual Textbook of Organic Chemistry [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bit.ly/2xyqtNV>. (Дата звернення 27.08.2021)
5. Курта, С. А. Хімія органічних сполук [Електронний ресурс] / С. А. Курта, Є. Р. Лучкевич, М. Р. Матківський. 2012. – Режим доступу: <http://bit.ly/2yvdaKW>. (Дата звернення 27.08.2021)
6. Навчальний курс «Органічна хімія» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bit.ly/2yuZGyW>. (Дата звернення 27.08.2021)
7. Principles of Organic Medicinal Chemistry [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bit.ly/2yux7BF>. (Дата звернення 27.08.2021)
8. Organic chemistry notes [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bit.ly/2yab2MS>. (Дата звернення 27.08.2021)
9. Essentials of Organic Chemistry: For Students of Pharmacy [Electronic resource]. – Режим доступу: <http://bit.ly/2fsPxxv1>. (Дата звернення 27.08.2021)
10. Центр дистанционных технологий обучения [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://pharmel.kharkiv.edu>. (Дата звернення 27.08.2021)

# Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ** **до самостійної роботи студентів** **для навчальної дисципліни «Органічна хімія»** **зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №1 «Предмет органічної хімії. Роль органічної хімії в системі фармацевтичної освіти. Хімічний зв'язок та взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук. Ізомерія органічних сполук. Просторова будова молекул. Класифікація та номенклатура органічних сполук».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховєєв В. В.)

ПІБ

**Тема №1** «Предмет органічної хімії. Роль органічної хімії в системі фармацевтичної освіти. Хімічний зв'язок та взаємний вплив атомів у молекулах органічних сполук. Ізомерія органічних сполук. Просторова будова молекул. Класифікація та номенклатура органічних сполук» – 6 год.

**1. Актуальність теми.** Тема зазначеного заняття є базовою в курсі органічної хімії. В темі цього заняття вивчаються основні типи функціональних груп в органічній хімії, а також принципи утворення назв органічних сполук. Матеріал даного заняття використовуватиметься впродовж всього курсу, постійно додаючись і уточнюючись при вивченні окремих класів органічних сполук.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

Так, вчення про просторову будову органічних сполук було б не повним без розвитку поняття «ізомерія». Теоретичне обґрунтування ізомерії належить А.М.Бутлерову. Явище ізомерії дозволяє пояснити відмінність у властивостях однакових по складу сполук. Наприклад, існують два оптичні ізомери лікарської речовини левомецитину (L-ізомер та D-ізомер) один з яких є фізіологічно активним, а другий неактивним і є отруйним. Розуміння особливостей ізомерії органічних сполук дозволяє фармацевтові пояснювати відмінність у властивостях та у фізіологічній активності лікарських засобів.

При дослідженні елементарного складу невідомої або досліджуваної сполуки необхідно володіти методами визначення даних елементів та вміти відрізнити органічну сполуку від неорганічної речовини.

## 2. Конкретні цілі:

– розглянути основні поняття, які стосуються будови органічних сполук, способів зображення органічних молекул, класифікації за будовою вуглецевого ланцюга і за природою функціональної групи, номенклатурні системи (тривіальна, раціональна, міжнародна ІЮПАК);

– розглянути основні типи хімічного зв'язку в органічних сполуках: іонний, ковалентний, координаційний, водневий;

– розглянути електронну будову подвійних і потрійних карбон-карбонових зв'язків; індуктивний та мезомерний ефект;

– класифікація органічних реакцій та реагентів;

– поняття про органічні кислоти та основи.

*Конкретні завдання:*

1. Аналізувати будову речовин, та хімічні формули.
2. Пояснювати взаємний вплив атомів.
3. Класифікувати органічні речовини.
4. Визначати органічні сполуки за хімічним зв'язком.
5. Знати кислотно-основні властивості органічних сполук.
6. Засвоїти типи ізомерії органічних сполук.
7. Визначати можливість утворення ізомерів різних типів.
8. Розрізняти типи механізмів реакцій.
9. Інтерпретувати принципи методів виділення та очистки речовин.
10. Проводити якісний елементний аналіз органічних сполук.
11. Знати методи визначення фізичних констант.
12. Визначати температури плавлення, показники заломлення та питомого обертання речовин, її відносну густину.
13. Засвоїти принципи інструментальних методів встановлення будови органічних сполук

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

Дисципліни	Знати	Вміти
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози;	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати

	комплексні сполуки з органічними лігандами.	інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Гібридизація Карбону:  $sp^3$ -гібридизація або перший валентний стан Карбону (з однієї  $s$ - і трьох  $p$ -АО утворюються чотири якісно нові рівноцінні  $sp^3$ -гібридні орбіталі, що спрямовані в просторі під кутом  $109^\circ 28'$ , що забезпечує тетраедричну гібридизацію з простими ковалентними зв'язками);  $sp^2$ -гібридизація або другий валентний стан Карбону (з однієї  $s$ - і двох  $p$ -АО ( $p_x$ ,  $p_y$ ) утворюються три еквівалентні  $sp^2$ -гібридні орбіталі, що лежать в одній площині під кутом  $120^\circ$ , даючи тригональну гібридизацію. Негібридизована  $p_z$ -АО розташована в площині, що перпендикулярна до площини гібридних орбіталей. Атом Карбону в  $sp^2$ -гібридному стані утворює подвійний зв'язок);  $sp$ -гібридизація або третій валентний стан Карбону (виникає в результаті взаємодії однієї  $s$ - і однієї  $p$ -АО ( $p_x$ ) з утворенням двох  $sp$ -гібридних орбіталей, що розташовані під кутом  $180^\circ$  і забезпечують лінійну гібридизацію. Негібридизовані  $p_y$  і  $p_z$  розташовані в двох взаємно перпендикулярних площинах і під кутами  $90^\circ$  до  $sp$ -гібридних орбіталей. У стані  $sp$ -гібридизації атом Карбону утворює потрійну зв'язок).

2. Ізомерія – явище, що полягає в існування сполук, однакових за якісним і кількісним складом, але розрізняються порядком зв'язування атомів у молекулі або розташуванням їх в просторі, а внаслідок цього мають різні фізико-хімічні властивості.

3. Конформацією називають різне просторове розташування атомів або атомних груп в молекулах певної конфігурації, обумовлене поворотом навколо  $\sigma$ -зв'язків.

4. Спектральні методи – коливальна спектроскопія, що включає ІЧ - та КР-спектроскопію, УФ-спектроскопія та спектроскопія у видимій області спектру, ЯМР-спектроскопія, мас-спектрометрія.

5. Дифракційні методи – рентгеноструктурний аналіз (РСА), електронографія, нейтронографія.

#### **4.2 Теоретичні питання до заняття:**

1. Предмет органічної хімії, її значення і зв'язок з фармацією.
2. Шляхи становлення органічної хімії. Розвиток теоретичних уявлень про будову органічних сполук.
3. Основні способи зображення органічних молекул.
4. Класифікація органічних сполук по будові вуглецевого ланцюга і за природою функціональної групи.
5. Основні функціональні групи і відповідні класи органічних сполук.
6. Номенклатурні системи: тривіальна, раціональна і міжнародна (ІЮПАК).
7. Основні принципи побудови назв органічних сполук по номенклатурі ІЮПАК (замісна і радикало-функціональна номенклатура).
8. Просторова будова молекул (конфігурація, конформація). Способи зображення просторової будови молекул.
9. Структурна ізомерія (ізомерія вуглецевого ланцюга, ізомерія положення, ізомерія функціональної групи).
10. Стереοізомерія (конформаційна, конфігураційна).
  - Конфігураційна ізомерія (оптична, геометрична).
  - Конформаційна (поворотна) ізомерія.
11. Фізичні методи дослідження. Визначення температури кипіння, плавлення, густини та ін.
12. Суть методу рефрактометрії та його використання в аптечній справі.
13. Хімічні методи дослідження. Якісні реакції основних функціональних груп.
14. Біологічні рідини та їх фізико-хімічні дослідження.
15. Інструментальні методи дослідження будови органічних сполук (інфрачервона ІЧ-, УФ- та ЯМР спектроскопія).

#### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

##### **а) Лабораторні досліді:**

1. Якісний елементний аналіз органічних сполук
  - виявлення Карбону та Гідрогену;
  - виявлення Нітрогену;
  - виявлення Сульфуру;
  - виявлення галогенів. Проба Бейльштейна та реакція Степанова.

##### **б) Практичні завдання:**

1. Назвати основні способи зображення органічних молекул. За допомогою відповідних формул вкажіть: а) якісний і кількісний склад; б) хімічну будову таких органічних речовин: пропан, циклопропан, пентен-1, хлорбензол, діетиловий етер.
2. Перелічити основні переваги структурних формул над молекулярними (брутто) формулами.
3. Написати всі можливі структурні формули і дати назви органічним речовинам:  $C_5H_{12}$ ,  $C_4H_8$ ,  $C_3H_4$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_3H_7Cl$ .
4. Просторова будова молекул (конфігурація, конформація). Способи зображення просторової будови молекул.
5. Структурна ізомерія (ізомерія карбонового ланцюга, ізомерія положення, ізомерія функціональної групи).
6. Стереοізомерія (конформаційна, конфігураційна).
  - Конфігураційна ізомерія (оптична, геометрична).
  - Конформаційна (поворотна) ізомерія.
7. Назвати методи встановлення будови органічних сполук.
8. Перечислити фізичні методи дослідження.
9. Розчинність органічних речовин. Органічні розчинники.
10. Будова рефрактометра (поляриметра).



11. Визначення питомого обертання оптично активних речовин.
12. Оптично активні речовини D і L ряду.
13. Якісні реакції на функціональні групи.

### 5. Зміст теми:

Історія становлення та розвитку органічної хімії. Органічна хімія як базова дисципліна у системі фармацевтичної освіти. Основні способи зображення органічних молекул. Класифікація органічних сполук за будовою вуглецевого скелета і природою функціональних груп. Основні функціональні групи і відповідні їм класи органічних сполук. Номенклатурні системи (тривіальна, раціональна, міжнародна (ІЮПАК)). Основні принципи побудови назв органічних сполук за номенклатурою ІЮПАК (замісникова і радикало-функціональна номенклатура).

Типи хімічних зв'язків в органічних молекулах (іонний, ковалентний, координаційний, семиполярний, водневий). Квантово-механічні основи теорії хімічного зв'язку. Види гібридизації атомних орбіталей атомів Карбону, Нітрогену, Оксигену. Ковалентні  $\sigma$ - і  $\pi$ -зв'язки, їх характеристика з позицій методу молекулярних орбіталей (МО). Електронна будова подвійних і потрійних вуглець-вуглецевих зв'язків та їх характеристика (довжина, енергія, полярність, здатність до поляризації).

Індуктивний ефект. Кон'юговані системи з відкритим і замкненим ланцюгами. Види спряжень:  $\pi, \pi$ -;  $\pi, \pi$ - і  $\sigma, \pi$ -. Мезомерний ефект. Сумісний вплив індуктивного і мезомерного ефектів замісників. Електронодонорні та електроноакцепторні замісники. Способи зображення розподілу електронної густини в молекулах.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство

**7.Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.**

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1.	Предмет органічної хімії.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 15.
2.	Способи зображення органічних молекул.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 21–22.
3.	Хімічний зв'язок.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С.32–49.
4.	Гібридизація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 40–43.
5.	Індуктивний та мезомерний ефекти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 50–59.
6.	Ізомерія.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 62–89.

7.	Методи встановлення будови органічних сполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 97–111.
8.	Основи теорії реакцій органічних сполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 112–124.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Розвиток теоретичних уявлень про будову органічних сполук.
2. Охарактеризуйте основні типи хімічних зв'язків. Наведіть приклади. Охарактеризуйте іонний зв'язок.
3. Ковалентний зв'язок: неполярний та полярний. Назвіть властивості ковалентного зв'язку.
4. Поясніть особливості взаємодії атомних орбіталей при утворенні молекул. Назвіть характерні риси  $\sigma$ - і  $\pi$ -зв'язків.
5. Гібридизація атомних орбіталей. Охарактеризуйте основні типи гібридизації.
6. Поясніть механізм утворення ковалентного зв'язку. Наведіть приклади.
7. У чому полягає механізм спряження?
8. Поясніть механізм утворення водневих зв'язків. Поясніть вплив водневих зв'язків на властивості речовин.
9. Назвіть основні підходи до класифікації органічних сполук. Наведіть приклади.
10. Класифікація сполук за будовою карбонового ланцюга та за функціональними групами.
11. Назвіть основні типи класифікації органічних реакцій. Наведіть приклади.
12. Класифікація реакцій за кінцевим результатом та за числом часток, що беруть участь в елементарній стадії.
13. Класифікація реакцій за механізмом розриву зв'язків.
14. Опишіть метод хроматографії. Які види методу хроматографії Вам відомі? Для виділення яких речовин у чистому вигляді використовують цей метод? Наведіть приклади.
15. Інфрачервона спектроскопія (коливальна спектроскопія).
16. Спектроскопія в ультрафіолетовому і видимому діапазонах.
17. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР).
18. Мас-спектрометрія.
19. Дифракційні методи (електронографія, рентгенографія, нейтронографія).
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №2 «Насичені вуглеводні (алкани, циклоалкани). Класифікація органічних реакцій і реагентів. Методи встановлення будови органічних сполук».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В.)

ПІБ

**Тема №2** «Насичені вуглеводні (алкани, циклоалкани). Класифікація органічних реакцій і реагентів. Методи встановлення будови органічних сполук». – 4 год.

**1. Актуальність теми.** Алкани є найпростішими ациклічними вуглеводнями, молекули яких складаються лише з атомів Карбону і Гідрогену. Природними сполуками алканів є газ, нафта, озокерит. Деякі продукти переробки нафти а також озокерит використовують в медицині для теплових процедур, у фармації як основа мазей, лініментів тощо.

Циклоалкани є найпростішими циклічними вуглеводнями, молекули яких складаються лише з атомів Карбону і Гідрогену. Природними сполуками алканів є газ, нафта.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## **2. Конкретні цілі:**

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.

6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Аналізувати будову речовин, та хімічні формули алканів та циклоалканів.
2. Пояснювати взаємний вплив атомів у молекулах.
3. Засвоїти типи ізомерії насичених вуглеводнів.
4. Визначати органічні сполуки за хімічним зв'язком.
5. Інтерпретувати методи одержання насичених вуглеводнів.
6. Визначати можливість утворення ізомерів різних типів.
7. Знати фізико-хімічні властивості алканів та циклоалканів.
8. Розрізняти типи механізмів реакцій (гомолітичний, гетеролітичний, перициклічний).
9. Знати типи органічних реакцій (приєднання, заміщення, відщеплення, перегрупування, реакції окиснення і відновлення).
10. Засвоїти принципи інструментальних методів встановлення будови насичених вуглеводнів

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електроннографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.

	замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Алкани - насичені ациклічні вуглеводні, що мають загальну формулу  $C_nH_{2n+2}$ , їх також називають парафінами. Більшість їх хімічних реакцій з різними реагентами починається з розриву зв'язку C-H, тоді як їх розпад при високих температурах йде передусім по зв'язках C-C. В алканах Карбон знаходиться в  $sp^3$ -гібридизації, тому гібридні орбіталі спрямовані в просторі під кутом  $109^\circ28'$ , що забезпечує тетраедричну гібридизацію з простими ковалентними зв'язками).

2. Гомологічний ряд алканів.  
3. Природні джерела вуглеводнів.  
4. Реакції радикального заміщення ( $S_R$ ). Механізми галогенування, нітрування, сульфохлорування.

5. Регіоселективність радикального заміщення.

6. Поняття про ланцюгові процеси.

7. Окиснення алканів.

8. Крекінг алканів.

9. Ідентифікація алканів.

10. Вазелінове масло. Вазелін. Парафін. Озокерит.

11. Нафта – як складна суміш органічних сполук з переважанням алканів.

12. Природний газ – газоподібні алкани, головним чином метан (до 95 %), етан, пропан і бутан.

13. Циклоалкани (*циклопарафіни, нафтени*) – аліциклічні сполуки, що відповідають загальній формулі  $C_nH_{2n}$ . Атоми Карбону в алканах та циклоалканах перебувають в  $sp^3$ -гібридизованому стані.

14. Будова циклопропану, циклобутану, циклопентану і циклогексану.

15. Кутова, торсійна і ван-дер-ваальсова напруга.

16. Конформації циклопентану та циклогексану.

17. Аксиальні та екваторіальні зв'язки.

18. Хімічні властивості. Особливості малих циклів (реакції приєднання). Реакції заміщення у середніх циклах.

19. Поняття про поліциклічні системи (адамantan).

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Будова, номенклатура, ізомерія алканів, гомологічний ряд і гомологічна різниця.

2. Конформація алканів.

3. Способи добування алканів.

4. Реакції радикального заміщення ( $S_r$ ) в ряді алканів. Механізми галогенування, нітрування, сульфохлорування.

5. Оксидация алканів.

6. Крекінг та риформінг алканів.  
7. Будова, номенклатура, ізомерія циклоалканів, гомологічний ряд і гомологічна різниця.

8. Конформація циклоалканів.

9. Способи добування циклоалканів.

10. Механізми галогенування, нітрування, сульфохлорування.

11. Ідентифікація алканів і циклоалканів.

#### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

##### **а) Лабораторні досліди:**

1. Одержання метану і вивчення його властивостей (здатність до окиснення; здатність до приєднання; здатність до горіння).

2. Реакції з рідкими алканами.

3. Бромовання алканів

##### **б) Практичні завдання:**

1. Яким полум'ям горять алкани залежно від розміру ланцюга? Охарактеризуйте їх практичне використання.

2. Написати рівняння реакцій за допомогою, яких можна здійснити такі перетворення:

а)  $Al_4C_3 \rightarrow$  бутан; б) етан  $\rightarrow$  2,3 – диметилбутан.

3. З якими із наведених сполук реагує бутан: а) конц.  $H_2SO_4$ , (20 °C); б)  $HNO_3$  розв. (140 °C); в)  $Br_2$  у темряві та на світлі.

4. Методи ідентифікації алканів.

5. Напишіть структурні формули всіх ізомерів, що відповідають загальним формулам  $C_6H_{14}$  та  $C_7H_{16}$ . Дайте їм назви за раціональною та систематичною номенклатурами.

6. Як можна одержати гексан із 1-хлоропропану? Напишіть рівняння реакції.

7. Які види ізомерії характерні для циклоалканів? Напишіть структурні формули циклоалканів емпіричної формули  $C_9H_{18}$ , що містить цикл із шести атомів Карбону. Назвіть їх за номенклатурою IUPAC.

8. Загальні методи одержання циклоалканів. З яких дигалогенопохідних дією цинку можна одержати: а) метилциклобутан; б) 1,2-диметилциклобутан; в) 1,1-диметилциклопропан? Напишіть рівняння реакцій.

9. Піролізом кальцієвих солей дикарбонових кислот добудьте: а) метилциклобутан; б) 1,2-диметилциклогексан; в) циклогептан. Напишіть рівняння реакцій.

10. Які Вам відомі спеціальні методи одержання циклоалканів? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

11. Напишіть рівняння реакцій одержання: а) циклопропану з 1,3-дибромопропану; б) етилциклобутану з 1,4-дибромогексану; в) метилциклогексану з толуену; г) 1,3-диметилциклопентану відновленням відповідного циклічного кетону.

12. Циклопентан можна отримати з кальцію адіпінату. Як називається цей спосіб отримання циклоалканів.

13. Яка конформація для циклогексана буде найбільш енергетично стійкою?

14. Який різновид ковалентного карбон-карбонового зв'язку існує в молекулі циклопропану?

15. З якими реагентами циклобутан вступатиме в реакцію без розкриття циклу?.

#### **5. Зміст теми:**

Гомологічний ряд алканів. Їх номенклатура, ізомерія та способи добування. Природні джерела вуглеводнів. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції радикального заміщення ( $S_R$ ). Механізми галогенування, нітрування, сульфохлорування. Регіоселективність радикального заміщення. Поняття про ланцюгові процеси. Окиснення алканів. Крекінг алканів. Вазелінове масло. Вазелін. Парафін. Озокерит.



Циклоалкани: класифікація за розміром циклу (малі, звичайні, середні, макроцикли) та кількістю циклів. Номенклатура моно- та біциклічних циклоалканів. Ізомерія. Будова циклопропану, циклобутану, циклопентану і циклогексану. Кутова, торсійна і ван-дер-ваальсова напруга. Конформації циклопентану та циклогексану. Аксиальні та екваторіальні зв'язки. Хімічні властивості. Особливості малих циклів (реакції приєднання). Реакції заміщення у середніх циклах. Поняття про поліциклічні системи (адамтан). Ідентифікація циклоалканів.

Класифікація органічних реакцій і реагентів. Основи теорії реакцій органічних сполук. Типи механізмів реакцій (гомолітичний, гетеролітичний, пери-циклічний). Типи органічних реакцій (приєднання, заміщення, відщеплення, перегрупування, реакції окиснення і відновлення). Проміжні активні частинки: їх будова, вплив структурних особливостей на стабільність карбокатионів, карбаніонів, вільних радикалів.

Методи встановлення будови органічних сполук. Хімічні методи. Фізичні (інструментальні) методи.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7.Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1.	Будова та номенклатура насичених вуглеводнів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б.

			С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 125–128; 177–178; 182.
2.	Ізомерія насичених вуглеводнів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 129; 179.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 130–131; 180–181.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 132; 182.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. С. 133–137; 187–188.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 138; 188.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які органічні сполуки називають вуглеводнями та за якими ознаками їх класифікують?
2. Які вуглеводні називають насиченими? Назвіть їх загальну формулу.
3. Поясніть будову насичених вуглеводнів на прикладі метану?

4. Дайте визначення поняттям «гомологічний ряд» і «гомологічна різниця». Які гомологічні ряди вуглеводнів Ви знаєте?
5. Що таке радикал? Як складають назви насичених вуглеводнів?
6. Дайте визначення поняттю «ізомерія». Чим зумовлена поява ізомерів у насичених вуглеводнів? Які види ізомерії характерні для алканів? Наведіть приклади.
7. Назвіть основні правила побудови назв алканів за номенклатурою ІЮПАК.
8. Які Вам відомі методи синтезу алканів? Назвіть природні джерела добування насичених вуглеводнів.
9. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості насичених вуглеводнів. Чим вони обумовлені?
10. Які сполуки утворюються під час крекінгу октану? Напишіть рівняння реакції.
11. Назвіть основні типи хімічних реакцій, що характерні для насичених вуглеводнів. Наведіть приклади.
12. Поясніть механізм проходження ланцюгових реакцій. Хто із вчених вперше відкрив даний тип хімічних реакцій? Напишіть рівняння реакцій.
13. Які Вам відомі методи ідентифікації алканів?
14. Охарактеризуйте окремих представників насичених вуглеводнів.
15. Методи ідентифікації алканів та циклоалканів.
16. Які вуглеводні називають циклоалканами? Яка їх загальна формула?
17. Класифікація аліциклічних сполук. Наведіть приклади.
18. Напруження в циклах. Охарактеризуйте основні положення сучасної теорії напруження в циклах.
19. Охарактеризуйте фізичні та хімічні властивості циклоалканів. Наведіть відповідні приклади реакцій.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

хімії та фармації



(проф. Сухов'єєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №3 «Ненасичені вуглеводні (алкени, алкадієни)».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Сухов'єєв В. В.)

ПІБ

### Тема №3 «Ненасичені вуглеводні (алкени, алкадієни)». – 4 год.

**1. Актуальність теми.** Алкени або етиленові вуглеводні, чи олефіни є ненасиченими аліфатичними вуглеводнями, молекули яких містять подвійний зв'язок.

Наявність кратного зв'язку зумовлює їх високу реакційну здатність, внаслідок чого у природі у вільному стані вони практично не зустрічаються. Алкени діють на організм людини наркотично, але в медицині використовують їх галогенопохідні, які проявляють наркотичну, заспокійливу і снодійну дії. Вони легко оксидуються, при взаємодії з водним розчином йоду і калій перманганатом, знебарвлюючи їх.

Алкадієни (дієни) – це ненасичені аліфатичні вуглеводні, молекули яких містять два подвійні зв'язки. Властивості алкадієнів у значній мірі залежать від взаємного розташування подвійних зв'язків у їхніх молекулах. За цією ознакою розрізняють три типи подвійних зв'язків у дієнах: ізольовані, кумульовані та спряжені.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

### 2. Конкретні цілі:

1.Інтерпретувати електронну будову речовин.

2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати алкени та алкадієни.

*Конкретні завдання:*

1. Аналізувати будову речовин, та хімічні формули алкенів та алкадієнів.
2. Пояснювати взаємний вплив атомів у молекулах.
3. Засвоїти типи ізомерії ненасичених вуглеводнів етиленового та алкадієнового рядів.
4. Визначати органічні сполуки за хімічним зв'язком.
5. Інтерпретувати методи одержання ненасичених вуглеводнів етиленового та алкадієнового рядів.
6. Визначати можливість утворення ізомерів різних типів.
7. Знати фізико-хімічні властивості етиленів та алкадієнів.
8. Розрізняти типи механізмів реакцій ненасичених вуглеводнів.
9. Засвоїти принципи інструментальних методів встановлення будови ненасичених вуглеводнів.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.

Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Алкени мають загальну формулу  $C_nH_{2n}$ . В утворенні подвійного зв'язку беруть участь атоми Карбону в  $sp^2$ -гібридизованому стані. Кожний з них має по три  $2sp^2$ -гібридні орбіталі, що спрямовані один до одного під кутом  $120^\circ$ , і одну негібридизовану  $2p$ -орбіталь, розташовану під кутом  $90^\circ$  до площини гібридних АО. Подвійний зв'язок є поєднанням  $\sigma$ - і  $\pi$ -зв'язків.  $\sigma$ -Зв'язок виникає при осьовому перекриванні  $sp^2$ -гібридних орбіталей, а  $\pi$ -зв'язок – при бічному перекриванні  $p$ -орбіталей сусідніх  $sp^2$ -гібридизованих атомів Карбону.

2. Гомологічний ряд алкенів.

3. Ізомерія алкенів.

4. Правило Марковникова – при взаємодії полярних сполук типу  $HX$  з несиметричними алкенами атом гідрогену приєднується за місцем подвійного зв'язку до більш гідрогенізованого атому карбону.

5. Полімеризація – реакція утворення високомолекулярної сполуки (полімеру) шляхом послідовного приєднання молекул низькомолекулярної речовини (мономера).

6. Окиснення алкенів.

9. Ідентифікація алкенів та алкадієнів.

Загальна формула алкадієнів –  $C_nH_{2n-2}$ . Молекула 1,3-бутадієну містить чотири атоми Карбону в  $sp^2$ -гібридизованому стані та має плоску будову.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Номенклатура та ізомерія алкенів.

2. Способи добування етиленових вуглеводнів.

3. Фізичні властивості алкенів.

4. Хімічні властивості: реакції електрофільного приєднання ( $A_E$ ). Механізм галогенування, гідрогалогенування, гідратації.
5. Правило Марковникова та його сучасна інтерпретація.
6. Алільне галогенування алкенів.
7. Окиснення алкенів (гідроксилювання, епоксидування, озонування).
8. Каталітичне гідрування.
9. Полімеризація алкенів. Поняття про високомолекулярні сполуки. Поліетилен.
10. Стереорегулярна будова полімерів (поліпропілен).
11. Типи алкадієнів (кумуляовані, спряжені, ізольовані).
12. Будова, номенклатура та способи добування алкадієнів.
13. Спряжені дієни. Особливості реакцій електрофільного приєднання ( $A_E$ ) (галогенування, гідрогалогенування).
14. Дієновий синтез (реакція Дільса-Альдера).
15. Полімеризація 1,3-дієнів (бутадієн, ізопрен).
16. Стереорегулярна будова натурального каучуку та гутаперчі.
17. Синтетичні каучуки (бутадієновий, ізопреновий, хлоропреновий).

### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

#### а) Лабораторні досліді:

1. Одержання етилену і вивчення його властивостей (приєднання броду до етилену, проба на окиснення  $KMnO_4$  (реакція Є.С.Вагнера), проба на горіння).
2. Властивості рідких алкенів (бродування ненасичених вуглеводнів, окиснення алкенів водним розчином калій перманганату, реакція алкенів з концентрованою сульфатною кислотою).
3. Одержання дієнових вуглеводнів деполімеризацією гуми та каучуку і вивчення їх властивостей (приєднання броду до ізопрену, проба на окиснення  $KMnO_4$ , проба на горіння).

#### б) Практичні завдання:

1. Види ізомерії алкенів. *Цис*- і *транс*-ізомери, *E* і *Z* системи.
2. Реакції полімеризації. Мономер. Полімер. Мономерна ланка.
3. Поліетилен його одержання й властивості.
4. Тефлон, його властивості і використання в хірургії.
5. Застосування полімерних матеріалів у фармації.
6. Застосування етену в промисловості і в сільському господарстві.
7. Що відбувається з розчином  $KMnO_4$  при пропусканні через нього етену?
8. Як змінюється ступінь оксидації мангану при цьому?
9. Які типи хімічних реакцій характерні для алкенів?

### 5. Зміст теми:

Номенклатура та ізомерія алкенів. Способи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції електрофільного приєднання ( $A_E$ ). Механізм галогенування, гідрогалогенування, гідратації. Роль кислотного каталізу. Правило Марковникова та його сучасна інтерпретація. Алільне галогенування алкенів. Окиснення алкенів (гідроксилювання, епоксидування, озонування). Каталітичне гідрування. Полімеризація алкенів. Поняття про високомолекулярні сполуки. Поліетилен. Стереорегулярна будова полімерів (поліпропілен).

Алкадієни. Типи дієнів (кумуляовані, спряжені, ізольовані). Будова. Номенклатура. Способи добування. Спряжені дієни. Особливості реакцій електрофільного приєднання ( $A_E$ ) (галогенування, гідрогалогенування). Дієновий синтез



(реакція Дільса-Альдера). Полімеризація 1,3-дієнів (бутадієн, ізопрен). Стереорегулярна будова натурального каучуку та гутаперчі. Синтетичні каучуки (бутадієновий, ізопреновий, хлоропреновий).

## 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

## 7.Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1.	Будова та номенклатура алкенів і алкадієнів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 125–128; 177–178; 182.
2.	Ізомерія ненасичених	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ.

	вуглеводнів.		вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 129; 179.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 130–131; 180–181.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 132; 182.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. С. 133–137; 187–188.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 138; 188.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Напишіть структурні формули: а) 2,3-диметил-2-гексену; б) 2-метил-3-етиліл-3-гептену; в) 2,3-диметил-1-пентену.
2. Які вуглеводні належать до дієнових? Напишіть їх загальну формулу.
3. Назвіть основні типи подвійних зв'язків у дієнах.

4. Напишіть структурні формули алкадієнів з кумульованими, спряженими та ізольованими подвійними зв'язками.
5. Охарактеризуйте номенклатуру алкадієнових вуглеводнів.
6. Назвіть види ізомерії, що характерні для алкадієнів.
7. Охарактеризуйте фізичні властивості дієнових вуглеводнів.
8. Назвіть та охарактеризуйте способи одержання дієнів.
9. Поясніть властивості спряжених алкадієнів.
10. Назвіть особливості, за якими алкадієни відрізняються від алкенів? Чим це обумовлено?
11. Назвіть особливості хімічних властивостей вуглеводнів із спряженими подвійними зв'язками.
12. Охарактеризуйте основні типи реакцій алкадієнів з ізольованими подвійними зв'язками.
13. Чому спряжені дієнові вуглеводні легко вступають у реакції 1,4-приєднання?
14. Напишіть рівняння реакції взаємодії 1,3-бутадієну: а) з воднем; б) з водою; в) з хлоридною кислотою.
15. Які хімічні властивості алкадієнів розкриває реакція Дільса-Альдера?
16. Як одержують 1,3-бутадієн, ізопрен і хлоропрен у промисловості? Напишіть рівняння реакції.
17. Поясніть структуру побудови ізопренових ланок за принципом «голова до хвоста».
18. Яка будова натурального та синтетичних каучуків?
19. Які властивості виявляють синтетичні каучуки? Які марки синтетичних каучуків Вам відомі?
20. Де застосовують синтетичний і натуральний каучуки?
21. Який хімічний процес називають вулканізацією каучуку?
22. Назвіть основні методи ідентифікації дієнових вуглеводнів.
23. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховеєв В.В.)  
“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №4 «Ненасичені вуглеводні (алкіни). Кислотні та основні властивості органічних сполук».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховеєв В. В.)  
ПІБ

**Тема №4** «Ненасичені вуглеводні (алкіни). Кислотні та основні властивості органічних сполук» – 4 год.

**1. Актуальність теми.** Алкіни або ацетиленові вуглеводні є ненасиченими аліфатичними вуглеводнями, молекули яких містять потрійний зв'язок.

Наявність потрійного зв'язку зумовлює їх високу реакційну здатність, тому у природі у вони зустрічаються у вигляді поліацетиленів у багатьох рослинах (із соняшника виділено жовтий пентаїнен) та грибах. Алкіни виявляють наркотичну дію, яка посилюється із збільшенням їх молекулярної маси. Тривалі контакти з ацетиленом можуть викликати функціональні порушення нервової системи, а при високих його концентраціях і незначному вмісті кисню відбувається втрата свідомості та набряк легень.

Широке застосування в медичній практиці та у фармації знайшли полімерні сполуки на основі вінілпіролідону (для приготування кровозамінника Гемодезу, лікарських плівок для очей, як зв'язуюча речовина для виробництва таблеток тощо).

Алкіни вступають в реакції електрофільного приєднання (галогенування, гідроген галогенування та гідратації), заміщення (виявляють СН-кислотний характер), окиснення та відновлення, димеризації та циклотримеризації та полімеризації.

Кислотні та основні властивості органічних сполук. Типи органічних кислот і основ.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу алкінів.
4. Знати механізми їх реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати ацетиленові вуглеводні.
8. Знати типи органічних кислот та основ.

*Конкретні завдання:*

1. Аналізувати будову алкінів, та писати їх хімічні формули.
2. Пояснювати взаємний вплив атомів у молекулах.
3. Засвоїти типи ізомерії ацетиленових вуглеводнів.
4. Визначати органічні сполуки за хімічним зв'язком.
5. Інтерпретувати методи одержання алкінів.
6. Визначати можливість утворення ізомерів різних типів.
7. Знати фізико-хімічні властивості ацетиленових вуглеводнів.
8. Розрізняти типи механізмів реакцій алкінів.
9. Засвоїти принципи інструментальних методів встановлення будови зазначених ненасичених вуглеводнів.
10. Пояснювати залежність кислотності та основності органічних сполук від їх будови і природи розчинника.

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електроннографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.

Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Алкіни мають загальну формулу  $C_nH_{2n-2}$ . В утворенні потрійного зв'язку беруть участь атоми Карбону в sp-гібризованому стані. Кожний з них має по дві  $2sp^2$ -гібридні орбіталі, що спрямовані один до одного під кутом  $180^\circ$ , і дві негібризовані 2p-орбіталі, розташовані під кутом  $90^\circ$  одна до іншої.
2. Гомологічний ряд алкінів.
3. Ізомерія алкінів.
4. Реакції електрофільного приєднання ( $A_E$ ).
5. Реакція Кучерова.
6. СН-кислотний характер алкінів.
7. Реакції окиснення та відновлення.
9. Ди-, три- та полімеризація ацетилену.
10. Кислотні та основні властивості органічних сполук.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Номенклатура та ізомерія алкінів.
2. Способи добування ацетиленових вуглеводнів.
3. Фізичні властивості алкінів.
4. Хімічні властивості: реакції електрофільного приєднання ( $A_E$ ). Механізм галогенування, гідрогалогенування,.
5. Нуклеофільне приєднання ( $A_N$ ). Реакції гідратації (реакція Кучерова) та вінілування.
6. Правило Ельтекова.
7. Димеризація, циклоолігомеризація та полімеризація алкінів.
8. Реакції заміщення. Алкіни в якості СН-кислот.
9. Окиснення та відновлення алкінів.
10. Методи ідентифікації.
11. Протолітична теорія Бренстеда – Лоурі.
12. Електронна теорія кислот та основ (теорія Льюїса).
13. Поняття про концепцію жорстких і м'яких кислот та основ (принцип ЖМКО).

14. Типи органічних кислот: (ОН-кислоти, SH-кислоти, NH-кислоти, CN-кислоти).

15. Типи органічних основ (оксонієві, амонієві, сульфонієві, π-основи).

#### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

##### **а) Лабораторні досліді:**

1. Одержання ацетилену і вивчення його властивостей (приєднання бром, окиснення, реакції заміщення Гідрогену на метал: утворення аргентум ацетиленіду та купрум(I) ацетиленіду. Проба на горіння).

##### **б) Практичні завдання:**

1. Назвіть наступні вуглеводні за номенклатурою IUPAC: ацетилен, дітилацетилен, метилізопропілацетилен? Напишіть їх формули.

2. Які сполуки утворюються при взаємодії пропіну з : а) HCl; б) H<sub>2</sub>O; в) Na? Напишіть рівняння реакцій.

3. Виходячи з етину, синтезуйте: а) ацетатну кислоту; б) вінілхлорид; в) хлоропрен; г) бензен; д) оксалатну кислоту. Які з одержаних речовин зустрічаються у природі, а які з них – лише синтетичного походження?

4. Поясніть механізм реакції етинілювання. Напишіть рівняння реакції.

5. Назвіть якісну реакцію на виявлення потрійних зв'язків. Напишіть рівняння реакції.

#### **5. Зміст теми:**

Алкіни. Номенклатура. Ізомерія. Способи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції електрофільного приєднання (A<sub>E</sub>): галогенування, гідрогалогенування. Реакція гідратації (реакція Кучерова). Реакція заміщення. CN-кислотний характер алкінів. Окиснення та відновлення алкінів. Димеризація (вінілацетилен) і циклотримеризація ацетилену (бензен).

Ідентифікація ненасичених вуглеводнів.

Кислотні та основні властивості органічних сполук. Електролітична і протонна теорія кислот і основ. Визначення понять «кислота» й «основа» за теорією Бренстеда-Лоурі.

Типи органічних кислот: (ОН-кислоти, SH-кислоти, NH-кислоти, CN-кислоти). Залежність кислотності органічних сполук від їх будови і природи розчинника.

Типи органічних основ (оксонієві, амонієві, сульфонієві, π-основи). Фактори, які впливають на силу основ.

Електронна теорія кислот та основ (теорія Льюїса).

Поняття про концепцію жорстких і м'яких кислот та основ (принцип ЖМКО).

#### **6. Рекомендована література:**

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховеев В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М.



Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### **7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.**

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та номенклатура алкінів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 166.
2.	Ізомерія алкінів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 166.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 167.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 168.

5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 169–174.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 175.
7.	Окремі представники	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 175–176.
8.	Кислотність і основність за теорією Бренстеда	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 90.
9.	Типи органічних кислот	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 91–92.
10.	Типи органічних основ	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 93.
11.	Електронна теорія кислот та основ Льюїса	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б.

			С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 94.
--	--	--	---

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які вуглеводні називають алкінами? Назвіть їх загальну формулу.
2. Охарактеризуйте номенклатуру ацетиленових вуглеводнів.
3. Які види ізомерії характерні для алкінів?
4. Які способи одержання алкінів Вам відомі?
5. Які методи синтезу застосовують для одержання гомологів ацетилену?
6. Охарактеризуйте електронну будову молекули етину?
7. Охарактеризуйте фізичні властивості алкінів.
8. Назвіть деякі відмінності у властивостях алкінів та алкенів.
9. Які типи хімічних реакцій характерні для алкінів?
10. Які хімічні властивості алкінів розкриває реакція Кучерова?
11. Назвіть основні галузі застосування ацетиленових вуглеводнів?
12. Що собою являють ацетиленіди важких металів? У чому полягає небезпека при роботі з даними препаратами?
13. Охарактеризуйте фізичні методи ідентифікації алкінів.
14. Охарактеризуйте хімічні методи ідентифікації алкінів.
15. Охарактеризуйте протолітичну теорію Бренстеда – Лоурі.
16. Назвіть основні типи органічних кислот. Наведіть приклади.
17. Охарактеризуйте відомі Вам типи органічних основ. Наведіть приклади.
18. Кислоти та основи Льюїса.
19. Принцип ЖМКО Пірсона.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №5 «Ароматичні вуглеводні (моноядерні та багатоядерні ацени)».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховєєв В. В.)

ПІБ

## Тема №5 «Ароматичні вуглеводні (моноядерні та багатоядерні арили)» – 4 год.

**1. Актуальність теми.** Найпростішим представником моноядерних ароматичних вуглеводнів є бензен. Він використовується в хімічній промисловості як розчинник і сировина для виробництва стиролу, фенолу, циклогексану, аніліну, барвників. Толуен та ксилени використовуються як добавка до моторного палива для підвищення октанового числа бензинів, стирол використовується у виробництві полістиролу, синтетичного каучуку.

Багатоядерні арили мають велике значення в фармації та медицині. Вони застосовуються у синтезі лікарських засобів та барвників. Наприклад, антрацен застосовується головним чином у виробництві антрахінону та барвників. Похідні фенантрени входять до складу багатьох природних сполук, що мають фізіологічну активність – стероїдів, алкалоїдів (морфін, кадеїн), вітамінів групи D, жовчних кислот, статевих гормонів тощо. Дифенілметан використовується для ароматизації мил.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.

4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Аналізувати будову аренів та писати їх хімічні формули.
2. Пояснювати взаємний вплив атомів у молекулах.
3. Засвоїти типи ізомерії ароматичних вуглеводнів.
4. Визначати органічні сполуки за хімічним зв'язком.
5. Інтерпретувати методи одержання аренів.
6. Визначати можливість утворення ізомерів різних типів.
7. Знати фізико-хімічні властивості ароматичних вуглеводнів.
8. Розрізняти типи механізмів реакцій аренів.
9. Засвоїти принципи інструментальних методів встановлення будови ароматичних вуглеводнів.
10. Пояснювати залежність хімічних властивостей аренів від їх будови та природи розчинника.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в	Електронодонорні і	Прогнозувати напрямок та

органічних сполуках.	електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Ароматичні вуглеводні (арени) є циклічними сполуками бензенового ряду, що мають специфічну властивість – ароматичність, яка зумовлює спільні ознаки в їх будові та реакційній здатності.

2. Правило Хюккеля (1931 р.) критерієм ароматичності є наявність у його структурі плоского циклу, що містить замкнену сполучену систему, що включає  $(4n + 2)\pi$ -електронів ( $n = 0, 1, 2, 3$  і т. д.).

3. Багатоядерні арени з конденсованими циклами містять у своєму складі два або більше бензенових ядра і мають загальні С-атоми. За будовою вони можуть бути неконденсованими та конденсованими.

4. Фенільні радикали – це радикали, що виявляють електроноакцепторні властивості, зміщують на себе електронну густину з атома Карбону СН-групи.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Номенклатура та ізомерія аренів.
2. Способи добування ароматичних вуглеводнів.
3. Фізичні властивості аренів.
4. Хімічні властивості: реакції електрофільного заміщення ( $S_E$ ). Механізм галогенування, нітрування, сульфування, алкілування, ацилювання за Фриделем-Крафтсом.
5. Правила орієнтації у бензеновому ядрі.
6. Реакції приєднання (гідрування, приєднання хлору).
7. Окиснення аренів.
8. Класифікація, номенклатура та ізомерія багатоядерних сполук.
9. Багатоядерні сполуки з конденсованими ядрами, їх нумерація, ароматичність.
10. Нафталін, його властивості, отримання, застосування.
11. Похідні нафталіну. Нафтоли. Їх застосування.
12. Інші багатоядерні сполуки: антрацен, фенантрен, будова їх молекул.
13. Реакції окиснення та заміщення, їх механізм.
14. Біфеніл, дифенілметан, трифенілметан як представники неконденсованих багатоядерних аренів
15. Будова, атропізомерія, способи добування та хімічні властивості неконденсованих багатоядерних аренів.

##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

1. Окиснення аренів.
2. Бромовання бензену.
3. Порівняння рухливості галогену в аренах.
4. Нітрування бензену.
5. Нітрування нітробензену.

6. Нітрування толуену.
7. Сульфування аренів.
8. Нітрування дифенілу.
9. Бромовання дифенілу.
10. Сульфування дифенілу.
11. Нітрування нафталену.
12. Сульфування нафталену.
13.  $\alpha$ - і  $\beta$ -нафтоли (окиснення, взаємодія з ферум(III) хлоридом, утворення нафтол ятів, якісна реакція на  $\beta$ -нафтол).
14. Субстантивне (пряме) фарбування.
15. Антрацен (нітрування, окиснення, відновлення).

**б) Практичні завдання:**

1. Як одержати за методом Вюрца-Фіттіга (з галогенопохідних і металічного натрію) наступні арени: а) вторинний бутилбензен; б) пара-ксилен; в) 1,4-діетилбензен; г) 1-метил-4-етилбензен?
2. Напишіть рівняння реакцій утворення ароматичних вуглеводнів шляхом дегідроциклізації та ароматизації з наступних вуглеводнів: а) 2-метилгексану; б) 2,3-диметилгексану; в) н-гептану; г) н-октану; д) метил циклогексану.
3. Як можна одержати бензен з таких вихідних речовин: а) циклогексену; б) ацетилену; в) натрій бензоату; г) гексену?
4. Напишіть рівняння реакцій і назвіть вуглеводні, що утворюються за нагрівання з алюміній хлоридом таких сумішей: а) бензен + хлороформ; б) дихлорометан + бензен; в) бензилхлорид + бензен.
5. Як, виходячи з бензену, добути *орто*-, *мета*- і *пара*-нітрохлоробензени? Поясніть правила орієнтації.
6. Напишіть рівняння реакцій електрофільного заміщення в толуені: а) сульфування; б) нітрування; в) бромовання (у присутності ферум (III) броміду). Назвіть продукти реакцій.
7. Які реакції більш характерні для ароматичних вуглеводнів: приєднання чи заміщення?
8. Чи знебарвлює бензен бромну воду й розчин  $\text{KMnO}_4$ ?
9. Які продукти реакції утворюються при взаємодії трифенілметану з: а) хлором; б) бромом; в) калієм; г)  $\text{CrO}_3$ ?
10. Як відбуваються реакції електрофільного заміщення у дифенілі та дифенілметані? Напишіть рівняння реакції дифенілу з: а)  $\text{Cl}_2$ ; б)  $\text{HNO}_3$ ; в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
11. Напишіть рівняння реакції дифенілметану з наступними речовинами: а)  $\text{Br}_2$ ; б)  $\text{HNO}_3$ ; в)  $\text{CrO}_3$ .
12. В чому розчинний нафталін, яким способом можна його очистити від сторонніх домішок?
13. Скільки одно- і двозаміщених ізомерів у нафталіну?
14. Чим нафталін за будовою і властивостями подібний і відмінний від бензину?
15. Барвники алізаринового та трифенілметанового ряду, їх застосування.
16. Брильянтовий зелений, його використання в медицині.
17. Фенолфталеїн як індикатор та лікарський засіб (пурген).
18. Написати схеми добування активних частинок трифенілметанового ряду і пояснити причину їх стійкості.
19. Як впливають електронодонорні та електроноакцепторні замісники на стабільність активних частинок трифенілметанового ряду?
20. Написати схеми реакцій азулену з  $\text{Br}_2$  ( $\text{AlBr}_3$ );  $\text{HNO}_3$ (конц);  $\text{CH}_3\text{COCl}$  ( $\text{AlCl}_3$ ).

**5. Зміст теми:**

Моноядерні арени. Номенклатура. Будова бензену. Ароматичні властивості. Загальні критерії ароматичності. Хімічні властивості. Реакції електрофільного заміщення



(S<sub>E</sub>). Механізм галогенування, нітрування, сульфування, алкілування, ацилювання за Фриделем-Крафтсом ( $\pi$ - та  $\sigma$ -комплекси). Роль каталізатора. Правила орієнтації у бензеновому ядрі. Вплив електронодонорних та електроноакцепторних замісників на напрям та швидкість реакцій електрофільного заміщення. Узгоджена та неузгоджена орієнтація. Реакції приєднання (гідрування, приєднання хлору). Окиснення аренів.

Основні представники (бензен, толуен, ксилен, стирен, кумен).

Багатоядерні конденсовані ацени. Нафтаден. Будова, ароматичні властивості. Реакції електрофільного заміщення (S<sub>E</sub>): нітрування, сульфування, галогенування. Правила орієнтації у нафтаденовому ядрі. Відновлення та окиснення.

Антрацен. Фенантрен. Будова та хімічні властивості.

Стеран (циклопентанопергідрофенантрен).

Багатоядерні ацени з ізольованими бензеновими циклами.

Біфеніл. Дифенілметан. Трифенілметан. Будова. Атропізомерія. Способи добування. Хімічні властивості. Трифенілхлорметан. Трифенілкарбінол. Будова трифенілметильних катіонів та аніонів. Вільні радикали трифенілметанового ряду. Фактори стабілізації проміжно-активних частинок трифенілметанового ряду.

## 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

## 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та	Характеристика	Черних, В. П. Органічна хімія :

	номенклатура аренів.	вказаних понять	базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 190–193; 215.
2.	Ізомерія аренів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 194–195; 215.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 196–197; 216; 227.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 198; 217; 227.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 198–211; 218–220; 223.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 212.
7.	Окремі представники	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу

			(фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 213–214; 222.
--	--	--	---

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Як класифікуються замісники в бензеновому ядрі за орієнтуючою дією в реакціях електрофільного заміщення? Напишіть рівняння реакції нітрування толуену.
2. Напишіть схему одержання етилбензену з ацетилену.
3. Синтезуйте з *пара*-дибромбензену *пара*-ксилен.
4. Напишіть схеми реакцій з урахуванням орієнтуючої дії замісників: а) орто-нітротолуен + Cl<sub>2</sub> (у присутності FeCl<sub>3</sub>); б) *пара*-ксилен + нітруюча суміш; в) *мета*-ксилен + сульфатна кислота; г) нітрування толуену до пікринової кислоти.
5. Напишіть рівняння реакцій, урахувавши орієнтуючу дію замісників, між такими речовинами: а) толуеном і нітратною кислотою; б) хлоробенzenом і нітратною кислотою.
6. Напишіть рівняння реакцій, урахувавши орієнтуючу дію замісників, між такими сполуками: а) *мета*-нітротолуеном і хлором (у присутності FeCl<sub>3</sub>); б) *мета*-ксиленом і нітратною кислотою; в) *орто*-нітротолуеном і сульфатною кислотою.
7. Які реакції приєднання до бензену Вам відомі? Напишіть їх.
8. Які сполуки називають багатоядерними ароматичними сполуками з неконденсованими бензеновими ядрами? Наведіть приклади.
9. Які сполуки називають жирно-ароматичними? Наведіть приклади.
10. Охарактеризуйте фізичні властивості дифенілу та назвіть його основні галузі застосування.
11. Які способи одержання дифенілу Ви знаєте? Запропонуйте схему одержання дифенілу з вапняку та коксу.
12. Запропонуйте схему одержання дифенілу за реакцією В'юрца – Фіттіга.
13. Запропонуйте спосіб синтезу дифенілу, використавши мідний порошок та йодбензен при температурі 230 °С.
14. Поясніть атропоізомерію на прикладі 6,6'-динітродифенової кислоти.
15. Охарактеризуйте хімічні властивості багатоядерних ароматичних вуглеводнів з неконденсованими бензеновими ядрами на прикладі молекули дифенілу?
16. Охарактеризуйте фізичні властивості трифенілметану та назвіть його основні галузі застосування?
17. Запропонуйте спосіб синтезу трифенілметану за реакцією Фріделя – Крафтса.
18. Охарактеризуйте хімічні властивості трифенілметану та поясніть причину виникнення кислотних властивостей.
19. Які хімічні властивості виявляє трифенілкарбінол? Напишіть рівняння реакцій.
20. Які барвники трифенілметанового ряду Вам відомі? Де його застосовують?
21. Запропонуйте схему одержання брильянтового зеленого.
22. Запропонуйте схему одержання малахітового зеленого. Назвіть основні галузі його застосування.
23. Запропонуйте схему синтезу кристалічного фіолетового. Де його застосовують?
24. Яке практичне застосування ароматичних вуглеводнів?
25. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)  
“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №6 «Галогенопохідні вуглеводнів».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В.)  
ПІБ

## Тема №6 «Галогенопохідні вуглеводнів» – 4 год.

**1. Актуальність теми.** Галогенопохідні вуглеводнів широко використовуються в органічному синтезі, багато з них знайшли використання в фармації та медицині. Наприклад, фторетан виявляє сильну наркотичну дію і використовується в медицині для місцевого знеболювання при невралгіях, нейроміозитах, невеликих поверхневих розрізах. Йодоформ з давніх часів застосовується як антисептичний засіб у стоматології, а також у формі присипок і мазей для лікування інфікованих ран і виразок.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

### 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.

2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Галогенопохідні вуглеводнів є продуктами заміщення у вуглеводнях одного або декількох атомів Гідрогену атомами галогенів.

2. Механізм  $S_N2$  - реакція протікає в одну стадію через тригонально-біпірамідальний перехідний стан, який формується з молекули галогеноалкану і нуклеофільного реагенту.

3. Механізм  $S_N1$  - реакція протікає в дві стадії: на першій стадії відбувається іонізація молекули галогеноалкану з утворенням карбкатиона і галогенід-іона (визначає швидкість реакції), на другій - утворений катіон швидко взаємодіє з нуклеофільним реагентом з утворенням кінцевого продукту реакції:

4. Ароматичні галогенопохідні є похідними ароматичних вуглеводнів, в яких один або декілька атомів Гідрогену в ароматичному кільці заміщені атомами галогенів.

5. Арілалкілгалогеніди – це сполуки, що містять атоми галогену в бічному ланцюзі.

6. Реакція Зандмейера є реакцією заміщення діазогрупи в солях арилдіазонію на галоген.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Реакції елімінування галогенопохідних.
2. Галогенопохідні насичених і ненасичених вуглеводнів.
3. Галогенопохідні ароматичних вуглеводнів з галогеном у ядрі і в боковому ланцюзі.
4. Галогенопохідні як ліки, методи їх ідентифікації.
5. Алкільні, вінільні галогенпохідні, їх властивості.
6. Методи ідентифікації галогенпохідних.

##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліди:

1. Одержання хлоретану.
2. Одержання брометану.
3. Одержання і властивості йодоформу.
4. Властивості тетрахлоркарбону (розчинення жирів, гасіння легкозаймистої органічної речовини тетрахлоркарбоном, здатність до гідролізу).
5. Термічне розкладання полівінілхлориду.

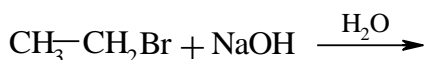
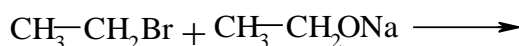
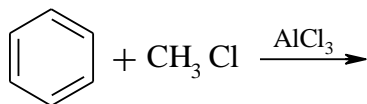
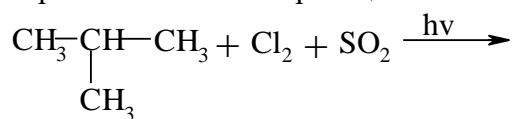
###### б) Практичні завдання:

1. Як за номенклатурою IUPAC назвати такі галогенопохідні аліфатичних вуглеводнів: а)  $(CH_3)_3CCl$ ; б)  $CH_2=CCl-CH_3$ ; в)  $(CH_3)_2CHCH_2Br$ ?
2. Як можна одержати: а) бромистий бутил; б) 2,2-дихлорпропан; в) йодоформ?
3. Які сполуки утворюються при взаємодії: а) хлоретилу з натрій гідроксидом; б) 1,1,1-трихлоретану з водою? Напишіть рівняння реакцій.
4. Напишіть рівняння реакцій 1-йодопропану з такими сполуками: а) натрієм; б) калій ціанідом; в) аргентум моноацетиленідом; г) спиртовим розчином калій гідроксиду.
5. Напишіть, як одержати йодоформ: а) зі спирту; б) із ацетону?
6. Як одержати тефлон? Напишіть рівняння реакції. Із якого насиченого вуглеводню і яким способом можна одержати 2,3-дибром-2-метилпентан? Укажіть схему реакції.
7. Охарактеризуйте окремих представників галогеналканів, а саме: хлорметан ( $CH_3Cl$ ); хлороформ ( $CHCl_3$ ); фреон-12 (дифлуордихлорметан –  $CCl_2F_2$ ); хлоретан

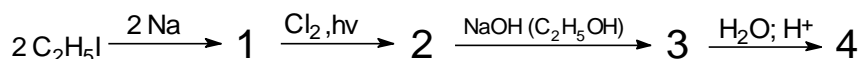
(CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>Cl); 1,2-дихлоретан (CH<sub>2</sub>Cl-CH<sub>2</sub>Cl). Назвіть основні галузі застосування галогенопохідних алканів.

8. Генетичний зв'язок між вуглеводнями і їх галогенопохідними та іншими класами органічних сполук.

9. Допишіть рівняння хімічних реакцій:



10. Виконайте наступні перетворення.



Назвіть всі сполуки в ланцюгу перетворень.

### 5. Зміст теми:

Класифікація, номенклатура та ізомерія галогенопохідних вуглеводнів. Способи добування. Фізичні властивості. Характеристика зв'язку C-Hal (довжина, енергія, полярність, поляризованість) залежно від будови радикала та природи атома галогену.

Галогеналкани. Порівняльна характеристика хлор-, бром- та йодалканів. Реакції нуклеофільного заміщення. Механізми реакцій S<sub>N</sub>1, S<sub>N</sub>2, їх стереохімічна направленість. Перетворення галогеналканів на спирти, етери та естери, сульфіді, аміни, нітрили, нітросполуки.

Реакції відщеплення (елімінування); механізми E1, E2. Дегідрогалогенування, дегалогенування. Правило Зайцева. Конкурентність реакцій нуклеофільного заміщення та елімінування. Особливості хімічної поведінки гемінальних та віцинальних дигалогеналканів.

Галогеналкени. Хімічні властивості аліл- та вінілгалогенідів.

Галогенарени й арилалкілгалогеніди. Рухливість атома галогену в ароматичному ядрі та боковому ланцюзі. Реакції нуклеофільного заміщення галогену в ядрі. Дезактивувальна та орієнтувальна дії галогену в реакціях електрофільного заміщення.

Ідентифікація галогенопохідних вуглеводнів. Поняття про флуоропохідні вуглеводнів.

Хлоретан. Хлороформ. Йодоформ. Тетрахлорметан. Вінілхлорид. Полівінілхлорид. Хлоробензен. Фторетан. Фреон-12.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип.



Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

#### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та номенклатура галогенпохідних вуглеводнів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 241.
2.	Ізомерія галогенпохідних вуглеводнів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 2412.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 244; 260.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ.

			вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 245; 261.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 245–255; 258; 261–265.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 265–266.
7.	Окремі представники.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 184.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які сполуки називають галогенопохідними аліфатичних вуглеводнів? Як класифікують галогенопохідні алканів? Наведіть приклади.
2. Які види ізомерії характерні для галогенопохідних алканів? Наведіть приклади.
3. Які методи одержання галогенопохідних алканів Вам відомі? Наведіть приклади. Охарактеризуйте фізичні властивості галогенопохідних алканів?
4. Реакції нуклеофільного заміщення ( $S_N$ ).
5. Дезактивуючий вплив галогену в реакціях  $S_E$ .
6. Орієнтуючий вплив галогену в реакціях  $S_E$ .
7. Метилування.
8. Які типи хімічних реакцій характерні для галогеналканів? Як реагують із хлором пропілен і ізобутилен? Напишіть рівняння реакцій і назвіть одержані продукти.
9. Як впливає природа органічного радикалу на рухливість галогену в органічних сполуках?
10. Поясніть вплив радикалу на прикладі хлористого алілу та хлористого вінілу на рухливість хлору.
11. Поясніть механізм реакції заміщення. Наведіть приклади реакцій.
12. Що собою являє ТЕС? У чому полягає небезпека при роботі із зазначеним препаратом?
13. На які групи поділяють галогенопохідні бензенового ряду? Наведіть приклади.

14. Охарактеризуйте основні методи одержання арилгалогенідів. Наведіть приклади.
15. У якій послідовності зменшується реакційна здатність галогену?
16. Охарактеризуйте фізичні властивості арилгалогенідів. Поясніть електронну будову хлорбензену і орієнтуючу дію хлору.
17. Порівняйте хімічні властивості галогенопохідних аліфатичних та ароматичних вуглеводнів. У чому їх спільність та відмінність? Наведіть приклади хімічних реакцій.
18. Чим обумовлені хімічні властивості арилалкілгалогенідів? Наведіть приклади.
19. Назвіть основні галузі застосування галогенопохідних ароматичного ряду.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховеєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №7 «Нітросполуки та аміни».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховеєв В. В.)  
ПІБ

## Тема №7 «Нітросполуки та аміни» – 4 год.

**1. Актуальність теми.** Нітросполуки є відносно токсичними речовинами і належать до клітинних отрут загальної дії, є особливо небезпечними для печінки. Але вони мають велике промислове значення. Нітросполуки використовуються як проміжні продукти в виробництві синтетичних барвників, миючих засобів, інгібіторів корозії, полімерів, інсектицидів, гербіцидів, адсорбентів та лікарських препаратів. Ряд нітросполук використовується в якості біологічно-активних речовин.

Аміни є також відносно токсичними речовинами, які належать, як і нітросполуки, до клітинних отрут загальної дії, особливо небезпечними для печінки. Вони мають велике промислове значення (є проміжними продуктами у виробництві синтетичних барвників, миючих засобів, інгібіторів корозії, полімерів, інсектицидів, гербіцидів, адсорбентів та лікарських препаратів. Ряд амінів використовується в якості біологічно-активних речовин).

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

### 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.

4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електроннографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вчислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних	Визначати механізму реакції

	сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	для використання при вивченні властивостей органічних речовин.
--	---	--

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Нітросполуки – похідні вуглеводнів, в молекулі яких один або кілька атомів Гідрогену заміщені на нітрогрупу –NO<sub>2</sub>.
2. Реакція Зініна - це відновлення нітроаренів в залежності від рН реакційного середовища процес відновлення може йти за двома напрямками. У нейтральному і кислому середовищі:
3. Аміни – похідні амоніаку, в молекулі якого один, два або три атоми Гідрогену заміщені вуглеводневими радикалами.
4. Первинні, вторинні та третинні аміни - розрізняють залежно від кількості атомів Гідрогену біля атому Нітрогену заміщених радикалам.
5. Реакція Гофмана - взаємодія галогеналканів з аміаком при нагріванні спиртового розчину амоніаку.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Загальна характеристика нітросполук.
2. Ізомерія та номенклатура нітросполук х.
3. Фізичні та хімічні властивості.
4. Способи отримання.
5. Нітросполуки як ліки, методи їх ідентифікації.
6. Загальна характеристика амінів.
7. Ізомерія та номенклатура.
8. Способи одержання амінів.
9. Фізичні та хімічні властивості.
10. Методи ідентифікації амінів.

##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

1. Відновлення нітроаренів у кислому середовищі.
2. Відновлення нітроаренів у лужному середовищі.
3. Одержання аніліну з нітробензену (реакція Зініна).
4. Утворення ізонітрилу.
5. Утворення солей ароматичних амінів (утворення і розкладання солей аніліну, Утворення і розкладання солей дифеніламіну).
6. Бромовання аніліну.
7. Конденсація аніліну з ароматичними альдегідами (утворення основ Шиффа).
8. Окиснення аніліну.

###### б) Практичні завдання:

1. Розкрийте будову, ізомерію та номенклатуру нітросполук аліфатичного ряду.
2. Наведіть основні способи одержання моно- та полі нітросполук.
3. Порівняйте властивості нітросполук аліфатичного та ароматичного рядів.
4. Напишіть властивості нітросполук, наведіть приклади їх ізомерії, номенклатури, та способів одержання.

5. Окремі представники нітрогенних сполук як ліки (ацетанлід, фенатидін, стрептоцид, етазол, парацетамол, левоміцетин) та їх використання як лікарських засобів.

6. Напишіть формули амінів: а) *втор*-бутиламін; б) етилпропіламін; в) дибутилізопропіламін. Укажіть первинні, вторинні та третинні аміни. Назвіть їх за номенклатурою IUPAC.

7. Кислотно-основні властивості амінів;

8. Нуклеофільний характер аміногрупи;

9. Алкилування, ацилювання та N-галогенування амінів;

10. Ізонітрильна проба;

11. Утворення азометинів;

12. Відношення амінів до дії окисників.

13. Напишіть формули амінів: а) *втор*-бутиламін; б) етилпропіламін; в) дибутилізопропіламін. Укажіть первинні, вторинні та третинні аміни. Назвіть їх за номенклатурою IUPAC.

14. Реакція Зініна, її значення.

15. Синтез стрептоциду. Його застосування.

16. Сульфанілова кислота та її похідні як ліки.

17. Вказати особливості реакційної здатності діамінів.

18. Розташувати в порядку зменшення основних властивостей аміни: метиламін, діетиламін, анілін, *n*-нітроанілін.

19. Запропонувати спосіб добування *n*-нітроаніліну з бензену.

20. Методи ідентифікації нітросполук та первинних, вторинних і третинних амінів.

### 5. Зміст теми:

Класифікація та номенклатура нітросполук. Електронна будова нітрогрупи. Способи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Аци-нітротаутомерія, взаємодія з лугами. Взаємодія нітросполук з нітритною кислотою, альдегідами та кетонами. Відновлення нітроаренів (реакція Зініна). Реакції електрофільного заміщення в ряду нітроаренів. Вплив нітрогрупи на реакційну здатність ароматичного ядра. Ідентифікація нітросполук.

Класифікація та номенклатура амінів. Ізомерія. Способи добування аліфатичних та ароматичних амінів. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Основність амінів. Фактори, що впливають на силу основ.

Аміни як нуклеофільні реагенти. Реакції алкилування, ацилювання, утворення основ Шиффа, ізонітрильна реакція. Взаємодія первинних, вторинних, третинних аліфатичних та ароматичних амінів з нітритною кислотою. Окиснення амінів. Вплив аміногрупи в ароматичних амінах на перебіг реакцій електрофільного заміщення ( $S_E$ ): галогенування, сульфування, нітрування, нітрузування. Сульфанілова кислота. Синтез стрептоциду. Сульфаніламідні препарати, способи добування і хімічні властивості діамінів. Ідентифікація амінів.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.



5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

#### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та номенклатура нітро- та аміносполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 269–270; 273; 280–282.
2.	Ізомерія нітро- та аміносполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 269–270; 273; 280–282.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 270; 273; 282; 290.

4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 274; 283–284.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 271–272; 274–276; 285–289; 291–297.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 277–278; 299–300.
7.	Окремі представники	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 279; 301–302.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Як класифікують нітрогеновмісні сполуки? Наведіть приклади.
2. Які вуглеводні називають аліфатичними насиченими нітросполуками? Наведіть загальну формулу нітроалканів.
3. Які види ізомерії характерні для нітропохідних аліфатичного ряду? Напишіть всі можливі структурні ізомери для сполуки наступної формули:  $C_4H_9NO_2$ .
4. За рахунок чого для нітроалканів характерна конформаційна та просторова види ізомерії?
5. Назвіть основні методи одержання нітроалканів. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
6. Поясніть механізм прямого нітрування алканів за реакцією Коновалова. Напишіть рівняння реакції.
7. Охарактеризуйте фізичні властивості нітроалканів. Назвіть основні причини значної полярності  $NO_2$ -групи. Поясніть, яким чином це впливає на хімічні властивості зазначених сполук?
8. Чим обумовлені хімічні властивості нітросполук?

9. Поясніть, у чому полягає *аци*-нітотаутомерія нітросполук? Напишіть рівняння реакцій і назвіть одержані продукти.
10. Як реагують первинні і вторинні нітропохідні алканів з  $\text{HNO}_2$ ? Напишіть рівняння реакцій і назвіть одержані продукти.
11. Чи взаємодіють третинні нітроалкани з  $\text{HNO}_2$ ?
12. Які види ізомерії характерні для нітроаренів? Чим це обумовлено? Наведіть приклади ізомерів.
13. Назвіть основні способи одержання нітропохідних аренів. Наведіть приклади рівнянь реакцій.
14. Напишіть рівняння реакцій нітрування бензену та толуену нітруючою сумішшю. Поясніть механізм нітрування бензену.
15. Охарактеризуйте хімічні властивості ароматичних нітросполук.
16. Які сполуки називають аліфатичними амінами? Як їх класифікують?
17. Охарактеризуйте будову молекули амінів. Який тип гібридизації характерний для атома Нітрогену в молекулах аліфатичних амінів?
18. Назвіть природні джерела та способи добування амінів аліфатичного ряду.
19. Як із нітросполук, нітрилів, оксидів та амідів і яким способом можна одержати первинні аміни.
20. Напишіть рівняння реакцій добування: а) метиламіну; б) диметиламіну; в) триметиламіну. Як буде реагувати  $\text{HNO}_2$  з цими амінами?
21. Охарактеризуйте фізичні властивості аліфатичних амінів.
22. Наведіть приклади реакцій, які б характеризували хімічні властивості аліфатичних амінів. Чим вони обумовлені?
23. Напишіть схему реакції алкілування аліфатичних амінів (реакція Гофмана).
24. Які сполуки утворюються за взаємодії аніліну з: а)  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{HNO}_2$ ; в)  $\text{Br}_2$ ? Напишіть рівняння реакцій.
25. Поясніть, чи однакову активність виявляють сполуки анілін і бензен у реакціях бромовання, нітрування і сульфування.
26. Які речовини утворюються під час взаємодії *n*-метиланіліну (*n*-толуїдину) з гідрогенбромідом, метилхлоридом, хлористим ацетилом, нітритною кислотою при наявності хлоридної кислоти, з сульфатною кислотою, бромною водою?
27. Порівняйте основний характер жирних і ароматичних амінів. Якими реакціями можна розділити анілін і бутиламін?
28. Синтезуйте ароматичні аміни: а) *o*-толуїдин; б) *m*-толуїдин; в) *n*-толуїдин. Напишіть рівняння їх реакцій з: а)  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{CH}_3\text{I}$ ; в) оцтовим ангідридом. Назвіть утворені сполуки.
29. Наведіть приклади реакцій, які б характеризували хімічні властивості аніліну за аміногрупою і за ароматичним ядром.
30. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №8 «Діазо- та азосполуки».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховєєв В. В. )

ПІБ

## Тема №8 «Діазо- та азосполуки» – 4 год.

### 1. Актуальність теми.

Ароматичними діазосполуками називають органічні речовини, молекули яких містять діазогрупу, яка складається з двох атомів Нітрогену, сполучених між собою подвійним або потрійним зв'язком. У молекулах ароматичних діазосполук один з атомів Нітрогену діазогрупи сполучений з атомом Карбону ароматичного ядра. Склад ароматичних діазосполук можна виразити загальною формулою  $Ar-N_2-X$ , де  $Ar$  – ароматичний радикал,  $X$  –  $Cl$ ,  $Br$ ,  $SO_4H$ ,  $NO_3$ ,  $BF_4$ ,  $OH$ ,  $CH_3COO$  та інші залишки. Найважливішими з ароматичних діазосполук є солі діазонію. Вони мають загальну формулу  $[Ar-N=N]^+X^-$ , де  $X$ :  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $HSO_4^-$ ,  $BF_4^-$  тощо.

Азобарвники є найбільш розповсюдженим класом барвників. Їх застосовують для фарбування вовняних та штучних тканин, шкіри, паперу та ін. Забарвлення деяких азобарвників змінюється у залежності від рН середовища, що дозволяє використовувати їх як індикатори. Прикладом такого азобарвника є метиловий оранжевий.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

### 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.

4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.

Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.
-----------------------------	--	--

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Діазосполуки є органічними речовинами, що містять у своїй структурі угруповання з двох атомів Нітрогену, пов'язану з карбоновим радикалом і залишком мінеральної кислоти.

2. Азосполуками є органічні речовини, що містять у своєму складі угруповання – N=N– (азогрупу), пов'язану з двома вуглеводневими радикалами.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Будова і номенклатура діазо- та азосполук.
2. Способи добування солей діазонію.
3. Реакції діазосполук із виділенням азоту.
4. Реакції без виділення азоту.
5. Реакції азосполучення. Азобарвники.
6. Методи ідентифікації діазосполук.

##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

1. Діазотування аніліну.
2. Нітрозування дифеніламіну.
3. Нітрозування диметиланіліну. Одержання хлоридної солі пара-нітрозодиметиланіліну.
4. Реакції діазосполук з виділенням азоту. Одержання фенолу.
5. Одержання йодбензену.
6. Реакції діазосполук без виділення азоту. Азосполучення (одержання барвників метилового оранжевого, β-нафтолового оранжевого, п-нітроанілінового червоного).
7. Утворення діазоамінобензену.
8. Фарбування азобарвниками. Фарбування вовни і шовку кислотними барвниками.
9. Трифенілметанові барвники (одержання барвника фенолфталеїну, флуоресцеїну, еозину, аурину, фуксину (гідрогенхлориду розаніліну), відновлення фуксину).
10. Фарбування фуксином.

###### б) Практичні завдання:

1. Чим відрізняються азо- і діазосполуки?
2. Які властивості проявляють солі діазонію?
3. Чому солі діазонію не виділяють у кристалічному вигляді?
4. Які барвники вам відомі ?
5. Перевага азобарвників над барвниками інших класів?
6. Як впливають ауксохроми на колірність?
7. Яка роль хромофорів, яка їх будова?
8. Азобарвники як індикатори та їх використання в об'ємному аналізі.
9. Запропонуйте схему синтезу фенілдіазонійхлориду з наступних речовин: а) анілін + натрійнітрит + гідрогенхлорид; б) анілін + алкілнітрит + гідрогенхлорид.

10. Які речовини утворюються при взаємодії фенілдіазонійхлориду з наступними речовинами: а)  $\text{CH}_3\text{OH}$ ; б)  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ; в)  $\text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{HBF}_4$ . Напишіть рівняння реакцій та вкажіть умови їх проведення.
11. За участю яких каталізаторів відбуваються гомолітичні реакції арилдіазонію? Напишіть рівняння реакцій взаємодії фенілдіазонійхлориду з такими речовинами: а)  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ ; б)  $\text{Cu}_2\text{Br}_2$ ; в)  $\text{Cu}_2(\text{CN})_2$ ; г)  $\text{KI}$ .
12. Яка сполука утвориться, якщо на хлористий фенілдіазоній спочатку подіяти  $\text{AgOH}$ , а потім –  $\text{KOH}$ ? Напишіть рівняння реакцій цих перетворень.
13. Напишіть рівняння реакцій утворення азобарвників з *n*-нітроаніліну як діазоскладової та а) диетиланіліну; б) *o*-крезолу – як азоскладових.
14. Напишіть схему синтезу наступних барвників та вкажіть основні галузі їх застосування: а) *n*-нітроаніліновий червоний; б) диметиловий жовтий.
15. Напишіть структурні формули сполук: 4-нітробензолдіазоній нітрат, метилбензендіазотат натрій, хлористий фенілдіазоній.

### 5. Зміст теми:

Класифікація та номенклатура діазосполук. Реакція діазотування, умови її проведення, механізм. Будова солей діазонію. Залежність будови діазосполук від рН середовища. Реакції солей діазонію з виділенням азоту (заміщення діазогрупи на гідрокси-, алкокси-, нітро-, ціаногрупу, атоми Гідрогену, галоген). Реакції солей діазонію без виділення азоту. Реакція азосполучення. Фізичні основи теорії кольоровості. Уявлення про хромофори та ауксохроми. Азобарвники (метилоранж, метиловий червоний), індикаторні властивості.

### 7. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-те вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.



11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Номенклатура діазосполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 303.
2.	Ізомерія діазосполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 303–304.
3.	Способи добування солей арилдіазонію та азосполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 304–305; 312.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 305–306.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 306–310; 312–313.
6.	Основні положення теорії кольоровості.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б.

			С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 313–314.
7.	Азобарвники.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 314–315.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які вуглеводні належать до ароматичних діазо- та азосполук? Назвіть їх загальні формули.
2. Як впливає рН середовища на форму існування солей діазонію? Напишіть схему реакції перетворення солей діазонію залежно від середовища.
3. Які види ізомерії характерні для ароматичних діазосполук? Наведіть приклади.
4. Охарактеризуйте фізичні властивості ароматичних діазо- та азосполук.
5. Які хімічні реакції характерні для ароматичних діазосполук? Як їх класифікують?
6. За яким механізмом відбувається реакції заміщення діазогрупи на атом Гідрогену? Які речовини виступають у ролі відновлюючих агентів даної реакції? Напишіть рівняння реакції відновлення фенілдіазонійхлориду.
7. Напишіть схему реакції О.М. Несмеянова (1929 р.).
8. Охарактеризуйте реакції солей діазонію без виділення Нітрогену діазогрупи. Напишіть рівняння реакцій.
9. Реакції азосполучення. Які реагенти беруть участь в реакціях азосполучення? Як впливають на електрофільну активність діазокатіону електронодонорні та електроноакцепторні замісники?
10. Якщо діазотування аніліну проводити за недостатньої кількості натрій нітриту або мінеральної кислоти, випадає жовтий осад діазоамінобензену. Напишіть рівняння реакції утворення цієї сполуки.
11. Охарактеризуйте основні способи одержання ароматичних азосполук. Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
12. Чим обумовлені хімічні властивості ароматичних азосполук? Напишіть рівняння реакцій ароматичних азосполук: а) відновлення азосполук; б) окиснення азосполук. Вкажіть умови їх проведення.
13. Основні положення теорії колірності.
14. З якими сполуками солі діазонію утворюють азобарвники?
15. Які барвники трифенілметанового ряду Ви знаєте?
16. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації  
(проф. Суховєєв В.В.)  
“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №9 «Спирти. Феноли. Етери».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховєєв В. В. )  
ПІБ

## Тема №9 «Спирти. Феноли. Етери» – 4 год.

**1. Актуальність теми.** Спирти є похідними вуглеводнів, у яких один або декілька атомів Гідрогену заміщені на гідроксильну групу. Залежно від того, біля якого атома Карбону стоїть гідроксильна група, спирти можуть бути первинними, вторинними і третинними. Окрім того, якщо в молекулі спирту одна гідроксильна група, то він називається одноатомним, якщо дві – двоатомним, три – триатомним тощо. Спирти за будовою поділяються на ациклічні і циклічні. До ациклічних відносять насичені і ненасичені спирти. До циклічних – похідні циклопарафінів, ароматичних та гетероциклічних сполук. Гомологічному ряду насичених одноатомних спиртів відповідає формула  $C_nH_{2n+1}OH$ .

Наявність атома кисню у спиртів і фенолів впливає на фізичні та хімічні властивості зазначених сполук. Кисень, як сильно електронегативний елемент, легко поляризує молекулу, підвищує її активність. Для цих сполук характерний водневий зв'язок по ОН-групі, що зумовлює їх кращу розчинність у полярних розчинниках, леткість, високу температуру кипіння.

Якісною реакцією на феноли та нафтоли є реакція з розчином феруму (III) хлоридом.

Спирти містяться в природі як у вільному стані, так і в сполуках. Вони є гарними розчинниками. Спирти, етери та естери проявляють дезинфікуючу, наркотичну та знеболювальну дію. Різні настойки готують з використанням, як розчинника, етанолу, а як наркотичний засіб – діетиловий етер. Феноли проявляють бактерицидну дію та використовуються в медицині.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.

<b>3. Внутрішньопроектна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізми реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### **4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.**

##### **4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:**

1. Гідроксильні сполуки є похідними вуглеводнів, в яких один або декілька атомів Гідрогену заміщено на гідроксильну групу –ОН.
2. Спирти є похідними вуглеводнів у яких гідроксильна група знаходиться при С-атомі в  $sp^3$ -гібридації.
3. Феноли це похідні вуглеводнів у яких ОН-група розташована при  $sp^2$ -гібризованому С-атомі, що входить до ароматичної системи бензенового кільця.
4. Етери (загальна формула R–O–R') є похідними спиртів та фенолів (тіолів), що утворюються в результаті заміщення атома Гідрогену групи –ОН вуглеводневим залишком.
5. Тіоли - це похідні вуглеводнів, в молекулах яких один або кілька атомів Гідрогену заміщено на меркаптогрупу –SH.

##### **4.2 Теоретичні питання до заняття:**

1. Порівняти кислотно-основні властивості одно- і багатоатомних спиртів.
2. Як за допомогою якісних реакцій розпізнати гліцерин від етиленгліколю?
3. Ненасичені спирти та їх властивості. Правило Ельтекова.
4. Медичні препарати аналоги спиртів.
5. Класифікація, номенклатура та ізомерія фенолів;
6. Способи добування фенолів;
7. Фізичні та хімічні властивості одно- та поліатомних фенолів;
8. Способи добування і хімічні властивості амінофенолів.
9. Реакції ідентифікації фенолів.
10. Значення похідних фенолів в фармацевтичній хімії.
11. Будова, ізомерія та номенклатура етерів, тіолів та сульфідів.
12. Гомологічні ряди.
13. Хімічні властивості.
14. Медичні препарати, що містять зазначені класи органічних сполук.

##### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

###### **а) Лабораторні досліді:**

1. Розчинність спиртів у воді.
2. Відношення спиртів до індикаторів.

3. Здатність спиртів до горіння.
4. Розчинність галогенів у спиртах.
5. Абсолютування етилового спирту.
6. Утворення і гідроліз натрій алкоголятів.
7. Естери мінеральних кислот (одержання і властивості етилсульфатної кислоти, одержання ізоамілсульфату (ізоамілсульфатної кислоти), одержання і властивості етилнітриту, одержання етилового естеру борної кислоти).
8. Одержання діетилового етеру і його горіння.
9. Реакції окиснення спиртів (окиснення спиртів хромовою сумішшю, окиснення етилового спирту калій перманганатом).
10. Властивості 1,2,3-пропантріолу і 1,2-етандіолу (одержання купрум гліцерату та купрум гліколяту, утворення акролеїну дегідратацією гліцерину).
11. Реакція фенолів з ферум(III) хлоридом.
12. Реакція фенолу з нітритною кислотою.
13. Утворення і розкладання фенолятів.
14. Реакції електрофільного заміщення у фенолах. Бромовання.
15. Нітрування фенолу (одержання і властивості орто- і пара-нітрофенолів, Взаємодія нітрофенолів з натрій гідроксидом).
16. Одержання і властивості пікринової кислоти.
17. Сульфування фенолу.
18. Одержання фенолформальдегідних смол. Конденсація фенолу з формальдегідом.
19. Взаємодія двоатомних фенолів з ферум(III) хлоридом.
20. Відновні властивості багатоатомних фенолів.
21. Окиснення пірогалолу киснем повітря.
22. Окиснення гідрохінону.

#### **б) Практичні завдання:**

1. Як впливає водневий зв'язок на фізичні властивості спиртів?
2. Чому при розчиненні етанолу у воді, об'єм його зменшується?
3. Яка дія етанолу на організм людини?
4. Як перевірити чистоту медичного етеру?
5. Якісна реакція на багатоатомні спирти.
6. Де застосовуються наступні спирти: а) метанол; б) етанол; в) сивушні масла; г) вищі рідкі спирти; г) вищі тверді спирти.
7. Назвіть наступні спирти за номенклатурою IUPAC:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$ ;  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH}$ .
8. Як можна одержати: а)  $\text{CH}_3\text{-OH}$ ; б)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-OH}$ ; в)  $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ ? Напишіть рівняння реакцій.
9. Які сполуки утворюються при взаємодії  $\text{R-OH}$  з: а)  $\text{SOCl}_2$ ; б)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; в)  $\text{HCl}$ ; г)  $\text{KMnO}_4$ ? Напишіть рівняння реакцій.
10. Наведіть структурні формули наступних гліколей: а) етандіолу-1,2; б) бутандіолу-1,4; в) 2,3-диметилбутандіолу-2,3.
11. Навести приклади одержання двохатомних спиртів: а) гідролізом дигалогенпохідних насичених вуглеводнів; б) гідролізом галогеноспиртів; в) окисненням етиленових вуглеводнів; г) гідратацією  $\alpha$ -оксидів
12. Які з речовин взаємодіють з пропантриолом та етанолом? а) кальцій оксид; б) натрій гідроксид; кипрус(II) гідроксид; а) металічний натрій? Наведіть рівняння відповідних реакцій.
13. У яких реакціях виявляються кислотні властивості спиртів? Розташуйте в ряд по зростанню кислотності, урахувавши величину і знак індукційного ефекта замісників: а) метанол; б) етанол; в) пропанол-2; г) пропанол-1; д) 2-хлор-1-пропанол; е) етандіол; є) пропантриол.

14. Напишіть структурні формули таких сполук: а) 3-метилфенол; б) 3-етил-2-метилфенол; в) 2,3,4,5-тетраметилфенол; г) 2,4,6-трибромфенол; ґ) 1,2,4-тригідроксibenzen.

15. Які речовини утворюються під час взаємодії фенолу з: а) натрієм; б) натрій гідроксидом; в) воднем за присутності нікелю; г) хлорангідридом оцтової кислоти? Напишіть рівняння цих реакцій.

### 5. Зміст теми:

Класифікація спиртів за кількістю гідроксильних груп і природою вуглеводневого радикала. Номенклатура. Ізомерія. Способи добування. Фізичні властивості. Утворення асоціатів. Хімічні властивості одноатомних спиртів. Кисотно-основні властивості. Утворення галогеналканів, естерів. Міжмолекулярна та внутрішньомолекулярна дегідратація. Окиснення спиртів. Хімічні властивості гліколів та гліцерину. Поліконденсація двоатомних спиртів.

Хімічні властивості ненасичених спиртів. Правило Ельтекова.

Метанол. Етанол. Бензиловий спирт. Цетиловий спирт. Мірициловий спирт. Етиленгліколь. Гліцерин. Ксиліт. Сорбіт. Полівініловий спирт.

Ідентифікація спиртів.

Аміноспирти. Хімічні властивості аміноспиртів як біфункціональних сполук. Біологічно активні алканоламіни (коламін, холін).

Класифікація фенолів за кількістю гідроксильних груп. Номенклатура. Способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Реакції за участю зв'язку О–Н (утворення фенолятів, етерів та естерів). Реакції електрофільного заміщення ( $S_E$ ): галогенування, нітрування, нітрузування, сульфування, алкілування, ацилювання, азосполучення, карбоксилювання, гідроксиметилування. Фенолоформальдегідні смоли. Відновлення та окиснення фенолів. Ідентифікація фенолів.

Фенол. Крезолі. Тимол. Пікринова кислота. Нафтоли. Пірокатехін. Резорцин. Гідрохінон. Флороглюцин. Пірогалол.

Амінофеноли. Особливості їх хімічних властивостей. Фенетидин. Парацетамол. Фенацетин.

Етери. Номенклатура. Ізомерія. Способи добування. Фізичні властивості. Основні властивості (утворення оксонієвих солей). Розщеплення (ацидоліз), окиснення, ідентифікація етерів. Діетиловий етер. Діоксан. Анізол. Фенетол.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховеев В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко



В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та номенклатура спиртів і фенолів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 248–255.
2.	Ізомерія спиртів і фенолів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 300.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 298–231.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 298–301.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу

			(фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 300.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 310.
7.	Окремі представники.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 310.
8.	Багатоатомні спирти і феноли	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 331–340; 359–363.
9.	Аміноспирти і феноли	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 342–345; 363–366.
10.	Етери	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 366–371.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які сполуки називають алканолами (спиртами)? Наведіть загальну формулу одноатомних насичених спиртів.
1. Які спирти називають: а) первинними; б) вторинними; в) третинними; г) одноатомними; г) двохатомними; д) трьохатомними? Наведіть приклади.

2. Як класифікують спирти за природою радикалів? Наведіть приклади.
3. Які види ізомерії характерні для одноатомних спиртів?
4. Які методи синтезу спиртів Вам відомі? Напишіть рівняння реакцій.
5. Чи впливають водневі зв'язки на фізичні властивості алканолів? Яким чином?
6. Чим обумовлені кислотні властивості спиртів?
7. Поясніть механізм реакції естерифікації. Напишіть рівняння реакції.
8. Яка речовина утворюється при нагріванні етилового спирту до температури 140 °C у присутності концентрованої сульфатної кислоти? Напишіть рівняння реакції.
9. Напишіть рівняння реакцій окиснення первинних, вторинних та третинних спиртів. Назвіть продукти реакції, що утворились.
10. У чому полягає механізм дегідратації спиртів? Які види дегідратації спиртів Вам відомі? Наведіть приклади реакцій.
11. Які сполуки називають двоатомними спиртами? Наведіть приклади.
12. Які види ізомерії характерні для двоатомних спиртів?
13. Напишіть рівняння хімічних реакцій одержання *пінаконів* і *ω-гліколей*.
14. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості двоатомних спиртів.
15. Назвіть представників двоатомних спиртів та галузі їх застосування.
16. Які сполуки називають трьохатомними спиртами? Назвіть їх загальну формулу та наведіть приклади.
17. Навести приклади основних способів одержання трьохатомних спиртів.
18. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості трьохатомних спиртів.
19. Назвіть найважливіших представників трьохатомних спиртів та укажіть галузі їх застосування.
20. Назвіть основні методи синтезу етерів багатоатомних спиртів.
21. Назвіть найважливіших представників етерів багатоатомних спиртів та укажіть галузі їх застосування.
22. У яких реакціях виявляються основні властивості спиртів? Наведіть приклади.
23. Які методи використовуються для ідентифікації гідроксисполук?
24. Які речовини називають фенолами? Як їх класифікують? Напишіть структурні формули представників окремих груп фенолів.
25. У чому відмінність фенолів від ароматичних спиртів?
26. Розкрийте електронну будову фенолу.
27. Коротко охарактеризуйте ізомерію і номенклатуру фенолів. Наведіть приклади.
28. Назвіть риси подібності та відмінності у хімічних властивостях фенолів і спиртів та фенолів і аренів.
29. Що таке фенолформальдегідні смоли? Як їх синтезують?
30. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“03” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №10 «Карбонільні сполуки».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В. )  
ПІБ

## Тема №10 «Карбонільні сполуки» – 4 год.

**Актуальність теми.** Карбонільні сполуки – це такі органічні речовини, до складу яких входить карбонільна група  $>C=O$ , пов'язана з вуглеводневими радикалами чи атомами Гідрогену.

В альдегідах карбонільна група зв'язана з вуглеводневим радикалом та атомом Гідрогену (за винятком метаналу), тому їх загальною формулою є:  $R-COH$ , а в кетонах група  $>C=O$  знаходиться між двома вуглеводневими радикалами, тому вони мають таку загальну формулу:  $R-CO-R'$ .

Атом Карбону карбонільної групи знаходиться в стані  $sp^2$ -гібридизації. Вільна  $p$ -орбіталь Карбону утворює  $\pi$ -зв'язок з атомом Оксигену за рахунок перекриття з його  $p$ -орбітальною.  $\pi$ -Електрони більш рухливі, тому сильніше зміщуються до Оксигену. Внаслідок цього на карбонільному атомі Карбону виникає значний позитивний заряд, що зумовлює легкість проходження в карбонільних сполуках реакцій нуклеофільного приєднання (водню, спиртів, гідроген ціаніду, натрій гідросульфату, металорганічних сполук, аміаку та ін.).

Для альдегідів характерні також реакції полімеризації та конденсації, а для кетонів – лише конденсації. Заміщення Оксигену карбонільної групи на галогени, або залишки гідразину, фенілгідразину, гідроксиламіну призводить до утворення відповідних сполук.

Реакції окиснення альдегідів відбуваються значно легше, ніж кетонів, оскільки дія  $+I$  ефекту двох алкільних груп у кетонах призводить до зниження частково позитивного заряду на атомі Карбону карбонільної групи, що в свою чергу зменшує реакційну здатність кетонів порівняно з альдегідами. Тому при окисненні кетонів відбувається руйнування карбонового ланцюга.

Альдегідам і кетонам характерна ізомерія карбонового скелету, а кетонам – ізомерія положення карбонільної групи.

Ароматичні альдегіди та кетони – нерозчинні у воді рідини або тверді речовини. Альдегіди мають запах гіркого мигдалю, а кетони – приємний квітковий запах.

Ароматичні альдегіди беруть участь у більшості реакцій, властивих альдегідам жирного ряду. Вони окиснюються аргентум оксидом до кислот з таким самим числом атомів Карбону. Приєднують гідроген ціанід і натрій гідросульфід. Вони реагують з гідроксил-аміном, гідразиним і його похідними з утворенням кристалічних речовин. Альдегіди типу бензойного нездатні до альдольної конденсації, типової для альдегідів жирного ряду. Проте ароматичним альдегідам властиві деякі специфічні реакції. До них слід віднести такі реакції. Реакція Каніццаро (самовідновлення – самоокиснення), що відбувається за наявності водного або спиртового розчину лугу (50%), у цьому разі утворюються відповідні спирт і сіль кислоти.

Ароматичні альдегіди легко вступають у реакції конденсації з альдегідами, кетонами, естерами й ангітридами кислот жирного ряду. Так, при дії на бензальдегід оцтовим альдегідом у лужному середовищі утворюється коричний альдегід. За аналогічних умов при дії ацетоном утворюється бензальацетон або дибензальацетон, а за дії етилацетату – етиловий естер коричної кислоти. З оцтовим ангітридом бензальдегід утворює коричну кислоту (реакція Пекіна). Аналогічно відбуваються реакції між ароматичними альдегідами й ароматичними сполуками з рухливими атомами Гідрогену. Так, велике значення у синтезі барвників має реакція конденсації ароматичних альдегідів з ароматичними фенолами та амінами, за допомогою якої утворюються барвники трифенілметанового ряду.

При нагріванні ароматичних альдегідів з ароматичними первинними амінами одержують основи Шиффа або азометини. За такою ж схемою більшість ароматичних кетонів реагують з гідроксиламіном та похідними гідразину.

З усіх нітрогеновмісних похідних ароматичних кетонів найбільший інтерес становлять оксими. Оксими ароматичних несиметричних кетонів існують у двох геометрично ізомерних формах: *син*- та *анти*-. Стькішою є *анти*-форма. Вона утворюється з *син*-форми під дією

кислот. *Син*-формою вважають ізомер, у якого менший радикал є у *цис*-положенні з гідроксильною групою оксима.

Велике значення має Бекманівське перегрупування, що зумовлене дією концентрованих мінеральних кислот, хлорангідридів та ангідридів кислот.

Альдегіди і кетони знайшли широке застосування у різних галузях народного господарства. Так, формальдегід використовують багатотонажно у виробництві фенолоформальдегідних, сечовиноформальдегідних та інших смол, необхідних в електропромисловості та машинобудуванні. Формальдегід є також вихідною речовиною у виробництві синтетичного каучуку, фарб, лікарських речовин тощо. Його 37–40% водний розчин формальдегіду застосовується як формалін у медицині в якості дезінфікуючого та дубильного засобу та консерванту для анатомічних препаратів.

З ароматичних альдегідів найширше вживаний бензальдегід. У природі він міститься у глікозиді амігдаліну в олії гіркої мигдалю, у кісточках вишні тощо. Широко використовують у промисловості барвників. Ванілін – використовується у кондитерській промисловості, для виготовлення безалкогольних напоїв та кулінарії. Ацетофенон ( $C_6H_5COCH_3$ ) використовують у парфумерній промисловості. Бензофенон ( $(C_6H_5)_2CO$ ) використовують в органічному синтезі і як фотосенсибілізатор.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

## **2. Конкретні цілі:**

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.

4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних	Визначати механізму реакції

	сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	для використання при вивченні властивостей органічних речовин.
--	---	--

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Аліфатичні та ароматичні альдегіди є органічними хімічними сполуки, що містять альдегідну групу  $-CHO$ . Альдегіди та кетони характеризуються тим, що містять однакову функціональну групу, яку називають карбонільною або оксогрупою. Загальна формула альдегідів:  $R-CHO$ .

2. Кетонами називають речовини, що містять карбонільну групу  $>C=O$ , що пов'язана з двома вуглеводневими радикалами. Загальна формула кетонів:  $R-(C=O)-R^1$ .

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова карбонільної групи та вплив на неї різних факторів.
2. Реакційні центри в молекулах альдегідів і кетонів аліфатичного ряду .
3. Будова і класифікація карбонільних сполук.
4. Ізомерія і номенклатура альдегідів і кетонів аліфатичного ряду.
5. Способи добування альдегідів і кетонів.
6. Фізичні та хімічні властивості альдегідів і кетонів.
7. Хімічні властивості альдегідів і кетонів аліфатичного ряду
8. Реакції ідентифікації карбонільних сполук.
9. Значення карбонільних сполук у фармацевтичній хімії.
10. Медичні препарати, що містять карбонільні сполуки.

##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

1. Одержання альдегідів і деякі кольорові реакції на них (реакція альдегідів з фуксинсульфітною кислотою, кольорова реакція на формальдегід з резорцином, одержання етаналю окисненням етилового спирту купрум(II) оксидом, одержання етаналю окисненням етилового спирту калій дихроматом, одержання акролеїну і його властивості).

2. Кольорова реакція на пропанон з натрій нітропрусидом (проба Легалья).

3. Одержання уротропіну і його гідроліз

4. Одержання бромпропанону.

5. Окиснення метаналю амоніачним розчином аргентум гідроксиду (реакція «срібного дзеркала»).

6. Окиснення метаналю купрум(II) гідроксидом.

7. Відношення пропанону до купрум(II) гідроксиду.

8. Реакція дисмутації метаналю.

9. Взаємодія альдегідів з купрум-тарtratним комплексом (реактивом Фелінга).

10. Кольорова реакція на кетон з натрій нітропрусидом.

11. Окиснення бензальдегіду амоніачним розчином аргентум(I) оксиду.

12. Окиснення бензальдегіду калій перманганатом.

13. Конденсація бензальдегіду з кетоном.

###### б) Практичні завдання:

1. Як одержати з відповідного алкіну: а) 2-бутанон; б) 3-метил-2-пентанон? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
2. Напишіть рівняння реакцій: а) приєднання; б) заміщення; в) конденсації;



- г) полімеризації; д) окиснення.
3. Напишіть схеми альдольної та кротонової конденсації оцтового, пропіонового, масляного альдегідів.
  4. Складіть рівняння основних хімічних реакцій, характерних для: а) альдегідів; б) кетонів.
  5. Чим відрізняються хімічні властивості альдегідів і кетонів? Наведіть приклади хімічних реакцій.
  6. Здійсніть перетворення:
  7. а) оцтовий альдегід  $\rightarrow$  трихлороцтовий альдегід  $\rightarrow$  хлороформ;
  8. б) 2-пропанол  $\rightarrow$  ацетон  $\rightarrow$  гідрозон ацетону;
  9. в) метанол  $\rightarrow$  метаналь  $\rightarrow$  дихлорометан;
  10. г) оцтовий альдегід  $\rightarrow$  3-гідроксибутаналь  $\rightarrow$  кротоновий альдегід.
  11. Які з наведених речовин вступають в реакцію "срібного дзеркала": а) метаналь; б) етанова кислота; в) етанол; г) пропаналь; д) бензин? Як розрізнити ці речовини? Напишіть схеми відповідних реакцій.
  12. Напишіть рівняння реакції взаємодії *p*-толуїлового альдегіду з наступними речовинами: а)  $\text{NaHSO}_3$ ; б)  $\text{HCN}$ ; в)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ; г)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ; д)  $\text{PCl}_5$ ; е)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$  (абс. етер).
  13. Напишіть рівняння реакції Каніццаро для бензальдегіду та формальдегіду.
  14. Напишіть рівняння реакції взаємодії ацетофенону з наступними речовинами: а)  $\text{NaHSO}_3$ ; б)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ; в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH}_2$ ; г)  $\text{Cl}_2$ ; д)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$  (абс. етер).
  15. Напишіть рівняння реакції кротонової конденсації при взаємодії: а) бензальдегіду й оцтового альдегіду; б) *p*-хлорбензойного альдегіду й масляного альдегіду.
  16. Напишіть рівняння реакції Пекіна, що відбувається між *n*-толуїловим альдегідом і оцтовим ангідридом. Дайте назву сполуці, що утворилася.

### 5. Зміст теми:

Альдегіди та кетони аліфатичного ряду. Класифікація. Номенклатура. Ізомерія. Способи добування аліфатичних та ароматичних оксосполук. Шляхи прямого уведення альдегідної групи. Фізичні властивості. Електронна будова карбонільної групи. Вплив природи вуглеводневого радикала на реакційну здатність оксосполук. Хімічні властивості. Реакції нуклеофільного приєднання ( $A_N$ ), механізм. Гідратація альдегідів. Утворення напівацеталів та ацеталів. Приєднання гідросульфїту натрію, ціановодневої кислоти, магнійорганічних сполук. Реакції приєднання – відщеплення, механізм. Взаємодія карбонільних сполук з амоніаком, амінами (основи Шиффа), гідроксиламіном, гідразинами, семи- та тіосемикарбазидами. Реакції, які проходять за участю  $\alpha$ -атома Карбону. *Кето-енольна* таутомерія. Галогенування. Йодоформна проба. Реакції конденсації. Альдольна та кротонова конденсації, їх механізм. Естерова конденсація (реакція Тищенко). Синтез брильянтового зеленого. Окиснення і відновлення оксосполук. Полімеризація альдегідів.

Специфічні реакції альдегідів аліфатичного рядів. Поняття про діальдегіди, дикетони, хінони. Ідентифікація оксосполук.

Формальдегід. Гексаметилентетрамін (уротропін). Оцтовий альдегід. Ацетон. Гліоксаль. Діацетил.

Ароматичні альдегіди і кетони. Хімічні властивості. Специфічні реакції альдегідів і кетонів ароматичного ряду (взаємодія з амоніаком, реакція Каніццаро, перехресна альдольна конденсація, бензоїнова конденсація, галогенування). Реакції електрофільного заміщення ( $S_E$ ). Хінони. Способи одержання і хімічні властивості. Ідентифікація оксосполук. Окремі представники, застосування. Бензальдегід. Ванілін. Ацетофенон. Нафтохінон. Вітамін К. Антрахінон.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац.

закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

## 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та номенклатура карбонільних сполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 372; 393.
2.	Ізомерія карбонільних сполук.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 372–374.

3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 375–376; 394–395.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 376–377; 395–396.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 377–387; 396–399.
6.	Окремі представники	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 389–390; 400–403.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які сполуки називають альдегідами, а які – кетонами?
2. У чому подібність та відмінність у будові альдегідів та кетонів?
3. Які види ізомерії характерні для альдегідів, а які – для кетонів? Наведіть приклади кожного з них.
4. Розкрийте способи одержання альдегідів та кетонів.
5. А.М.Бутлеров добув метаналь гідролізом дихлорметану. Напишіть рівняння цієї реакції та запропонуйте інші способи одержання мурашиного альдегіду.
6. У чому подібність і відмінність у властивостях ароматичних та аліфатичних альдегідів?
7. Напишіть структурні формули всіх ізомерних карбонільних сполук ароматичного ряду загальної формули  $C_8H_8O$  і дайте назви за систематичною та історичною номенклатурами.
8. Які продукти можна одержати при сухій перегонці кальцієвих солей наступних кислот: а) фенілацетатної; б) суміші бензойної та формиатної; в) суміші бензойної та пропанової? Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються.
9. Напишіть рівняння реакцій одержання бензальдегіду, о-толуїлового і фенілоцтових альдегідів: а) гідролізом дигалогензаміщених аренів; б) окисненням відповідних спиртів.
10. Напишіть рівняння одержання наступних речовин за реакцією Фріделя-Крафтса: а) ацетофенону; б) фенілбензилкетону; в) етилфенілкетону.
11. Які речовини утворюються при взаємодії наступних речовин (за участі  $AlCl_3$ ): а) толуену і хлористого пропіонілу; б) етилбензену і бензоїлхлориду; в) толуену й оцтового ангітриду?

12. Запропонуйте схеми синтезу анісової есенції (п-метоксибензальдегіду) з: а) п-гідроксибензальдегіду; б) анізолу; в) п-крезолу.
13. Які типи реакцій характерні для карбонільних сполук?
14. Які речовини утворюються при конденсації бензальдегіду з наступними карбонільними сполуками: а) оцтовим альдегідом; метилетилкетоном; в) масляним альдегідом; г) диетилкетоном?
15. Які з наступних альдегідів будуть вступати в реакцію Каніццаро: а)  $\text{HCHO}$ ; б)  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ; в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ ; г)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CHO}$ ; д)  $(\text{CH}_3)_3\text{CCHO}$ ?
16. Які з наступних альдегідів будуть вступати в реакцію бензоїнової конденсації: а)  $\text{HCHO}$ ; б)  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ; в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ ; г)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CHO}$ ; д)  $(\text{CH}_3)_3\text{CCHO}$ ?
17. Які з наступних альдегідів здатні до утворення полімерів, подібних до паральдегіду: а)  $\text{HCHO}$ ; б)  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ; в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ ; г)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CHO}$ ; д)  $(\text{CH}_3)_3\text{CCHO}$ ? Напишіть формули продуктів полімеризації.
18. Які речовини утворюються при відновленні бензальдегіду, ацетофенону та пропіофенону за дії металічного натрію у спиртовому розчині цих сполук?
19. Запропонуйте хімічний метод розділення суміші бензилового спирту і бензальдегіду. За допомогою яких реакцій можна розрізнити *n*-толуїловий і фенілоцтовий альдегіди?
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації  
(проф. Суховєєв В.В.)  
“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №11 «Карбонові кислоти та їх функціональні похідні».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В.)  
ПІБ

## Тема №11 «Карбонові кислоти та їх функціональні похідні» – 4 год.

**Актуальність теми.** Карбовими кислотами називають органічні сполуки, до складу яких входить функціональна група  $-\text{COOH}$ . Ця група об'єднує карбонільну групу ( $>\text{C}=\text{O}$ ) і гідроксильну ( $-\text{OH}$ ), тому її називають карбоксильною. Карбонові кислоти включають насичені, ненасичені, ароматичні та інші ряди. Залежно від кількості карбоксильних груп у молекулі кислоти, їх поділяють на одноосновні та багатоосновні.

Молекули карбових кислот можуть містити й інші функціональні групи: гідроксильну  $-\text{OH}$  (гідроксикислоти), альдегідну групу (оксокислоти), кетонну групу (кетокислоти), аміногрупу (амінокислоти).

Як і мінеральні кислоти, карбові кислоти взаємодіють з активними металами, лужними і лужноземельними оксидами та гідроксидами, солями карбонатної кислоти з утворенням солей карбових кислот. Із похідних карбових кислот слід також звернути увагу на утворення галогенангідридів, ангідридів, естерів, амідів та нітрילів. Крім цих реакцій кислоти можуть взаємодіяти по радикалу. Якщо радикал походить від насиченого вуглеводню, то реакція заміщення іде в  $\alpha$ -положенні до карбоксильної групи. Якщо радикал включає подвійний зв'язок, гідроксильну, аміно-, карбонільну чи карбоксильну групи, то таким кислотам характерні також реакції для даних класів сполук.

Карбові кислоти широко використовуються в органічному синтезі та у фармації для одержання лікарських препаратів. Так, з оцтової кислоти одержують калій ацетат, з валеріанової та ізовалеріанової кислот одержують бромізовал та валідол, з адипінової кислоти – піперазину адипінат, з бензойної кислоти – натрій бензоат. Окрім цього, пропіонова кислота використовується у виробництві вітамінів, а спиртові розчини мурашиної та саліцилової кислот використовуються як антисептики.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.

Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Карбоксильна група складається з карбонільної  $>C=O$  і гідроксильної  $-OH$ . Кількість карбоксильних груп визначає основність кислоти.
2. Карбонові кислоти можуть бути одноосновними та багатоосновними. За природою вуглеводневого радикалу вони бувають насиченими, ненасиченими та ароматичними.
3. Дикарбонові кислоти це такі, що містять дві карбоксильні групи. Найпростішим представником цього ряду є щавлева кислота
4. Функціональні похідні карбонових кислот поділяють на: ангідриди карбонових кислот, галогенангідриди, естери, жири, мила, воски, аміди, гідразиди, гідроксамові кислоти, та нітрили.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова карбоксильної групи та вплив на неї різних факторів.
2. Реакційні центри в молекулах насичених монокарбонових кислот.
3. Будова і класифікація карбонових кислот.
4. Ізомерія і номенклатура карбонових кислот.
5. Способи добування карбонових кислот.
6. Фізичні та хімічні властивості карбонових кислот.
7. Хімічні властивості функціональних похідних карбонових кислот.
8. Реакції ідентифікації карбонових кислот.
9. Значення карбонових кислот у фармацевтичній хімії.
10. Медичні препарати, що містять карбонові кислоти.

##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

1. Розчинність насичених карбонових кислот у воді та органічних розчинниках.
2. Відношення карбонових кислот до окиснення.
3. Одержання і властивості форміатної кислоти (одержання форміатної кислоти гідролізом хлороформу, взаємодія форміатної кислоти з амоніачним розчином аргентум гідроксиду, окиснення форміатної кислоти калій перманганатом).
4. Розкладання форміатної кислоти при нагріванні з концентрованою сульфатною кислотою.
5. Одержання і властивості етанової (ацетатної) кислоти та її солей (одержання ацетатної кислоти з її солей, кристалізація ацетатної кислоти, горіння пари ацетатної кислоти, кислотні властивості ацетатної кислоти, взаємодія ацетатної кислоти з натрій карбонатом, взаємодія ацетатної кислоти з магнієм і з купрум(II) оксидом, утворення і гідроліз ферум(III) ацетату, піроліз кальцій ацетату, відношення ацетатної кислоти до дії окисників).



6. Одержання і властивості насичених вищих кислот і їх солей (гідроліз натрієвих солей вищих жирних кислот, виділення вищих жирних кислот з мила, утворення нерозчинних солей вищих жирних кислот, розчинення Ca-, Pb-, Cu-мила, висолювання мила, емульгуючі властивості мила).

7. Одержання етилетаноату (етилоцтового естеру).

8. Синтез ізопропілбензоату

9. Гідроліз естерів.

10. Розчинність дикарбонових кислот у воді.

11. Властивості оксалатної (щавлевої) кислоти (калієві солі щавлевої кислоти, розкладання щавлевої кислоти при нагріванні, розкладання щавлевої кислоти при нагріванні з концентрованою сульфатною кислотою, окиснення щавлевої кислоти калій перманганатом).

### б) Практичні завдання:

1. Назвіть найважливіших представників одноосновних карбонових кислот. Напишіть структурні формули формиатної (мурашиної), ацетатної (оцтової), пропіонатної (пропіонової), бутиратної (масляної), ізобутиратної (ізомасляної), валератної (валеріанової), ізовалератної (ізовалеріанової), пальмітатної (пальмітинової), стеаратної (стеаринової) кислот. Розкрийте їх систематичні назви.

2. Напишіть рівняння хімічних реакцій одержання монокарбонових кислот: а) окисненням вуглеводнів; б) окисненням первинних спиртів; в) окисненням альдегідів і кетонів.

3. Наведіть основні способи одержання бензойної кислоти. Напишіть рівняння реакцій.

4. Як одержати з толуену: а) *орто*-нітробензойну кислоту; б) *пара*-нітробензойну кислоту? Напишіть рівняння реакцій.

5. Запропонуйте схему синтезу β-фенілпропіонової (гідрокоричну) кислоти з толуену і малонного естеру.

6. Як взаємодіє бензойна кислота з такими речовинами: а) пентахлоридом фосфору; б) етиловим спиртом; в) нітратною кислотою; г) хлором? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

7. Яку сполуку можна одержати, якщо стоплювати з лугом за температури 300–400 °С натрієву сіль бензойної кислоти?

8. Наведіть структурні формули двоосновних ароматичних кислот.

9. Як із *пара*-толуїлової кислоти одержати фталеву кислоту?

10. Напишіть рівняння реакції одержання фталевого ангідриду.

11. Запропонуйте метод синтезу терилену.

12. Які Ви знаєте ненасичені одноосновні кислоти? Напишіть структурні формули акрилової, метакрилової, олеїнової та елаїдинової кислот. Розкрийте їх хімічні властивості.

13. Напишіть реакції, що перебігають за дії пентахлориду фосфору (PCl<sub>5</sub>) на кислоти: а) бензойну; б) фталеву в) акрилову. Назвіть утворені сполуки.

14. Що таке органічне скло? Напишіть схему його одержання.

15. Напишіть рівняння реакцій малеїнової та фумарової кислот з: а) воднем; б) бромом; в) воднем бромідом; г) окиснення калій перманганатом. Назвіть продукти реакції.

### 5. Зміст теми:

Карбонові кислоти: класифікація, номенклатура та способи добування. Фізичні властивості карбонових кислот. Електронна будова карбоксильної групи та карбоксилат-аніона. Кислотні властивості карбонових кислот та їх залежність від природи вуглеводневого радикала.

*Монокарбонові кислоти.* Хімічні властивості. Утворення солей. Реакції нуклеофільного заміщення (утворення функціональних похідних карбонових кислот:

галогенангідридів, ангідридів, естерів, амідів; механізм реакції естерифікації). Заміщення атома Гідрогену при  $\alpha$ -атомі Карбону. Специфічні властивості мурашиної кислоти.

*Ненасичені карбонові кислоти.* Хімічні властивості, приєднання галогеноводнів проти правила Марковникова в ряду  $\alpha, \beta$ -ненасичених кислот.

*Ароматичні карбонові кислоти.* Орієнтувальна дія карбоксильної групи в реакціях  $S_E$ .

*Дикарбонові кислоти.* Властивості дикарбонових кислот як бі- функціональних сполук. Специфічні властивості дикарбонових кислот. Відношення до нагрівання (декарбоксилювання, утворення циклічних ангідридів). Ідентифікація карбонових кислот.

Основні представники карбонових кислот (мурашина, оцтова, пропіонова, масляна, валеріанова, капронова, пальмітинова, стеаринова, акрилова, кротонова, вінілоцтова, бензойна, корична, олеїнова, ліолева, щавлева, малінова (використання малінового естеру в органічному синтезі), бурштинова, глутарова, адипінова, малеїнова, фумарова, фталева, ізофталева, терефталева кислоти).

Функціональні похідні карбонових кислот. *Галогенангідриди* та *ангідриди* карбонових кислот. Номенклатура. Способи добування. Фізичні та хімічні властивості.

*Естери.* Номенклатура. Способи добування. Кислотний та лужний гідроліз естерів (механізм). Переестерифікація. Амоноліз естерів.

*Жири* (триацилгліцериди). Властивості жирів (гідроліз, гідрогенізація, окиснення). Аналітичні характеристики жирів (йодне число, число омилення). Фосфоліпіди.

*Мила* та їх властивості. Синтетичні замінники мила.

*Воски.* Будова. Бджолиний віск. Спермацет. Твіни.

*Аміди.* Номенклатура. Способи добування. Кислотно-основні властивості. Гідроліз амідів, кислотний та лужний каталіз. Розщеплення амідів гіпобромітами. Дегідратація.

Порівняльна характеристика ацилювальних властивостей карбонових кислот, галогенангідридів, ангідридів, естерів і амідів.

*Гідразиди, гідроксамові кислоти, нітрили.* Будова. Номенклатура. Способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Ацетонітрил.

Ідентифікація функціональних похідних карбонових кислот.

## 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та номенклатура карбонових кислот.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 404; 415; 424.
2.	Ізомерія карбонових кислот.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 404–406; 415; 424.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 40–408; 415–417; 420; 424.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 408; 417; 420; 425; 432.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ.

			вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 408–414; 417–418; 420–422; 425–427; 432–434; 435–436.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 423-424; 436–437.
7.	Окремі представники	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 414; 418; 422; 427–430.
8.	Функціональні похідні карбонових кислот	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 438–460.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які органічні сполуки називають монокарбоновими кислотами? Назвіть їх загальну формулу.
2. Які види ізомерії характерні для монокарбонових кислот? Напишіть структурні формули ізомерів на прикладі бутанової кислоти.
3. Дайте характеристику масляної кислоти.
4. Назвіть основні способи одержання одноосновних карбонових кислот.
5. Напишіть рівняння хімічної реакції одержання монокарбонових кислот металоорганічним синтезом.
6. Охарактеризуйте способи одержання монокарбонових кислот, що базуються на гідролізі.
7. Охарактеризуйте фізичні властивості одноосновних карбонових кислот.
8. Напишіть рівняння реакції утворення солей за участі монокарбонових кислот.
9. Охарактеризуйте реакції карбонільного Карбону з нуклеофільними реагентами.
10. Напишіть рівняння реакції взаємодії з електрофільними реагентами.
11. Напишіть реакцію галогенування карбонових кислот.

12. Охарактеризуйте і напишіть рівняння реакції утворення ангідридів з карбонових кислот.
13. Напишіть реакцію окиснення карбонових кислот.
14. Напишіть реакцію декарбоксилування карбонових кислот.
15. Дайте характеристику мурашиній кислоті, напишіть рівняння реакції її добування і хімічних властивостей.
16. Опишіть синтетичні методи добування оцтової кислоти.
17. Поясніть застосування оцтової кислоти, її солей і естерів.
18. Назвіть представників вищих жирних кислот.
19. Охарактеризуйте функціональні похідні карбонових кислот.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховсєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №12 «Гетерофункціональні карбонові кислоти (галогено-, спирто-, феноло-, оксокислоти)».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховсєв В. В.)

ПІБ

**Тема №12** «Гетерофункціональні карбонові кислоти (галогено-, спирто-, феноло-, оксокислоти)» – 4 год.

**Актуальність теми.** Галогенокислоти, гідроксикислоти, фенолокислоти та оксокислоти є гетерофункціональними карбоновими кислотами.

Галогенокислоти є похідними карбонових кислот, у вуглеводневому радикалі яких один або кілька атомів водню замінені атомами галогенів. За природою вуглеводневого радикалу їх поділяють на аліфатичні, аліциклічні та ароматичні.

У медичній практиці галогенокислоти використовують як заспокійливі та снодійні засоби (уреїд  $\alpha$ -бромізовалеріанової кислоти або бромізовал). В якості вихідних речовин в синтезу вітамінів використовують дихлороцтову та  $\beta$ -хлоропропіонову кислоти (вітамін В<sub>3</sub> або пантотенова кислота). Галогенокислоти мають подразнювальну дію, а їх естери є лакриматори. Вони застосовуються і в органічному синтезі та для одержання гербіцидів і інсектицидів.

Гідроксикислоти є гетерофункціональними карбоновими кислотами, що містять карбоксильну і гідроксильну групи.

Залежно від природи вуглеводневого радикала їх поділяють на аліфатичні та ароматичні (або спиртокислоти та фенолокислоти). Кількість карбоксильних груп у молекулі гідроксикислоти визначає її основність, а загальна кількість гідроксильних груп (враховуючи й гідроксильні групи, що входять до складу карбоксильних) – їх атомність. Аліфатичні гідроксикислоти, залежно від положенням гідроксильної групи до карбоксильної, поділяють на  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -гідроксикислоти, тощо.

Гідроксикислоти зустрічаються в природі у вільному стані і відіграють важливу роль у біохімічних процесах, бо входять до складу багатьох природних сполук. Так, гліколева кислота (НО–СН<sub>2</sub>–СООН) є у цукровій тростині. Її солі та естери знайшли застосування для фарбування шерсті, при чинбаренні шкір, як протравлювачі літографічних пластин тощо.

Молочна кислота (СН<sub>3</sub>–СН(ОН)–СООН) утворюється з цукристих сполук в процесі молочнокислого бродіння (квашення капусти, дозрівання сиру тощо). Її солі та естери називають лактатами. Наприклад, лактати кальцію та феруму(ІІ) застосовують в медицині при дефіциті кальцію в організмі а також при хронічних анеміях.

$\gamma$ -Оксимасляна кислота (НО–СН<sub>2</sub>–СН<sub>2</sub>–СН<sub>2</sub>–СООН) у вільному стані є нестійкою, тому легко утворює лактон. Натрієву сіль  $\gamma$ -оксимасляної кислоти, або натрію оксибутират, застосовують у медицині як засіб для неінгаляційного наркозу.

(–)-Яблучну кислоту (НООС–СН(ОН)–СН<sub>2</sub>–СООН) в природі виявляють у нестиглих фруктах та ягодах. Її застосовують при виробництві вина, фруктових вод, кондитерських виробів, а також у синтезі лікарських засобів.

Серед винних кислот (НООС–СН(ОН)–СН(ОН)–СООН) (виннокам'яної або (+)винної, виноградної, мезовинної або антивинної) у природі зустрічається лише (+)-винна. Вона утворює кислі (гідротартрати) і середні (тартрати) солі. Гідро-L(+)-тартрат калію виділяється при зберігання вина у вигляді винного каменю, а тетрагідрат тартрату калію-натрію або сегнетова сіль використовуються для приготування реактиву Фелінга. Винну кислоту застосовують і при консервуванні харчових продуктів, фарбуванні, приготуванні штучних дріжджів, у виробництві дзеркал.

Лимонна кислота (НООС–СН<sub>2</sub>–С(ОН)(СООН)–СН<sub>2</sub>–СООН) міститься у молоці та крові, а також у стеблах, листі, ягодах та плодах рослин. Вона бере участь у циклі Кребса, тому є одним із найважливіших продуктів обміну речовин. Її солі та естери називають цитратами. У медицині тринатрієву сіль лимонної кислоти застосовують як консервант донорської крові. Лимонна кислота входить і до складу деяких ліків та

косметичних засобів. Її широко застосовують у харчовій промисловості як харчовий додаток, для вироблення напоїв, желе, карамелі тощо.

Рицинолова кислота ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ) є ненасиченою гідроксикислотою, гліцерид якої становить основу рицинової олії. Її застосовують для одержання себацінової, ундециленової кислоти, гептаналу, ПАР, емульгаторів тощо.

Хінна (1,3,4,5-тетраоксициклогексан-1-карбонова кислота) зустрічається у плодах персика, груші, кавового дерева, у корі хінного дерева і є проміжним продуктом у біосинтезі флавоноїдів. Застосовують як засіб проти артрити.

Серед ароматичних гідроксикислот великого практичного значення набула саліцилова кислота (2- $\text{HO}\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$ ), яка застосовується у виробництві лікарських засобів, таких як аспірин або ацетилсаліцилова кислота, саліциламід, метилсаліцилат, фенілсаліцилат, оксафенамід та інших. Її використовують і як індикатор в аналітичній хімії, а також як антисептик у харчовій промисловості.

Галова кислота (3,4,5- $(\text{OH})_3\text{C}_6\text{H}_2\text{COOH}$ ) міститься у вигляді естерів у листі чаю, плодах гранату, у танінах дубової кори та інтощо. Її застосовують у синтезі деяких барвників, для одержання пірогалолу, а також використовують як аналітичний реагент.

*o*-Оксикорична кислота (2- $\text{HO}\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}=\text{CHCOOH}$ ) існує у вигляді двох геометричних ізомерів: *цис*-ізомера (кумаринова кислота) та *транс*-ізомера (кумарова кислота). *цис*-ізомер існує у вигляді похідного (кумарину), який поширений у рослинному світі.

Оксокислоти є гетерофункціональними карбоновими кислотами, що містять карбоксильну і карбонільну (альдегідну або кетонну) групи. Залежно від розташування функціональних груп в карбоновому ланцюгу, їх поділяють на  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ - та інші оксокарбонові кислоти.

гліоксалева кислота ( $\text{HC}(\text{O})\text{COOH}$ ) — безбарвна в'язка рідина, легкорозчинна у воді, міститься в нестиглих фруктах. Кислоту застосовують у виробництві ароматичних (ванілін), лікарських речовин та барвників.

піровиноградна кислота ( $\text{CH}_3\text{COCOOH}$ ) — проміжний продукт обміну вуглеводів і білків у живих організмах, є одним з метаболітів у циклі трикарбонних кислот, утворюється також при спиртовому та інших видах бродіння вуглеводів. Застосовують у синтезі ЛЗ, напр. цинхофену (атофану).

ацетооцтова або  $\beta$ -кетомасляна кислота ( $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOH}$ ) утворює ацетон, який міститься в сечі хворих на діабет.

Левулінова або  $\gamma$ -кетовалеріанова кислота ( $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ) використовується в синтезі лікарських речовин.

Пеніцилова кислота ( $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{O})-\text{C}(\text{OCH}_3)=\text{CH}-\text{COOH}$ ) виявляє властивості антибіотика.

Великого біологічного значення набули й  $\alpha$ -кетодикарбонові кислоти, серед яких: мезоксалева або кетомалонова кислота ( $\text{HOOC}\text{COCOOH}$ ), яка виявляє сильні відновні властивості; щавлевооцтова або 2-оксобутандіова кислота ( $\text{HOOC}\text{COCH}_2\text{COOH}$ ) відіграє важливу роль у вуглеводному обміні і є проміжним продуктом у циклі трикарбонних кислот;  $\alpha$ -кетоглутарова або 2-оксопентандіова кислота ( $\text{HOOC}\text{CO}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ ) приймає участь в циклі Кребса і є проміжним продуктом синтезу та розпаду амінокислот.

Вивчення цієї теми сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.



**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

Дисципліни	Знати	Вміти
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної	Використовувати знання для вирішення завдань

	техніки, основи інформатики.	належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Гетерофункціональні карбонові кислоти. До них належать галогенокислоти, гідроксикислоти (спирто- та фенолокислоти), оксокислоти, амінокислоти та інші.

2. Гетерофункціональні карбонові кислоти можуть бути одноосновними та багатоосновними (містять дві та більше карбоксильні групи) За природою вуглеводневого радикалу вони бувають насиченими, ненасиченими, ароматичними та гетероциклічними.

3. Галогенокислоти. За кількістю атомів галогену можуть бути моно- та багатогалогенкарбоновими кислотами, а за природою карбонового ланцюга вони можуть бути аліфатичними насиченими і ненасиченими, карбоциклічними, ароматичними та гетероциклічними.

4. Гідроксикислоти поділяють на спиртокислоти та фенолокислоти.

5. Оксокислоти (альдегідо- та кетокислоти).

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова груп та вплив на них різних факторів.

2. Будова і класифікація гетерофункціональних карбонових кислот.
3. Ізомерія і номенклатура гетерофункціональних карбонових кислот.
4. Способи добування гетерофункціональних карбонових кислот.
5. Фізичні властивості гетерофункціональних карбонових кислот.
6. Хімічні властивості гетерофункціональних карбонових кислот.
7. Реакції ідентифікації гетерофункціональних карбонових кислот.
8. Значення гетерофункціональних карбонових кислот у фармацевтичній хімії.
9. Медичні препарати, що містять гетерофункціональні карбонові кислоти.

#### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

##### **а) Лабораторні досліді:**

1. Якісне визначення сили кислот (Реакція кислот з металічним цинком, Реакція розчинів кислот з метиловим оранжевим).

2. Властивості молочної кислоти (Реакція молочної кислоти з ферум (III) хлоридом, розкладання молочної ( $\alpha$ -оксипропіонової) кислоти при нагріванні з концентрованою сульфатною кислотою, розкладання молочної кислоти при нагріванні з розбавленою сульфатною кислотою, окиснення молочної кислоти калій перманганатом у кислому середовищі).

3. Властивості винної кислоти (утворення калієвих солей винної кислоти, одержання кальцієвої солі винної кислоти, взаємодія солі винної кислоти з купрум(II) гідроксидом).

4. Властивості лимонної кислоти (одержання кальцій цитрату, розкладання лимонної кислоти при нагріванні з концентрованою сульфатною кислотою).

5. Одержання піровиноградної кислоти окисненням молочної кислоти.

6. Властивості ацетоацетатного естеру (реакція ацетоацетатного естеру з розчином натрій гідроксиду, одержання натрійацетоацетатного естеру, ацетоацетатного естеру з ферум(III) хлоридом і бромом (кетто-енольна таутомерія ацетоацетатного естеру), розщеплення ацетоацетатного естеру).

7. Взаємодія бензойної, саліцилової і коричної кислот з бромом.

8. Взаємодія бензойної і саліцилової кислот з ферум(III) хлоридом.

9. Утворення і властивості естерів ароматичних кислот (взаємодія естерів саліцилової кислоти з ферум(III) хлоридом, гідроліз аспірину (ацетилсаліцилату)).

##### **б) Практичні завдання:**

1. Запропонуйте спосіб одержання молочної кислоти із: а) галогензаміщеної кислоти; б) гідроксинітрилу; в) метану.

2. Які гідроксикислоти утворюються за окиснення водним розчином калій перманганату: а) етиленгліколю; б) 1,2-пропандіолу; в) фумарової кислоти?

3. На прикладі саліцилової кислоти охарактеризуйте кислотний характер фенолокислот. Наведіть приклади реакцій, які підтверджують, що саліцилова кислота – біфункціональна сполука.

4. Які речовини утворюються за взаємодії саліцилової кислоти з метанолом, ангідридом оцтової кислоти, бромом, пентахлоридом фосфору, нітратною кислотою?

5. Напишіть рівняння таких реакцій: а) дія водного розчину NaOH на саліцилову кислоту; б) нітрування саліцилової кислоти.

6. Напишіть рівняння таких реакцій: а) дія метилового спирту на саліцилову кислоту (у присутності сульфатної кислоти); б) відновлення D-винної кислоти в D-яблучну, а потім – у бурштинову.

7. Якою реакцією можна підтвердити наявність фенольного гідроксилу в молекулі саліцилової кислоти?

8. Запропонуйте спосіб синтезу аспірину, використавши етан і хлор.

9. Напишіть рівняння хімічних реакцій одержання ацетооцтового естеру з: а) етилацетату; б) етилового спирту; в) ацетилену.

10. Напишіть рівняння реакцій одержання: а) гліоксислової кислоти з етиленгліколю та з дихлороцтової кислоти; б) ацетооцтового естеру з оцтовоетилового естеру.

11. Напишіть рівняння реакцій утворення піровиноградної кислоти із: а)  $\alpha$ , $\alpha$ -дихлорпропіонової кислоти; б)  $\alpha$ -гідроксипропіонової кислоти.

12. Як за допомогою ацетооцтового естеру синтезувати: а) глутарову кислоту; б) метиламілкетон?

13. Напишіть рівняння реакцій ацетооцтового естеру з такими речовинами: а) бромом; б) гідрогенціанідом; в) гідроксиламіном; г) натрій гідрогенсульфітом.

14. Як за допомогою ацетооцтового естеру синтезувати кислоти: а) пропіонову; б) ізомасляну; в) 3-метилпентанову; г) валеріанову?

15. Як за допомогою ацетооцтового естеру синтезувати наступні кетони: а) метилпропілкетон; б) діетилкетон; в) метилізопропілкетон; г) 3-метил-2-пентанон?

### 5. Зміст теми:

Галогенокарбонові кислоти. Номенклатура, способи добування. Кислотні властивості та їх залежність від кількості атомів галогену та взаємного впливу атома галогену і карбоксильної групи. Підвищена рухливість атома галогену біля  $\alpha$ -атома Карбону (реакції  $S_N$ ); перетворення галогенозаміщених кислот на гідрокси- та амінокислоти.

Гідрокси- і фенолокислоти. Номенклатура. Способи добування. Відношення  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гідроксикислот до нагрівання (лактиди, лактони). Розщеплення  $\alpha$ -гідроксикислот під дією концентрованої сульфатної кислоти. Молочна, *o*-гідроксикорична, винна, яблучна, лимонна кислоти. Використання у фармації молочної і лимонної кислот та їх солей. Саліцилова кислота. Промисловий спосіб добування (реакція Кольбе-Шмітта). Хімічні властивості. Лікарські препарати (метил-, фенілсаліцилати, ацетилсаліцилова кислота, натрію саліцилат, саліциламід, оксафенамід). *n*-Аміносаліцилова кислота (ПАСК). Галова кислота. Поняття про дубильні сполуки.

Оксокислоти. Номенклатура. Способи добування. Специфічні властивості оксокислот, які обумовлені взаємним впливом функціональних груп. Синтез, таутомерія і подвійна реакційна здатність ацетооцтового естеру. Синтези карбонових кислот та кетонів на основі ацетооцтового естеру.

Альдегідо- (гліоксалева кислота) і кетокислоти (піровиноградна, ацетооцтова, щавлевооцтова,  $\alpha$ -кетоглутарова кислоти).

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація

/ Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Гетерофункціональні карбонові кислоти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 461–484.
2.	Галогенокислоти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 461–465.
3.	Гідроксикислоти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 465–476.
4.	Спиртокислоти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 465–473.
5.	Фенолокислоти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу

			(фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 473–476.
6.	Оксокислоти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 478–484.
7.	Окремі представники	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 465; 470–473; 476–477; 484.


### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості галогенокарбонів кислот.
2. Які кислоти належать до гідроксикислот? Як їх класифікують?
3. Які види ізомерії характерні для гідроксикарбонів кислот. Наведіть приклади.
4. Який атом Карбону називається асиметричним? Напишіть проєкційні формули яблучної кислоти. Вкажіть, у яких випадках має місце оптична ізомерія сполук.
5. Охарактеризуйте природні джерела одержання одноосновних гідроксикарбонів кислот.
6. Запропонуйте схему одержання  $\beta$ -гідроксикислот за С.М.Реформатським.
7. Запропонуйте схему реакції лактонізації  $\alpha$ -гідроксикислот О.М. Зайцева.
8. Наведіть приклади хімічних реакцій молочної кислоти за карбоксильною, спиртовою групами та специфічних реакцій для гідроксикислот.
9. Наведіть приклади багатоосновних і багатоатомних гідроксикислот.
10. Опишіть способи їх добування.
11. Охарактеризуйте хімічні властивості багатоосновних і багатоатомних гідроксикислот.
12. Поясніть явище вальденівського обертання на прикладі яблучної кислоти.
13. Які кислоти належать до оксокислот? Назвіть їх гомологічні ряди.
14. Які види ізомерії їм характерні?
15. Що таке кето-енольна таутомерія?
16. Чим обумовлені хімічні властивості оксокислот? Поясніть на прикладі гліоксилової та піровиноградної кислоти.
17. Від чого залежить рівновага між кетонною та енольною формами ацетооцтового естеру?
18. Які типи хімічних реакцій характерні для ацетооцтового естеру? Відповідь обґрунтуйте.
19. У чому полягає біологічне значення кетодикарбонів кислот?
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації

  
\_\_\_\_\_ (проф. Суховєєв В.В.)  
“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №13 «Гетерофункціональні карбонові кислоти (амінокислоти). Білки».  
Тема №14 «Карбонатна кислота та її функціональні похідні. Сульфоокислоти».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
\_\_\_\_\_ підпис

(Суховєєв В. В. )  
ПІБ

**Тема №13** «Гетерофункціональні карбонові кислоти (амінокислоти). Білки» – 2 год.

**Тема №14** «Карбонатна кислота та її функціональні похідні. Сульфокислоти» – 2 год.

**Актуальність теми.** Амінокислоти є органічними біфункціональними сполуками, що містять не лише карбоксильну групу ( $-\text{COOH}$ ), а й аміногрупу ( $-\text{NH}_2$ ). Молекули амінокислот можуть містити і по декілька із зазначених груп. За будовою карбонового скелету їх поділяють на ациклічні (насичені та ненасичені) і циклічні (ароматичні та гетероциклічні), а залежно від взаємного розміщення  $\text{NH}_2$  і  $\text{COOH}$  груп розрізняють  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - і т. д. амінокислоти.

Амінокислоти (гістидин, гліцин, глютамінова кислота, метіонін, цистеїн та тирозин) широко використовуються в медичній практиці. Останні мають торгові марки Вітайодурол, Ангіотензинамід, Тиреоїдин.  $\gamma$ -Аміномасляна кислота випускається під торговими марками Аміналон, Гамалон та Пантогам. Суміші індивідуальних амінокислот, а також похідні амінокислот, такі як солі аспарагінової кислоти, ацетил цистеїн, дофамін, адреналін, норадреналін, гідролізати тканинних і плазмових білків використовують для парентерального живлення та як плазмозамінюючі засоби (торгові марки Церебролізін, Аміновен Інфант, Аміноплазмаль, Аміносол, Аміностерил N-гепа, Альбумін, Желатиноль, Протамін сульфат та інші).

Білки є біополімерами, елементарною ланкою яких є амінокислоти. Отже, вони містять один або декілька довгих ланцюгів, що складаються з амінокислотних залишків, і сполучені між собою пептидними зв'язками.

Використання білків як терапевтичних препаратів, а також в якості засобів діагностики захворювань у медицині дозволяють використовувати їх для лікування гемофілії, інфекційних захворювань, деяких видів раку тощо. Це і тромболітичні ферменти, і гормони, цитокіни, фактори росту, білки імунної системи (інтерферони і антитіла) та вакцини. Використовуються білки і в харчовій промисловості.

Карбонатна (вугільна) кислота є двохосновною і тому утворює різні повні і неповні похідні (галогенангідриди, естери, амідни та змішані функціональні кислоти).

Сечовина, як діамін карбонатної кислоти, у фармацевтичній промисловості використовується як вихідна сполука для синтезу лікарських засобів (бромурал, веронал, фенобарбітал та інші). Вона є складовою гігієнічних зубних паст та косметичних кремів. Сечовина знайшла застосування в сільському господарстві як домішка до кормів жуйних тварин, азотного добрива у рослинництві. На основі сечовини одержують гербіциди, карбамідні смоли, ціанати, гідразин, гідразоформамід, ціанурову кислоту та її естери, метиламін, синтетичного волокна урилону.

Сульфокислоти ( $\text{RSO}_3\text{H}$ ) або кислоти сильфонові можна розглядати як похідні вуглеводнів, у молекулах яких атом Гідрогену замінено залишком сульфатної кислоти.

В медицині використовують сульфаміди загальної формули  $p\text{-NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-SO}_2\text{-NH-R}$  (Сульфаніламід, Сульфацетамід, Уросульфан тощо) для лікування інфекційних бактеріальних захворювань. Похідні сульфокислот знайшли застосування не лише як фармацевтичні засоби, а й в якості напівпродуктів у синтезі азобарвників, емульгаторів для фарбування тканин, дублення шкір, промислового одержання фенолів, у виробництві синтетичних мийних засобів тощо.

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.



**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## **2. Конкретні цілі:**

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## **3. Міждисциплінарна інтеграція**

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика	з	Фізичні методи дослідження
		Складати електронографічні

фізичними методами аналізу	будови атомів.	формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Амінокислоти належать до гетерофункціональних карбонових кислот, в яких окрім карбоксильної групи  $-\text{COOH}$ , що забезпечує їх кислотні властивості, містить ще й аміногрупу  $-\text{NH}_2$ , яка забезпечує основні властивості.

2. Білки є біополімерами, що містять один або кілька довгих ланцюгів амінокислотних залишків, сполучених пептидними зв'язками.

3. Карбонатна (вуглецева чи вугільна) кислота ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) є слабкою двоосновною кислотою, яка у чистому вигляді здатна дисоціювати на  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$ .

4. Сечовина є діаміном вуглецевої кислоти ( $\text{NH}_2\text{--CO--NH}_2$ ).

5. Сульфокислота є похідною сульфатної кислоти, в якій гідроксильна група заміщена вуглеводневим радикалом.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова зазначених речовин та вплив на них різних факторів.

2. Ізомерія та класифікація амінокислот.
3. Номенклатура амінокислот.
4. Способи добування амінокислот.
5. Фізичні та хімічні властивості амінокислот.
6. Білки як полімери, що складаються із залишків амінокислот.
7. Карбонатна кислота та її похідні.
8. Сульфокислоти та їх похідні: одержання та властивості.
9. Реакції ідентифікації зазначених речовин.
10. Медичні препарати, що містять зазначені речовини.

#### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

##### **а) Лабораторні досліді:**

1. Відсутність кислої реакції розчину гліцину.
2. Утворення комплексної солі купруму та гліцину.
3. Реакція аланіну з нінгідрином.
4. Реакція аланіну з формальдегідом.
5. Реакція аланіну з нітритною кислотою.
6. Утворення комплексної солі купрум(II) аланіну.
7. Амфотерні властивості  $\alpha$ -аланіну.
8. Реакція на наявність сульфуровмісних  $\alpha$ -амінокислот.
9. Осадження білків концентрованими мінеральними кислотами
10. Ксантопротеїнова реакція
11. Біуретова реакція на пептидний зв'язок.
12. Розчинність сечовини у воді.
13. Одержання солей сечовини.
14. Гідроліз сечовини.
15. Реакція взаємодії сечовини з нітритною кислотою.
16. «Біуретова реакція».
17. Властивості нафтіонової кислоти (розчинність нафтіонової кислоти у воді та органічних розчинниках, кислотні властивості нафтіонової кислоти, взаємодія нафтіонової кислоти з натрій карбонатом, піроліз нафтіонової кислоти).
18. Одержання та властивості нафталенсульфокислот (одержання  $\beta$ -нафталенсульфокислоти, одержання  $\alpha$ -нафталенсульфокислоти, очищення нафталенсульфокислот).

##### **б) Практичні завдання:**

1. Напишіть рівняння хімічних реакцій дисоціації амінокислот у водному розчині, у лужному середовищі, іонізації у кислому середовищі.
2. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що характеризують взаємодію амінокислот з гідроксидами важких металів, мінеральними кислотами, хлоруючи ми засобами.
3. Напишіть рівняння хімічних реакцій алкілування амінокислот та їх термічного перетворення.
4. Напишіть рівняння хімічних реакцій декарбоксилування, дезамінування, деазотування амінокислот.
5. До яких кислот відноситься дана кислота?
6. Солі карбонатної кислоти, їх назви.
7. Хлорангідриди карбонатної кислоти.
8. Амідні карбонатної кислоти.
9. Сечовина – як продукт азотистого обміну.
10. Використання сечовини в промисловості в сільському господарстві.
11. Що таке уреїди та уретани, їх фармакологічна дія.
12. Охарактеризуйте хімічні властивості алкансульфокислот. Напишіть рівняння

реакцій та назвіть продукти, що утворюються при взаємодії  $C_2H_5-SO_2-OH$  з такими речовинами: а)  $NaOH$ ; б)  $PCl_5$ ; в)  $NH_3$ ; г)  $C_2H_5ONa$ .

13. Напишіть механізм сульфування бензену сульфатною кислотою та сульфур (VI) оксидом.

14. Порівняйте реакційну здатність аліфатичних та ароматичних сульфокислот.

15. Назвіть основні реакційні центри ароматичних сульфокислот. Напишіть рівняння реакцій за участю бензенового ядра та реакції сульфогрупи.

## 5. Зміст теми:

Амінокислоти. Номенклатура, способи добування. Хімічні властивості. Амфотерний характер амінокислот. Специфічні реакції  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -амінокислот. Лактами. Лактамне кільце в пеніцилінах та цефалоспоридах.  $\gamma$ -Аміномасляна (аміналон),  $\varepsilon$ -амінокапронова кислоти.

Лікарські препарати, похідні *n*-амінобензойної кислоти (ПАБК): анестезин, новокаїн, новокаїнамід. Антранілова кислота.

Біполярна структура амінокислот. Утворення хелатних сполук. Взаємодія з нітритною кислотою та формальдегідом.

Поняття про пептиди та білки. Пептидний зв'язок. Дипептиди. Поліпептиди. Уявлення про первинну, вторинну, третинну та четвертинну структури білка.

Карбонатна кислота та її функціональні похідні. Хлорангідриди карбонатної кислоти (хлоромурашина кислота, фосген), етери (уретани), аміди (карбамінова кислота, карбамід). Властивості карбаміду (сечовини): гідроліз, утворення солей, взаємодія з нітритною кислотою і гіпобромітами. Гуанідин, основні властивості. Гуанідиновий фрагмент у біологічно активних сполуках (аргінін, стрептидин).

Сульфокислоти. Номенклатура. Способи добування. Фізичні властивості. Будова сульфогрупи. Хімічні властивості. Кислотний характер сульфокислот. Утворення солей. Десульфування ароматичних сполук. Нуклеофільне заміщення в аренсульфокислотах. Функціональні похідні сульфокислот (естери, аміди, хлорангідриди).

## 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Будова та номенклатура амінокислот.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 484–485.
2.	Ізомерія амінокислот.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 485–486.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 486–487.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 487.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків :

			НФаУ, 2016. С. 487–489.
6.	Ідентифікація.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 490.
7.	Окремі представники	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 489–490.
8.	Похідні карбонатної кислоти	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 491–498.
9.	Сульфуроорганічні сполуки.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 499–512.

### 8. Матеріали для самоконтролю.


1. Які органічні сполуки називають амінокислотами? Назвіть їх загальну формулу.
2. Назвіть найважливіших представників амінокислот. Напишіть їх структурні формули та розкрийте систематичні назви.
3. Які види ізомерії характерні для амінокислот.
4. Назвіть основні способи одержання амінокислот та напишіть рівняння відповідних реакцій.
5. Охарактеризуйте фізичні властивості амінокислот.
6. Розкрийте хімічні властивості амінокислот.
7. Поясніть реакції конденсації амінокислот. Напишіть рівняння утворення пептидного зв'язку.
8. Що таке поліпептиди? Напишіть рівняння хімічної реакції внаслідок якої можна добути поліпептид.
9. Наведіть приклади поліамідних полімерів, напишіть рівняння хімічних реакцій їх одержання та назвіть галузі застосування.
10. Охарактеризуйте утворення дисульфідного зв'язку у молекулах білків.
11. Поясніть утворення у молекулах білків водневих зв'язків.
12. Наведіть приклади замінних амінокислот.

13. Назвіть незамінні амінокислоти та напишіть їх структурні формули.
14. Поясніть біологічне значення білків.
15. Охарактеризуйте структуру білків.
16. Назвіть головні етапи синтезу білків на прикладі синтезу дипептиду з гліцину та аланіну.
17. Сульфокислоти. Їх будова та фізичні властивості.
18. Назвіть речовини, що утворюються в результаті реакції сульфохлорування та сульфоокиснення алканів. Напишіть їх рівняння реакцій.
19. Назвіть основні галузі застосування сульфокислот та їх похідних.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації

  
\_\_\_\_\_ (проф. Суховсеєв В.В.)  
“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №15 «Гетероциклічні сполуки. Три-, чотиричленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
\_\_\_\_\_

підпис

(Суховсеєв В. В.)  
ПІБ



**Тема №15** «Гетероциклічні сполуки. Три-, чотиричленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом» – 4 год.

**Актуальність теми.** Гетероциклічні сполуки – це органічні речовини, молекули яких мають цикли, утворені не тільки атомами Карбону, але й іншими атомами (N, S, O тощо).

Гетероцикли класифікують залежно від розміру циклу, природи і числа гетероатомів, а також міри насиченості циклу. За розміром циклу їх поділяють на: три-, чотири-, п'яти-, шести- та семичленні гетероцикли. Залежно від природи гетероатома гетероциклічні сполуки поділяють на оксиген-, нітроген- та сульфуровмісні тощо. За мірою насиченості усі гетероциклічні сполуки класифікують на насичені, ненасичені й ароматичні.

Гетероциклічні сполуки поширені в природі і відіграють важливу роль у різних біологічних процесах.

Велике значення мають гетероциклічні сполуки, до складу яких входить атом Нітрогену. Гетероциклічні системи мають ароматичні властивості, які пояснюються тим, що гетероатоми, маючи неподілені електронні пари, разом з р-електронами подвійних зв'язків утворюють єдину шестиелектронну хмару (секстет), як у молекулі бензену.

Представником п'ятичленних гетероциклів, які містять Нітроген, є пірол. Він має іміно-(-NH-) групу, є дуже слабким вторинним аміном і зі слабкими кислотами утворює солеподібні сполуки, а сильні кислоти його осмолують. З іншого боку, він виявляє слабкі кислотні властивості. Атом Гідрогену в аміногрупі за дії металічного калію, концентрованого КОН заміщується на Калій з утворенням калійпіролу. Ароматичні властивості у піролу виражені слабо, але за відповідних умов пірол сульфується, бромується й нітрується. За відновлення він утворює піролін і піролідин.

Особливо важливими похідними піролу є хлорофіл і гемін. У їх молекулах містяться 4 ядра піролу, що зв'язані метиновими групами. Ця полігетероциклічна система називається порфіном. Заміщені порфіни називають порфіринами.

Суттєвою частиною геміну є координаційно зв'язаний атом Феруму, а у хлорофілі – атом Магнію. Гемін – червоний пігмент крові, є носієм кисню. Хлорофіл – зелений пігмент листя рослин, поглинає світло і бере участь при фотосинтезі.

Вони мають високу біологічну активність. Більша половина лікарських речовин містять в своїй структурі гетероциклічні фрагменти. Гетероцикли входять до складу таких природних фізіологічно активних речовин як хлорофіл, гемоглобін, ряд вітамінів, алкалоїди, нуклеїнові кислоти, ферменти та інші. Препарати, що містять гетероциклічні сполуки, проявляють найрізноманітнішу фармакологічну дію.

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## 2. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.

	інформатики.	
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Тричленні гетероциклічні сполуки (оксиран (етиленоксид), тііран (етиленсульфід), азиридин (етиленімін), тіірен, азирин).
2. Чотиричленні гетероциклічні сполуки (азетидин, оксетан, тістан, фосфетан, азетин).
3. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом (фуран (оксол), тіофен (тіол), пірол (азол), піролідин (тетрагідропірол або азолідин), 2,5-дигідрофуран, тетрагідрофуран).
4. П'ятичленні гетероцикли з двома та більше гетероатомами.
5. Шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом.

6. Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома та трьома гетероатомами.
7. Семичленні гетероциклічні сполуки.

#### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова гетероциклічних сполук та вплив на них різних факторів.
2. Ізомерія та класифікація гетероциклічних сполук.
3. Номенклатура гетероциклічних сполук.
4. Способи добування гетероциклічних сполук.
5. Фізичні та хімічні властивості гетероциклічних сполук.
6. Ароматичність гетероциклів. Реакції приєднання і заміщення.
7. Кислотно-основні властивості гетероциклів.
8. Порівняльні властивості 3-х і 4-х членних гетероциклів.
9. Реакції ідентифікації зазначених речовин.
10. Медичні препарати, що містять зазначені речовини.

#### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

##### а) Лабораторні досліді:

1. Властивості 3-тіолен-1,1-діоксиду (одержання 3,4-оксиранотіолан-1,1-діоксиду окисненням 3-тіолен-1,1-діоксиду надформіатною кислотою, одержання 4-гідрокси-2-тіолен-1,1-діоксиду з 3,4-оксиранотіолан-1,1-діоксиду, окиснення 3-тіолен-1,1-діоксиду водним розчином калій перманганату, бромовання 3-тіолен-1,1-діоксиду, одержання транс-1,1-діоксотіолан-3-бром-4-нітрату, кислотний гідроліз транс-1,1-діоксоіолан-3-бром-4-нітрату до транс-3-бром-4-гідрокситіолан-1,1-діоксиду, виявлення галогену в 3,4-дибромтіолан-1,1-діоксиді, 1,1-діоксоіолан-3-бром-4-нітраті та 3-бром-4-гідрокситіолан-1,1-діоксиді за пробою Бейльштейна).

##### б) Практичні завдання:

1. У чому полягає універсальність методу Пааля – Кнорра для синтезу п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом?
2. Напишіть схеми реакцій взаємодії оксирану з амоніаком, диметиламіном, етанолом, аніліном, сульфатною кислотою.
3. Напишіть рівняння реакцій та назви речовин, що утворюються при взаємодії 2,3-диметилазиридину з метиламіном, водою, бутанолом, нітратною кислотою, ацетилхлоридом в присутності триетиламіну?
4. Наведіть специфічні методи синтезу піролу.
5. Як відбувається електрофільне заміщення в п'ятичленних гетероциклах з одним гетероатомом?
6. Чим обумовлені ацидофобні властивості п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом?
7. Як відбувається алкілування та ацилування піролу?
8. Наведіть приклади реакцій, які приводять до розширення пірольного циклу.
9. За яких умов можливо провести електрофільне заміщення в третє положення пірольного циклу?
10. Опишіть перебіг конденсації піролу з альдегідами.
11. За яких умов відбувається окиснення та відновлення піролу? Які продукти при цьому утворюються?
12. Наведіть приклади реакцій, які розкривають хімічні властивості фурану.
13. За яких умов відбувається окиснення та відновлення фурану? Які продукти при цьому утворюються?

14. Наведіть приклади реакцій, які розкривають хімічні властивості тіофену.
15. Яке практичне значення п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом?

### 5. Зміст теми:

Гетероциклічні сполуки. Три-, чотиричленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом.

Класифікація за розміром циклу, природою гетероатома, кількістю гетероатомів та ступенем насиченості. Основні принципи номенклатури гетероциклічних сполук.

Ароматичний характер найважливіших гетероциклічних сполук. Кислотно-основні властивості.

Оксиран, азиридин, оксетан, азетидин. Будова, способи добування і хімічні властивості. Реакції приєднання ( $A_N$ ) за місцем розриву циклу. Реакції азиридину й азетидину як вторинних амінів.

Епіхлорогідрин.  $\beta$ -Пропіолактон. Тіофосфамід. Бензотеф. Азетидион-2.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом.

Пірол, фуран, тіофен. Номенклатура. Будова, способи добування. Хімічні властивості. Ацидофобність піролу і фурану. Реакції електрофільного заміщення ( $S_E$ ). Особливості реакцій нітрування, сульфування і галогенування ацидофобних гетероциклів. Відновлення та окиснення. Взаємні перетворення п'ятичленних гетероциклів за Юр'євим. Специфічні хімічні властивості піролу та фурану.  $NH$ -кислотність піролу. Солі піролу. Методи ідентифікації піролу, фурану та тіофену.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Гетероциклічні сполуки. Класифікація і номенклатура.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 513–517.
2.	Тричленні гетероцикли. Оксиран та оксетан.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 518–521.
3.	Чотиричленні гетероцикли. Азиридин та азетидин.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 522–524.
4.	Ароматичність п'ятичленних гетероциклів	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 525–526.
5.	Кислотно-основні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків :

			НФаУ, 2016. С. 527–529.
6.	П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 529–538.
7.	Ідентифікація піролу, фурану і тіофену.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 538.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. До яких сполук належать відомі вам три- та чотиричленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом?
2. Поясніть високу реакційну здатність три- та чотиричленних гетероциклічних сполук з одним гетероатомом.
3. Наведіть методи синтезу оксирану та оксетану.
4. Поясніть основні хімічні властивості оксирану.
5. Наведіть механізм реакції взаємодії оксирану з нуклеофільними реагентами.
6. Наведіть реакції оксирану з розкриттям циклу.
7. З якими реагентами оксиран вступає в реакції з розширенням циклу?
8. Наведіть приклади каталітичної ізомеризації оксирану та його гомологів.
9. Опишіть методи синтезу азетидину та азиридину.
10. Наведіть механізм реакції взаємодії азиридину з нуклеофільними реагентами.
11. Наведіть реакції азиридину з розкриттям циклу.
12. З якими реагентами азиридин вступає в реакції з розширенням циклу?
13. Наведіть реакції алкілування та ацилування азиридину.
14. Якими методами добувають тїран?
15. Наведіть приклади реакцій, які пояснюють хімічні властивості тїрану.
16. Яка практична роль похідних три- та чотиричленних гетероциклічних сполук з одним гетероатомом?
17. Які сполуки утворюються при взаємодії азиридину з альдегідами та кетонами?
18. В яких умовах можлива десульфуризація похідних тїрану?
19. Розкрийте суть реакції Юр'єва.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №16 «Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом (фурфурол, індол, індоксил, ізатин). П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами».

Тема №17 «Нітрогеновімісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Піридин».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховєєв В. В.)

ПШ



**Тема №16** «Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом (фурфурол, індол, індоксил, ізатин). П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами» – 2 год.

**Тема №17** «Нітрогеновісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Піридин» – 2 год.

**Актуальність теми.** Фурфурол є похідним фурану, у другому положенні якого міститься альдегідна група. Похідні 5-нітрофурфуролу знайшли застосування в медичній практиці як бактерициди (Нітрофурал, Нітрофурантоїн, Фуразолідон). Деякі з похідних фурфуролу проявляють фунгіцидну дію (3-(2-фурил)-акрилат натрію). Його також використовують для одержання фурфурилового та тетрагідрофурфурилового спиртів, тетрагідрофурану, фуранових смол, дивінілу, промислових клеїв тощо.

Індол є конденсованою ароматичною сполукою, що включає бензиновий та пірольний цикли. Він є токсичним гетероциклом, що утворюється в процесі розкладання триптофану. У клітинах печінки індол спочатку окиснюється до 3-гідроксиіндолу (індоксилу), який з сульфатною кислотою утворює індоксилсульфатну кислоту, яка дає калієву або натрієву сіль (індикан). Отже, індоксил є оксигеновісним похідним індолу, що має карбонільну або гідроксильну групу в пірольному кільці.

Ізатин є похідним індолу (індол-2,3-діон). Він, як і деякі його похідні є цінними напівпродуктами у виробництві кубових індигоїдних барвників. Ізатин застосовується і для виявлення та фотометричного визначення тіофену в бензені (індо-фенінова реакція), а також піролу та меркаптанів у повітрі.

До п'ятичленних гетероциклів з двома гетероатомами належать: імідазол (1,3-діазол), піразол (1,2-діазол), тіазол (1,3-тіазол), ізотіазол (1,2-тіазол), тіазолін-2 (4,5-дигідро-1,3-тіазол), оксазол (1,3-оксазол), ізоксазол (1,2-оксазол), селеназол (1,3-селеназол). До найважливіших похідних п'ятичленних гетероциклічних сполук з двома гетероатомами належать: похідні імідазолу та бензімідазолу, похідні піразолу, похідні тіазолу, оксазолу та ізоксазолу.

До шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом належать нітрогеновісні (піридин (азин) і піперидин (пергідроазин)) та оксигеновісні сполуки (4Н-піран та тетрагідропіран).

Піридин є представником ароматичних шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом. Синтетичні похідні піридину знайшли широке застосування. Наприклад, піридин і його похідні входять до складу таких препаратів як промедол, нікотинова кислота, вітамін РР, кордіамін, тубазид, фтивазид та ін. Так, тубазид, фтивазид та метаїд, використовуються для лікування туберкульозу, а піроксикам – як протизапальний препарат, тоді як ніфедипін та амлодипіл – для лікування стенокардії, а пінацидил – гіпертонії. Піридинальдоксими використовуються як антидоти при отруєнні фосфорорганічними пестицидами.

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		

Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом (фурфурол, індол, індоксил, ізатин).
2. П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами: імідазол (1,3-діазол), піразол (1,2-діазол), тіазол (1,3-тіазол), ізотіазол (1,2-тіазол), тіазолін-2 (4,5-дигідро-1,3-тіазол), оксазол (1,3-оксазол), ізоксазол (1,2-оксазол), селеназол (1,3-селеназол).
3. П'ятичленні гетероцикли з трьома гетероатомами: 1,3,4-оксадіазол, 1,2,5-оксадіазол, 1,2,4-оксадіазол, 1,2,3-оксадіазол.
4. Шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом включають нітрогеновісні (піридин або азин і піперидин, чи пергідроазин), а також оксигеновісні сполуки (4Н-піран та тетрагідропіран).
5. Піридин як представник ароматичних шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова гетероциклічних сполук та вплив на них різних факторів.
2. Ізомерія та класифікація гетероциклічних сполук.
3. Номенклатура гетероциклічних сполук.
4. Способи добування гетероциклічних сполук.
5. Фізичні та хімічні властивості гетероциклічних сполук.

6. Ароматичність гетероциклів. Реакції приєднання і заміщення.
7. Кислотно-основні властивості гетероциклів.
8. Порівняльні властивості п'яти- та шестичленних гетероциклів.
9. Реакції ідентифікації зазначених речовин.
10. Деякі медичні препарати, що містять зазначені речовини.

#### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

##### **а) Лабораторні досліді:**

1. Утворення і властивості фурфуролу (утворення фурфуролу, реакції фурфуролу, сульфування індиго).
2. Піридин (основні властивості піридину, утворення пірату, утворення комплексних солей).

##### **б) Практичні завдання:**

1. Охарактеризуйте поняття “азоли”. Дайте їх загальну характеристику азолів.
2. Наведіть методи синтезу імідазольного кільця.
3. Доведіть амфотерність імідазолу та піразолу.
4. Який вид таутомерії характерний для імідазолу?
5. Охарактеризуйте відношення імідазолу до електрофільних реагентів.
6. Як поводить ся імідазол в реакціях з нуклеофільними реагентами?
7. Наведіть методи синтезу бензімідазолу.
8. Яке практичне значення мають похідні імідазолу та бензімідазолу?
9. Наведіть методи синтезу піразолу.
10. Який вид таутомерії характерний для піразолу?
11. Охарактеризуйте відношення піразолу до електрофільних реагентів.
12. Як поводить ся піразол в реакціях з нуклеофільними реагентами?
13. Напишіть рівняння реакцій: а) окиснення піридину; б) відновлення піридину.  
Назвіть продукти, що утворяться в результаті цих реакцій.
14. Яке практичне значення мають похідні піразолу?
15. Яке практичне значення мають похідні тіазолу?
16. Яке практичне значення мають похідні оксазолу та ізоксазолу?

#### **5. Зміст теми:**

Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом (фурфурол, індол, індоксил, ізатин). Одержання фурфуролу, хімічні властивості фурфуролу як ароматичного альдегіду; нітрування фурфуролу; група лікарських препаратів на основі 5-нітрофурфуролу.

Індол (бензо[b]пірол): будова, способи одержання, фізичні і хімічні властивості (кислотні властивості, ацидофобність, відновлення, реакції електрофільного заміщення). Найважливіші похідні індолу: полівінілпіролідон, порфін (як стійка тетрапірольна ароматична система), металопорфіни, гем, хлорофіл, вітамін В<sub>12</sub>, індоксил, індиго, ізатин, триптофан, серотонін, індигокармін, β-індолілоцтова кислота, індометацин. Добування, хімічні властивості, ідентифікація, застосування.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами. Азоли: піразол, імідазол, тіазол, оксазол, ізоксазол. Номенклатура. Будова. Способи добування. Хімічні властивості. Атоми Нітрогену пірольного і піридинового типу. Азольна таутомерія імідазолу і піразолу. Кислотно-основні властивості. Реакції електрофільного заміщення (S<sub>E</sub>). Реакції S<sub>N</sub> для тіазолу. Відновлення. Піразолон-5 і його таутомерія. Лікарські засоби на основі піразолону-5: антипірин, амідопірин, анальгін. Синтез антипірину.

Гістидин. Гістамін. Бензімідазол. Дибазол. 2-Амінотіазол, добування і хімічні властивості. Тіазолідин – структурний фрагмент пеніцилінових антибіотиків.

Нітрогеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом.

#### Піридин

Способи добування. Хімічні властивості. Реакції за участю гетероатома. Основні властивості. Реакції електрофільного ( $S_E$ ) та нуклеофільного ( $S_N$ ) заміщення. Відновлення й окиснення. Особливості хімічної поведінки N-оксиду піридину. Піперидин. Гомологи піридину:  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -піколіни.

Гідрокси- та амінопіридини. Способи добування, таутомерія і хімічні властивості. Піридоксин (вітамін B<sub>6</sub>).

Піридинкарбонові кислоти та їх функціональні похідні. Властивості і застосування в медицині. Нікотинава кислота. Нікотинамід (вітамін PP). Кордіамін. Ізонікотинава кислота. Ізоніазид. Фтивазид.

#### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

#### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Похідні п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б.

			С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 538.
2.	Похідні піролу.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 538–542.
3.	Похідні фурану.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 542–544.
4.	Похідні тіофену.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 544.
5.	Індол та його похідні.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 544–549.
6.	П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 550–564.
7.	Похідні імідазолу, бензімідазолу, піразолу, тіазолу, оксазолу, ізоксазолу.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 551–564.

8.	Піридин як шестичленний нітрогеновмісний гетероцикл з одним гетероатомом.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 565–578.
----	---	--------------------------------	---

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Які шестичленні гетероцикли з одним атомом Нітрогену Вам відомі?
2. Наведіть формули шестичленних гетероциклічних сполук з одним атомом Нітрогену.
3. Як можна одержати піридин і його похідні? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
4. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості піридину.
5. Чому піридин є пасивним у реакціях електрофільного заміщення?
6. Які сполуки утворюються при взаємодії піридину з: а) HCl; б) KNO<sub>3</sub>; в) H<sub>2</sub>?  
Напишіть рівняння реакцій.
7. Синтезуйте: а) 3-метилпіридин; б) ніотинову кислоту; в) нікотинамід.
8. У чому полягає біологічне і практичне значення піридину і його похідних?
9. Хінолін та ізохінолін, їх біологічне та практичне значення.
10. Напишіть рівняння реакції гідрування хіноліну. Назвіть сполуку, що утворилася.
11. Напишіть рівняння реакції окиснення хіноліну. Назвіть сполуку, що утворилася.
12. Охарактеризуйте основні способи одержання акридину та його фізіологічну дію.
13. Яка біологічна роль нікотинової кислоти й нікотинамїду?
14. Які сполуки називають алкалоїдами? Як їх класифікують?
15. Охарактеризуйте найважливіші представники алкалоїдів.
16. Алкалоїди групи піридину. Основні представники та їх біологічна дія.
17. Алкалоїди групи хіноліну. Основні представники та їх біологічна дія.
18. Алкалоїди групи ізохіноліну. Основні представники та їх біологічна дія.
19. Алкалоїди групи тропану та групи індолу. Основні представники та їх біологічна дія.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №18 «Конденсовані азини (хінолін, ізохінолін, акридин)».

Тема №19 «Оксигеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В.)  
ПІБ



**Тема №18** «Конденсовані азини (хінолін, ізохінолін, акридин)» – 2 год.

**Тема №19** «Оксигеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом» – 2 год.

**Актуальність теми.** До конденсованих шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом належать акридин, хінолін, ізохінолін, індолізін, кумарин та хромон.

Піридин, що конденсований з двома бензеновими кільцями, утворює ароматичну 14 $\pi$ -електронну систему акридину, а конденсація бензенового кільця в положення 2,3 або 3,4 піридинового циклу – хіноліну та ізохіноліну відповідно.

До природних сполук хіноліну належать хінін та цинхонін, які входять до екстракту кореня хінного дерева.

Хінін тривалий час використовували як єдиний засіб проти гострих малярійних захворювань. Окрему групу антисептичних, антибактеріальних та протигрибкових засобів складають похідні 8-гідроксихіноліну. Знайшли в медичній практиці й антибіотики норфлксацин та офлксацин, які мають широкий спектр антимікробної дії.

До алкалоїдів ізохінолінового ряду належить алкалоїд яду кураре – тубокурарин, який знайшов в медицині безпечне використання як міорелаксанти. До спазмолітиків належить опіумний алкалоїд папаверин та його синтетичний аналог но-шпа.

Деякі похідні 9-аміноакридину застосовуються як лікарські препарати, наприклад, акрихін та риванол. Акрихін виявляє антималярійну, а риванол – антисептичну дію.

Серед лікарських речовин, що містять ядро хіноліну, є 5-НОК та ентеросептол, як сильні бактерицидні засоби, що діють проти кишкових інфекцій.

До оксигеновмісних шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом належать  $\alpha$ - та  $\gamma$ -пірани. Вони є структурними ізомерами і відрізняються один від іншого положенням метиленової групи в системі. У  $\alpha$ -пірану метиленова група знаходиться у  $\alpha$ -положенні, а в  $\gamma$ -пірану – в  $\gamma$ -положенні. У піранів немає замкненої спряженої системи, через що у них відсутня ароматичність і характерна низька стабільність.

$\alpha$ -Піран у вільному стані не отримано.  $\gamma$ -Піран виділений у індивідуальному стані, але є нестійкою сполукою, яка легко розкладається на повітрі.

Серед похідних пірану найчастіше зустрічаються їх оксопохідні, це  $\alpha$ -пірон (2Н-піран-2-он) та  $\gamma$ -пірон (4Н-піран-4-он).

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-

правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-

	органічними лігандами.	крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Конденсовані шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом (акридин, хінолін, ізохінолін, індолізін, кумарин та хромон).
2. Акридин, хінолін та ізохінолін як найважливіші представники конденсованих шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом.
3. Оксигеновмісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом.
4.  $\alpha$ -Піран та  $\gamma$ -піран як найважливіші представники шестичленних оксигеновмісних гетероциклічних сполук з одним гетероатомом.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова гетероциклічних сполук та вплив на них різних факторів.
2. Ізомерія та класифікація гетероциклічних сполук.
3. Номенклатура гетероциклічних сполук.
4. Способи добування гетероциклічних сполук.
5. Фізичні та хімічні властивості гетероциклічних сполук.
6. Ароматичність гетероциклів. Реакції приєднання і заміщення.
7. Кислотно-основні властивості гетероциклів.
8. Порівняльні властивості нітрогено- та оксигеновмісних шестичленних гетероциклів.
9. Реакції ідентифікації зазначених речовин.
10. Деякі медичні препарати, що містять зазначені речовини.

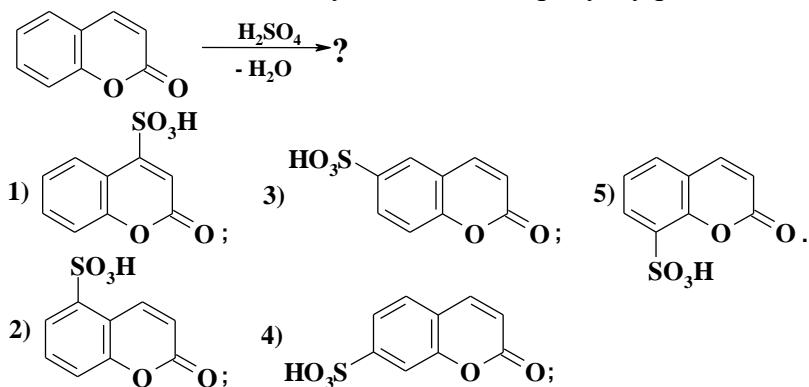
##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

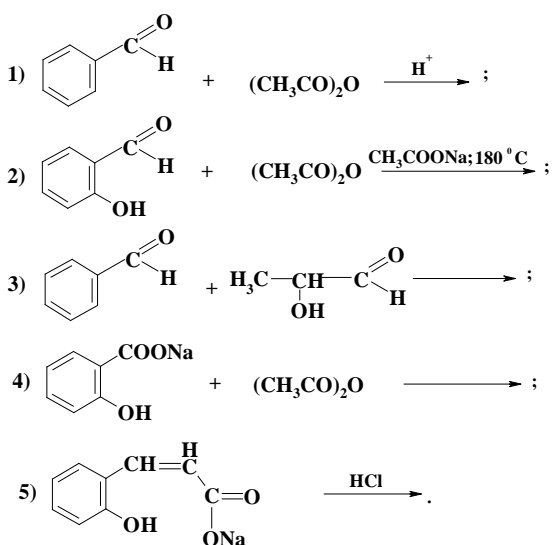
1. Хінолін (основні властивості хіноліну, окиснення хіноліну, утворення четвертинних амонієвих солей).

**б) Практичні завдання:**

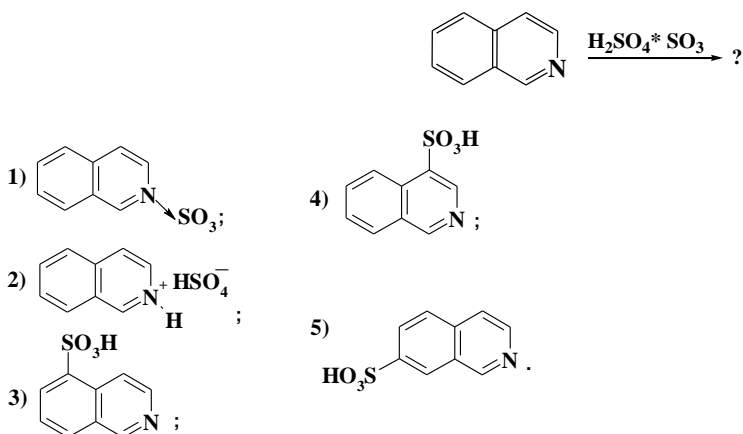
1. Яка із наведених сполук відповідає продукту реакції ?



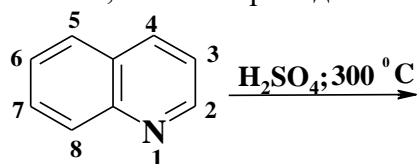
2. Продуктом яких реакцій буде кумарин?



3. Яка із наведених нижче сполук є продуктом реакції ?



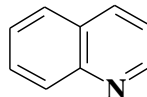
4. Вкажіть механізм та положення, за яким проходить наступна реакція:



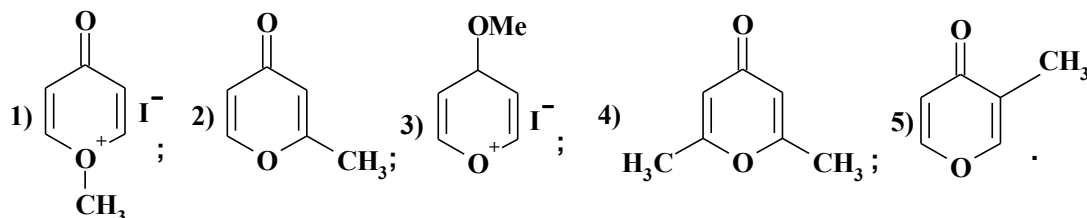
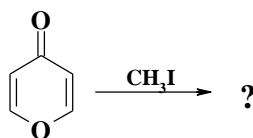
а) реакція алкілювання за участю гетероатома;

- б) реакція електрофільного заміщення;
- в) реакція нуклеофільного заміщення;
- г) реакція відновлення;
- г) реакція окиснення.

5. Визначте відповідність між типом реакції взаємодії хіноліну з наведеними реагентами:



- 1)  $\text{KMnO}_4, \text{OH}^-$ ;
- 2)  $\text{H}_2; \text{Ni}$ ;
- 3)  $\text{CH}_3\text{I}$ ;
- 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.; t;
- 5)  $\text{NaNH}_2 (\text{NH}_3)$ .
- 6) Вкажіть продукт реакції :



### 5. Зміст теми:

Конденсовані азини (хінолін, ізохінолін, акридин). Способи добування (синтез Скраупа, реакція Бішлера-Напірального). Хімічні властивості. 8-Гідроксихінолін. Комплексоутворювальна здатність і застосування у медицині. Хінозол. Нітроксолін (5-НОК). 9-Аміноакридин. Етакридину лактат (риванол).

Оксигеномісні шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Особливості будови  $\alpha$ - і  $\gamma$ -піранів. Будова і хімічні властивості  $\alpha$ - і  $\gamma$ -піронів. Солі пірилію.

Бензопірони: кумарин, хромон, флавіон, ізофлавіон. Будова, хімічні властивості. Флавоноїди: лутеолін, кверцетин, рутин. Токоферол (вітамін Е).

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та

014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Конденсовані шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 579–589.
2.	Хінолін.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 579–584.
3.	Ізохінолін.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 584–586.
4.	Акридин.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків :

			НФаУ, 2016. С. 586–589.
5.	Шестичленні гетероцикли з атомом Оксигену	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 589–593.
6.	Пірани	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 589–591.
7.	Кумарин	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 591–592.
8.	Хромон	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 592–593.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Дайте загальну характеристику конденсованих шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом.
2. Наведіть методи синтезу хіноліну.
3. Які властивості виявляє хінолін? Наведіть приклади.
4. Опишіть хімічні властивості хіноліну.
5. Наведіть методи синтезу ізохіноліну.
6. Охарактеризуйте відношення хіноліну та ізохіноліну до електрофільних реагентів.
7. Як поводяться хінолін та ізохінолін в реакціях з нуклеофільними реагентами?
8. Яке практичне значення похідних хіноліну?
9. Яке практичне значення похідних ізохіноліну?
10. Охарактеризуйте відношення хіноліну та ізохіноліну до відновників.
11. Наведіть методи синтезу індолізіну.
12. Охарактеризуйте хімічні властивості індолізіну.
13. Наведіть методи синтезу кумарину та хромону.
14. Охарактеризуйте хімічні властивості кумарину та хромону.
15. Яке практичне значення похідних кумарину?
16. Якими методами отримують акридин?

17. Опишіть хімічні властивості акридину.
18. Укажіть механізм реакції та положення в молекулі хіноліну, за яким проходить реакція взаємодії аміду натрію в амоніаці.
19. Хінолін та ізохінолін, їх біологічне та практичне значення.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.



**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №20 «Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами».

Тема №21 «Конденсовані системи гетероциклів. Пурин».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В.)  
ПІБ

**Тема №20** «Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами)» – 2 год.

**Тема №21** «Конденсовані системи гетероциклів. Пурин» – 2 год.

### **Актуальність теми.**

Шестичленні гетероцикли з декількома гетероатомами умовно можна поділити на дві групи (ті, що містить два або більше атоми Нітрогену та ті, що мають й інші гетероатоми).

До першої групи належать діазини (піримідин, піразин та піридазин), триазини та тетразини.

За будовою та властивостями вони багато в чому нагадують піридин, бо мають ароматичну замкнену спряжену систему з шести  $\pi$ -електронів. Неподільні пари гетероатомів не беруть участі у спряженні, тому надають діазинам основних властивостей.

Найважливішими представниками заміщених піримідинів є гідрокси- та амінопохідні. До гідроксипохідних належать барбітурова кислота, барбітал та фенобарбітал. Найважливішими природними амінопохідними піримідину є піримідинові основи (тимін, цитозин та урацил), які входять до складу нуклеїнових кислот (уридин та цитидин входять до складу РНК, а тимідин та дезоксицитидин – до складу ДНК). Піримідинове ядро входить до складу вітаміну В<sub>1</sub> (тіаміну) та ферменту карбоксилази.

Оротова кислота, як попередник у біосинтезі піримідинових кислот, застосовується в медицині як стимулятор обмінних процесів при різних захворюваннях.

Фторурацил є антиметаболітом, а його модифікація – фторафур є протипухлинним засобом. Хлоридин використовується для лікування малярії, а триметоприм є антимікробним препаратом.

Окрему групу складають снодійні препарати на основі триоксопіримідинів. Деякі барбітурати виявляють властивості антиконвульсанта (фенобарбітал). Бензоїлюванням фенобарбіталу одержують бензонал – типовий протисудомний препарат проти епілепсії.

Мають практичне значення і похідних піразину, піперазину та піридазину. Так, серед похідних піразину знайшов застосування як бактеріостатичний препарат сульфапіразин.

Широкого застосування як барвники набули конденсовані похідні піразину з двома бензеновими кільцями – феназини (барвник аніліновий чорний).

Піперазиновий фрагмент входить до складу низки препаратів. Так, сіль піперазину з адипіноюю кислотою застосовується як протигельмінтний засіб. Піперазиновий фрагмент входить і до складу нейролептиків, наприклад, баспірону. Важливе місце серед протиракових препаратів алкілюючої дії (цитостатинів) належить похідним піперазину. Проспірин та спіробромін використовують для лікування лейкозів, лімфом, раку гортані, яєчників, легень та шкіри. Деякі конденсовані похідні піридазину використовують для лікування гіпертонії (гідралазін).

Існує ціла група конденсованих гетероциклічних сполук з двома та більше гетероатомами. До таких систем, що містять два конденсовані гетероцикли, належить пурин (складається з піримідинового та імідазольного кілець). Амінопохідними пурину, що приймають участь у синтезі РНК та ДНК, є аденін та гуанін. Оксопохідні пурину представлені сечовою кислотою, ксантином та гіпоксантином. Сечова кислота є двохосновною кислотою. Її солі називають уратами. Метильними похідними ксантину є алкалоїди кофеїн, теофілін та теобромін.

6-Меркаптопурин є ефективним препаратом при лікуванні лейкозів, ацикловір є противірусним препаратом, а рибоксин використовують для метаболічної терапії при ішемічній хворобі серця, інфаркті міокарду та інших випадках кардіологічної практики.

Птеридин є конденсованою гетероциклічною системою, що складається з піримідинового та піразинового циклів.

Ядро птеридину є структурним фрагментом ряду природних та синтетичних біологічно активних сполук. Важливим його похідним є фолієва кислота (вітамін В<sub>12</sub>). Вона стимулює кровотворення, біосинтез нуклеїнових кислот, білковий та вуглеводний обмін. Застосовується при лікуванні анемії.

Синтетичним аналогом фолієвої кислоти є метотрексин (антиметаболіт, який використовується для лікування лейкозів, раку матки, молочної залози та легень).

Алоксазин є конденсованою системою птеридину з бензеновим кільцем. Його таутомерною формою є ізоалоксазин або флавін, який складає основу вітаміну В<sub>2</sub> (рибофлавін) та коферментів флавінмононуклеотиду (ФМН) і флавінаденіндинуклеотиду (ФАД).

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## **2. Конкретні цілі:**

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.

6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей

	типів, властивості сполук.	кислотно-основні органічних	органічних речовин.
--	----------------------------	-----------------------------	---------------------

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами..
2. Діазини (піримідин, піразин а піридазин).
3. Барбітурова кислота, барбітал та фенобарбітал.
4. Піримідинові основи: урацил, тимін, цитозин. 5-Фторурацил, тіамін (вітамін В<sub>1</sub>).
5. Похідні піразину – феназини.
6. Конденсовані системи гетероциклів.
7. Амінопурини (пуринові основи – аденін, гуанін).
8. Метильні похідні ксантину: кофеїн, теофілін, теобромін.
9. Птеридин та його похідні.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Електронна будова гетероциклічних сполук та вплив на них різних факторів.
2. Ізомерія та класифікація гетероциклічних сполук.
3. Номенклатура гетероциклічних сполук.
4. Способи добування гетероциклічних сполук.
5. Фізичні та хімічні властивості гетероциклічних сполук.
6. Ароматичність гетероциклів. Реакції приєднання і заміщення.
7. Кислотно-основні властивості гетероциклів.
8. Порівняльні властивості шестичленних гетероциклів з двома гетероатомами та конденсованих систем.
9. Реакції ідентифікації зазначених речовин.
10. Деякі медичні препарати, що містять зазначені речовини.

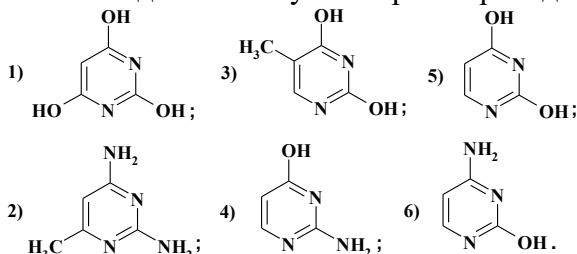
##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

1. Розчинність сечової кислоти та дослідження її властивостей (розчинність солей сечової кислоти у воді, висолювання динатрієвої солі сечової кислоти амоній хлоридом, дія розчину питної соди на динатрієву сіль сечової кислоти).
2. Мурексидна реакція на сечову кислоту.

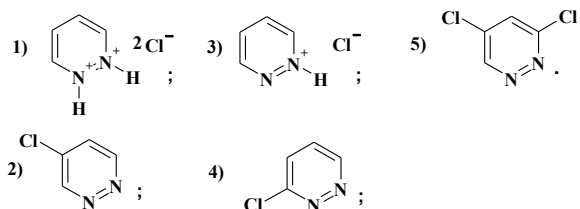
###### б) Практичні завдання:

1. Із наведених сполук виберіть піримідинові основи:

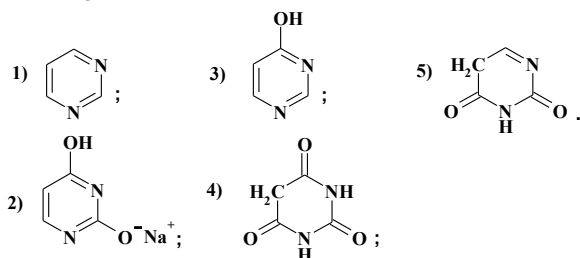
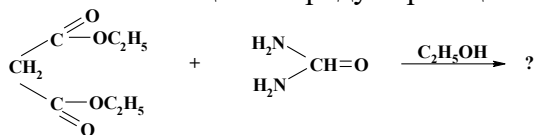


2. Укажіть продукт взаємодії:

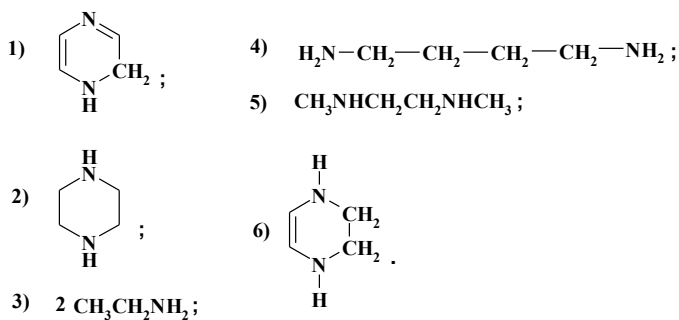
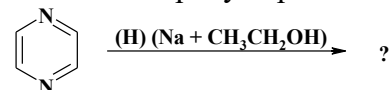




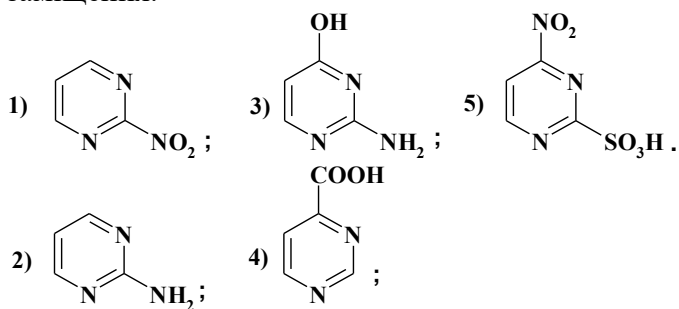
3. Укажіть кінцевий продукт реакції:



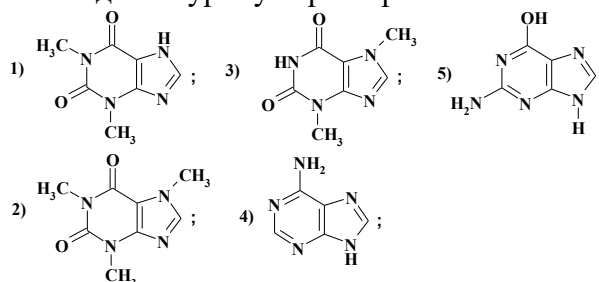
4. Укажіть продукт реакції:



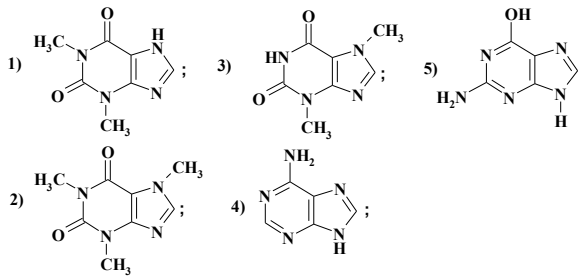
5. Укажіть, які похідні піримідину будуть вступати в реакцію електрофільного заміщення.



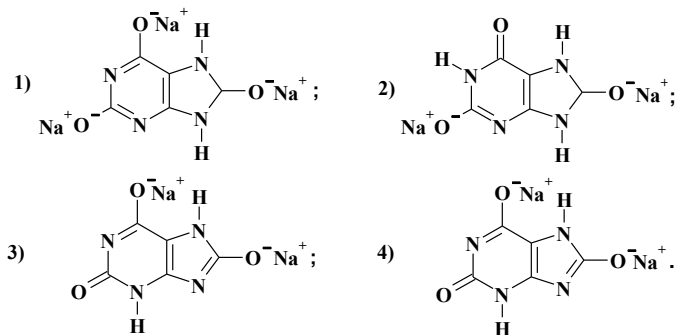
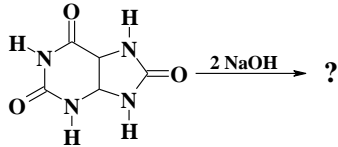
6. Для яких із наведених похідних пурину характерна лактам-лактимна таутомерія?  
Для яких із наведених похідних пурину характерна лактам-лактимна таутомерія?



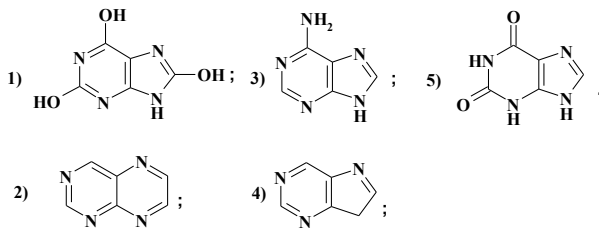
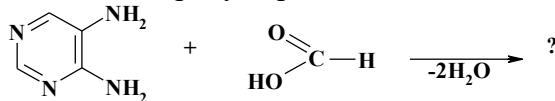
7. Для яких із наведених похідних пурину характерна лактам-лактимна таутомерія?



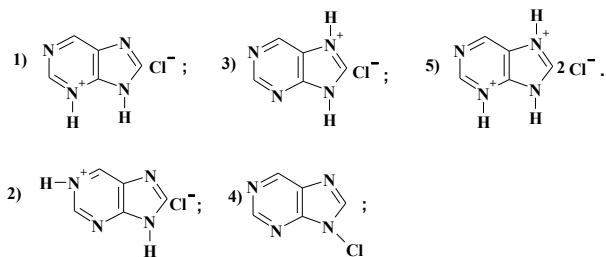
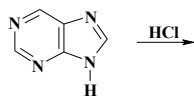
8. Укажіть продукт наступної реакції :



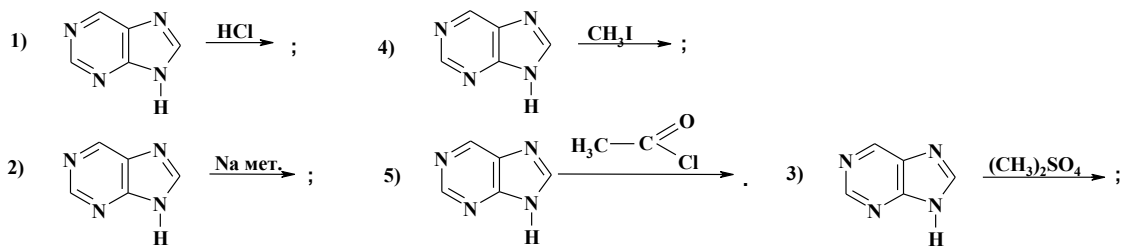
9. Укажіть продукт реакції :



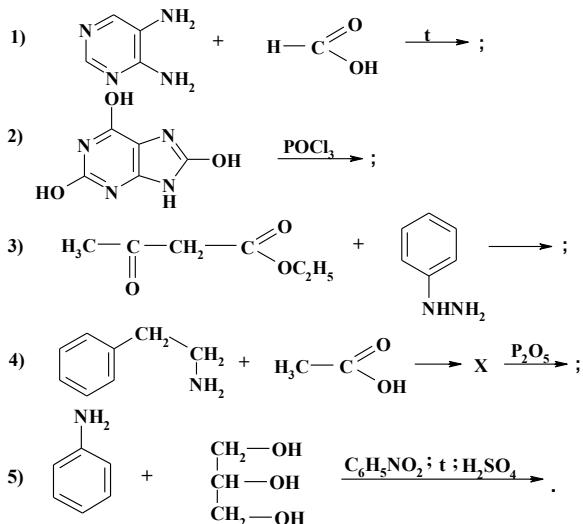
10. Визначте продукт взаємодії :



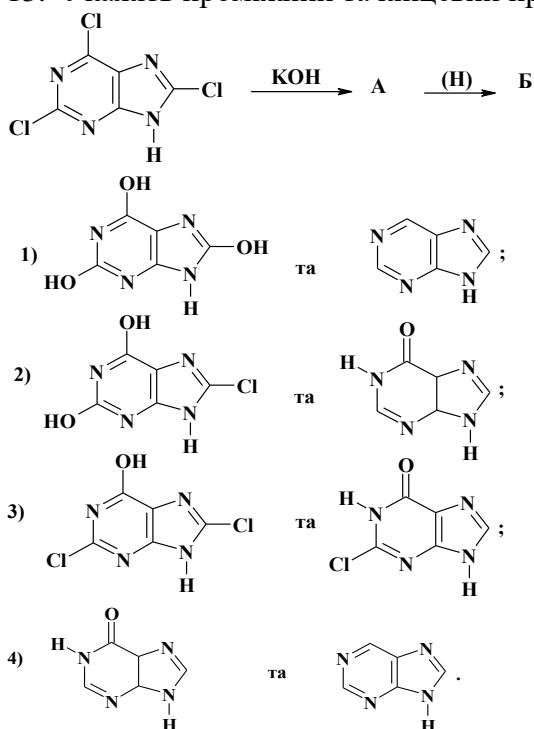
11. Які із наведених реакцій вказують на амфотерний характер пурину?



12. В результаті якої реакції утворюється пурин?



13. Укажіть проміжний та кінцевий продукт наступної реакції:



### 5. Зміст теми:

Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами. Діазини: піримідин, піразин, піридазин. Номенклатура, будова, способи добування, ароматичність. Хімічні властивості. Основність. Реакції нуклеофільного заміщення (S<sub>N</sub>). Особливості реакцій електрофільного заміщення (S<sub>E</sub>). Гідрокси- та амінопохідні піримідину. Барбітурова



кислота. Синтез, кето-енольна і лактам-лактимна таутомерія, кислотні властивості. Барбітал. Фенобарбітал. Піримідинові основи: урацил, тимін, цитозин. 5-Фторурацил, тіамін (вітамін В<sub>1</sub>). Піперазин. Основні властивості. Оксазин. Феноксазин. Тіазин. Фенотіазин.

Конденсовані системи гетероциклів. Пурин: номенклатура, будова, ароматичність. Азольна таутомерія. Амфотерний характер. Оксопурини: гіпоксантин, ксантин, сечова кислота. Лактам-лактимна таутомерія. Кислотні властивості сечової кислоти, її солі (урати). Окиснення (мурексидна проба).

Метильні похідні ксантину: кофеїн, теофілін, теобромін. Кислотно-основні властивості. Реакції ідентифікації. Амінопурини (пуринові основи): аденін, гуанін. Птеридин: будова, властивості, похідні. Фолієва кислота (вітамін В<sub>12</sub>). Алоксазин та ізоалоксазин. Будова і здатність до відновлення. Рибофлавін (вітамін В<sub>2</sub>).

## 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).

2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.

3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.

4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.

5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.

6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.

7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.

8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.

9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.

10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.

11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

## 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу

	гетероатомами.		(фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 593.
2.	Діазини. Піридазин.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 593–594.
3.	Діазини. Піримідин.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 595–600.
4.	Діазини. Піразин.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 600–601.
5.	Конденсовані системи гетероциклів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 602–610.
6.	Пурин.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 602–608.
7.	Птеридин та його похідні.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків :

			НФаУ, 2016. С. 608–610.
8.	Алоксазин та ізоалоксазин (флавін).	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 610–611.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Дайте загальну характеристику шестичленних гетероциклів з декількома гетероатомами.
2. Наведіть методи синтезу піримідину.
3. Які властивості виявляє піримідин? Наведіть приклади.
4. Опишіть хімічні властивості піримідину.
5. Наведіть методи синтезу піразину та піридазину.
6. Охарактеризуйте відношення азинів до електрофільних реагентів.
7. Як поведуться діазини в реакціях з нуклеофільними реагентами?
8. Яке практичне значення похідних піримідину?
9. Яке практичне значення похідних піразину та піридазину?
10. Охарактеризуйте відношення діазинів до відновників.
11. Наведіть методи синтезу пурину.
12. Які властивості виявляє пурин? Наведіть приклади реакцій.
13. Опишіть хімічні властивості пурину.
14. Наведіть методи синтезу птеридинів.
15. Охарактеризуйте відношення пуринів до електрофільних реагентів.
16. Як поведуться птеридини в реакціях з нуклеофільними реагентами?
17. Яке практичне значення похідних пурину?
18. Яке практичне значення похідних птеридину?
19. Охарактеризуйте відношення птеридину до відновників.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №22 «Вуглеводи. Моносахариди. Класифікація, будова, стереоізомерія моносахаридів. Хімічні властивості».

Методичні рекомендації з СРС розробив:



підпис

(Суховєєв В. В. )  
ПІБ

**Тема №22** «Вуглеводи. Моносахариди. Класифікація, будова, стереоізомерія моносахаридів. Хімічні властивості» – 4 год.

**Актуальність теми.**

Вуглеводи (або гліциди, сахариди чи цукри), є первинними продуктами фотосинтезу на Землі. Вони відповідають загальній формулі  $C_n(H_2O)_m$ . Вуглеводи входять до складу клітин і тканин усіх рослинних та тваринних організмів, а за масою складають основну частину органічних речовин на планеті. Вони є джерелом енергії в метаболічних процесах (частину енергії перетворюють у тепло, а іншу – в нову хімічну форму, що закладається в АТФ). Вуглеводи є структурними компонентами клітинних стінок рослин, бактерій, грибів, а також складовими елементами життєво-важливих речовин (нуклеїнових кислот, коферментів та вітамінів). Вони використовуються і як природні лікарські засоби в якості біологічно активних речовин (вуглеводоємні антибіотики, гепарин, глюкоза, глюкозамін, інουλін, слиз, пектин, фруктоза) або як емульгатори, коригувальні речовини чи наповнювачі (крохмаль, камеді, лактоза, сахароза).

Вуглеводи знайшли застосування в харчовій та хімічній промисловості для одержання штучних волокон, паперу, полімерних матеріалів тощо. Харчова і кондитерська промисловість використовує крохмаль, сахарозу, фруктозу, допоміжні речовини вуглеводної природи (драгелетворювачі, загусники, стабілізатори суспензій та емульсій). До них належать агар, альгінати, камеді, карагінан, пектини, рослинні галактоманани та інші. Спиртове бродіння моносахаридів застосовується для пивоваріння хлібопечення та виробництва етанолу. Біотехнологічними методами вуглеводи перетворюють на гліцерин, глюконову, лимонну, молочну кислоти. Моносахариди є вихідними речовинами у хімічному синтезі.

Моносахаридами називають такі вуглеводи, які при гідролізі не розпадаються на більш прості вуглеводи. Залежно від кількості атомів Карбону в молекулі моносахариди, вони поділяються на тетрози, пентози, гексози, гептози тощо. Якщо моносахарид містить альдегідну групу, то він має назву «альдоза», а якщо кетонну – «кетоза».

Для вуглеводів характерна оптична ізомерія та таутомерія (коли речовина існує в двох формах, які легко переходять одна в іншу шляхом переміщення атома водню в середині молекули). Завдяки таутомерії моносахариди мають як лінійну, так і циклічну будову. Якщо взаємодіє альдегідна група з ОН-групою п'ятого атому карбону, то утворюється піранозний цикл, а якщо четвертого, – фуранозний. Утворена гідроксильна група відрізняється від інших груп більшою реакційною здатністю, тому її виділяють як глікозидну групу.

Найважливішими представниками серед моноз є D-рибоза та 2-дезоксид-рибоза (пентози, що входять до складу нуклеїнових кислот), D-глюкоза, D-галактоза, D-маноза та D-фруктоза (гексози, що входять до складу оліго- та полісахаридів), D-глюкозамін та D-галактозамін (аміоцукри), L-рамноза (дезоксидцукри), D-Сорбіт, D-ксиліт, D-арабінарова, D-Глюконова, D-глюкуронова, D-глюкарова, D-галактуронова кислоти, нейрамінова та аскорбінова (вітамін С) кислоти.

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## **2. Конкретні цілі:**

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## **3. Міждисциплінарна інтеграція**

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної	Використовувати знання для вирішення завдань

	техніки, основні інформатики.	належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізми реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Вуглеводи (або карбогідрати) є органічними сполуками що складаються з карбону, кисню і водню зі змішаними функціями. За хімічною природою є вони є полігідроксальдегідами або -кетонами.

2. Моносахариди являють собою полігідроксильні сполуки, що містять альдегідну або кетонну групи. Їх ще називають монози або простими вуглеводами (цукрами).

3. Стереοізомерія моносахаридів (D- і L- ряди) та цикло-оксо (кільчасто-ланцюгова) таутомерія.

4. Фуранози і піранози. Формули Хеуорса та Фішера. α- і β-аномери.

5. Мутаротація як самовільна зміна величини оптичного обертання щойновиготовлених розчинів оптично активних речовин.

6. Конформації циклічних форм моносахаридів (крісло та човен).

7. Карбонільно-ендіольна таутомерія.

8. Види бродіння моносахаридів.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Класифікація вуглеводів.
2. Електронна будова моносахаридів.
3. Ізомерія та класифікація моносахаридів.
4. Номенклатура моносахаридів.
5. Способи добування моносахаридів.
6. Фізичні та хімічні властивості моносахаридів.
7. Утворення та властивості глікозидів (О-, N- та S-глікозидів).
8. Аміноцукри, їх будова та властивості.
9. Реакції ідентифікації зазначених речовин.
10. Деякі медичні препарати, що містять зазначені речовини.

#### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

##### а) Лабораторні досліді:

1. Реакції на гідроксильні групи в моносахаридах. Реакція моносахаридів з лужним розчином купрум(II) гідроксиду.
2. Реакція моносахаридів з кальцій гідроксидом.
3. Реакції на карбонільні групи моносахаридів (реакції фуксинсульфітної кислоти з формальдегідом і глюкозою, окиснення моносахаридів купрум(II) гідроксидом у лужному середовищі, окиснення моносахаридів реактивом Фелінга, окиснення моносахаридів амоніачним розчином аргентум(I) оксиду (реакція срібного дзеркала), окиснення моносахаридів бромною водою).
3. Осмолення моносахаридів.
4. Кольорові реакції на моносахариди (реакція Селіванова на кетогексози, виявлення фруктози в меді, реакція Панова на фруктозу).

##### б) Практичні завдання:

1. Напишіть проєкційні формули всіх таутомерних *D*-форм: а) глюкози; б) фруктози; в) манози; г) рибози.
2. Напишіть рівняння реакцій: а) відновлення *D*-глюкози; б) окиснення *D*-глюкози бромною водою; в) одержання пентаацетилглюкози; г) дія на глюкозу йодометану; г) дія амоніачного розчину аргентум оксиду на глюкозу.
3. Напишіть рівняння реакцій, указаних у попередньому завданні (а, б, в, г, г), якщо за вихідну речовину взято манозу.
4. Напишіть рівняння реакцій перетворення *D*-глюкози в *D*-фруктозу (за допомогою фенілгідрозину).
5. Розкрийте явище мутаротації. Напишіть таутомерні форми *D*-дезоксирибози.
6. Напишіть рівняння реакцій окиснення та відновлення *D*-рибози. Назвіть одержані продукти.
7. Напишіть рівняння реакцій: а) *D*-рибози з оцтовим ангідридом; б) *D*-глюкози з надлишком фенілгідрозину; в) *D*-манози з метиловим спиртом у присутності хлороводню. Назвіть утворені сполуки.
8. Глікозиди, їх будова та властивості.
9. Утворення глікозидів. О-, N-, S-глікозиди.
10. Які представники аміноцукорів ви знаєте? Напишіть їх структурні формули.
11. Як ідентифікувати моносахариди?
12. Які основні представники моносахаридів як лікарських засобів Ви знаєте?

#### 5. Зміст теми:

Вуглеводи. Моносахариди. Класифікація, будова і номенклатура (альдо-, кетопентози та гексози). Стереοізомерія. D- і L-Стереохімічні ряди. Цикло-оксо (кільчасто-ланцюгова) таутомерія; фуранози і піранози. Формули Хеуорса; α- і β-аномери. Мутаротація. Конформації циклічних форм моносахаридів.



Способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Реакції оксоформ моносахаридів (оксинітрильний синтез, утворення озонів). Відновлення в по-ліолі. Окиснення; утворення альдонових, альдарових, уронових кислот. Карбонільно-ендіольна таутомерія. Взаємне перетворення моносахаридів під впливом лугів (епімеризація). Реакції напівацетального гідроксилу. Утворення глікозидів. О-, N-, S-Глікозиди: будова, гідроліз. Реакції спиртових гідроксильних груп (ацилювання, алкілювання): утворення естерів (ацетати, фосфати) та етерів. Відновні властивості моноз. Поняття про види бродіння моносахаридів та їх застосування у промисловості. Ідентифікація моносахаридів.

Найважливіші представники: пентози (D-ксилоза, D-рибоза, L-арабіноза); гексози (D-глюкоза, D-галактоза, D-маноза, D-фруктоза); дезоксицукри (2-дезокси-D-рибоза, L-рамноза); аміноцукри (D-глюкозамін, D-галактозамін). D-Сорбіт, D-ксиліт. D-Глюконова, D-глюкарова, D-глюкуронова, D-галактурунова, D-арабінарова кислоти, глюконат кальцію. Аскорбінова кислота (вітамін С). Нейрамінова кислота.

### 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

### 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Класифікація та	Характеристика	Черних, В. П. Органічна хімія :

	номенклатура моносахаридів.	вказаних понять	базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 622–623.
2.	Будова та стереоізомерія моносахаридів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 623–632.
3.	Способи добування.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 632–633.
4.	Фізичні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 633.
5.	Хімічні властивості	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 633–639.
6.	Окремі представники моносахаридів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 639–646.
7.	Використання моносахаридів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Вуглеводи в природі, їх роль і класифікація.
2. Які органічні сполуки називаються вуглеводами? Як їх класифікують?
3. Будова і стереоізомерія моноцукрів.
4. Альдо- і кетопентози.
5. Циклічні форми моносахаридів, їх конформація.
6. Напишіть структурні формули: а) *D*-глюкопіранози; б) *D*-фруктофуранози; в) *D*-галактопіранози. Вказати серед атомів Карбону асиметричні.
7. Таутомерія моноцукрів, їх форми.
8. Добування моносахаридів.
9. Хімічні властивості моносахаридів.
10. Напишіть рівняння реакції окиснення глюкози реактивом Фелінга.
11. Якими перетвореннями доведено будову глюкози та фруктози (нормальний карбоновий ланцюг, кето- або альдегідна група, наявність спиртових груп)?
12. Поясніть, чому алкілування глюкози призводить до зникнення властивостей, що характерні для альдегідів?
13. Напишіть рівняння реакцій утворення: а) метил- $\beta$ -рибофуранозиду; б) феніл- $\alpha$ -глюкопіранозиду; в) бензил- $\beta$ -фруктофуранозиду.
14. Напишіть рівняння реакцій фруктози з: а) гідроксиламіном; б) фенілгіdraзином; в) ангідридом оцтової кислоти; г) воднем у присутності Ніколу.
15. Напишіть рівняння реакцій утворення: а) *D*-глюкози із сорбіту; б) мальтози із крохмалю; в) целобіози із целюлози.
16. Які глікозиди мають утворитися за дії метанолу в присутності HCl на моносахариди: а)  $\alpha$ ,*D*-галактопіранозу; б)  $\beta$ ,*D*-фруктофуранозу?
17. Розгляньте циклоланцюгову таутомерію вуглеводів на прикладі *D*-фруктози.
18. Напишіть рівняння реакції метанолу з  $\beta$ ,*D*-фруктопіранозою. Назвіть продукт реакції.
19. Як з альдогексози одержати кетогексозу? Поясніть механізм цього перетворення на прикладі *D*-галактози.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни «Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація

Тема №23 «Дисахариди. Полісахариди».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В. )  
ПІБ

## Тема №23 «Дисахариди. Полісахариди» – 4 год.

### Актуальність теми.

Дисахаридами називають вуглеводи, які відповідають загальній формулі  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (тобто які утворюються з двох молекул моносахаридів шляхом відщеплення молекули води). Дисахариди належать до цукристих сахаридів і містяться, як правило, в рослинних організмах. До них належать сахароза та її ізомери – мальтоза, лактоза і целобіоза. В утворенні молекул дисахаридів бере участь глікозидний гідроксил одного моносахариду і глікозидний або інший гідроксил другого моносахариду. Якщо в утворенні зв'язку бере участь один глікозидний гідроксил, то другий залишається вільним і такий дисахарид, має відновні властивості. Представниками таких дисахаридів є мальтоза, лактоза, целобіоза. Якщо дві молекули моносахаридів зв'язуються за рахунок двох глікозидних гідроксилів, то утворений дисахарид відновних властивостей не виявляє. Представниками таких дисахаридів є сахароза (цукроза) і трегалоза. Вони не відновлюють рідини Фелінга і не дають інших реакцій, характерних для карбонільної групи.

Цукроза (сахароза) є оптично активною сполукою. Зміна напрямку оптичної активності при гідролізі називається інверсією.

Більшість з дисахаридів є продуктами харчування як підсолоджувачі. У фармації дисахариди використовуються як засоби для виготовлення таблеток, порошків, мікстур, сиропів.

Полісахариди є високомолекулярними природними біополімерами, що мають загальну формулу  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , але відрізняються тим, що до їх складу входять різні моносахариди.

Вони поділяються на гомополісахариди (з однаковими залишками сахаридів) та гетерополісахариди (з різними залишками моносахаридів). До гомополісахаридів належать крохмаль (містить амілозу та амілопектин), глікоген, целюлоза, декстрини (кровозамінник «Поліглюкін») та інулін. Гетерополісахаридами є гепарин, хітин, гіалуронова кислота та рослинні камеді. Змішаними біополімерами є глюкопротеїди та протеоглікани.

Полісахариди є продуктами як рослинного (крохмаль, целюлоза, пектинові речовини), так і тваринного (глікоген, хітин) та бактеріального походження (декстрини).

Полісахариди, широко використовуються у медицині як діючі, так і допоміжні речовини при виготовленні ліків. Зокрема, фітопрепарати мають відхаркувальну (мукалтин, настій мати-й-мачухи), знеболювальну (слиз алтеї при гастриті, плантаглюцид), проносну (насіння льону, ламінарид) дії тощо. Слід зазначити, що екзогенні полісахариди при введенні в організм здатні зменшувати запалення, підвищувати репаративні процеси, гальмувати ріст пухлин. Декстрини знайшли застосування як замітники плазми крові та для приготування ін'єкційних розчинів. Камеді здатні знижувати місцеву подразнювальну дію деяких лікарських засобів, бо уповільнюють усмоктування деяких ліків. Слизи застосовують у медицині як обволікаючі та пом'якшувальні речовини. Пектини проявляють кровоспинну дію, знижують вміст холестерину в крові, впливають на обмін жовчних кислот, мають анафілактичну дію, знижують токсичність антибіотиків і пролонгують їх дію. В Україні застосовують в медичній практиці гранули кверцетину і пектину, які мають широкий спектр фармакологічної дії.

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## 2. Конкретні цілі:

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

## 3. Міждисциплінарна інтеграція

Дисципліни	Знати	Вміти
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика	з	Фізичні методи дослідження
		Складати електронографічні

фізичними методами аналізу	будови атомів.	формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вчислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	Визначати механізму реакції для використання при вивченні властивостей органічних речовин.

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Дисахаридами є вуглеводи загальної формули  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , молекули яких складаються з двох залишків моносахаридів однакової або різної природи, з'єднаних між собою глікозидним зв'язком.

2. Відновні дисахариди мають глікозидний зв'язок, що утворений за рахунок напівацетальної (глікозидної) ОН-групи одного моносахариду і будь якої ОН-групи (частіше 1-4 тип зв'язку) іншого.

3. Невідновні дисахариди мають глікозидний зв'язок, що утворений за рахунок напівацетальних ОН-груп обох моносахаридів. У таких дисахаридах відсутня вільна напівацетальна група гідроксилу в одному з моносахаридних фрагментів, тому в розчинах вони можуть існувати лише в циклічній формі.

4. Полісахаридами є високомолекулярні природні біополімери, що мають загальну формулу  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

5. Гомополісахаридами є високомолекулярні природні біополімери з однаковими залишками моносахаридів.

6. Гетерополісахаридами є високомолекулярні природні біополімери з різними залишками моносахаридів.

#### **4.2 Теоретичні питання до заняття:**

1. Класифікація ди- та полісахаридів.
2. Електронна будова ди- та полісахаридів.
3. Ізомерія та класифікація моносахаридів.
4. Номенклатура ди- та полісахаридів.
5. Способи добування ди- та полісахаридів.
6. Відновні і невідновні дисахариди.
7. Гомо- і гетерополісахариди.
8. Фізичні та хімічні властивості ди- та полісахаридів.
9. Реакції ідентифікації зазначених речовин.
10. Деякі медичні препарати, що містять зазначені речовини.

#### **4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:**

##### **а) Лабораторні досліді:**

1. Реакції на гідроксильні групи дисахаридів (одержання кальцій сахарату, реакція дисахаридів з купрум(II) гідроксидом у лужному розчині).

2. Реакції дисахаридів по карбонільним групам (порівняння властивостей відновлюючих і невідновлюючих дисахаридів): реакція дисахаридів з реактивом Фелінга, осмолення відновлюючих дисахаридів.

3. Гідроліз (інверсія) цукрози.

4. Кольорові реакції на дисахариди (реакції на цукрозу із сульфатами ніколу і кобальту, реакції на відновлюючі дисахариди з амоніаком і з метиламіном).

5. Якісні реакції на полісахариди (реакція вуглеводів з  $\alpha$ -нафтолом, реакція вищих полісахаридів з реактивом Фелінга, реакція з йодом, реакція на пентозани (утворення фурфуролу)).

6. Кислотний гідроліз крохмалю.

##### **б) Практичні завдання:**

1. Інверсія сахарози. Інверсійний цукор.
2. Целобіоза, її склад та біологічна роль.
3. Лактоза – молочний цукор, її біологічна роль.
4. Відношення дисахаридів до гідролізу.
5. Виявлення продуктів гідролізу.
6. Таутомерія відновних дисахаридів.
7. За допомогою яких реакцій можна здійснити перетворення:  
 $CO_2 \rightarrow$  крохмаль  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  етанол? Зазначте умови перебігу реакцій.
8. Ідентифікація моно-, ди- і полісахаридів.
9. Назвіть продукти гідролізу крохмалю та вкажіть їх застосування.
10. Хімічний склад крохмалю. Глікоген (тваринний крохмаль).
11. Хондроїтинсульфати, їх склад і біологічна роль.
12. Гепарин, його склад і вміст в організмі.
13. Рослинні камеді, їх застосування в медицині.
14. Виробництво сахарози в промисловості.
15. Застосування ди- і полісахаридів у медицині.

#### **5. Зміст теми:**



Дисахариди. Відновні і невідновні дисахариди: мальтоза, целобіоза, лактоза, сахароза. Будова, номенклатура. Хімічні властивості. Цикло-оксо-таутомерія відновних дисахаридів. Гідроліз. Окиснення (мальтобіонова, целобіонова, лактобіонова кислоти). Інверсія сахарози.

Полісахариди. Гомополісахариди: крохмаль (амілоза, амілопектин), глікоген, целюлоза, декстрини (кровозамінник «Поліглюкін»), інουλін. Просторова будова амілози і целюлози. Етери та естери полісахаридів. Гідроліз. Похідні целюлози (нітрати, ацетати, ксантогенати). Колодійна вата, колодій, целофан, карбоксиметилцелюлоза; застосування в медицині. Целюлоза як іоніт. Клітковина як сировина для добування штучного шовку, пластмас, гідролізного спирту. Пектинові речовини. Гетерополісахариди: гепарин, хітин, гіалуронова кислота, рослинні камеді. Змішані біополімери (глікопротеїди, протеоглікани).

## 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.

## 7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Дисахариди як олігомери моносахаридів.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б.

			С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 646–652.
2.	Відновні дисахариди (мальтоза, лактоза, целобіоза).	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 646–651.
3.	Невідновні дисахариди (сахароза і трегалоза).	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 651–652.
4.	Полісахариди.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 652–660.
5.	Гомополісахариди.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 653–660.
6.	Крохмаль.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 653–656.
7.	Гетерополісахариди.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 659–660.

## 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Як класифікують дисахариди? Напишіть структурні формули цукрози і мальтози.
2. Якими реакціями можна відрізнити: а) глюкозу і фруктозу; б) цукрозу і мальтозу?
3. Охарактеризуйте відновлюючі та невідновлюючі дисахариди: їх будову, назви, хімічні властивості, значення.
4. Напишіть проєкційні формули дисахаридів: а) трегалози; б) мальтози; в) целобіози; г) лактози; г) цукрози. Назвіть залишки моносахаридів, із яких складаються вказані дисахариди.
5. Які з перерахованих вище дисахаридів відносяться до відновлюючих? Напишіть рівняння реакцій окиснення цих дисахаридів.
6. Мальтоза, її будова, властивості, гідроліз. Циклоланцюгова таутомерія.
7. Напишіть рівняння реакцій мальтози з: а) амоніачним розчином аргентум оксиду; б) етилідидом.
8. Напишіть рівняння реакцій гідролізу мальтози та цукрози.
9. Чи можлива мутаротація мальтози та цукрози? Для дисахариду, що здатний до мутаротації, напишіть схему переходу  $\alpha$ -форми в  $\beta$ -форму.
10. Напишіть рівняння реакцій, які підтверджують наявність у ксилозі: а) карбонільної групи; б) глікозидного та спиртового гідроксилів.
11. Як розрізнити за допомогою хімічних реакцій цукрозу, целюлозу та глюкозу?
12. У пробірках без етикеток знаходяться водні розчини глюкози, фруктози та цукрози. Як розрізнити ці сполуки?
13. Напишіть структурні формули лактози та цукрози. Поясніть, чому лактоза відновлює рідину Фелінга, а цукроза – ні?
14. Що таке крохмаль? Де він застосовується? З яких полісахаридів складається крохмаль? Напишіть структурні формули цих полісахаридів.
15. Що таке глікоген? Яка його будова? Які фізичні та хімічні властивості? Яке значення глікогену?
16. Наведіть коротку характеристику клітковини, як полісахариду, основу корму для жуйних тварин і сировини для окремих галузей промисловості.
17. Які штучні волокна одержують із целюлози? Наведіть формули полімерів, із яких виробляють ці волокна, та поясніть основні технологічні процеси їх одержання.
18. Напишіть схеми гідролізу крохмалю та целюлози. Назвіть проміжні продукти гідролізу. Які моносахариди утворюються за повного гідролізу цих речовин? Яке практичне значення вказаних полісахаридів?
19. Напишіть рівняння реакцій: а) утворення алкоголяту клітковини (алкаліцелюлози); б) добування ксантогенату целюлози; в) добування тринітрату целюлози (піроксиліну); г) утворення ацетилцелюлози; г) одержання повного етилового етеру целюлози. Де використовуються продукти цих реакцій?
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

**Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
хімії та фармації



(проф. Суховєєв В.В.)

“04” серпня 2022 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**до самостійної роботи студентів**  
**для навчальної дисципліни «Органічна хімія»**  
**зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація**

Тема №24 «Нуклеїнові кислоти. Поняття про ліпіди (омілювані та неомілювані). Ізопреноїди (терпени)».

Методичні рекомендації з СРС розробив:

  
підпис

(Суховєєв В. В.)  
ПІБ

**Тема №24** «Нуклеїнові кислоти. Поняття про ліпіди (омілювані та неомілювані). Ізопреноїди (терпени)» – 4 год.

### **Актуальність теми.**

Нуклеїнові кислоти є простетичними групами нуклеопротеїдів і відіграють важливу роль у життєдіяльності організмів (забезпечують збереження і передачу спадкової інформації, приймають безпосередню участь у біосинтезі білків у клітинах). Вони, як полінуклеотиди, складаються з великої кількості моонуклеотидів, що зв'язані між собою 3',5'-фосфодіестерними зв'язками. Моонуклеотид, у свою чергу, складається з трьох компонентів: пуринової чи піримідинової основи (цитозин, урацил, тимін, аденін або гуанін), вуглеводу (рибози чи дезоксирибози) та залишку фосфатної кислоти, тоді як нуклеозид містить лише два компоненти (пуринову чи піримідинову основу та пентозу).

Моонуклеотиди молекул рибонуклеїнової кислоти (РНК) та дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) відрізняються як за пентозою, так і за складом піримідинових основ. До складу ДНК входить дезоксирибоза а також азотисті основи (аденін, гуанін, тимін та цитозин), тоді як РНК – рибоза та азотисті основи (аденін, гуанін, цитозин, урацил).

Нуклеїнові кислоти мають первинну, вторинну і третинну структури.

У медичній практиці знайшли застосування моонуклеотиди. Наприклад, АТФ використовують при лікуванні хронічної коронарної недостатності та міокардіодистрофії, при проведенні комплексної терапії як м'язової дистрофії, так і атрофії, при запаленнях периферичних судин, а також для стимуляції пологової діяльності. Фосфаден, або АМФ, застосовують як при лікуванні гострої порфірії та отруєння свинцем, так і при ішемічній хворобі серця, хронічному облітеруючому ендартеріїті, тромбофлебіті, хронічній венозній недостатності тощо.

Ліпіди – велика група природних гідрофобних сполук, неоднорідних за хімічним складом і біологічними функціями. Це речовини тваринного або рослинного походження, які нерозчинні у воді, але, розчинні в органічних розчинниках. Усі ліпіди можна розділити на дві групи: прості і складні. До простих ліпідів відносять сполуки, які можна розщепити лише на 2 речовини, а до складних – на більшу кількість.

Існує також поділ ліпідів за відношенням до лужного гідролізу (омилення). Ліпіди, які легко розщеплюються в лужних умовах, називають омілюваними ліпідами, а які стійкі до дії лугів - неомілювані ліпіди (простагландини, каротиноїди, стероїди).

Якщо в основу класифікації покласти полярність молекул ліпідів, їх можна розділити на дві групи: 1) нейтральні ліпіди (включають тригліцериди, алкілдіацилгліцерини, нейтральні плазмалогени, етери і естери холестерину, діольні ліпіди, гліколіпіди, сфінголіпіди); 2) полярні ліпіди (фосфоліпіди). За характеристичною структурною ознакою ліпіди класифікують наступним чином: жирні кислоти; гліцериновмісні ліпіди (моно-, ді- та триестери гліцерину; етери гліцерину; глікозилгліцерини); ліпіди, що не містять гліцерин (сфінголіпіди - цераміди, сфінгомієліни, глікосфінголіпіди; аліфатичні спирти і воска; терпени; стероїди); ліпіди, що пов'язані з речовинами інших класів (ліпопротеїди; протеоліпіди; фосфатидопептиди; ліпоамінокислоти; ліпополісахариди).

Неомілювані ліпіди включають простагландини та ізопреноїди (терпени, каротиноїди, стероїди). Простагландини є похідними ненасичених жирних кислот, що виробляються в дуже малих кількостях клітинами різних тканин тварин і людини. Мають різну фізіологічну дію: викликають скорочення гладкої мускулатури, впливають на кров'яний тиск, залози внутрішньої секреції, водно-сольовий обмін та ін. Застосовуються для полегшення пологів, штучного переривання вагітності тощо.

Терпени включають терпенові вуглеводні та терпеноїди. Вони є складовою частиною ефірних олій і містяться у багатьох рослинах. Залежно від кількості ізопренових фрагментів n терпени поділяють на: монотерпени, сесквітерпени, дитерпени,

сестеротерпени, три терпени, тетратерпени та політерпени. Залежно від будови терпени поділяють на ациклічні та циклічні. До ациклічних терпенів належать гераніол та цитраль, а до моноциклічних – лимонен, ментан, ментол, терпін, біциклічних –  $\alpha$ -пінен, борнеол, камфора. До дитерпенів належать ретинол (вітамін А) та ретиналь. Тетратерпенами (каротиноїдами) є  $\beta$ -каротин (провітамін А).

Каротиноїди є природними пігментами, що виробляються рослинними організмами. Ізопреноїди є групою природних сполук, що включають терпени, каротиноїди та стероїди. Отже, неомілювальні ліпіди можна розділити на терпеноїди і стероїди. В основі стероїдов лежить остів стерану.

Стероїдами вважаються численні природні речовини (стерини, стероїдні гормони групи кортикоїдів і гестагенів, андрогенів і естрогену, а також деякі тваринні і рослинні отрути).

Ліпіди містяться в усіх клітинах живих організмів. Вони беруть участь у фізіологічних та біохімічних процесах живих організмів.

Вивчення цих тем сприяє набуттю здобувачами загальних та фахових компетентностей, а саме:

**ЗК2.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

**ЗК4.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу відповідно до поставлених задач, здатність до самовдосконалення.

**ЗК5.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість, генерувати ідеї під час розв'язування професійних та практичних задач.

**ЗК6.** Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК11.** Здатність представляти складну комплексну інформацію в стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології, здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

**ЗК12.** Здатність працювати самостійно над вирішенням наукових і прикладних проблем, розробляти стратегії та визначати часові рамки виконання етапів роботи, здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ФК4.** Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів та інших товарів аптечного асортименту згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування.

**ФК12.** Здатність використовувати у професійній діяльності знання нормативно-правових, законодавчих актів України та рекомендацій належних фармацевтичних практик.

Вивчення цієї теми в курсі «Органічна хімія» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

**ПРН 2.** Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності.

**ПРН 3.** Дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму та вимог техніки безпеки при здійсненні професійної діяльності.

**ПРН 7.** Виконувати професійну діяльність з використанням креативних методів та підходів.

**ПРН 12.** Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

## **2. Конкретні цілі:**

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.

4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

*Конкретні завдання:*

1. Інтерпретувати електронну будову речовин.
2. Записувати різні ізомерні формули та називати їх.
3. Вибирати методи синтезу речовин.
4. Знати механізми реакцій.
5. Визначати хімічні властивості сполук.
6. Знати медичні препарати та їх застосування.
7. Ідентифікувати речовини даного класу сполук.

### 3. Міждисциплінарна інтеграція

<i>Дисципліни</i>	<i>Знати</i>	<i>Вміти</i>
<b>1. Попередні дисципліни:</b>		
Аналітична хімія	Формули органічних реактивів, що застосовані при якісному аналізі.	Ідентифікувати катіони та аніони.
Біологічна фізика з фізичними методами аналізу	Фізичні методи дослідження будови атомів.	Складати електронографічні формули атомів.
Вища математика і статистика	Математичну статистику. Засоби вичислювальної техніки, основи інформатики.	Використовувати знання для вирішення завдань належних практик.
Загальна та неорганічна хімія	Хімічний зв'язок. Теорія гібридизації.	Визначати валентність за молекулярними формулами речовин.
<b>2. Наступні дисципліни:</b>		
Фізична та колоїдна хімія	Властивості високомолекулярних сполук; утворення гелів і золів; миючі засоби; мила; інверсія сахарози; комплексні сполуки з органічними лігандами.	Застосовувати теорію колоїдних розчинів для високомолекулярних сполук; класифікацію миючих засобів; визначати інверсію сахарози; йод-крохмальну реакцію.
Фармацевтична хімія	Медичні препарати органічних речовин та їх похідні.	Якісний аналіз органічних сполук.
Токсикологічна та судова хімія	Біологічну роль органічних сполук.	Обґрунтувати важливість органічних сполук для життя.
<b>3. Внутрішньопредметна інтеграція:</b>		
Класифікація органічних речовин.	Визначати клас та давати назви речовинам.	Писати формули і давати латинські назви медичним препаратам.
Взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	Електронодонорні і електроноакцепторні замісники; індуктивний і мезомерний ефекти; види спряжених систем.	Прогнозувати напрямок та продукти хімічної реакції.
Ізомерія органічних сполук.	Типи ізомерії органічних	Визначати механізму реакції

	сполук, можливість утворення ізомерів різних типів, кислотно-основні властивості органічних сполук.	для використання при вивченні властивостей органічних речовин.
--	---	--

#### 4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

##### 4.1. Перелік основних термінів, які має засвоїти студент при підготовці до заняття:

1. Нуклеїнові кислоти – біополімери, що побудовані з пуринових та піримідинових основ, пентоз та залишків фосфатної кислоти. За будовою їх поділяють на рибонуклеїнові (РНК) та дезоксирибонуклеїнові (ДНК) кислоти.

2. Ліпіди – природні гідрофобні сполуки, неоднорідні за хімічним складом та біологічними функціями. Їх можна розділити на дві групи: прості і складні, а за відношенням до лужного гідролізу – омилювальні та неомилювальні ліпіди.

3. Жири – це естери гліцерину та вищих аліфатичних карбонових кислот, тобто тригліцеридів.

4. Омилювальні ліпіди – ті, що здатні до лужного гідролізу (жири, віск, складні ліпіди).

5. Неомилювальні ліпіди – ті, що не здатні до лужного гідролізу (простагландини, каротиноїди, стероїди).

6. Ізопреноїди (терпени). Їх поділяють на ациклічні (гераніол, цитраль) та циклічні (моно циклічні ( лимонен, ментан, ментол, терпін) і біциклічні:  $\alpha$ -пінен, борнеол, камфора) терпени.

##### 4.2 Теоретичні питання до заняття:

1. Нуклеїнові кислоти як біополімери.
2. Рибонуклеїнова кислота (РНК): будова, властивості, функції.
3. Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК): будова, властивості, функції.
4. Ліпіди як природні гідрофобні сполуки.
5. Фізичні та хімічні властивості ліпідів.
6. Омилювані ліпіди, їх знаходження в природі та класифікація.
7. Рідкі та тверді жири: властивості і застосування.
8. Неомилювані ліпіди, їх знаходження в природі та класифікація.
9. Ізопреноїди (терпени): класифікація терпенів та номенклатура.
10. Деякі медичні препарати, що містять зазначені речовини.

##### 4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуватимуться на занятті:

###### а) Лабораторні досліді:

1. Омилення жирів водно-спиртовим розчином лугу.
2. Доведення ненасиченого характеру  $\alpha$ -пінену.
3. Виявлення пероксидних похідних терпенових вуглеводнів у скипидарі.
4. Здатність камфори до сублімації.

###### б) Практичні завдання:

1. Які особливості будови нуклеїнових кислот?
2. Які є типи нуклеїнових кислот?
3. Які функції виконують нуклеїнові кислоти?
4. Чим відрізняється нуклеозид від нуклеотиду та полінуклеотиду? Наведіть приклади.
5. За якими ознаками класифікують ліпіди? Наведіть приклади.
6. Як здійснюється оцінка якості жирів?



7. Мила: як їх одержують та класифікують?
8. Ліпіди, їх застосування у медицині.
9. Як класифікують неомилювальні ліпіди? Наведіть приклади.
10. Нуклеїнові кислоти та ліпіди: наведіть приклади їх застосування у медицині.

## 5. Зміст теми:

Нуклеїнові кислоти. Поняття про будову нуклеїнових кислот. Утворення, будова і номенклатура нуклеозидів. Характер зв'язку нуклеїнової основи з вуглеводним залишком.

Нуклеотиди. Будова і номенклатура нуклеозидофосфатів. Гідроліз. Кофермент АТФ. Рибонуклеїнові (РНК) і дезоксирибонуклеїнові (ДНК) кислоти та їх роль у біосинтезі білка.

Ліпіди. Поняття про ліпіди (омилювані та неомилювані). Класифікація ліпідів. Неомилювані ліпіди (простогландини, каротиноїди, стероїди).

Ізопреноїди (терпени). Класифікація терпенів за кількістю ізопренових фрагментів та природою вуглецевого скелета. Номенклатура моно- і біциклічних терпенів. Природні джерела і синтетичні методи добування. Ациклічні терпени: гераніол, цитраль.

Моноциклічні монотерпени: лимонен, ментан, ментол, терпін. Хімічні властивості. Біциклічні терпени:  $\alpha$ -пінен, борнеол, камфора. Синтез камфори. Оптична активність  $\alpha$ -пінену, борнеолу і камфори. Дитерпени: ретинол (вітамін А), ретиналь. Тетратерпени (каротиноїди):  $\beta$ -каротин (провітамін А). Простагландини.

## 6. Рекомендована література:

1. Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. 750 с.: іл. (Серія «Національний підручник»).
2. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посібник для студ. вузів III–IV рівней акредитації/ В.П.Черних, І.С.Гриценко, М.О.Лозинський, З.І.Коваленко/ Під загальн. ред. В.П.Черних. Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.: іл.
3. Черних, В. П. Органічна хімія. Стислий курс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук ; за ред. В. П. Черних. Харків : НФаУ, 2016. 424 с.
4. Черних, В. П. Органічна хімія. Тести з поясненнями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Л. А. Шемчук, Т. О. Колеснікова ; за ред. В. П. Черних. 2-е вид., стереотип. Харків : НФаУ, 2016. 460 с.
5. Ластухін, Ю. О. Органічна хімія : підруч. для студ. вищ. навч. закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. Львів : Центр Європи, 2009. 868 с.
6. Суховєєв В. В. Органічна хімія: лабораторний практикум [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 102 Хімія; 014.06 Середня освіта (хімія) та 014.05 Середня освіта (біологія)]. – [3-тє вид., доп. й перероб.]. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 390 с.
7. Хімія гетероциклічних сполук : лекційний курс та лабораторний практикум для студентів закладів вищої освіти зі спеціальностей 102 Хімія та 226 Фармація, промислова фармація / Янченко В.О., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М. Ніжин : Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2020. 312 с.
8. Суховєєв В.В. Лабораторний журнал з органічної хімії : [навчально-методичні матеріали для студентів закладів вищої освіти зі спеціальності 226 Фармація, промислова фармація]. Ніжин : Видав. Лисенко М.М., 2020. 80 с.
9. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
10. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» – 2-е вид. – Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. 724 с.
11. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий

**7. Орієнтуюча карта щодо самостійної роботи з літературою з теми заняття.**

№№п.п.	Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1	2	3	4
1.	Нуклеїнові кислоти.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 679–687.
2.	Будова нуклеїнових кислот	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 679–684.
3.	Рибонуклеїнова (РНК) та дезоксирибонуклеїнова кислоти (ДНК).	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 684–687.
4.	Ліпіди. Класифікація	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 688–689.
5.	Омилювані ліпіди	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-тє вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 689–704.
6.	Неомилювані ліпіди.	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко

			; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 704–726.
7.	Простагландини	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 704–706.
8.	Ізопреноїди (терпени, каротиноїди, стероїди).	Характеристика вказаних понять	Черних, В. П. Органічна хімія : базовий підручник для студ. вищ. навч. фармац. закладу (фармац. ф-тів) / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко ; за ред. В. П. Черних. – 3-ге вид., стереотип. – Харків : НФаУ, 2016. С. 688–726.

### 8. Матеріали для самоконтролю.

1. Класифікація та типи нуклеїнових кислот.
2. Охарактеризуйте будову та властивості РНК.
3. Охарактеризуйте будову та властивості ДНК.
4. Функції нуклеїнових кислот.
5. Де застосовуються нуклеїнові кислоти? Наведіть приклади
6. Біологічна роль ліпідів.
7. Класифікація ліпідів за здатністю до омилення. Які ліпіди є омилюваними?
8. Вплив жирів на організм.
9. Класифікація ліпідів за здатністю до омилення. Які ліпіди є неомилювальними?
10. Історія розвитку досліджень в області ліпідів.
11. Номенклатура ліпідів.
12. Біосинтез ліпідів у організмі.
13. Які сполуки називають терпенами, а які терпеноїдами? На які ряди поділяють терпени?
14. Як класифікують монотерпени? Які терпени входять до складу ефірних олій?
15. Назвіть найважливіші представники моноциклічних терпенів?
16. На які групи поділяють біциклічні терпени
17. Які найважливіші представники біциклічних терпенів Ви знаєте? Яке їх практичне значення?
18. Які сполуки називають каротиноїдами? Назвіть найважливіші представники сполук цієї групи. Розкрийте їх біохімічне значення.
19. Які сполуки називають стероїдами? Наведіть приклади найважливіших стероїдів і розкрийте їх біохімічне значення.
20. Проходження тестових завдань для самоконтролю в УНІКОМі.

Навчальне видання

Укладач:  
Суховєєв Володимир Володимирович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
з організації самостійної роботи студентів  
для навчальної дисципліни  
«Органічна хімія»  
зі спеціальності 226 Фармація,  
промислова фармація

Технічний редактор – І. П. Борис  
Комп'ютерна верстка та макетування – В. М. Косяк

---

Підписано до друку  
Гарнітура Arial  
Замовлення №

Формат 60x84/16  
Обл.-вид. арк. 8,59  
Ум. друк. арк. 10,92

Папір офсетний  
Тираж ел. вид.

---



Ніжинський державний університет  
імені Миколи Гоголя  
м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3-А  
(04631) 7-19-72  
E-mail: [vidavn\\_ndu@ukr.net](mailto:vidavn_ndu@ukr.net)  
[www.ndu.edu.ua](http://www.ndu.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 2137 від 29.03.05 р.