

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Факультет хімії, екології та фармацевтики
Кафедра органічної хімії та фармацевтики

СИЛАБУС

нормативної навчальної дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

підготовки бакалавра

галузі знань 10 -- Природничі науки

спеціальності 102 — Хімія

освітньо-професійної програми -- Хімія

форма навчання -- денна

Силабус навчальної дисципліни «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ» підготовки бакалавра, галузі знань 10 - Природничі науки, спеціальності 102 -- Хімія, освітньо-професійної програми — Хімія, форма навчання — денна за навчальним планом, затвердженим 2020 року.

Розробник: Сливка Н.Ю., завідувач кафедри органічної хімії та фармації, кандидат хімічних наук, доцент

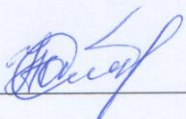
Силабус навчальної дисципліни затверджено на засіданні кафедри

органічної хімії та фармації

протокол № 2 від 13 вересня 2021р.

Завідувач кафедри:

к.х.н., доцент

 (Сливка Н. Ю.)

I. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	галузь знань: 10 Природничі науки спеціальність: 102 Хімія Освітньо-професійна програма: Хімія освітній рівень: перший (бакалаврський)	Нормативна
Кількість годин / кредитів: 480 / 16		Рік навчання 2022-2023
		Семестр: 5, 6-ий
ІНДЗ: немає		Лекції: 100 год.
		Лабораторні: 144 год.
		Самостійна робота: 204 год.
Консультації: 32 год.		
Форма контролю: залік, екзамен		
Мова навчання	українська	

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові: *Сливка Наталія Юріївна*

Науковий ступінь: *кандидат хімічних наук*

Вчене звання: *доцент кафедри органічної та біоорганічної хімії*

Посада: *завідувач кафедри органічної хімії та фармації, доцент.*

Контактна інформація: +83095 4932935 e-mail: Slivka.Natalia@eenu.edu.ua

Дні занять: <http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

III. Опис дисципліни

- Анотація курсу. Силабус навчальної дисципліни “Органічна хімія” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за ОПП «Хімія». **Предметом** вивчення навчальної дисципліни є встановлення порядку сполучень атомів у молекулі, їх взаємного впливу і просторового розміщення, вивчення їх реакційної здатності. Органічна хімія є хімією вуглеводнів та їх похідних. За своїм змістом пропонується курс передбачає вивчення будови та властивостей аліфатичних, ароматичних вуглеводнів та їх функціональних похідних, а також гетероциклічних і високомолекулярних сполук, що дає змогу студентам отримати цілісне уявлення про органічну хімію як навчальний предмет. Велике значення у вивченні органічної хімії має хімічний експеримент. Він є джерелом знань, слугує основою для висунування і перевірки гіпотез, засобом закріплення знань і умінь, способом контролю якості засвоєння матеріалу і сформованості умінь. У силабусі зазначено обов'язкові результати навчання, яких повинні досягти студенти. Вміщено список рекомендованих літературних джерел, що допоможуть студентам глибше ознайомитися з тим чи іншим питанням.
- Пререквізити: необхідною навчальною базою перед початком вивчення дисципліни є володіння знаннями з основ хімії в обсязі середньої освіти, а також основ “Загальної хімії”, “Фізики”, “Фізичної хімії”, “Фізичних методів дослідження”. Курс “Органічна хімія” в свою чергу є основою для вивчення більшості хімічних дисциплін підготовки бакалавра, спеціаліста та магістра ОПП “Хімія”.

3. Мета навчальної дисципліни. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Органічна хімія» є формувати у студентів знання про найважливіші факти, поняття, хімічні закони і теорії; розкрити доступні узагальнення світоглядного характеру; ознайомити з методами органічної хімії, розвинути уміння пояснювати хімічні явища, що відбуваються в природі, в лабораторії, на виробництві та в побуті; сформувати спеціальні навички поведінки з речовинами, навчити виконувати хімічні перетворення речовин з дотриманням правил техніки безпеки; показати гуманістичну спрямованість органічної хімії, її зростаючу роль у розв'язанні глобальних проблем людства: раціональному природокористуванні, збагаченні енергетичними ресурсами, забезпеченні продуктами харчування, захист довкілля від забруднення промисловими і побутовими відходами; сприяти вихованню екологічної культури студентів.

4. «Органічна хімія», як навчальний предмет, має забезпечувати **розв'язування таких завдань**, як:

- сприяти розвиткові у студентів хімічного мислення і діалектичного світогляду;
- ознайомити студентів з основними класами органічних сполук: гомологічний ряд або найбільш типові представники, добування, будова їхніх молекул, фізичні та хімічні властивості, застосування;
- навчити студентів розв'язувати логічні задачі хімічного змісту;
- виробити навички самостійної роботи в лабораторії для майбутньої дослідницької та викладацької діяльності: виконання типових синтезів деяких органічних речовин, їх виділення, очистка та ідентифікація.

5. Результати навчання (компетентності).

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми підготовки бакалавра **студенти повинні володіти такими компетентностями** – загальними (ЗК) і фаховими (ФК) та програмованими результатами навчання (ПРН):

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 3. Здатність працювати у команді.

ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

ФК7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

ФК9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

ФК11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

ПРН 01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, остатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

- ПРН 03. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.
- ПРН 04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.
- ПРН 05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.
- ПРН 06. Розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі.
- ПРН 08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.
- ПРН 09. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.
- ПРН 11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.
- ПРН 12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.
- ПРН 13. Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.
- ПРН 14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.
- ПРН 15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.
- ПРН 17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросесність.
- ПРН 18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.
- ПРН 19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.
- ПРН 25. Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.

6. Структура навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна складається з дванадцяти змістових модулів. Структура навчальної дисципліни представляється у вигляді табл. 1.

Таблиця 1.

Розподіл годин за видами робіт
П'ятий семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		Лек.	Лаб.	Конс.	Сам. роб.	Форма контролю /Бали
Змістовий модуль 1. Основні поняття органічної хімії						
Тема 1. Предмет органічної хімії. Методи очистки органічних сполук	22	2	18		2	T1/2, T2/2, Л1/3, Л2/3
Тема 2. Валентні стани Карбону і взаємний вплив атомів у молекулі Тема 3. Ізомерія та номенклатура органічних сполук	8	4		2	2	C1/2, KO1/4, T3/2
Тема 4. Класифікація органічних речовин та реакцій	3	2			1	
Разом за змістовим модулем 1	33	6	18	2	5	/18
Змістовий модуль 2. Ациклічні вуглеводні						
Тема 5. Алкани	10	2	3	1	4	KO2/4
Тема 6. Алкени	10	2	3	1	4	T4/2
Тема 7. Алкіни	9	2	3	1	3	
Тема 8. Алкадієни	9	2	3	1	3	Л3/3
Разом за змістовим модулем 2	38	8	12	4	14	/9
Змістовий модуль 3. Карбоциклічні вуглеводні						
Тема 9. Циклоалкани, -ени, -іни та полієни	6	2			4	C2/2, KO3/4
Тема 10. Арени	11	2	6	1	2	T5/2
Тема 11. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі	13	2	6	1	4	C3/2, Л4/3
Тема 12. Алкілбензени	4	2			2	
Тема 13. Поліядерні арени						
Колоквіум (модульний контроль)	5				5	МКР1/10
Разом за змістовим модулем 3	39	8	12	2	17	/23
Змістовий модуль 4. Галагенопохідні вуглеводнів						
Тема 14. Галогенопохідні аліфатичних вуглеводнів	10	2	6		2	KO4/4, Л5/3
Тема 15. Галогенопохідні аренив	5	2		1	2	
Разом за змістовим модулем 4	15	4	6	1	4	/7
Змістовий модуль 5. Окисполуки						
Тема 16. Одноатомні насичені спирти	11	2	6	1	2	C4/2, T6/2, Л6/3
Тема 17. Ненасичені та багатоатомні спирти	4	2			2	
Тема 18. Гідрокси похідні ароматичних вуглеводнів Тема 19. Етери (прості ефіри)	7	2		1	4	KO5/4, Л7/3
Разом за змістовим модулем 5	22	6	6	2	8	14
Змістовий модуль 6. Карбонільні сполуки						
Тема 20. Альдегіди та кетони	15	4	6	1	4	
Тема 21. Ненасичені альдегіди і кетони. Кетени.	5	2		1	2	
Тема 22. Дикарбонільні сполуки	6	4			2	
Тема 23. Ароматичні карбонільні сполуки.	6	2			4	KO6/4,

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					Форма контролю /Бали
	Усього	у тому числі				
		Лек.	Лаб.	Конс.	Сам. роб.	
Змістовий модуль 1. Основні поняття органічної хімії						
Хінони						Л8/3
Разом за змістовим модулем 6	32	10	6	2	12	/7
Змістовий модуль 7. Вуглеводи						
Тема 24. Моноцукри	10	2	6		2	Л9/3
Тема 25. Ди- і поліцукри	13	2	6	1	4	КО7/4
Колоквіум (модульний контроль)	6				6	МКР2/10
Разом за змістовим модулем 7	29	4	12	1	12	/17
Індивідуальне завдання						ІНДЗ/5
Семестровий контроль (іспит)	24				24	/60
Усього по заліковому кредиту 1	232	50	72	14	96	/100

*Форма контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач / кейсів, ІНДЗ / ІРС – індивідуальне завдання / індивідуальна робота студента, РМГ – робота в малих групах, МКР / КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

Шостий семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		Лек.	Лаб.	Конс.	Сам. роб.	Форма контролю /Бали
Змістовий модуль 8. Карбонові кислоти						
Тема 26. Одноосновні насичені карбонові кислоти	15	4	6	1	4	Л1/3
Тема 27. Похідні карбонових кислот	21	4	12	1	4	
Тема 28. Ненасичені карбонові кислоти	5	2		1	2	
Тема 29. Ароматичні карбонові кислоти	5	2		1	2	
Тема 30. Двохосновні насичені карбонові кислоти	5	2		1	2	
Тема 31. Двохосновні ненасичені карбонові кислоти	5	2		1	2	КО1/5
Разом за змістовим модулем 8	56	16	18	6	16	/8
Змістовий модуль 9. Окси- та оксокислоти						
Тема 32. Оксикислоти	19	2	12	1	4	Л2/3, С1/4
Тема 33. Альдегідо- і кетокислоти	7	2		1	4	Л3/3, КО2/5
Разом за змістовим модулем 9	26	4	12	2	8	/15
Змістовий модуль 10. Елементарганічні сполуки						
Тема 34. Органічні сполуки сульфуру	13	2	6	1	4	Л4/3, КО3/5
Тема 35. Органічні сполуки Силіцію, Фосфору та металів	5	2		1	2	
Колоквіум (модульний контроль)	8				8	МКР1/10
Разом за змістовим модулем 10	26	4	6	2	14	/18
Змістовий модуль 11. . Нітрогеновмісні сполуки						
Тема 36. Нітрузо- і нітросполуки	7	2		1	4	Л5/3
Тема 37. Ароматичні нітросполуки	6	2			4	КО4/5
Тема 38. Аліфатичні аміни	7	2		1	4	КО5/5
Тема 39. Амінокислоти і білки	12	2	6		4	Л6/3, КО6/5
Тема 40. Ароматичні аміни	18	2	12		4	С2/4
Тема 41. Діазо та азосполуки	19	2	12	1	4	КО7/5
Разом за змістовим модулем 11	69	12	30	3	24	/30
Змістовий модуль 12. Гетероциклічні сполуки						
Тема 42. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом	13	4	6	2	2	С3/4
Тема 43. Індол і його похідні	4	2			2	
Тема 44. П'ятичленні гетероцикли з декількома гетероатомами	5	2		1	2	Л7/3
Тема 45. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин	4	2			2	
Тема 46. Хінолін і його похідні	4	2			2	Л8/3
Тема 47. Шестичленні гетероцикли з декількома гетероатомами	5	2		2	2	
Колоквіум (модульний контроль)	8				8	МКР2/10
Разом за змістовим модулем 12	45	12	6	5	20	/20
Індивідуальне завдання						ІНД3/4
Оформлення лекційного матеріалу						/5
Семестровий контроль (іспит)	26				26	/60
Усього по заліковому кредиту 2	248	50	72	18	108	/100
Разом	480	100	144	32	204	

*Форма контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач / кейсів, ІНДЗ / ІРС – індивідуальне завдання / індивідуальна робота студента, РМГ – робота в малих групах, МКР / КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

7. Завдання для самостійного опрацювання.
Особливості самостійної роботи приведені у таблиці 2.

Таблиця 2.

№ п/п	Вид роботи	Кількість годин
1	Ретельне знайомство з усіма темами курсу.	по 1 год. на тему
2	Підготовка до лабораторних робіт: ознайомлення з контрольними питаннями для допуску; знайомство з тестовими завданнями; оформлення робіт. Розв’язок домашніх завдань.	по 2 год. на роботу
3	Підготовка до контрольних робіт та тестів	по 1 год. на кожне
4	Підготовка до модульного контролю	по 2 год
3	Підготовка до семестрового екзамену	50
	Всього за 4/5 семестр	96/108
	Разом	204

IV. Політика оцінювання

Політика викладача щодо студента: студент повинен відвідувати лекції та практичні заняття. Пропущені без поважних причин заняття потрібно відпрацювати: підготувати конспект лекції, пройти опитування по темі практичного заняття.

Політика щодо академічної доброчесності: усі завдання студент повинен виконувати самостійно.

Максимальна оцінка за кожен із семестрів складає **100 балів**. З них на поточний контроль припадає **40 балів**, а на модульний – **60 балів**.

В поточному контролі (**40 балів**) оцінюється підготовка та виконання лабораторних робіт, підготовка до семінарських занять та наявність якісно виконаного ІНДЗ:

•**Виконання лабораторних робіт.**

- Кожна лабораторна робота оцінюється у 2,5 бала (5 семестр) і 3 бали (6 семестр), з них за:

отримання допуску до виконання лабораторної роботи – 1 бал;
якість проведення експерименту з дотриманням ТБ – 0,5 балів (5 семестр) і 1 бал (6 семестр);

оформлений звіт та захист роботи – 1 бал.

- Підготовка до семінарів та активна участь** при обговоренні завдань оцінюється: в п’ятому семестрі по 2 бали, а у шостому по 4 бали.

- Виконання ІНДЗ** – за п’ятий семестр 5 балів, а за шостий семестр 4 бали.

В модульному контролі (**60 балів**) оцінюється виконання тестових завдань, написання модульних контрольних робіт та підсумкового модульного контролю:

- Виконання тестових завдань** оцінюється у 2 бали в п’ятому семестрі.

- Написання контрольних робіт по заданих темах** – оцінюється у 4 бали в п’ятому семестрі та у 5 балів у шостому семестрі.

- Написання підсумкових модульних контрольних робіт.** Кожна контрольна оцінюється у 10 балів у п’ятому та у шостому семестрах.

- Оформлення лекцій. Оформлення лекцій за п’ятий та шостий семестр** оцінюється в 5 балів у шостому семестрі.

V. Підсумковий контроль

Формою підсумкового семестрового контролю є залік у першому семестрі та екзамен у другому семестрі..

Якщо протягом семестру студент набрав 75 і більше балів, він може отримати залік, або ж іспит, не складаючи його.

Якщо студента не задовольняє набрана ним кількість балів за модульний контроль, він може скласти іспит (семестровий контроль), котрий оцінюється максимально в 60 балів.

Перелік питань до екзамену

Змістовий модуль 1. Основні поняття органічної хімії

1. Предмет органічної хімії. Поширення органічних сполук в природі. Органічний синтез і виділення з природної сировини, як два основні методи одержання органічних речовин.
2. Методи очистки органічних речовин. Шляхи хімічної переробки органічної сировини (природний газ, нафта, кам'яне вугілля, деревина і ін.).
3. Основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова. Електронна теорія хімічного зв'язку.
4. Типи хімічних зв'язків: ковалентний, іонний, семіполярний, координаційний, водневий.
5. Валентний стан атома Карбону, Оксигену, Нітрогену. Типи гібридизації атомних орбіталей. Будова σ - та π -зв'язків. Подвійний та потрійний зв'язки.
6. Взаємний вплив атомів у молекулі, електровід'ємність атомів, полярність зв'язків та здатність до поляризації. Індукційний та мезомерний ефекти. Мезомерний резонанс, як метод зображення розподілу електронної густини в молекулі. Енергія зв'язку та енергія резонансу (спряження).
7. Ізомерія та номенклатура органічних сполук. Конституція і конфігурація. Поняття просторової будови та просторової ізомерії органічних речовин і способи вказання їх конфігурації.
8. Класифікація органічних речовин. Поняття хімічної функції. Уявлення про механізм органічної реакції. Гомолітичний та гетеролітичний розрив ковалентного зв'язку. Типи проміжних частинок: карбокатиони, карбоаніони, радикали. Електрофільні, нуклеофільні та радикальні реакції.

Змістовий модуль 2. Ациклічні вуглеводні

9. Алкани. Гомологічний ряд, номенклатура, ізомерія карбонового скелету. Поняття про конформації молекул, формули Ньюмена для етану і бутану. Фізичні властивості алканів і їх залежність від складу та будови речовини. Лабораторні та промислові методи одержання. Хімічні властивості: галогенування, сульфування, сульфохлорування, нітрування, окиснення, дегідрування, піроліз, ізомеризація. Механізм реакцій радикального заміщення. Заміщення атома Гідрогену біля первинного, вторинного і третинного атома Карбону.
10. Нафта. Природні та супутні гази. Хімічна переробка нафти і газу. Моторне паливо, детонаційна стійкість, методи зменшення екологічної шкоди в паливному комплексі.
11. Алкени. Гомологічний ряд, номенклатура, ізомерія. Фізичні властивості. Методи одержання: дегідрування, дегідратація, дегідрогалогенування, крекінг. Реакції елімінування, правило Зайцева. Хімічні властивості. Реакції електрофільного приєднання, π - та π -комплекси, докази їх існування. Механізми і направленість електрофільного та радикального приєднання: галогенування, гідрогалогенування, гідратація, гідрування, окиснення (реакції Вагнера і Прилежаєва), озонування (окиснювальне і відновлювальне розщеплення озонідів). Відносна стійкість первинних, вторинних і третинних радикалів та карбокатионів. Правило Марковнікова і його сучасне трактування. Оксосинтез. Відновлення алкенів. Гідрування та гідроборування. Радикальна та іонна полімеризація

- етену і пропену. Теломеризація. Реакції алкенів по алільному положенню (хлорування, бромовання, окиснення). Делокалізація електрона в алільному радикалі.
12. Алкіни. Гомологічний ряд, номенклатура, ізомерія. Фізичні властивості. Лабораторні та промислові методи одержання ацетилену. Одержання алкінів: дегідровання, дегідрогалогенування. Хімічні властивості: галогенування, гідрогалогенування, гідратація (реакція Кучерова), гідрування, окиснення. Нуклеофільне приєднання спиртів, оцтової та синильної кислот. Стереохімія приєднання. С-Н кислотність алкінів. Реакції ацетиленового атома Гідрогену: заміщення на метал та конденсація з альдегідами і кетонами (реакції Фаворського і Реппе). Одержання вінілацетилену, бензену, циклооктатетраєну.
 13. Алкадієни. Типи дієнових вуглеводнів, їх класифікація і номенклатура. Дієни з спряженими зв'язками (бутадієн та ізопрен), їх будова і методи одержання. Здатність до 1,2- та 1,4-приєднання (гідрування, гідрогалогенування, галогенування). Кінетичний і термодинамічний контроль. Димеризація дієнів, дієновий синтез (реакція Дільса-Альдера). Полімеризація. Поняття просторової будови полімерів. Каучук і гума.
 14. Алленові вуглеводні. Одержання. Особливості будови та ізомерія. Властивості: гідрування, гідратація, димеризація, ізомеризація. Порівняння властивостей алленів, алкінів та спряжених дієнів.

Змістовий модуль 3. Карбоциклічні вуглеводні

15. Циклоалкани, -ени, -іни та полієни. Типи карбоциклічних сполук. Номенклатура, структурна ізомерія. Методи одержання: циклізація алканів та дигалогенпохідних, гідрування аренів, взаємодія алкенів з діазометаном, синтези на основі малонового естеру, дієновий синтез. Розширення і звуження циклів (Дем'янов). Просторова будова і стійкість різних циклічних структур (теорія напруженості циклів Байєра). Особливості електронної будови циклопропанового кільця. Конформації циклогексану і його похідних: форми крісла та ванни, аксіальні та екваторіальні положення замісників. Геометрична та оптична ізомерія циклоалканів.

Хімічні властивості циклоалканів у порівнянні з властивостями алканів та алкенів. Дегідровання циклогексану. Поняття про ароматичність, правило Хюкеля. Небензоїдні ароматичні системи: циклопропенілій- та тропілій- катіони, циклопентадієнілій аніон, азулен, аннулени. Металоцени. Ізопреноїди. Поняття про будову терпенів та каротину. Основа скелету стероїдів.

16. Арени. Бензен і його гомологи. Ізомерія та номенклатура. Джерела ароматичних вуглеводнів. Електронна будова бензенового ядра і хімічні властивості бензену: відносна стійкість до окислення, здатність до реакцій заміщення, термохімія гідрування та горіння бензену, реакції приєднання. Ізомеризація бензену. Фізичні властивості і основні спектральні характеристики бензену і його гомологів.

Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі: сульфування, нітрування, галогенування, алкілування, ацилювання. Умови утворення електрофільного агенту в реакціях заміщення. Значення цих реакцій для переробки ароматичних вуглеводнів. Механізм реакції електрофільного заміщення і експериментальні дані, що його підтверджують. Будова і стійкість σ - та π -комплексів. Вплив електроноакцепторних та електронодонорних замісників на ізомерний склад продуктів та на швидкість реакції заміщення. Узгоджена та неузгоджена орієнтація.

18. Алкілбензени. Методи одержання з використанням реакцій алкілування і ацилювання, реакція Вюрца-Фіттіга. Хімічні властивості. Реакції електрофільного заміщення та орієнтація алкільних груп. Протонування поліалкілбензенів, утворення стабільних аренонієвих йонів. Дезалкілування, диспропорціонування, ізомеризація алкілбензенів. Реакції радикального заміщення в боковому ланцюзі, бензильна π -електронна система. Стирен, фенілацетилен. Дифеніл- і трифенілметан, їх одержання і властивості. Карбаніони і вільні радикали, електронна будова і фактори, що сприяють відносній стабільності цих частинок. Поняття про ди- і трифенілметанові барвники. Стільбен.

19. Поліядерні ацени. Дифеніл, способи його одержання, будова. Вплив замісників на ступінь компланарності бензеньних кільць і на ефект спряження їх π -електронних систем. Ароматичність дифенілу, реакції електрофільного заміщення, орієнтація і вплив замісників.
20. Нафтаден. Джерела нафтадену та інших багатоядерних сполук. Ізомерія та номенклатура похідних нафтадену. Електронна будова і ароматичність. Хімічні властивості нафтадену: каталітичне гідрування і відновлення натрієм у рідкому амоніаці, окиснення і вплив замісників на напрям цієї реакції. Реакції електрофільного заміщення і фактори, що впливають на орієнтацію в цих реакціях. Інші поліядерні ароматичні вуглеводні. Їх будова, ароматичність, загальні і специфічні властивості. Бензопірен, канцерогенні сполуки.

Змістовий модуль 4. Галагенопохідні вуглеводнів

21. Галагенопохідні аліфатичних вуглеводнів. Типи, номенклатура та ізомерія галагенопохідних. Методи одержання монозаміщених галагенопохідних з алканів, алкенів, спиртів. Суть та загальні закономірності реакцій нуклеофільного заміщення. Нуклеофільність та основність реагентів. Карбокатіони, вплив на їх стійкість індукційних ефектів і ефектів спряження. Гідроліз алкілгалагеноідів.
22. Механізми S_N-1 і S_N-2 , їх стереохімія. Вплив на нуклеофільне заміщення структури речовини, нуклеофільності реагента, природи відходячої групи і розчинника. Уявлення про йонні пари.

Інші приклади реакцій нуклеофільного заміщення: одержання галагенопохідних, нітрилів, нітросполук, меркаптанів, етерів, амінів. Амбідентні йони (ціанід- і нітрит-аніони). Дія водного і спиртового розчинів лугів на алкілгалагеноіди. Конкуренція реакцій заміщення і відщеплення. Механізми реакцій елімінування E-1 і E-2, їх стереохімія. Порівняння реакційної здатності різних типів моногалагенопохідних в залежності від природи галагеноу та будови вуглеводневого скелету. Взаємодія алкілгалагеноідів з металами.

23. Ди- і полігалагенопохідні: методи одержання та їх властивості. Дихлоркарбен, поняття про карбени. Перфлуоралкани, одержання і їх специфічні властивості.
24. Галагенопохідні аценів. Способи введення галагенов у ароматичне ядро і у боковий ланцюг. Хімічні властивості галагеноаренів. Особливості орієнтуючого впливу галагеноу в реакціях електрофільного заміщення. Специфіка реакцій нуклеофільного заміщення у арилгалагеноідів. Рухливість галагеноу в ароматичному ядрі та в боковому ланцюзі. Два механізми реакцій нуклеофільного заміщення галагеноу в ароматичному ядрі. Реакція Ульмана. Сполуки багатовалентних галагенов: феніліодидхлорид, іодобензен, солі дифенілідонію та бромонію.

Змістовий модуль 5. Оксисполуки

25. Спирти. Одноатомні спирти. Гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура. Фізичні властивості, роль водневих зв'язків. Методи одержання алканолів: гідратація алкенів, гідроліз галагеноалканів, відновлення альдегідів та кетонів, синтез через магнійорганічні речовини. Основність та кислотність спиртів. Утворення алкоголятів, простих і складних ефірів (етерів та естерів). Нуклеофільне заміщення гідроксилу на галагено, аміно- та алкоксигрупу. Внутрі- та міжмолекулярна дегідратація спиртів. Ретропінаколінове перегрупування. Окиснення первинних, вторинних і третинних спиртів. Метанол, етанол, пропаноли і бутаноли: промислові методи одержання і використання.
26. Естери неорганічних кислот: алкілсульфати, нітрати і нітрити (одержання та властивості).
27. Ненасичені спирти. Правило Ельтекова-Ерленмейера. Похідні вінілового спирту. Аліловий спирт.
28. Багатоатомні спирти: гліколі та гліцерол (одержання, властивості та використання). Специфічні властивості α -гліколів: окиснення плумбум (IV) ацетатом, іодатною кислотою, перетворення в α -оксиди. Хлоргідрини. Нітрогліцероли. Діетилен- та поліетиленгліколі. Порівняння властивостей одно- і багатоатомних спиртів.
29. Гідроксипохідні ароматичних вуглеводнів. Типи, ізомерія, номенклатура. Фенол і його гомологи. Нафтоли. Методи введення гідроксильної групи в ароматичне ядро: лужне плавлення солей сульфокислот, гідроліз галагенопохідних, заміна аміногрупи на гідроксил

через солі діазонію, куменовий спосіб одержання фенолу. Хімічні властивості. Кислотність фенолів і вплив замісників на величину кислотності. Заміщення гідроксигрупи на аміногрупу в нафтолі-2 (Бухерер).

30. Реакції електрофільного заміщення: галогенування, нітрування, сульфування, алкілювання. Перетворення (Фріса) естерів фенолів, як спосіб ацилювання в ядро. Конденсація фенолів з формальдегідом, фенолоформальдегідні смоли. Специфічні реакції електрофільного заміщення для фенолів та фенолятів, як для сполук з підвищеною реакційною здатністю: карбоксилування, нітрузування, азосполучення, введення ацильної групи (Гаттерман, Хеш, Раймер-Тіман, Вільсмейєр). Гідрування і окиснення фенолів. Стабільні фенокисильні радикали. Фенольні стабілізатори полімерних матеріалів. Використання фенолів.

31. Багатоатомні феноли. Пірокатехол та гідрохінон: способи одержання, відновні властивості. Гідрохінон та інші феноли, як проявники фотографічних матеріалів. Антиоксиданти. Природні сполуки багатоатомних фенолів. Резорцинол: одержання, характерні реакції, відновлення до дигідрорезорцинолу. Флюороглуцинол, пірогалол.

32. Етери (прості ефіри). Ізомерія і номенклатура. Одержання симетричних і несиметричних етерів. Синтез вінілових етерів. Методи одержання етерів фенолів, утворення моно- і діетерів для двохатомних фенолів. Реакції етерного атома Оксигену: утворення оксонієвих сполук та їх розщеплення. Реакції α -атомів Гідрогену: галогенування та утворення гідропероксидів. Використання етерів.

33. Циклічні етери. α -Оксиди або оксірани, циклічні етери пірокатехолу. Одержання і властивості (реакції з електрофільними та нуклеофільними агентами). Етиленоксид та його використання. Тетрагідрофуран і діоксани. Краун-етери і їх використання.

Змістовий модуль 6. Карбонільні сполуки

34. Альдегіди та кетони. Ізомерія та номенклатура. Методи одержання: гідроліз дигалогенопохідних, окиснення спиртів, озоноліз алкенів, гідратація ацетиленових вуглеводнів, відновлення карбонових кислот та їх похідних. Фізичні властивості. Будова карбонільної групи, полярність та здатність до поляризації π -зв'язку $C=O$. Реакції нуклеофільного приєднання (спирти, синильна кислота, реактиви Грін'єра і Йоцича, амоніак та інші Нітрогенові основи). Залежність швидкості реакції амінів з карбонільними сполуками від рН середовища.

35. Оксими і їх перетворення, перегрупування Бекмана. Гідрозони, реакція Кіжнера. Ацеталі та кеталі. Взаємодія з пентахлоридом фосфору. Реакція Прінса. Відновлення альдегідів та кетонів до спиртів та вуглеводнів. Окиснення карбонільних сполук. Реакції Канніцаро, Тищенко, рівновага Мейєрвейна-Пондорфа-Опенауєра. Одержання пінаконів. Пінаколінове перегрупування. Відновне амінування кетонів.

36. Енолізація альдегідів та кислот під впливом кислотних та основних каталізаторів. Реакції атомів Гідрогену (галогенування, галоформна реакція, нітрузування, окиснення кетонів).

37. Альдольно-критонова конденсація і її механізми при лужному та кислотному каталізі. Метиленова і карбонільна компоненти, каталізatori. Реакція Манніха. Синтез пентаерітролу. Порівняння реакційної здатності альдегідів та кетонів. Формальдегід, ацетальдегід та ацетон: промислові методи одержання, полімеризація, використання).

38. Ненасичені альдегіди і кетони. Типи ненасичених карбонільних сполук, ізомерія та номенклатура. Ненасичені альдегіди та кетони. Методи їх одержання. Спряження α -зв'язків карбонільної та етиленової груп. Реакції 1,2- та 1,4-приєднання (гідроенгалогеніди, спирти, гідросульфід, синильна кислота, магнійорганічні речовини, аміни, малоновий естер). Акролеїн в реакціях дієнового синтезу як дієн, та як дієнофіл. Окиснення та відновлення ненасичених карбонільних сполук зі збереженням карбонільної, або етиленової групи. Акролеїн, критоновий альдегід: полімеризація, вінілогія.

39. Альдо- і кетокетени: будова, методи одержання та властивості. Порівняння кетонів з ангідридами карбонових кислот.

40. Дикарбонільні сполуки: гліюксаль, діацетил та його діоксим, ацетилацетон. Синтез дикарбонільних сполук естерною конденсацією. Таутомерія α -дикарбонільних сполук. Реакції енольних та кетонних форм. Хелати.
41. Ароматичні карбонільні сполуки. Типи, ізомерія, номенклатура. Методи одержання. Специфічні властивості ароматичних альдегідів та кетонів: автоокислення, хлорування, бензоїнова конденсація, реакція Перкіна і Канніцаро. Реакція з амоніаком, амінами та іншими сильними нуклеофілами. Ацеталі, захист карбонільної групи. Конденсація з фенолами та алкілбензенами. Бензальдегід в реакціях альдольно-кртонової конденсації. Відновлення та окислення. Коричний альдегід. Халкони. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі альдегідів та кетонів.
42. Жирно-ароматичні кетони: синтез, загальні та специфічні властивості: поведінка в альдольно-кртонових конденсаціях, в реакціях Маніха, галогенування в боковий ланцюг, відновлення. Оксими жирноароматичних кетонів, їх стереохімія. Перегрупування Бекмана.
43. Бензофенон: синтез і його особливі властивості. Металкетили. Дибензоїл. Бензилоче перегрупування.
44. Хінони. Одержання о- і п-бензохінонів. Властивості п-бензохінону: одержання моно- і діоксимів, приєднання гідрогенхлориду, аніліну, оцтового ангідриду, реакція з діенами. Використання хінонів у якості окисників (хлораніл). Хінгідрон. Семіхінон.

Змістовий модуль 7. Вуглеводи.

45. Вуглеводи. Знаходження в природі, фотосинтез, значення. Класифікація. Гліцероловий альдегід, D- і L-ряди. Принцип виведення стереоізомерних формул для альдоз D-ряду. Кількість стереоізомерів для пентоз і гексоз. Способи деструкції молекул. Перехід до винних кислот. Окиснення альдоз і кетоз. Надбудова і вкорочення вуглецевого скелету вуглеводів. Інші реакції по карбонільній групі.
46. Відкрита і циклічна форма моносахаридів. Кільцево-ланцюгова таутомерія та мутаротація. Конформація глюкопіранози (форма крісла), аксіальне та екваторіальне розташування замісників. Глікозидний гідроксил і його специфічні властивості. Інші реакції циклічних форм. Епімери. Фруктоза, як приклад кетогексоз: будова, властивості, утворення з глюкози.
47. Дисахариди, типи і поширення в природі, властивості. Сахароза, мальтоза, целобіоза. Полісахариди, класифікація, знаходження в природі і значення. Крохмаль і клітковина. Промислове використання і шляхи хімічної переробки вуглеводної сировини. Аміноцукри.

Змістовий модуль 8. Карбонові кислоти

46. Карбонові кислоти. Гомологічний ряд одноосновних карбонових кислот. Номенклатура кислот та їх функціональних похідних. Методи одержання: окиснення органічних сполук, гідроліз функціональних похідних, з реактивів Грін'єра, з малонового та ацетооцтового естерів, промислові методи синтезу. Будова карбоксильної групи та карбоксилат-аніону. Фізичні властивості. Кислотність, вплив електронодонорних та електроноакцепторних груп. Реакції карбонових кислот: одержання солей, ангідридів, хлорангідридів, амідів, нітрилів, естерів, піроліз та декарбоксілювання.
47. Похідні карбонових кислот. Властивості солей карбонових кислот: суха перегонка, електроліз, відновлення алюмогідридом літію, алкілування та ацилювання. Взаємодія з пентахлоридом фосфору. Амонійні солі карбонових кислот.
48. Механізми реакцій естерифікації та гідролізу естерів. Амоноліз, переестерифікація естерів, перетворення їх у гідразиди та гідроксамові кислоти, естерна та ацилоїнова конденсація. Відновлення по Буво-Блану. Взаємодія з магнійорганічними речовинами. Вінілацетат: одержання, полімеризація.
49. Ангідриди та галогенангідриди карбонових кислот, їх ацилююча здатність. Синтез альдегідів з хлорангідридів по Розенмунду. Порівняння ацилюючої здатності карбонових кислот, ангідридів, галогенангідридів та естерів.

50. Амідри та нітрили, їх взаємні перетворення. Алкоголіз і амоноліз нітрилів. Гідразиди карбонових кислот і азиди. Перегрупування амідів (Гофман) та азидів (Курціус). Поняття про секстетні перегрупування.

51. Перкислоти та пероксиди карбонових кислот: одержання, властивості, використання їх у якості окисників та ініціаторів вільнорадикальних процесів.

52. Ненасичені карбонові кислоти. Синтез та властивості ненасичених карбонових кислот. Акрилонітрил: одержання, взаємодія з нуклеофільними реагентами, полімеризація. Полімери на основі акрилової та метакрилової кислот.

53. Жири і мила. Будова і властивості жирів, вищі насичені та ненасичені одноосновні карбонові кислоти: пальмітинова, стеаринова, олеїнова, елаїдинова, лінолева, ліноленова, арахідонова. Мила. Оліфи. Воски.

54. Ароматичні карбонові кислоти. Типи, ізомерія, номенклатура. Способи одержання. Вплив природи замісника та його положення в ядрі на кислотність. Загальні уявлення про кореляційні рівняння Гаммета-Тафта. Бензойна кислота і її похідні: бензоїл хлорид, пероксид бензоїлу, продукти електрофільного заміщення в ядрі. Пербензойна кислота як окисник. Пероксиди – ініціатори вільнорадикальних реакцій.

55. Корична кислота, одержання і властивості. Антранілова кислота, одержання, властивості, використання для синтезу азобарвників. п-амінобензойна кислота і її біологічна активність. Саліцилова кислота: синтез, похідні по гідроксильній і карбоксильній групах. Лікарські препарати на основі саліцилової кислоти (сазол, аспірин та ін.). Галлова кислота і поняття про дубильні речовини.

56. Двохосновні карбонові кислоти. Номенклатура. Методи одержання: з гліколів, з динітрилів, з окси- і оксокислот. Фізичні властивості. Порівняння кислотних властивостей різних типів кислот. Хімічні властивості дикарбонових кислот. Щавелева, малінова і янтарна кислоти. Декарбоксілювання двохосновних карбонових кислот та внутрімолекулярна дегідратація. Особливі властивості метиленової групи у малінового естеру. Натріймаліновий естер та синтези на його основі моно-, ди- і полікарбонових кислот. Реакція Міхаеля. Імід та N-бромімід янтарної кислоти. Використання N-бромсукциніміду для алільного бромовання, механізм реакції. Адипінова і лимонна кислоти.

57. Двохосновні ненасичені карбонові кислоти. Фумарова і малієнова кислоти. Одержання, фізичні властивості. Порівняння хімічних властивостей цих кислот. Малієновий ангідрид і його використання у дієновому синтезі. Ацетилендикарбонова кислота і її естери.

58. Фталева та терефталева кислоти та їх похідні. Фталевий ангідрид, його взаємодія зі спиртами та гліцерином. Конденсація фталевого ангідриду з фенолами, фенолфталейн та флюоресцеїн. Фталімід, одержання і використання у синтезах (Габріель). Поліестерні волокна. Гліфталеві смоли.

59. Органічні похідні карбонатної кислоти: фосген, естери хлоркарбонатної кислоти, сечовина, уретани (одержання і властивості). Естери ізоціанової кислоти. Полікарбонати.

Змістовий модуль 9. Окси- та оксокислоти

60. Оксикислоти. Ізомерія і номенклатура. Методи одержання оксикислот. Реакції по одній або по обидвох функціональних групах. Дегідратація оксикислот. Гліколева, молочна, яблучна, лимонна і винні кислоти (будова, одержання, властивості та знаходження в природі).

61. Альдегідо- і кетокислоти. Оксокарбонові кислоти, їх синтез та властивості на основі піровиноградної кислоти, її декарбоксілювання і декарбонілювання. Ацетооцтова кислота і її властивості. Ацетооцтовий естер.

62. Кето-енольна таутомерія, реакції кетонної та енольної форми. Виділення таутомерних форм. Визначення констант кето-енольної рівноваги. Вплив будови карбонільної сполуки та розчинника на стан таутомерної рівноваги. Кетонне і кислотне розщеплення ацетооцтового естеру та його похідних. Натрійацетооцтовий естер. Синтези на його основі. Реакції з переносом реакційного центру на карбон і на атому оксигену.

63. α - і β -Кетонокислоти. Одержання. Кільцево-ланцюгова таутомерія, як різновидність прототропної таутомерії.

Змістовий модуль 10. Елементорганічні сполуки

64. Органічні сполуки сульфуру. Типи, номенклатура. Порівняння їх властивостей з оксигеновмісними похідними. Тіоспирти та тіокарбонільні сполуки. Алкансульфоокисноти і їх похідні.
65. Синтетичні миючі засоби. Аренсульфоокисноти. Реакція сульфування бензену та його гомологів, сульфуючі агенти і особливості механізму сульфування, побічні реакції при сульфуванні, аренів. Реакції нуклеофільного та електрофільного заміщення сульфогрупи. Десульфування аренсульфоокиснот і його причини. Одержання та властивості функціональних похідних сульфоокиснот. Сульфони, сульфіди та сульфоксиди. Використання сульфоокиснот і їх похідних.
66. Органічні сполуки кремнію і полімери на їх основі. Фосфорорганічні речовини, типи і номенклатура. Пестициди та бойові отруйні фосфорорганічні речовини. Органічні похідні металів першої та другої групи. Магнійорганічні речовини. Методи одержання, будова і стійкість. Синтези на основі магнійорганічних речовин. Цинк- та алюмінійорганічні речовини і їх використання в органічному синтезі.

Змістовий модуль 11. Нітрогеновмісні сполуки

67. Нітросо- і нітросполуки. Одержання нітросо- та нітросполук. Будова нітрогрупи, мезомерія. Реакції різних нітросполук з лугами та з нітритною кислотою. Конденсація нітросполук з карбонільними сполуками. Ацидоліз первинних нітросполук. Відновлення нітросполук до амінів (роботи Зайцева). Нітроформ.
68. Ароматичні нітросполуки. Способи одержання нітросполук з нітрогрупою в бензеновому ядрі та в боковому ланцюзі. Нітруючі агенти, механізм реакції нітрування. Ди- і тринітробензени та толуени. Реакції нуклеофільного заміщення водню в нітроаренів та галогену у галогеннітроаренів. Комплекси Мезенгеймера. Властивості нітрогрупи в боковому ланцюзі. Таутомерія фенілнітрометану і йому подібних сполук.
69. Відновлення нітроаренів у лужному і в кислому середовищі, відновники, які використовуються в даних реакціях. Роботи Зініна. Нітрособензен, фенілгідроксиамін, азокси-, азо- і гідразобензени. Їх будова і способи одержання. Бензидинове і семідинове перегрупування. Полінітросполуки. Їх комплекси з переносом заряду. Часткове відновлення динітроаренів. Нітростільбени. Значення і використання нітросполук.
70. Типи амінів, ізомерія, номенклатура. Одержання амінів за допомогою нуклеофільного заміщення (алкілування аміаку та амінів галогенопохідними, алкілсульфатами, спиртами, \square -оксидами). Відновлення нітрогеновмісних похідних (нітросполук, амідів, нітрилів оксимів) і їх перегрупування (Бекмана, Гофмана, Курціуса) Синтез амінів по реакції Габрієля.
71. Будова аміно- та амонійної груп. Роль вільної електронної пари у виявленні основних властивостей та у комплексоутворенні. Стереохімія сполук з трьох- і чотирьохкоординаційним атомом нітрогену. Порівняння основних і нуклеофільних властивостей різних типів аліфатичних амінів. Алкілування та ацилювання амінів. Солі та гідроксиди четвертинного амонію, їх розклад (правило Гофмана). Дія нітритної кислоти на первинні, вторинні та третинні аліфатичні аміни. Розділення цих амінів. Поняття про ізонітрили. Значення амінів та четвертинних солей амонію, їх використання. Етанол- і діетаноламіни. Діаміни: знаходження в природі, синтез і використання.
72. Одержання синтетичних поліамідних волокон (нейлон, капрон). Поняття про діазосполуки аліфатичного ряду. Діазометан, діазірини, діазооцтовий естер (будова, методи одержання і властивості).
73. Амінокисноти і білки. Природні амінокисноти, їх стереохімія. Замінимі та незамінимі амінокисноти. Методи одержання амінокиснот, фізичні властивості. Хімічні властивості: амфотерність, взаємні перетворення з окси- і кетокислотами. Порівняння властивостей амінокислот. Класифікація білкових речовин. Загальні поняття про будову, фізичні та хімічні властивості білків. Характерні реакції на білки. Синтетичні поліаміди: нейлон, капрон.
74. Ароматичні аміни. Типи ароматичних амінів, ізомерія, номенклатура. Методи одержання ароматичних і жирноароматичних амінів у лабораторії та в промисловості. Електронна

будова, основність і вплив замісників на основні властивості ариламінів. Реакції по аміногрупі: алкілювання, ацилювання, одержання ізонітрилів та основ Шифа, реакції з нітритною кислотою. Реакції електрофільного заміщення у ариламінів. Сульфування амінів, сульфанілова кислота, сульфамідні препарати. Захист аміногрупи. Окиснення амінів. Діаміни. Аміни з аміногрупою у боковому ланцюзі, їх синтез і властивості. Значення амінів і використання.

75. Діазо та азосполуки. Дінітрогенування первинних амінів нітритною кислотою (Гріс). Дінітрогенуючі агенти. Механізм реакції дінітрогенування. Проміжні сполуки, їх будова та властивості. Будова солей діазонію та їх стійкість. Тверді солі діазонію. Умови проведення реакції в залежності від будови аміну, пряме та зворотнє дінітрогенування.

76. Реакції діазосполук з виділенням нітрогену. Заміна діазогрупи на гідроген, гідроксил, йод, бром, хлор, ціангрупу (Зандмейєр, Гофман), на фтор (Шіман), нітрогрупу. Синтез металорганічних сполук (Несмеянов), оксонієвих та галогенонієвих сполук з солей діазонію. Арилювання ароматичних та ненасичених сполук.

77. Реакції діазосполук без виділення нітрогену. Відновлення діазосполук до арилгідразинів. Одержання аміноазосполук (триазенів), їх таутомерія та перетворення. Реакція азосполучення як приклад ще однієї реакції електрофільного заміщення в ароматичному ряді.

78. Діазо- та азоскладові, їх реакційна здатність у залежності від замісників ароматичного ядра, орієнтація в реакціях азосполучення. Оптимальні умови для азосполучення ариламінів та фенолів. Поняття про азобарвники та способи їх використання. Метилоранж і Конго червоний, як кислотно-основні індикатори, зміна кольору при зміні кислотності середовища.

Змістовий модуль 12. Гетероциклічні сполуки

79. Загальні поняття, типи, класифікація, ізомерія та номенклатура. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Фуран, пірол, тіофен. Загальні методи синтезу та взаємні перетворення (Юр'єв). Вплив природи гетероатома на ароматичність та на особливості взаємодії гетероциклу з електрофілами. Порівняльна характеристика фізичних та хімічних властивостей фурану, піролу тіофену і бензену. Реакції гідрування та окиснення.

80. Фурфурол, тіофен-2-альдегід, пірослизева кислота. Кислотні властивості і їх використання в синтезі. Аналогія у властивостях піролу і фенолу. Конденсація піролу з формальдегідом та мурашиною кислотою. Пірол-2-альдегід і його перетворення у порфін. Пірольний цикл, як структурний фрагмент хлорофілу та гемоглобіну.

81. Індол і його похідні. Методи побудови індольного ядра, основані на використанні ароматичних амінів та арилгідразонів (Фішер). Хімічні властивості індолу, як аналога піролу. Синтез похідних.

82. Уявлення про природні сполуки індолу, індиго. Поняття про індигоїдні барвники та кубове фарбування.

83. П'ятичленні гетероцикли з декількома гетероатомами. Піразол, імідазол, тріазол, тетразол, оксазол, тіазол: основні методи одержання, електронна будова, ароматичність, хімічні властивості.

84. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин і його гомологи. Ізомерія та номенклатура похідних. Ароматичність та основність піридинового циклу. Виявлення нуклеофільних властивостей: реакції з електрофілом по атому нітрогену і утворення N-оксидів. Відношення піридину і його гомологів до окисників. Гідрування піридинового ядра. Вплив гетероатому на реакційну здатність піридинового циклу в цілому, та на окремі положення. Аналогія у хімічних властивостях піридину та нітробензену. Реакції електрофільного заміщення для піридину та для його N-оксидів. Реакції нуклеофільного заміщення гідрогену (Чічібабін) і атомів галогенів. Активність метильної групи в залежності від її місця розташування у піридиновому ядрі. Вплив замісників на властивості гідрокси- та амінопіридинів, таутомерія гідроксипіридинів. Солі піридинію, розщеплення піридинового циклу.

85. Хінолін і його похідні. Методи побудови хінолінового ядра, основані на реакціях аніліну з гліцерином та карбонільними сполуками (Скрауп, Дебнер-Міллер). Окиснення хіноліну.

Подібність і різниця у хімічних властивостях піридину і хіноліну. Ізохінолін. Природні сполуки та лікарські препарати, що містять піридиновий цикл.

86. Шестичленні гетероцикли з декількома гетероатомами. Піримідин. Способи одержання, оснований на взаємодії сечовини та її похідних з малоновим естером, естерами β-альдегідо- і β-кетокислот. Подібність і різниця у хімічних властивостях піридину та піримідину. Урацил, цитозин, тимін. Кофеїн, сечова кислота. Поняття про нуклеотиди та нуклеїнові кислоти.

VI. Шкала оцінювання

Таблиця 3.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Національна система	Ступінь засвоєння програми навчальної дисципліни
90 – 100	A	5 (відмінно)	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного модульного контролю в цілому.
82 – 89	B	4 (дуже добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав завдання кожної теми та модульного і поточного контролю в цілому.
75 - 81	C	4 (добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та модульного поточного контролю в цілому виконав не повністю.
67 -74	D	3 (задовільно)	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни, окремі завдання кожної теми модульного контролю не виконав.
60 - 66	E	3 (достатньо)	Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та модульного контролю в цілому.
35 – 59	F	2 (незадовільно)	Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та модульного контролю в цілому.
1 – 34	F	2 (незадовільно)	Не засвоїв навчальної програми, не вміє викласти зміст кожної теми навчальної дисципліни, не виконав модульного контролю.

VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

Основна література

1. Обушак М.Д., Біла Є.Е. Органічна хімія: навчальний посібник. Частина 1. Львів, вид. ЛНУ ім. І. Франка.- 2004.- 204 с.
2. Обушак М.Д., Біла Є.Е. Органічна хімія: навчальний посібник. Частина 2. Львів: вид. ЛНУ ім. І. Франка.- 2018.- 256 с.
3. Чирва В.Я. Органічна хімія: підручник для вузів / В.Я. Чирва, С.М. Ярмолюк, Н.В. Толкачова, О.Є. Земляков. Львів, Вид. БаК.- 2009.- 996 с.
4. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864 с.
5. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высш. школа, 1990.
6. Робертс Дж., Кассерио М. Основы органической химии. В 2-х томах. М.: Мир, 1978.
7. Марч Дж. Органическая химия. В 4-х томах. М.: Мир, 1987.
8. Органікум. В 2-х томах: Пер. с нем.- М.: Мир, 1992.

Додаткова література

1. Моррисон Р. Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, 1974, 1132с.
2. Терней А. Современная органическая химия: в 2 т., М.: Мир, 1981. Т.1,2.
3. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1971, 280 с.
4. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.: Вища школа, 1992. – 503 с.
5. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – М.: Высшая школа, 1981. – 592 с.
6. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. –М.: Высшая школа, 1987. – 272 с.
7. Органическая химия. Лабораторно-практические занятия. Герасименко А.А., Борода Т.А., Шапошникова З.Б. – Киев: Вища школа, 1982. – 216 с.

Internet-джерела

https://www.researchgate.net/publication/298791207_Organicna_himia_Vuglevodni_j_oksigenovmisni_pohidni_Elektronnij_pidrucnik/link/56ec16f508aee4707a385011/download