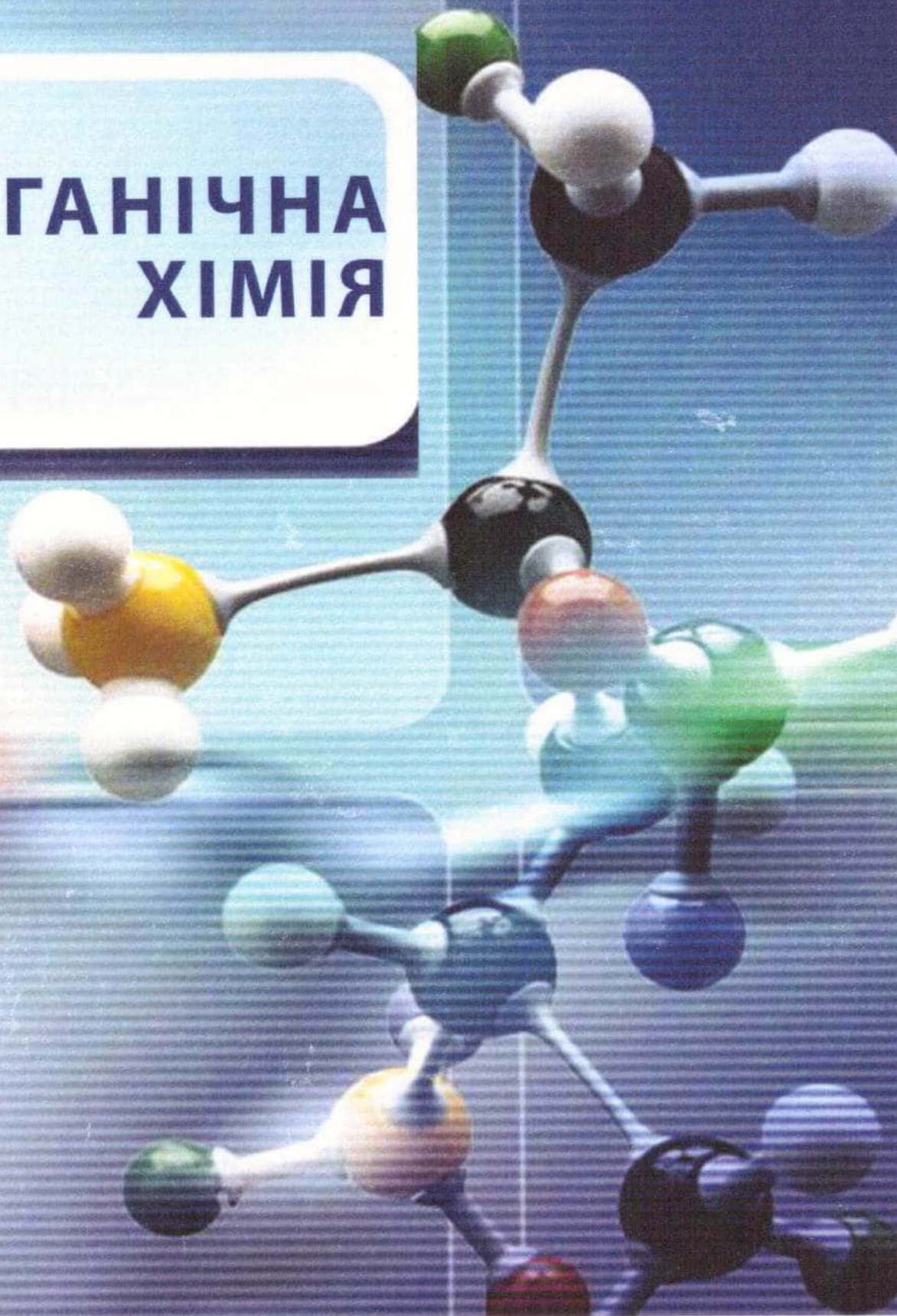


Є. Є. БІЛА
М. Д. ОБУШАК

**ОРГАНІЧНА
ХІМІЯ**



Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет
імені Івана Франка

БІЛА Є. Є.
ОБУШАК М. Д.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

**Посібник для самостійної роботи
(Частина 2)**

Навчальний посібник

Львів – 2019

УДК 373.5.091.313.016:811.161.2]:659.123
Б 61

Рецензенти:

проф., д-р хім. наук *М. В. Вовк*
(Інститут органічної хімії НАН України)
проф., д-р фарм. *Р. Б. Лесик*
(Львівський національний медичний університет
ім. Данила Галицького)
проф., д-р хім. наук *В. І. Лубенець*
(Національний університет «Львівська політехніка»)
проф., д-р хім. наук *В. С. Броварець*
(Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України)

*Рекомендовано до друку Вченою Радою
Львівського національного університету імені Івана Франка
Протокол № 58/11 від 28.11.2018*

Б 61 **Біла Є.Є., Обушак М.Д.**

Органічна хімія. Посібник для самостійної роботи. (Частина 2).
для студентів хімічного факультету / Є. Є. Біла, М. Д. Обушак.
Навч. посібн. – Львів: Видавництво Львівського національного
університету імені Івана Франка, 2019. – 130 с.

ISBN 978-966-613-848-7 (Зар.)
ISBN 978-617-10-0496-2 (Ч. 2)

У другій частині посібника викладено курс органічної хімії гетерофункціональних сполук. Розглядають основні класи цих сполук – гідрокси- та оксокислоти, вуглеводи, амінокислоти, бензен та його функціональні похідні. Наведено перелік лекційних тем та питань, які виносять на лекційне обговорення. До кожної теми запропоновано низку задач, що стосуються основних методів одержання, хімічних перетворень та використання гетерофункціональних сполук. Представлені у посібнику завдання можна успішно використовувати для формування у студентів умінь самостійно розв'язувати практичні завдання, працювати з додатковими джерелами, забезпечать успішне засвоєння теоретичного матеріалу.

Для студентів хімічних та біологічних факультетів, викладачів.
УДК 373.5.091.313.016:811.161.2]:659.123

ISBN 978-966-613-848-7 (Зар.)
ISBN 978-617-10-0496-2 (Ч. 2)

© Біла Є.Є., Обушак М.Д., 2019
© Львівський національний університет
імені Івана Франка, 2019

Вступ

Самостійна робота студентів є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від обов'язкових навчальних занять час. В сучасних умовах у навчальних планах вищих навчальних закладів усе більше часу відводиться для самостійної роботи студентів. На допомогу студентам для успішного опанування навчальним матеріалом з курсу «Органічна хімія» запропоновано навчальний посібник «Органічна хімія. Посібник для самостійної роботи (частина 2)». Цей посібник автори підготували в додаток до курсу «Органічна хімія» (Частини 1, 2, 3). Посібник укладений згідно з чинною робочою програмою з дисципліни «Органічна хімія», повністю охоплює матеріал другого семестру і є продовженням уже опублікованих методичних розробок до самостійної роботи студентів (Частина 1).

Посібник чітко структурований і включає вимоги до знань та вмінь студентів, перелік лекційних тем та питань, які виносять на лекційне обговорення; перелік тем індивідуальних завдань з окремих розділів органічної хімії для самостійної роботи студентів, критерії оцінювання знань студентів; перелік основної та додаткової літератури, а також перелік лабораторних робіт та тем семінарських занять, що дає змогу успішно підготуватися до занять.

Теми, винесені на самостійне опрацювання, завдання для індивідуальної роботи, наведені задачі охоплюють усі

розділи дисципліни й укладені згідно з послідовністю подання лекційних тем. Посібник містить велику кількість завдань: для самостійного опрацювання запропоновано 300 задач різного рівня складності та 180 тестових завдань. Різномірні тестові завдання допомагають студентам самостійно провести оцінку ступеня засвоєння матеріалу.

Сподіваємося, що організована так самостійна робота сприятиме розвитку логічного мислення з урахуванням індивідуальних можливостей кожного студента, розв'язання практичних задач допоможе активізувати процес засвоєння теоретичного матеріалу.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»

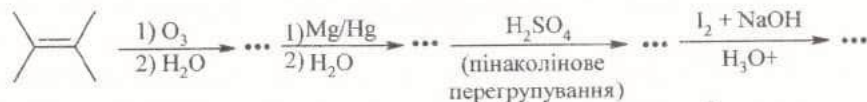
VI СЕМЕСТР

Змістовий модуль 1 «Гетерофункціональні та циклічні органічні сполуки»

► Лекція 1. Гідроксикислоти. Основні положення стереохімії

Гідрокси(окси)кислоти. Класифікація. Структурна та оптична ізомерія. Номенклатура. Одноосновні двоатомні гідроксикислоти. Методи одержання α - і β -гідроксикислот: ціангідринним синтезом (α -гідроксикислоти), реакцією Реформатського (β -гідроксикислоти), шляхом введення гідроксилу в молекули карбонових кислот та карбоксильної групи в молекули гідроксисполук. Загальні властивості гідроксикислот. Відмінність дегідратації α -, β - і γ -гідроксикислот (утворення лактидів, α , β -ненасичених карбонових кислот, лактонів).

10. Виконайте перетворення:



Наведіть схематичний ПМР спектр останньої сполуки.

**Органічні сполуки перехідних металів
(Самостійна робота студента)**

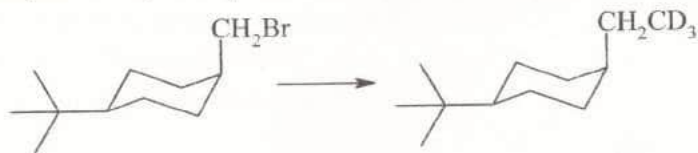
Одержання та властивості органічних сполук перехідних металів. Каталітична роль металів групи платини. Реакція метатезису.

Завдання для самостійної роботи

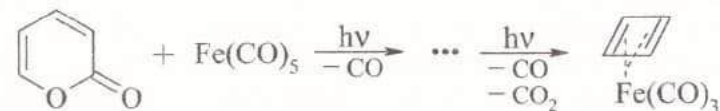
1. Які сполуки утворюються в реакції метатезису етилену та циклогексену?
2. Поясніть каталітичну дію паладію в реакції гідрування алкенів.
3. Чому використання різних каталітичних систем (яких саме?) веде до утворення різних продуктів циклізації ацетилену. Поясніть, чому взаємодія пентакарбонілу феруму з ацетиленом призводить до утворення хінону.
4. Закінчіть рівняння реакції:



5. Завершіть перетворення:



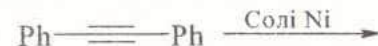
6. Запропонуйте механізм утворення циклобутадієнтрикарбоніла:



7. Опишіть типи зв'язків, які існують у солі Цейзе:

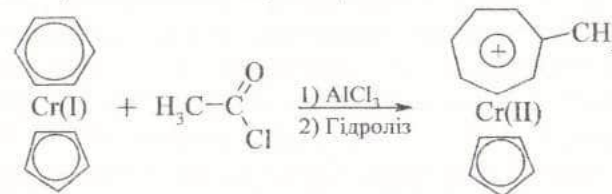


8. Закінчіть рівняння реакції:

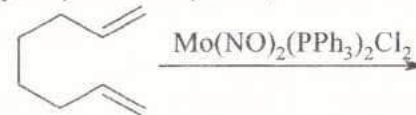


(Згадайте, як ця реакція відбувається для ацетилену).

9. Запропонуйте механізм реакції:



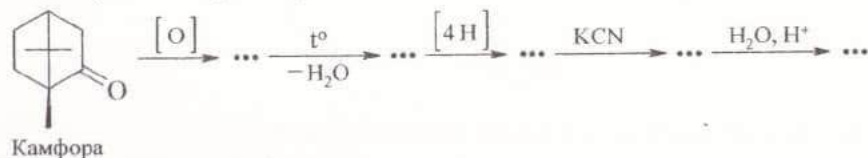
10. Які сполуки утворюються в реакції метатезису 1,7-октадієну:



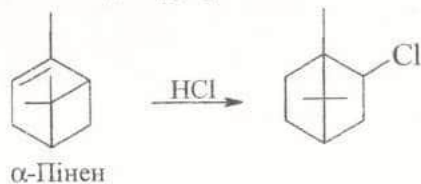
**► Лекція 9. Циклічні органічні сполуки.
Малі та середні цикли**

Аліцикли. Класифікація. Малі, середні та великі (макро) цикли. Номенклатура. Ізомерія. Фізичні властивості. Методи

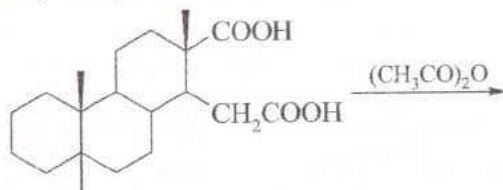
7. Завершіть перетворення:



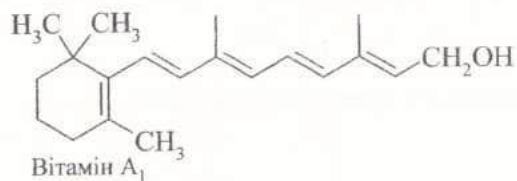
8. Наведіть механізм перегрупування:



9. Завершіть перетворення:



10. Які сполуки утворюються внаслідок озонування вітаміну А₁:



ПРИКЛАДИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДО ЗМІСТОВОГО МОДУЛЯ 1

1. Під час нагрівання γ -гідроксикислот утворюються:

- 1) лактони;
- 2) лактиди;
- 3) лактами;
- 4) ненасичені кислоти;
- 5) поліестери.

2. Під час нагрівання β -гідроксикислот утворюються:

- 1) лактони;
- 2) лактиди;
- 3) лактами;
- 4) ненасичені кислоти;
- 5) поліестери.

3. Під час нагрівання α -гідроксикислот утворюються:

- 1) лактони;
- 2) лактиди;
- 3) лактами;
- 4) ненасичені кислоти;
- 5) поліестери.

Змістовий модуль 2

«Ароматичні вуглеводні та реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення в ароматичному ядрі»

► Лекція 10. Ароматичні вуглеводні. Бензен. Ароматичність

Арени, їх класифікація. Бензен і його гомологи. Номенклатура й ізомерія. Джерела ароматичних вуглеводнів: кам'яне вугілля (коксування), нафта (перегонка, ароматизація, риформінг), ацетилен та ефірні масла. Формула Кекуле для бензену. Електронна будова. Квантово-хімічний опис молекули бензену: метод валентних зв'язків (резонанс), метод молекулярних орбіталей у π -електронному наближенні (МО ЛКАО).

Схема молекулярних орбіталей та їх побудова для ароматичних та неароматичних систем. Ароматичність та антиароматичність. Правило Хюккеля. Небензоїдні ароматичні системи: циклопропенілій- і тропілій-катиони, циклопентадієнілій-аніон, фероцен, азулени. Циклооктатетраєн та його ароматизація.

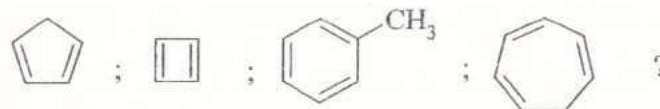
Емпірична енергія резонансу. Спряження та енергія делокалізації молекули бензену. Особливості бензену: відносна стабільність до окиснення, схильність до реакцій заміщення,

термохімія гідрування та згоряння бензену, його утворення в реакціях диспропорціювання циклогексадієну, одержання ароматичних систем піролізом різних класів органічних речовин. Фізичні властивості й основні спектральні характеристики бензену та його гомологів (УФ-, ІЧ- та ПМР-спектри).

Хімічні властивості аренив. Реакції приєднання до бензену: каталітичне гідрування, відновлення натрієм у рідкому аміаку до дигідробензену (Берч), галогенування. Реакції окиснення бензену: каталітичне – до малеїнового ангідриду, біохімічне – до муконової кислоти, озонування. Розширення бензольного ядра: взаємодія з карбенами (циклогептатрієни), арил- та алкілазидами (азепіни). Ізомеризація бензену дією УФ-випромінювання. Бензен Дюара, синтез та ізомеризація.

Завдання для самостійної роботи

1. Які з наведених сполук матимуть ароматичний характер:



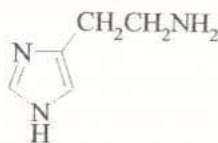
Які сполуки називаються ароматичними, неароматичними та антиароматичними?

2. 3-Хлороциклопропен взаємодіє з хлоридом стибію з утворенням кристалічної сполуки $C_3H_3SbCl_6$, яка нерозчинна у неполярних, але розчинна у полярних розчинниках. Спектр ПМР цієї сполуки містить лише один сигнал. Поясніть ці факти.
3. Наведіть усі можливі ізомери складу C_6H_6 . Назвіть їх. Наведіть схему одержання бензену Дюара.
4. Наведіть визначення термінів «спряження», «делокалізація», «ароматичність». Які з наведених вище взаємодій існують у молекулах вінілового спирту, алільного катіона, аніліну, 1,3-бутадієну? Зобразіть це за допомогою струк-

Пурин. Будова, номенклатура похідних. Пуринові кислоти та їхня роль у природі. Сечова кислота, її синтез, одержання з неї аденіну, гуаніну, ксантину, гіпоксантину. Синтез аденіну та гуаніну за Тоддом.

Завдання для самостійної роботи

1. Поясніть ароматичні властивості індолу й орієнтацію в положення 3 в реакціях електрофільного заміщення.
2. Порівняйте взаємодію з електрофільними реагентами для піролу та індолу. Поясніть регіонаправленість процесу для кожної зі сполук.
3. Наведіть рівняння реакції бромовання індолу. В яке положення і чому йде реакція?
4. Наведіть схему механізму одержання 2-метиліндолу із фенілгідразину та ацетону.
5. Як із антранілової кислоти одержати індиго? Наведіть схему переходу білого індиго в синє і навпаки.
6. Порівняйте основність атомів нітрогену в молекулах піридину, піролу та 1,3-діазолу. Для підтвердження наведіть схеми відповідних перетворень.
7. Піразол й імідазол. Їх кислотно-основні властивості. Гістидин.
8. Поясніть ароматичні властивості імідазольного циклу.
9. Розташуйте атоми нітрогену в молекулі гістидину



в порядку збільшення основності. Відповідь обґрунтуйте.

10. Наведіть реакції хіноліну з такими реагентами: 1) сульфатна кислота на холоді; 2) йодистий метил; 3) нітруюча

суміш; 4) амід натрію. Поясніть регіоселективність кожного процесу.

Алкалоїди. Вітаміни. Антибіотики.

Нуклеїнові кислоти. РНК і ДНК

(Самостійна робота студента)

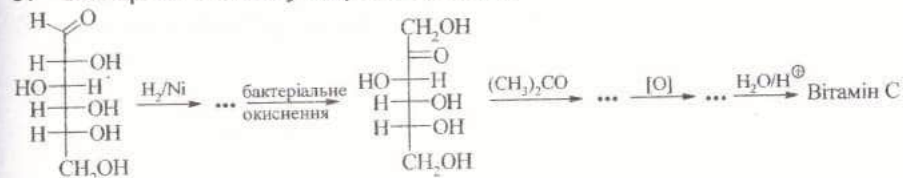
Алкалоїди, вітаміни, антибіотики. Загальні уявлення про хімічну будову, виділення з природних об'єктів та синтез. Біологічна дія та шляхи використання. Значення органічної хімії в життєдіяльності людини.

Поняття про нуклеозиди і нуклеотиди. Рибо- і дезоксирибонуклеїнові кислоти (РНК, ДНК). Компоненти нуклеїнових кислот. Уявлення про вторинну структуру ДНК (Уотсон і Крік) та механізм передачі спадковості.

Роль піримідинових та пуринових основ у природі. Уявлення про механізм передачі спадковості.

Завдання для самостійної роботи.

1. Дипірилметан та дипірилметен. Будова й одержання порфіну. Геміни. Гемоглобін. Роль цих сполук у процесах переносу кисню.
2. Яку роль виконує піридоксальфосфат у біохімічний трансформації α -амінокислот?
3. Наведіть комплементарні пари азотистих основ. Зобразіть утворення в них водневого зв'язку.
4. Хімічна природа біологічної дії тіаміну.
5. Завершіть схему перетворення:



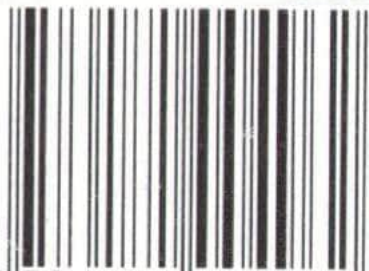
ЗМІСТ

Вступ	3
Програма навчальної дисципліни	
«Органічна хімія»	5
VI СЕМЕСТР	5
Змістовий модуль 1	5
«Гетерофункціональні та циклічні органічні сполуки»	5
Лекція 1. Гідроксикислоти. Основні положення стереохімії.....	5
Похідні вугільної кислоти (Самостійна робота студента).....	7
Лекція 2. Альдегідо- і кетокислоти (оксокислоти).....	9
Лекція 3. Синтези на основі ацетооцтового естеру.....	10
Лекція 4. Амінокислоти. Синтез. Властивості.....	12
Лекція 5. Пептиди і білки. Одержання пептидів.....	14
Лекція 6. Вуглеводи. Моносахариди. Таутомерія. Методи визначення будови.....	15
Лекція 7. Хімічні перетворення моносахаридів. Ди- і полісахариди.....	17
Лекція 8. Металорганічні сполуки. Магнійорганічні сполуки.....	19
Органічні сполуки перехідних металів (Самостійна робота студента).....	22
Лекція 9. Циклічні органічні сполуки. Малі та середні цикли.....	23
Макроцикли. Поліциклічні сполуки (Самостійна робота студента).....	26
Приклади тестових завдань	
до змістового модуля 1	29
Змістовий модуль 2	42
«Ароматичні вуглеводні та реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення в ароматичному ядрі»	42
Лекція 10. Ароматичні вуглеводні. Бензен. Ароматичність.....	42
Лекція 11. Реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі. Правила орієнтації.....	45
Лекція 12. Алкілпохідні бензену. Методи одержання, реакційна здатність. Застосування.....	47

Лекція 13. Галогенопохідні ароматичних вуглеводнів. Нуклеофільне заміщення.....	49
Лекція 14. Ароматичні сульфокислоти.....	52
Лекція 15. Нітросполуки ароматичного ряду.....	53
Лекція 16. Ароматичні аміни. Аміни з аміногрупою у боковому ланцюгу.....	55
Лекція 17. Ароматичні діазосполуки. Діазотування. Перетворення діазосполук. Азобарвники.....	57
Приклади тестових завдань до змістового модуля 2	60
Змістовий модуль 3	
«Функціональні похідні ароматичних вуглеводнів. Конденсовані ароматичні сполуки»	72
Лекція 18. Феноли. Одно-, дво-, три- та багатоосновні феноли.....	72
Лекція 19. Ароматичні альдегіди та кетони. Хінони.....	75
Лекція 20. Ароматичні карбонові кислоти. Кореляційний аналіз.....	77
Лекція 21. Поліядерні сполуки. Дифеніл. Трифенілметан. Трифенілметанові барвники.....	79
Лекція 22. Конденсовані ароматичні системи. Нафтален та його похідні. Правила орієнтації. Реакції.....	81
Антрацен та фенантрен. Вищі конденсовані системи. Стероїди (Самостійна робота студента).....	83
Лекція 23. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Фуран, пірол і тіофен. Методи одержання. Властивості.....	84
Лекція 24. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин.....	87
Гетероцикли, конденсовані з ароматичним ядром. Індол. Хінолін. 8-Гідроксихінолін. Гетероцикли з кількома гетероатомами. Діазини. Природні сполуки на основі пурину і піримідину (Самостійна робота студента).....	88

Алкалоїди. Вітаміни. Антибіотики. Нуклеїнові кислоти. РНК і ДНК (Самостійна робота студента).....	91
Приклади тестових завдань до змістового модуля 3.....	93
Теми індивідуальних завдань.....	112
Теми лабораторних занять.....	113
Методи контролю.....	116
Розподіл балів.....	118
Предметний показник.....	120
Рекомендована література.....	123

ISBN 978-617-10-0496-2



9 786171 004962