

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Фармацевтичної хімії та технології ліків



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Едуард БУРЯЧКІВСЬКИЙ

«01» вересня 2024 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

(частина навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Галузь знань: 22 «Охорона здоров'я»

Спеціальність: 226 «Фармація, промислова фармація»

Спеціалізація: 226.01 «Фармація»

Освітньо-професійна програма: Фармація, промислова фармація

Затверджено:

Засіданням кафедри Фармацевтичної хімії та технології ліків
Одеського національного медичного університету

Протокол № 1 від “29” серпня 2024 р.

Розробники:

Завідувач кафедри фармацевтичної хімії та технології ліків, д.хім.н., професор Володимир ГЕЛЬМБОЛЬДТ, старший викладач закладу вищої освіти кафедри фармацевтичної хімії та технології ліків Олексій НІКІТІН, доцент закладу вищої освіти кафедри фармацевтичної хімії та технології ліків, к.хім.н. Тетяна ЛОЖИЧЕВСЬКА, старший викладач закладу вищої освіти кафедри фармацевтичної хімії та технології ліків, PhD у фармації, Іван ШИШКІН.

Рецензенти:

(вказати прізвища, ім'я, по-батькові, наукові ступені, вчені звання та посади рецензентів, рецензентів має бути не менше двох осіб, один рецензент є внутрішнім науково-педагогічним працівником Університету з інших кафедр, другий рецензент є зовнішнім науково-педагогічним працівником з іншого закладу вищої освіти)

Рекомендовано до друку Предметною цикловою методичною комісією з фармацевтичних дисциплін Одеського національного медичного університету

Протокол № 1 від “29” серпня 2024 р.

Рекомендовано до друку Центральною координаційною методичною радою Одеського національного медичного університету

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 20__ р.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Одеського національного медичного університету

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 20__ р.

ТЕМА 1

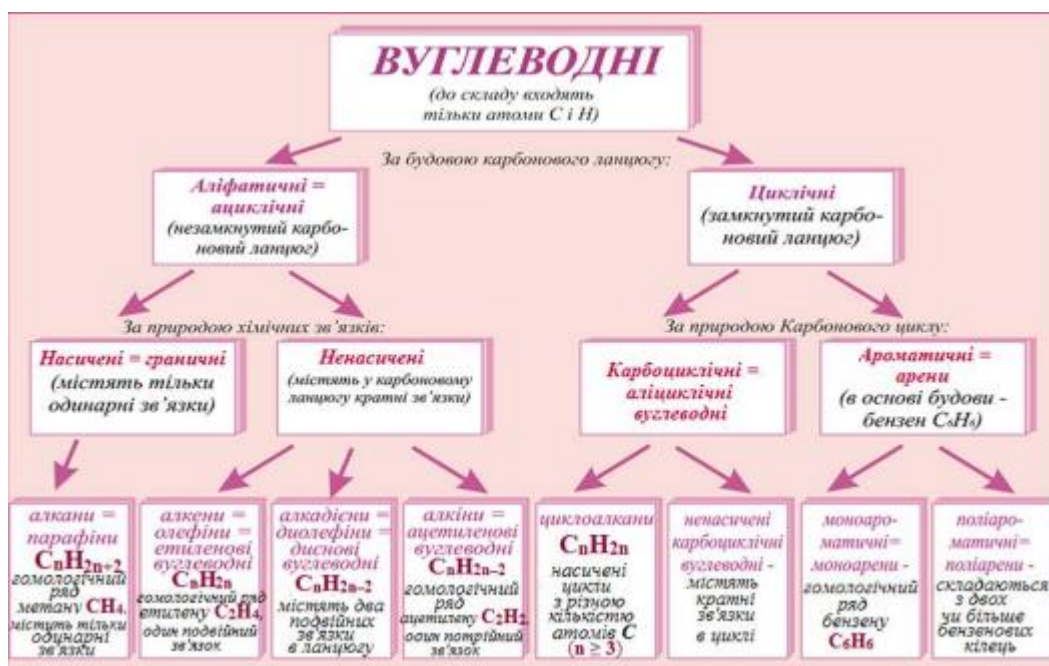
«Предмет органічної хімії. Класифікація і номенклатура органічних сполук»

Мета: Ознайомити студентів із предметом і завданнями органічної хімії; сформувати знання про класифікацію органічних сполук та правила їх номенклатури згідно з IUPAC.

Основні поняття (перелік питань): Органічна хімія, вуглеводні, функціональна група, класифікація, тривіальна й раціональна номенклатура, систематична номенклатура IUPAC, ізомерія, ступінь насиченості.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що є предметом вивчення органічної хімії?
- 2) Які основні ознаки органічних сполук?
- 3) Які існують підходи до класифікації органічних сполук?
- 4) Що таке функціональна група?
- 5) У чому відмінність між гомологами та ізомерами?
- 6) Які особливості тривіальної номенклатури?
- 7) У чому сутність раціональної номенклатури?

- 8) Принципи IUPAC у називанні органічних сполук.
9) Як визначити головний ланцюг у структурі органічної молекули?
10) Що таке замісники і як вони впливають на назву сполуки?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

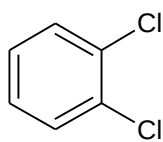
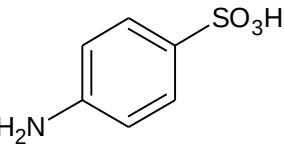
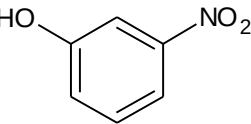
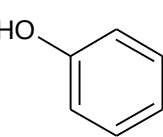
I. Вкажіть, клас полук, родоначальну структуру та назвіть за номенклатурою IUPAC наступні сполуки:

A. $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_3\text{COOH}$	E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}_3$
B. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{O}$	F. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3$
C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	G. $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$
D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCH}_3$	H. $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

II. Наведіть структурні формули наступних сполук:

- A. Бензенсульфокислота
B. Циклогексанон
C. Бутандиаль
D. *n*-нітрофенол
E. 2-аміно-3-фенілпропіонова кислота

III. Дайте назву наступним сполукам:

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

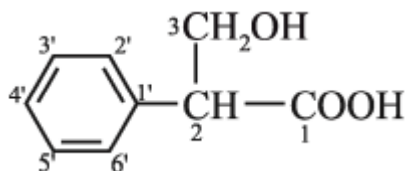
IV. Дайте назву наступних сполук (в дужках наведені тривіальні назви):

- A. CHCl_3 (хлороформ)

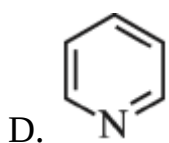
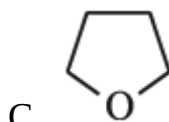
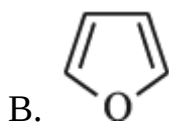
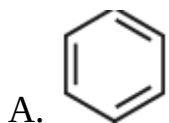
- B. $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ (Ацетон)
C. $\text{H}_2\text{N}[\text{CH}_2]_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ (Лізин)
D. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{H}$ (Таурин)

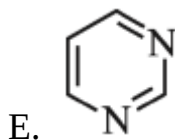
Тестові завдання для самоконтролю:

1. За будовою карбонового скелета всі органічні сполуки поділяють на:
- A. Ациклічні та циклічні
 - B. Ароматичні та карбоциклічні
 - C. Арени та алкени
 - D. Гетероциклічні і оксигеновмісні
 - E. Алкани та циклоалкани
2. Яку назву має тропова кислота за замісничковою номенклатурою:

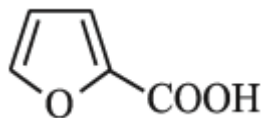


- A. 3-Гідрокси-2-фенілпропанова кислота
 - B. α -Феніл- β -оксипропіонова кислота
 - C. 2-Феніл-3-гідроксипропанова кислота
 - D. α -Феніл-3-гідроксипропанова кислота
 - E. 3-Гідрокси- β -фенілпропанова кислота
3. Яка сполука належить до карбоциклічних:





4. Яка назва відповідає формулі:



А. Фуран-2-карбонова кислота

В. Фурфурол

С. Фураноза

Д. Гідроксифуран

Е. Фурфуриловий спирт

5. Аліфатичні вуглеводні поділяють на насичені і ненасичені. Яка сполука належить до насичених вуглеводнів:

А. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

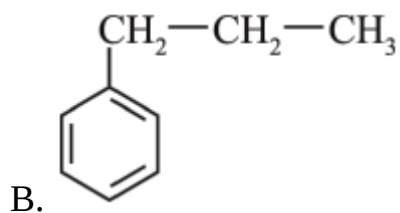
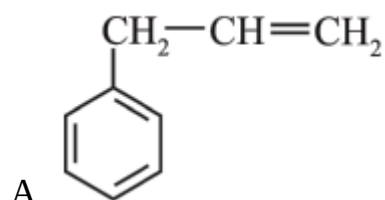
В. $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2$

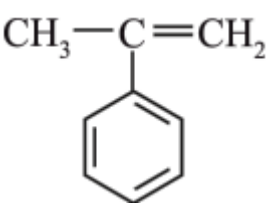
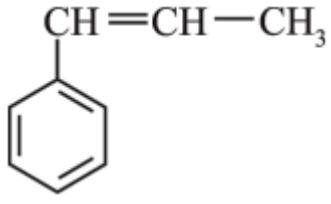
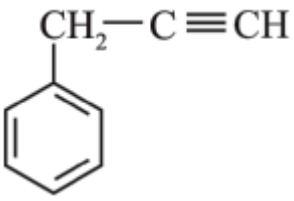
С. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—C=CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Д. $\text{CH}_2\text{=C=CH}_2$

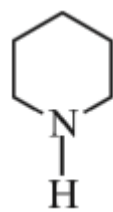
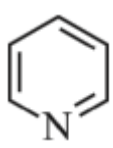
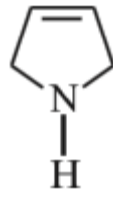
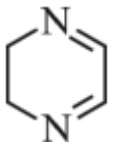
Е. $\text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH}$

6. Виберіть формулу 3-фенілпропену:



- C. 
- D. 
- E. 

7. Який з наведених гетероциклів належить до насичених:

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 
- E. 

8. Аліфатичні сполуки поділяють на насичені і ненасичені. Виберіть серед наведених назв ту сполуку, яка відноситься до насичених.

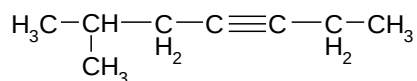
- A. Пропан
- B. Пропін

- C. Пропадієн
- D. Пропен
- E. 2-Метилпропін

9. Визначіть, яка з приведених сполук відноситься до карбоциклічних:

- A. Бензол
- B. Фуран
- C. Тетрагідрофуран
- D. Пиридин
- E. Гексан

10. Як називається алкін такої будови:



- A. 6-Метилгептин-3
- B. 2-Метилгептин-4
- C. 2-Метилгептен-4
- D. 6-Метилгептен-3
- E. 6-Метилгексин-3

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликін, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.

4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне

підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry

6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

ТЕМА 2

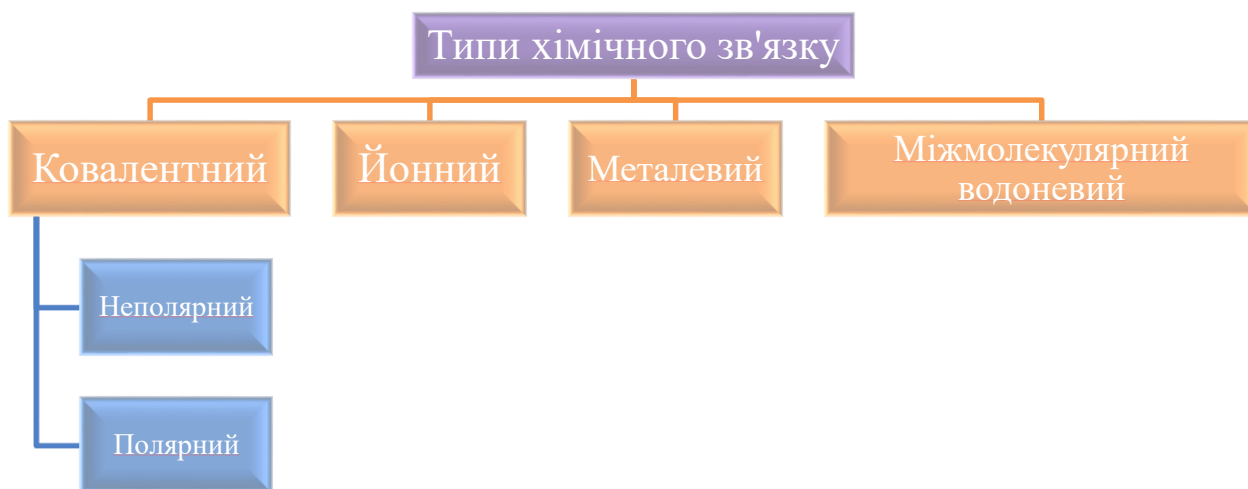
«Типи хімічних зв'язків»

Мета: Розглянути природу хімічного зв'язку в органічних молекулах і їх вплив на властивості речовин.

Основні поняття (перелік питань): Ковалентний зв'язок, σ - і π -зв'язки, гібридизація (sp , sp^2 , sp^3), електронегативність, полярність зв'язку, донорно-акцепторний зв'язок.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які типи хімічних зв'язків зустрічаються в органічних сполуках?
- 2) Чим відрізняється σ -зв'язок від π -зв'язку?
- 3) Які гібридизації атома Карбону ви знаєте?
- 4) Які властивості має sp^3 -гібридизація?
- 5) Які властивості має sp^2 -гібридизація?
- 6) Які властивості має sp -гібридизація?
- 7) Чим відрізняється полярний зв'язок від неполярного?

- 8) Який зв'язок називають подвійним?
9) Який зв'язок називають потрійним?
10) Що визначає міцність хімічних зв'язків у органічних молекулах?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Вкажіть типи хімічних зв'язків між атомами в наступних молекулах:

- A. $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_3\text{COOH}$
B. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{O}$
C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCH}_3$
E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}_3$
F. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3$
G. $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$
H. $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

Тестові завдання для самоконтролю:

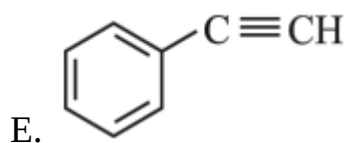
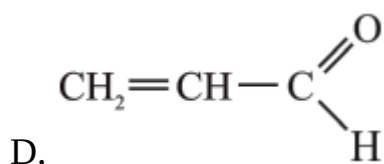
1. На прояв фізичних властивостей впливає тип хімічного зв'язку в молекулі.

Яким зв'язком з'єднаний алюміній в алюміній ацетилацетонаті $(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_3\text{Al}$, якщо він розчинний в органічних розчинниках, нерозчинний у воді і має невисокі температури топлення і кипіння?

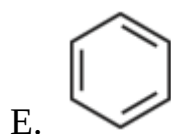
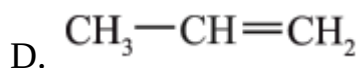
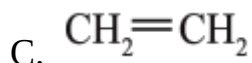
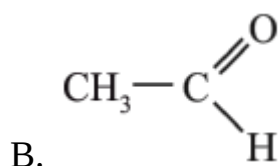
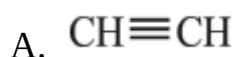
- A. Координаційним
B. Іонним
C. Семіполярним
D. Металічним
E. Донорно-акцепторним

2. Молекула якої з наведених сполук містить атом Карбону в стані sp^3 -гібридизації:

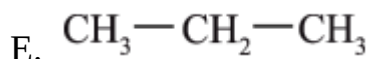
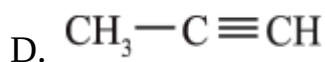
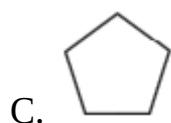
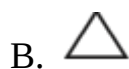
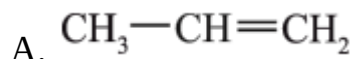
- A. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$
B. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$
C. $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$



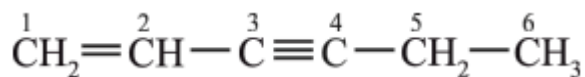
3. Молекула якої з наведених сполук містить атом Карбону в стані sp -гібридизації:



4. Молекула якої з наведених сполук містить атом Карбону в стані sp^2 -гібридизації:



5. Які атоми Карбону в наведеній сполуці знаходяться у другому валентному стані (sp^2 -гібридизації):



A. 1 і 2

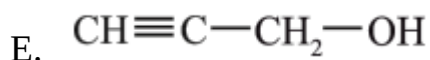
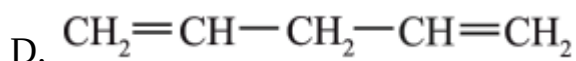
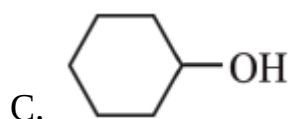
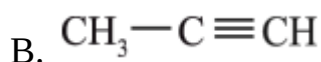
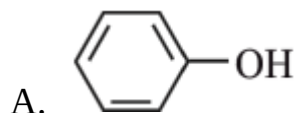
B. 5 i 6

C. 1 i 3

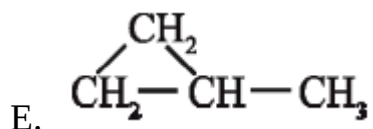
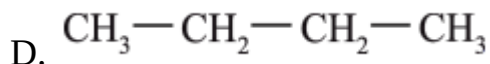
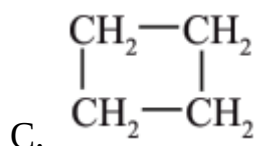
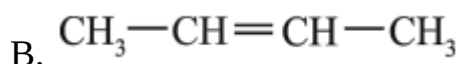
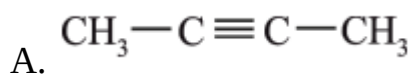
D. 2 i 3

E. 3 i 4

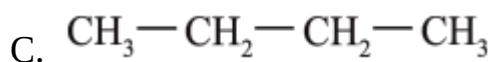
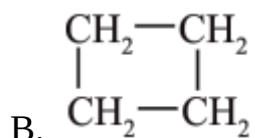
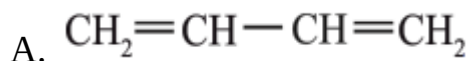
6. Серед наведених нижче сполук вкажіть ту, в якій є р,π-спряження:

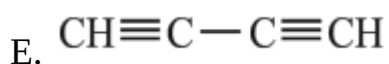
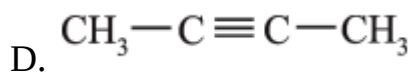


7. В якій з наведених нижче сполук є атом Карбону в sp-гібризованому стані:

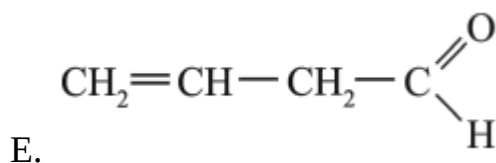
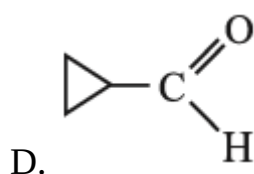
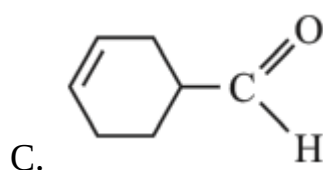
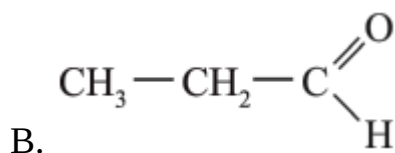
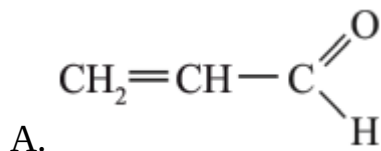


8. В якій з наведених нижче сполук є атом Карбону в sp²-гібризованому стані:





9. Вкажіть сполуку, молекула якої містить π, π -тип спряження:



10. Для бензальдегіду та акролеїну оберіть правильне твердження:

- A. Усі атоми Карбону в молекулах знаходяться в sp^2 -гібризованому стані
- B. Для них характерна бензоїнова конденсація
- C. Вони є структурними ізомерами
- D. Це ароматичні сполуки
- E. Вступають у реакції електрофільного заміщення

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 3

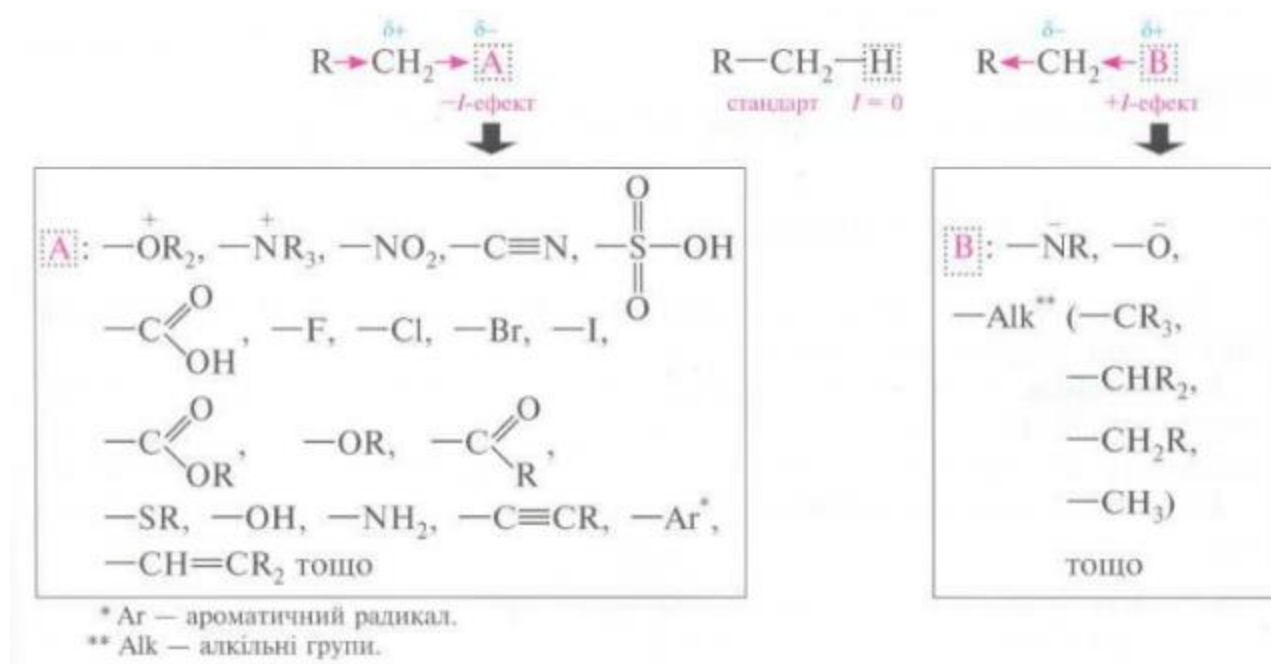
«Взаємний вплив атомів в органічних молекулах»

Мета: Пояснити електронні ефекти та їх роль у реакційній здатності органічних сполук.

Основні поняття (перелік питань): Індукційний ефект, мезомерний (резонансний) ефект, гіперкон'югація, стеричний ефект, активування/деактивування.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які типи електронних ефектів існують?
- 2) Суть індукційного ефекту.
- 3) Суть мезомерного (резонансного) ефекту.
- 4) Що таке +I та —I-ефекти?
- 5) Що таке +M та —M-ефекти?
- 6) У чому проявляється гіперкон'югація?
- 7) Як електронні ефекти впливають на реакційну здатність сполук?
- 8) Як електронні ефекти змінюють кислотність?

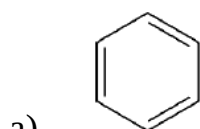
9) Як електронні ефекти змінюють основність?

10) Які ефекти переважають у молекулах з кон'югацією?

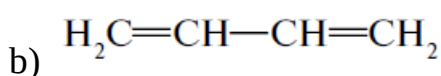
3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

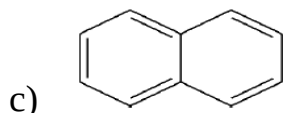
I. Поясніть причини, по яких в запропонованих молекулах не виникає індуктивний і мезомерний ефекти:



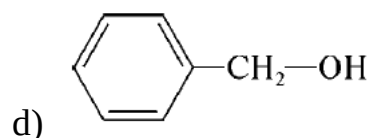
a)



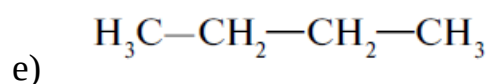
b)



c)

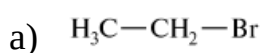


d)

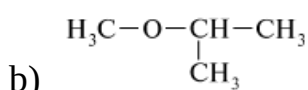


e)

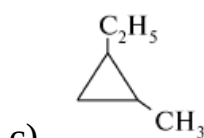
II. Вкажіть тип заступника і напрям дії індуктивного ефекту:



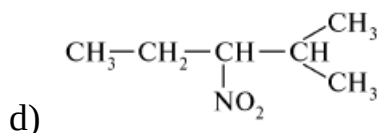
a)



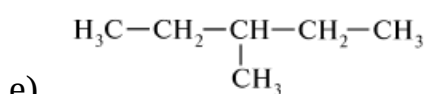
b)



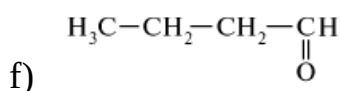
c)



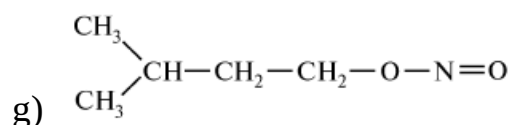
d)



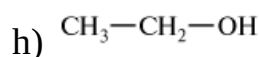
e)



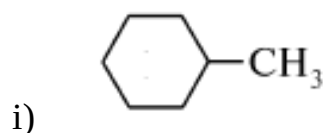
f)



g)



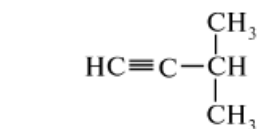
h)



i)

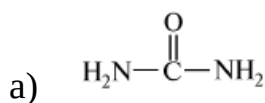


j)

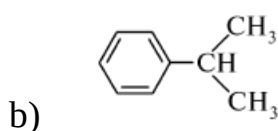


k)

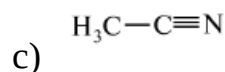
III. Вкажіть вид мезомерного ефекту і його напрям:



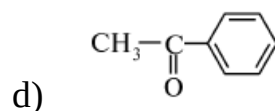
a)



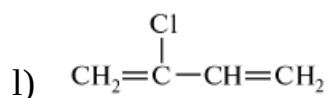
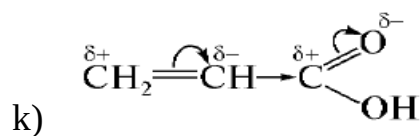
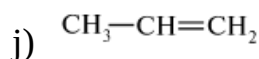
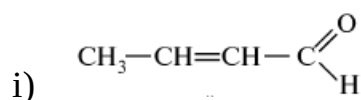
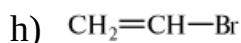
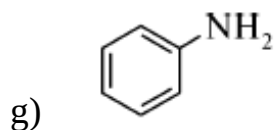
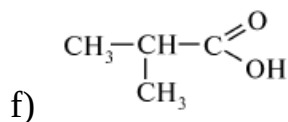
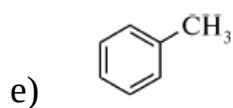
b)



c)



d)



Тестові завдання для самоконтролю:

- Який з вказаних замісників чинить найбільший позитивний індуктивний ефект ?
 - Третбутил
 - Етил
 - Метил
 - Ізопропил
 - Втор-бутил
- Який з вказаних замісників чинить найбільший негативний мезомерний ефект?
 - Нітро-група
 - Карбоксил
 - Ціано-група
 - Аміно-група
 - Гідроксил
- Назвіть замісник, для якого індуктивний і мезомерний ефекти співпадають за напрямком:
 - Нітро-група
 - Гідроксил
 - Аміно-група
 - Бром
 - Хлор

4. Вкажіть вид і знак електронних ефектів альдегідної групи в молекулі бензальдегіду C_6H_5CHO :
- A. -I; -M
 - B. -I
 - C. -I; +M
 - D. +I
 - E. +I; +M
5. Які електронні ефекти мають місце в молекулі аніліну? В яке положення орієнтує аміногрупа реакції електрофільного заміщення (S_E)?
- A. -I, + M, орієнтує в о- та п -положення
 - B. -I, - M, орієнтує в м -положення
 - C. -I, + M, орієнтує в м -положення
 - D. +I, - M, орієнтує в м -положення
 - E. +I, + M, орієнтує в о- та п-положення
6. Які електронні ефекти мають місце в молекулі нітробензолу? В яке положення перша нітрогрупа спрямовує другу при подальшому нітруванні?
- A. -I, - M, орієнтує в м-положення
 - B. -I, - M, орієнтує в о- та п-положення
 - C. -I, + M, орієнтує в о- та п-положення
 - D. +I, - M, орієнтує в м -положення
 - E. +I, + M, орієнтує в о- та п-положення
7. Які електронні ефекти мають місце в молекулі ацетаніліду? Замісником якого роду є ацильована аміногрупа?
- A. -I, + M, I роду
 - B. -I, - M, II роду
 - C. -I, + M, II роду
 - D. +I, - M, I роду
 - E. +I, + M, II роду
8. Вкажіть вид електронних ефектів в молекулі фенолу:

- A. -I; +M
- B. +I
- C. -M
- D. +M
- E. -I

9. Які електронні ефекти мають місце в молекулі хлорбензолу? В яке положення орієнтує хлор в реакціях електрофільного заміщення (S_E)?

- A. -I, +M, орієнтує в о- та п-положення
- B. -I, -M, орієнтує в м-положення
- C. -I, +M, орієнтує в м-положення
- D. +I, -M, орієнтує в м-положення
- E. +I, +M, орієнтує в о- та п-положення

10. Вкажіть замісник, для якого індуктивний і мезомерний ефекти співпадають за напрямком:

- A. $-\text{NO}_2$
- B. $-\text{Cl}$
- C. $-\text{Br}$
- D. $-\text{OH}$
- E. $-\text{NH}_2$

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5

3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>

5. LibreTexts – Organic Chemistry – https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 4

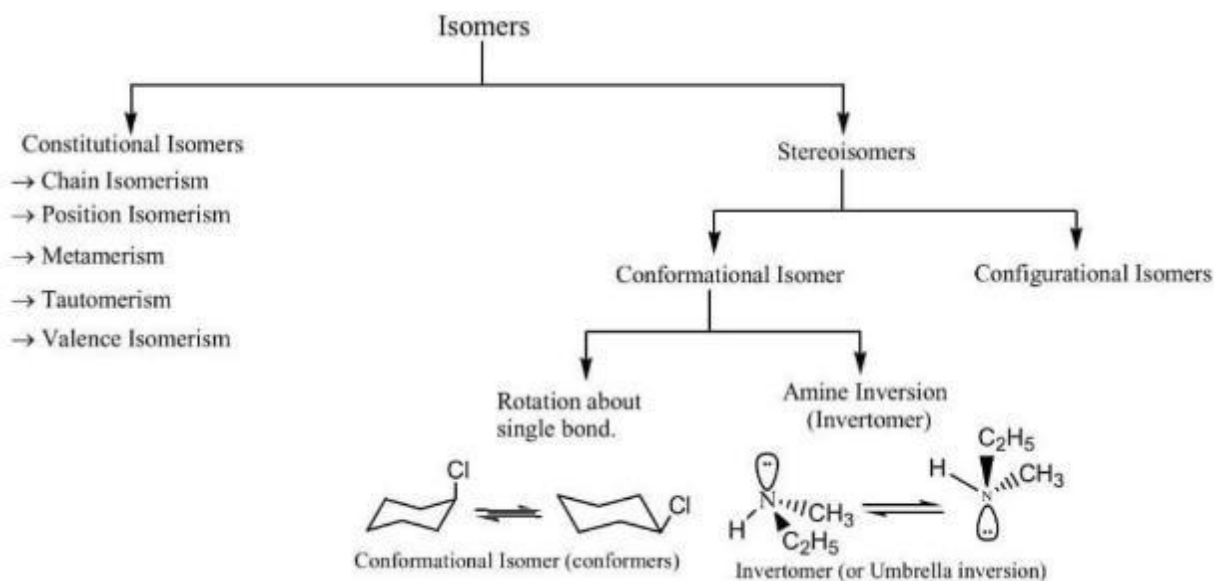
« Ізомерія органічних сполук. Кислотні і основні властивості органічних сполук»

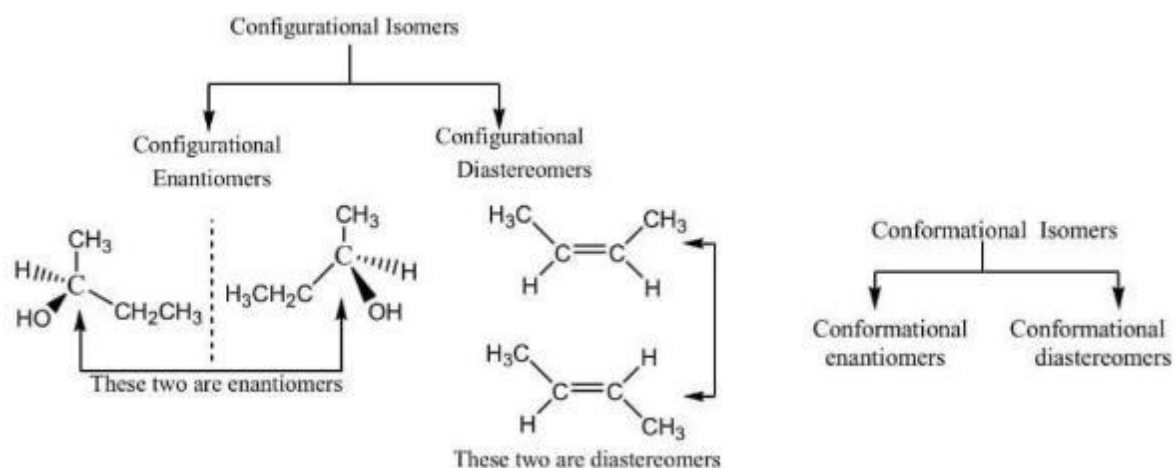
Мета: Сформуванати уявлення про різні типи ізомерії та механізми прояву кислотно-основних властивостей в органічних сполуках.

Основні поняття (перелік питань): Структурна ізомерія, стереоізомерія, оптична активність, кислотність, основність, рКа, протоліз.

План

1. Теоретичні питання:





2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке ізомерія?
- 2) Чим відрізняється структурна ізомерія від стереоізомерії?
- 3) Які види структурної ізомерії існують?
- 4) Які види стереоізомерії існують?
- 5) Що таке оптична ізомерія?
- 6) Сутність цис-транс-ізомерії.
- 7) Які чинники визначають кислотність органічних сполук?
- 8) Які чинники визначають основність органічних сполук?
- 9) Як електронні ефекти впливають на кислотність?
- 10) Як будова молекули впливає на основність амінів?

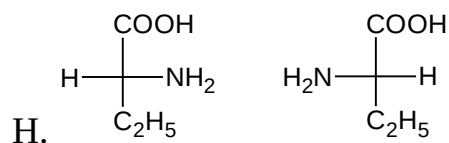
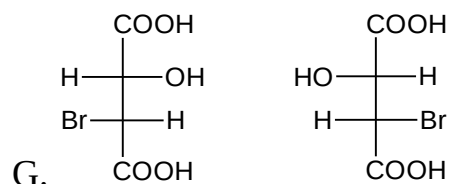
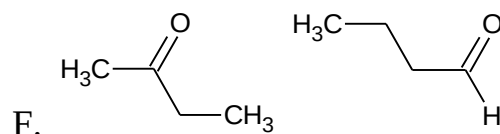
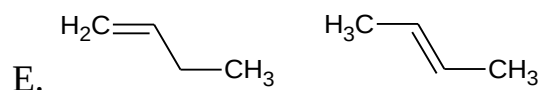
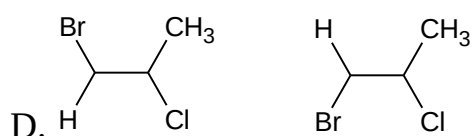
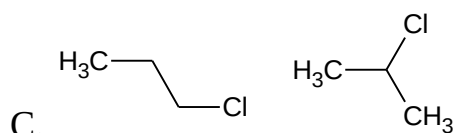
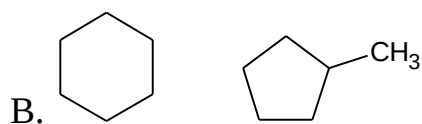
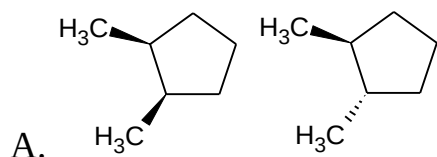
3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

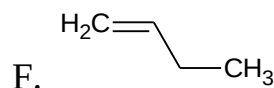
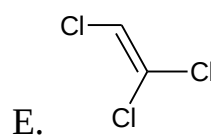
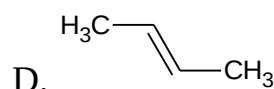
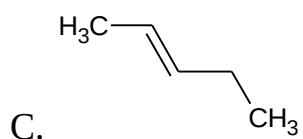
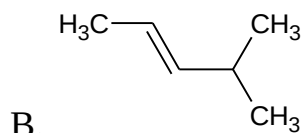
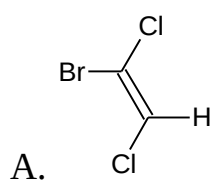
- I. Напишіть структурні формули ізомерів та назвіть їх за замісною номенклатурою: гептан, октан, гексен, пентин, циклопентан.
- II. Серед запропонованих формул визначте ізомери:

A. C_6H_{12}	G. $C_5H_{11}COOH$
B. C_6H_6	H. $C_5H_{11}NH_2$
C. $C_5H_{11}C(O)H$	I. $C_6H_{10}CH_3-(CH_2)_4-CH_3$
D. $C_3H_7(C=O)C_2H_5$	J. $CH_3-CH=CH-CH=CH-CH_3$
E. $CH_3-CH=CH-C_3H_7$	K. C_6H_{14}
F. $C_2H_5OC_3H_7$	L. $C_5H_{11}OH$

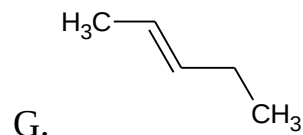
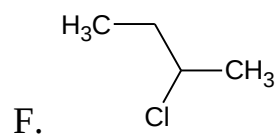
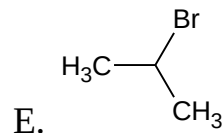
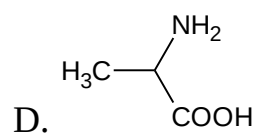
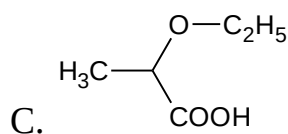
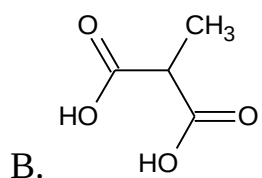
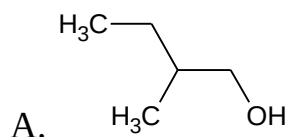
III. Визначте вид ізомерії:



IV. Для яких сполук характерна геометрична ізомерія? Визначте цис- та транс-ізомери:



V. Для яких сполук характерна оптична ізомерія? Визначте хіральні центри:



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Яке з наведених висловлювань дає правильне визначення поняттю “ізомерія”:
 - A. Ізомерами називають речовини з однаковим якісним і кількісним складом, але різною будовою і різними властивостями;
 - B. Ізомерами називають речовини з однаковою молекулярною формулою та хімічною будовою, але різними властивостями;
 - C. Ізомерами називають речовини з різними молекулярними формулами, різною хімічною будовою та властивостями;
 - D. Однаковим якісним і кількісним складом, властивостями;
 - E. Різним якісним і кількісним складом.
2. Який з термінів не має відношення до різновидів ізомерії?
 - A. Мезомерія
 - B. Таутомерія
 - C. Енантіомерія
 - D. Конформація
 - E. Конфігурація
3. Скільки структурних ізомерів має бутан?
 - A. Два
 - B. Три
 - C. Жодного
 - D. Чотири
 - E. П'ять
4. Скільки структурних ізомерів має пентан?
 - A. Три
 - B. Два
 - C. Чотири
 - D. П'ять
 - E. Жодного
5. Вкажіть вид ізомерії, що характерний для молекули хлорпропану

- A. Ізомерія положення
 - B. Ізомерія скелету
 - C. Ізомерія функціональної групи
 - D. Таутомерія
 - E. Енантіомерія
6. Наявність енольної форми ацетооцтового ефіру виявляють з допомогою:
- A. FeCl_3
 - B. CuSO_4
 - C. NaCl
 - D. HBr
 - E. NaOH
7. Загальна кількість стереоізомерів в молекулі, яка містить декілька асиметричних атомів карбону, розраховується за формулою $N=2^n$. Визначіть кількість просторових ізомерів для хлоряблучної кислоти $\text{HOOC-CHON-CHCl-COOH}$.
- A. Чотири.
 - B. Два.
 - C. Три.
 - D. Шість.
 - E. Вісім.
8. Вкажіть кількість стереоізомерів у сполуці, що містить 3 асиметричних атома вуглецю
- A. Вісім
 - B. Два
 - C. Чотири
 - D. Шість
 - E. Десять
9. Стереоізомери, які є дзеркальним відображенням один одного, мають однакові фізичні і хімічні властивості, називаються:
- A. Енантіомери.

- В. Епімери.
 - С. Аномери.
 - Д. Діастереомери
 - Е. Мезомери
10. Транс-1,2-диметилциклопропан утворює оптичні ізомери, які називаються:
- А. Енантіомери
 - В. Діастереомери
 - С. Епімери
 - Д. Аномери
 - Е. Таутомерии

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.

6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.

6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 5

«Класифікація органічних реакцій і реагентів. Методи встановлення будови органічних сполук»

Мета: Навчити класифікувати органічні реакції та реагенти, ознайомити з основними методами встановлення структури органічних молекул.

Основні поняття (перелік питань): Реакції заміщення, приєднання, відщеплення, перегрупування; електрофіли, нуклеофіли, радикали; ІЧ-, УФ-, ЯМР-спектроскопія, мас-спектрометрія, елементний аналіз.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які основні типи органічних реакцій ви знаєте?
- 2) Чим відрізняється реакція електрофільного заміщення від нуклеофільного?
- 3) Що таке радикальний механізм реакцій?
- 4) Які чинники визначають реакційну здатність реагентів?
- 5) Як класифікують реагенти за дією?
- 6) Які методи використовують для встановлення структури молекул?

- 7) У чому полягає принцип ЯМР-спектроскопії?
- 8) Яку інформацію дає ІЧ-спектроскопія?
- 9) Чим корисна мас-спектрометрія?
- 10) Які методи дозволяють встановити абсолютну конфігурацію молекули?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Класифікація органічних реакцій за механізмом. Скласти таблицю, у яку включити приклади реакцій (Для кожної реакції вказати механізм, умови та тип проміжних частинок.):
 - електрофільного заміщення (S_E),
 - нуклеофільного заміщення (S_N),
 - радикального заміщення (S_R),
 - електрофільного приєднання (A_E),
 - нуклеофільного приєднання (A_N),
 - елімінації ($E1$, $E2$).
- II. Визначення типу реагентів. Для запропонованого набору реагентів (наприклад: H_2SO_4 (конц.), Br_2 , $NaNH_2$, HCl , KOH (спиртовий), HCN , NO_2^+) визначити:
 - це електрофіл, нуклеофіл чи радикал,
 - можливі реакції з ними,
 - тип механізму.
- III. Аналіз механізму S_N1 та S_N2 . Завдання:
 - намалювати енергетичні діаграми S_N1 та S_N2 ;
 - порівняти кінетику цих реакцій;
 - визначити, який механізм буде домінувати для 1° , 2° , 3° галогеналканів.
- IV. Розв'язання задачі на прогноз продуктів реакції. Для набору перетворень (5–7 реакцій) передбачити продукти, наприклад:
 - алкен + HBr ,

- фенол + Br₂,
- етанол → (H₂SO₄, t°) → ?

V. Порівняння стабільності інтермедіатів. Побудувати схеми стабільності:

- карбокатионів,
- карбаніонів,
- радикалів.

Проаналізувати вплив +I, -I, +M, -M ефектів, гіперкон'югації та резонансу.

VI. Методи встановлення будови: спектральний аналіз. Отримати або згенерувати:

- ІЧ-спектр невідомої сполуки,
- ЯМР ¹H або ¹³C,
- мас-спектр (M⁺).

Потрібно:

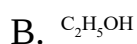
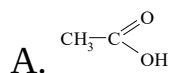
- визначити функціональні групи,
- встановити молекулярну формулу,
- запропонувати можливу структуру.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. В залежності від природи атома, з яким зв'язаний рухомий атом водню, в органічній хімії розрізняють декілька типів органічних кислот. Який із приведених типів проявляє найбільш слабкий кислотний характер:

- A. CH-кислоти
- B. NH-кислоти
- C. OH-кислоти
- D. SH-кислоти
- E. PH-кислоти

2. Порівняйте кислотні властивості наведених класів органічних сполук, та визначте найсильніші:



C. $\text{CH}_3\text{—OH}$

D. $\text{H—C}\equiv\text{C—H}$

E. $\text{H}_2\text{C=CH}_2$

3. Зазначені реагенти є нуклеофільними, за винятком:

A. BF_3 , BCl_3 , HBr

B. R_3N , NH_2R , NHR_2

C. RO- , HOH , R-O-R

D. HS- , RS- , H_2S

E. Cl^- , Br^- , F^-

4. Більшість хімічних реакцій проходить в декілька стадій. Як називаються реакції, в яких багаторазово повторюється цикл елементарних актів з участю активних частинок:

A. Ланцюгові

B. Послідовні

C. Паралельні

D. Спряжені

E. Фотохімічні

5. Частинка, яка містить негативно заряджений атом вуглецю, називається:

A. Карбаніон

B. Карбкатіон

C. Вільний радикал

D. Алкіл

E. Арил

6. Назвіть синонім терміну “елімінування”:

A. Відщеплення

B. Перегрупування

C. Окислення

D. Заміщення

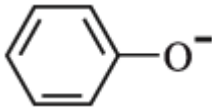
E. Приєднання

7. До проміжних активних частинок належать вільні ради- кали. Вільними

радикалами називають:

- A. Незаряджені частинки, що містять неспарений електрон
- B. Незаряджені частинки, що містять неподілену електронну пару
- C. Частинки, що містять позитивно заряджений атом Карбону
- D. Частинки, що містять негативно заряджений атом Карбону
- E. Проміжні активні частинки, що містять атом Карбону з вакантною орбіталлю

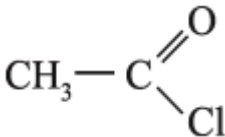
8. Серед проміжних активних частинок виберіть карбокатион:

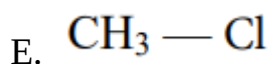
- A. $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2$
- B. :NH_3
- C. 
- D. $\text{CH}_3-\dot{\text{C}}\text{H}_2$
- E. $\text{CH}_2=\text{CH}-\bar{\text{C}}\text{H}_2$

9. Серед наведених проміжних активних частинок виберіть радикал:

- A. $\text{CH}_3-\dot{\text{C}}\text{H}_2$
- B. $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2$
- C. :NH_3
- D. $\text{CH}_3-\bar{\text{C}}\text{H}_2$
- E. OH^-

10. Виберіть нуклеофільний реагент:

- A. NH_3
- B. 
- C. $\text{k.H}_2\text{SO}_4 (\text{SO}_3)$
- D. $\text{k.HNO}_3 + \text{k.H}_2\text{SO}_4$



Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та

заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.

11. Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 6

«Алкани»

Мета: Розглянути будову, властивості, реакційну здатність та методи одержання алканів.

Основні поняття (перелік питань): Насичені вуглеводні, σ -зв'язок, радикальні реакції, галогенування, крекінг.

План

1. Теоретичні питання:

Гомологічний ряд алканів		
Назва	Молекулярна формула	Напівструктурна формула
Метан	CH_4	
Етан	C_2H_6	$\text{CH}_3\text{—CH}_3$
Пропан	C_3H_8	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Бутан	C_4H_{10}	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Пентан	C_5H_{12}	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Гексан	C_6H_{14}	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Гептан	C_7H_{16}	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Октан	C_8H_{18}	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Нонан	C_9H_{20}	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
Заг.формула	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Яка загальна формула алканів?
- 2) Які типи ізомерії характерні для алканів?
- 3) Які основні методи добування алканів?
- 4) Чому алкани хімічно малоактивні?
- 5) Що таке радикальне хлорування?
- 6) У чому полягає реакція крекінгу?
- 7) Які фізичні властивості змінюються зі збільшенням молекулярної

маси?

8) Що таке конформація алканів?

9) Чому метан не вступає у реакції приєднання?

10) Як алкани використовуються у фармації?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних вуглеводнів та назвіть їх за раціональною номенклатурою:

A. 2-метил-4-етилгексан

B. 2,2-диметилпропан

C. 3,3,4-триметилгексан

D. 4-етил-1,2-

диметилциклопентан

E. 2,2,3-триметилбутан

F. 2,6-диметил-3-етилгептан;

G. 2,2,4,4-тетраметилпентан;

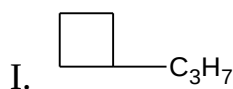
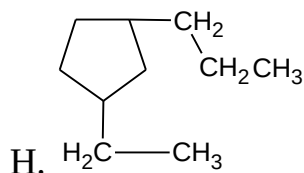
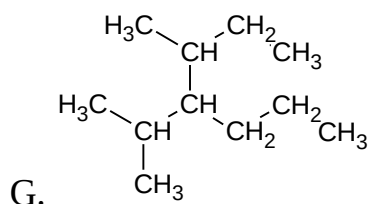
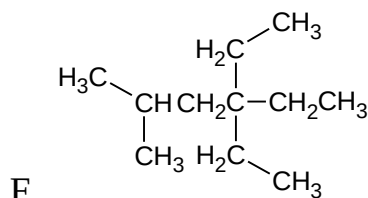
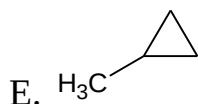
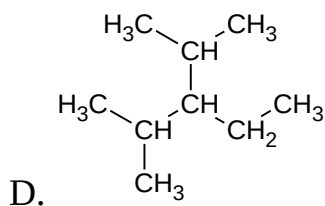
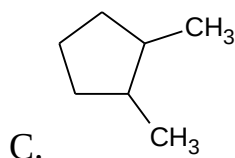
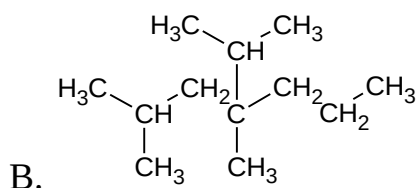
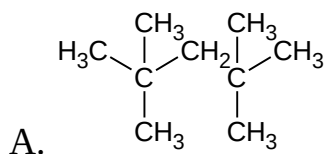
H. 2,4-диметил-4-пропілгептан;

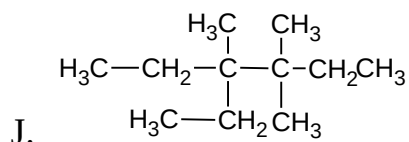
I. 3-етил-1,2-

диметилциклогексан;

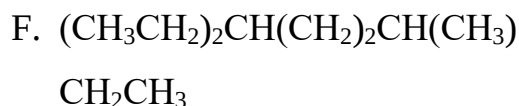
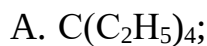
J. 4-етил-3-метилоктан.

II. Назвіть за систематичною та раціональною номенклатурою такі вуглеводні:





III. Напишіть структурні формули наступних вуглеводнів та назвіть їх за систематичною номенклатурою:



IV. Які вуглеводні утворюються при дії металевого натрію на суміш:

A. Йодистого метилу та йодистого изобутила

D. Йодистого етилу та йодистого ізопропілу

B. Бромистого неопентила та бромистого етилу

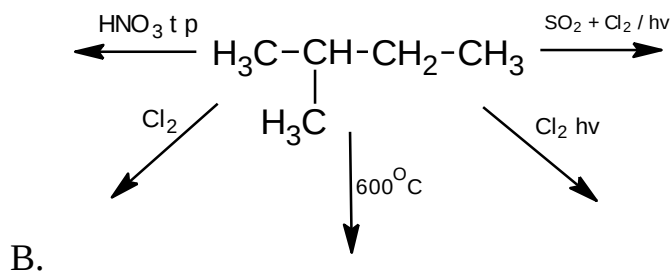
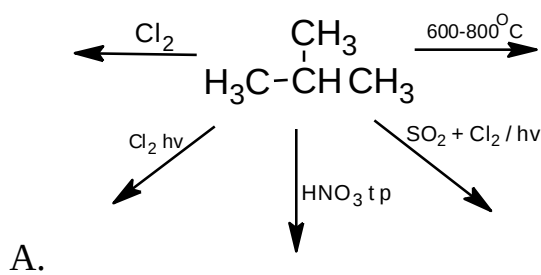
E. Бромистого пропілу та бромистого *втор*-бутила

C. Йодистого метилу та 1-йод-3-бутану

F. Йодистого метилу та 2-йод-2-метилпропану

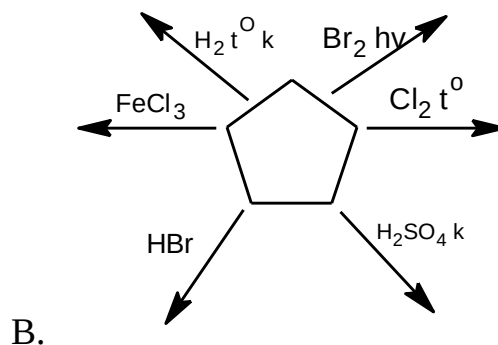
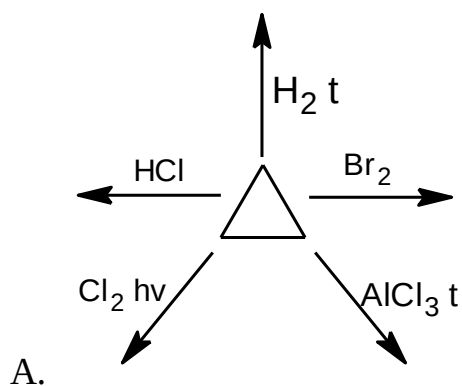
V. Напишіть одержання метану, бутану трьома способами.

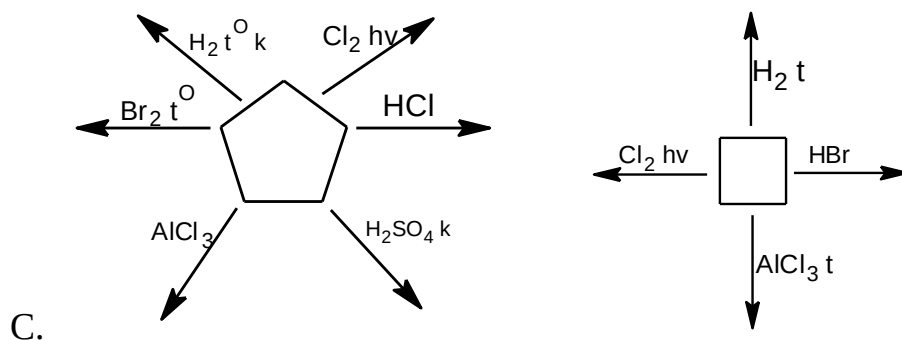
VI. Напишіть продукти реакцій:



VII. Написати два способи одержання циклобутану.

VIII. Напишіть продукти реакцій:





Тестові завдання для самоконтролю:

- Вкажіть види ізомерії, які властиві алканам:
 - Структурна і оптична
 - Геометрична та ізомерія положення
 - Ендіольна і геометрична
 - Ізомерія функціональної групи і геометрична
 - Просторова і лактам-лактимна.
- За яких з наведених умов відбувається реакція нітрування насичених вуглеводнів (алканів):
 - Розв. HNO_3 при підвищеному тиску та підвищеній температурі
 - $\text{k.HNO}_3 + \text{k.H}_2\text{SO}_4$
 - $\text{k.HNO}_3 + \text{HCl}$
 - $\text{HNO}_2 + \text{HCl}$
 - k.HNO_3
- Назвіть кінцевий продукт взаємодії металічного натрію і 1-хлорпропану:
 - Гексан
 - 2-Метилпентан
 - Пентан
 - Циклогексан
 - Циклобутан
- Скільки структурних ізомерів має бутан:
 - Два
 - Три
 - Жодного

D. Чотири

E. П'ять

5. Вкажіть кінцевий продукт хлорування метану:

A. Тетрахлорометан

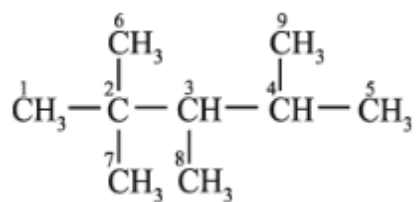
B. Етан

C. Хлороформ

D. Хлоретанол

E. Хлорметан

6. У наведеній формулі вкажіть третинні атоми Карбону:



A. 3, 4

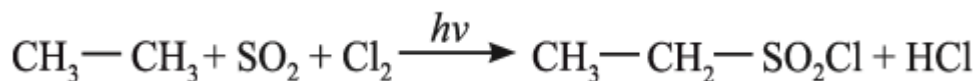
B. 2, 3, 4

C. 6, 7, 9

D. 4

E. 1, 5

7. До якого типу належить реакція:



A. Радикального заміщення

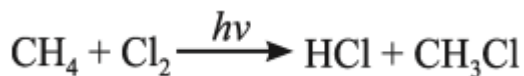
B. Відщеплення (елімінування)

C. Електрофільного приєднання

D. Відновлення

E. Окиснення

8. Реакція хлорування метану відбувається за механізмом:



A. S_R

B. S_N

C. S_E

D. A_N

E. A_E

9. У результаті гідролізу карбіду алюмінію утворюється:

A. Метан

B. Етан

C. Ацетилен

D. Етилен

E. Бензен

10.3 якою речовиною пропан вступає в реакцію за наведених умов:

A. Br_2 , освітлення, 20°

B. NaOH, водний розчин

C. Br_2 , у темряві, $20^\circ C$.

D. HCl.

E. NaOH, спиртовий розчин.

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.

5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>

7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 7

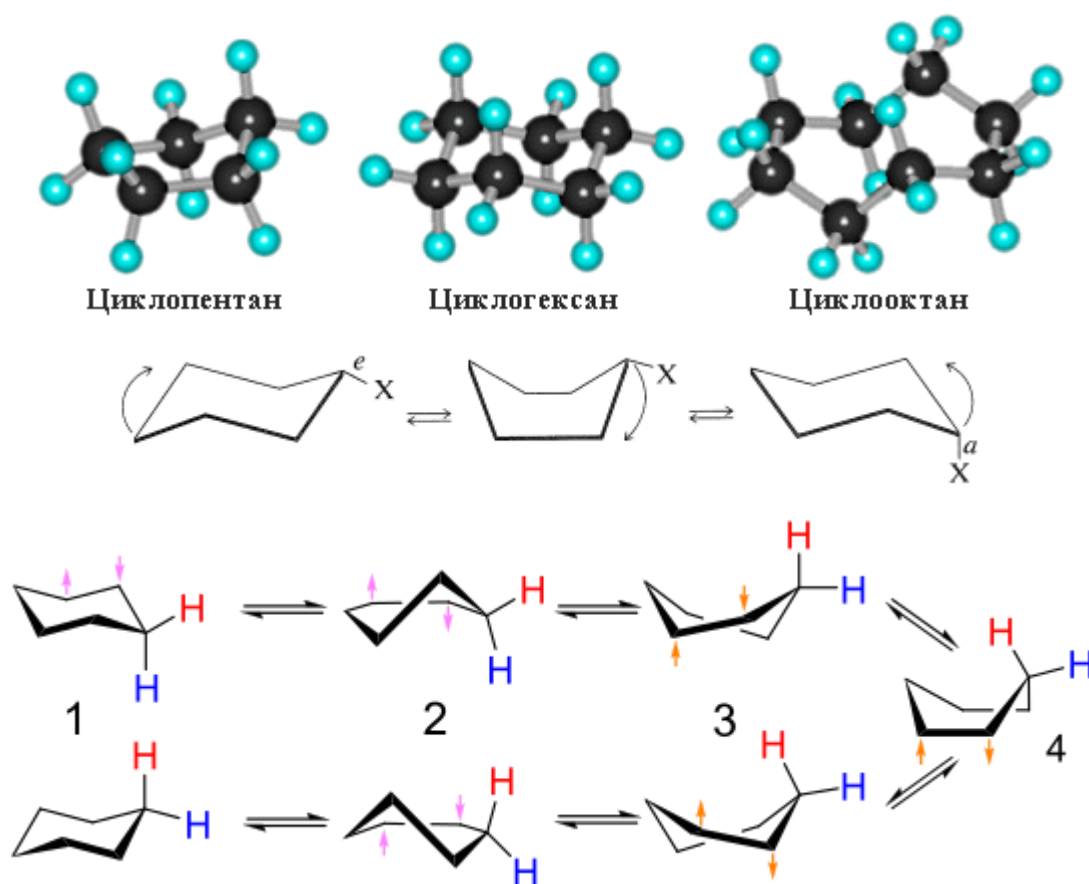
«Циклоалкани»

Мета: Вивчити структуру, стабільність та хімічні властивості циклоалканів.

Основні поняття (перелік питань): Циклічні вуглеводні, конформації, напруження циклу, галогенування.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Яка загальна формула циклоалканів?
- 2) Чим відрізняються циклопропан та циклобутан від більших циклів?
- 3) Що таке напруження циклу?
- 4) Які конформації характерні для циклогексану?
- 5) Чому циклогексан є найстабільнішим?

- 6) Які хімічні реакції характерні для циклоалканів?
- 7) Як циклоалкани добувають?
- 8) Що таке конформаційна інверсія?
- 9) Які циклоалкани є біологічно важливими?
- 10) У чому різниця між моно- та поліциклічними алканами?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Побудова моделей циклоалканів

Створити об'ємні моделі (в програмі або вручну) для:

- циклопропану,
- циклобутану,
- циклопентану,
- циклогексану.

Пояснити:

- наявність та величину напруження в циклі,
- відмінності у просторовій будові.

II. Дослідження напруження циклу (Baeyer strain)

Порівняти ступінь напруження у циклах C_3-C_6 .

Побудувати таблицю, де зазначити:

- валентні кути,
- типи деформацій (кутова / торсійна),
- вплив на реакційну здатність.

III. Конформаційний аналіз циклогексану

Намалювати конформації:

- "крісло",
- "ванна",
- "твіст".

Оцінити їх стабільність та енергію переходу між ними.

Показати розташування замісників у:

- аксіальному положенні,
- екваторіальному положенні.

IV. Інверсія циклогексанового кільця

Побудувати схему інверсії (chair → chair).

Пояснити:

- які замісники енергетично вигідніше мають перебувати в екваторіальному положенні,
- як це впливає на стереоспецифічність реакцій.

V. Відмінності між відкритими і циклічними алканами

Порівняти:

- фізичні властивості (t° кипіння, густина),
- хімічні властивості (активність, стійкість),
- реакції (заміщення, гідрування, крекінг).

Оформити у вигляді таблиці.

VI. Добування циклоalkanів

Підготувати реакційні схеми методів добування:

- внутрішньомолекулярної алкілування,
- гідрування аренів,
- утворення циклопропанів реакцією Симмонса–Сміта,
- дегідрогалогенування дигалогеналканів.

Пояснити хіміко-механістичні особливості.

VII. Реакції відкривання циклу

Для циклопропану та циклобутану скласти рівняння реакцій:

- з воднем,
- з галогеноводнями,
- з реагентами приєднання.

Пояснити:

чому малі цикли проявляють реакційну здатність, подібну до алкенів.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Яка сполука є структурним ізомером 1,2-диметил-циклобутану?

- A. Метилциклопентан
- B. Диметилбутан
- C. Метилциклогексан
- D. 1,1-Диметилпропан
- E. Пентан

2. Гомологами називають речовини, що:

- A. Відрізняються на групу $-\text{CH}_2-$
- B. Відрізняються будовою ароматичного ядра
- C. Відрізняються на групу $-\text{CH}_3$
- D. Відрізняються фізичним станом
- E. Мають однакову молекулярну масу

3. Найстійкіший цикл:

- A. Циклогексан
- B. Циклопропан
- C. Циклобутан
- D. Циклопентан
- E. Циклооктан

4. Формула циклоалканів:

- A. C_nH_{2n}
- B. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
- C. C_nH_n
- D. $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
- E. $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$

5. Характерна реакція для циклопропану:

- A. Реакції приєднання
- B. Дегідрування
- C. Конденсація
- D. Поліестерифікація
- E. Полімеризація

6. Циклогексан існує переважно у формі:

- A. Крісло
- B. Плоскій
- C. Кільцевій
- D. Мостовій
- E. Лінійній

7. Циклопентан за реакційною здатністю подібний до:

- A. Алканів
- B. Алкенів
- C. Алкінів
- D. Ароматичних сполук
- E. Складних ефірів

8. Який цикл має найбільшу напруженість зв'язків?

- A. C₃
- B. C₅
- C. C₆
- D. C₇
- E. C₈

9. Реакції заміщення характерні для:

- A. Усі відповіді
- B. Циклогексану
- C. Циклопропану
- D. Циклобутану
- E. Циклопентану

10. Хлорування циклогексану протікає за механізмом:

- A. Радикальним
- B. Іонним
- C. Перегрупування
- D. Електрофільного приєднання
- E. Нуклеофільного заміщення

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликінa, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 8

«Алкени. Алкадієни»

Мета: Охарактеризувати будову та реакційну здатність ненасичених вуглеводнів.

Основні поняття (перелік питань): Подвійний зв'язок, π -зв'язок, електрофільне приєднання, марковникове правило, дієнові системи (кумуляовані, спряжені, ізольовані).

План

1. Теоретичні питання:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$	$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
пропан	пропен	пропін

Алкени

□ **Алкени** – ненасичені вуглеводні з одним подвійним зв'язком, які мають загальну формулу C_nH_{2n}

Алкіни

□ **Алкіни** – ненасичені вуглеводні з потрійним зв'язком, які мають загальну формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Яка загальна формула алкенів?
- 2) Що таке подвійний зв'язок і чому він реакційноздатніший?
- 3) Які види ізомерії характерні для алкенів?
- 4) Який механізм реакції електрофільного приєднання?
- 5) Що таке правило Марковнікова?
- 6) Як добувають алкени?
- 7) У чому різниця між кумулятивними, кон'югованими та ізольованими дієнами?
- 8) Чим реакції дієнів відрізняються від реакцій алкенів?
- 9) У чому суть реакції Дільса–Альдера?

10) Які біологічно важливі сполуки містять кратні зв'язки?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. 1,3-диметилпентен-1

E. *транс*-пентен-2

B. 2,3-дихлорбутадієн-1,3

F. 2,5-диметилгептен-3

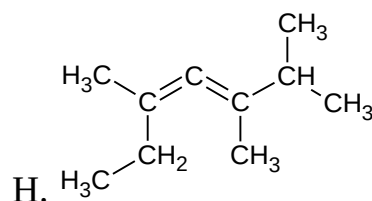
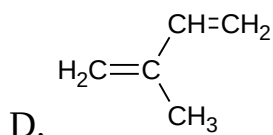
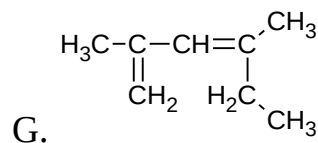
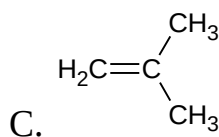
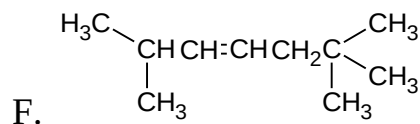
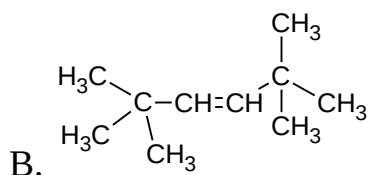
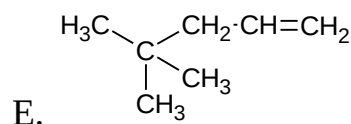
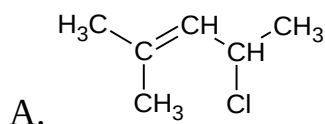
C. *цис*-бутен-2

G. Пентадієн-1,4;

D. 2,3,5-триметилгексен-2

H. Октадієн-1,5-ін-3

II. Назвіть наведені вуглеводні за систематичною номенклатурою:



III. Які сполуки утворюються при дії пропен наступних реагентів. Назвіть отримані продукти.

A. Cl_2 (CCl_4)

D. HBr

B. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

E. H_2 (Pd)

C. Br_2 (CCl_4)

F. H_2SO_4 конц.

IV. Напишіть схеми гідратації наступних алкенів. Вкажіть умови реакції. Розташуйте наведені сполуки у порядку зростання реакційної здатності у реакціях A_E .

A. Пропен;

B. 2-метилпропен;

- С. 2-метилбутен-1.
- V. Напишіть схеми кополімеризації бутадієну-1,3 з наступними сполуками:
- А. $C_6H_5CH=CH_2$ (стирол) В. $CH_2=CH-CN$ (акрилонітрил)
- VI. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити наступні хімічні перетворення. Назвіть проміжні продукти.
- А. Бутен-1 $\longrightarrow$ бутен-2
- В. 1-бром-3метилбутан $\longrightarrow$ 2-метилбутен-2
- С. 1-бромбутан $\longrightarrow$ бутадієн-1,3
- Д. Пропілен $\longrightarrow$ 2,3-диметилбутен-2
- Е. Пропан $\longrightarrow$ пропілен
- VII. Напишіть рівняння реакцій та назвіть отримані з'єднання:
- А. 2-метилбутадієн-1,3 + $HCl \longrightarrow$
- В. Гексадієн-2,4 $\xrightarrow{C_2H_5OH + Na}$
- С. 2,3-диметилбутадієн-1,3 + $H_2O \xrightarrow{H^+}$
- Д. Пентадієн-1,4 + $Br_2 \xrightarrow{CCl_4}$

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Загальна формула алкенів:

- А. C_nH_{2n}
- В. C_nH_{2n-2}
- С. C_nH_{2n+2}
- Д. $C_nH_{2n}O$
- Е. $C_nH_{2n}S$

2. Характерна реакція алкенів:

- А. Приєднання
- В. Заміщення
- С. Горіння без продуктів
- Д. Поліконденсація
- Е. Омилення

3. Утворення поліетилену — це реакція:

- А. Полімеризації

- В. Окиснення
- С. Гідрування
- Д. Гідратації
- Е. Нітрування

4.Гідратація алкенів приводить до утворення:

- А. Спиртів
- В. Алканів
- С. Алкінів
- Д. Альдегідів
- Е. Естерів

5.Правило Марковникова стосується:

- А. Приєднання
- В. Відновлення
- С. Окиснення
- Д. Галогенування
- Е. Гідролізу

6.Геометрична ізомерія характерна для:

- А. Алкенів
- В. Алканів
- С. Алкінів
- Д. Амідів
- Е. Кетонів

7.Реакція утворення гліколів — це:

- А. Окиснення KMnO_4
- В. Гідратація
- С. Гідрування
- Д. Поліконденсація
- Е. Галогенування

8.Етен реагує з хлором з утворенням:

- А. 1,2-дихлороетану

- В. Хлоретану
- С. Етанолу
- Д. Хлоралгідрату
- Е. Кетену

9.Алкени найбільш реакційно здатні у реакціях типу:

- А. Електрофільного приєднання
- В. Нуклеофільного приєднання
- С. Електрофільного заміщення
- Д. Радикального заміщення
- Е. Поліестерифікації

10.Дегідрогалогенування галогеноалканів дає:

- А. Алкени
- В. Алкани
- С. Алкіни
- Д. Кислоти
- Е. Амінокислоти

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.

4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне

підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

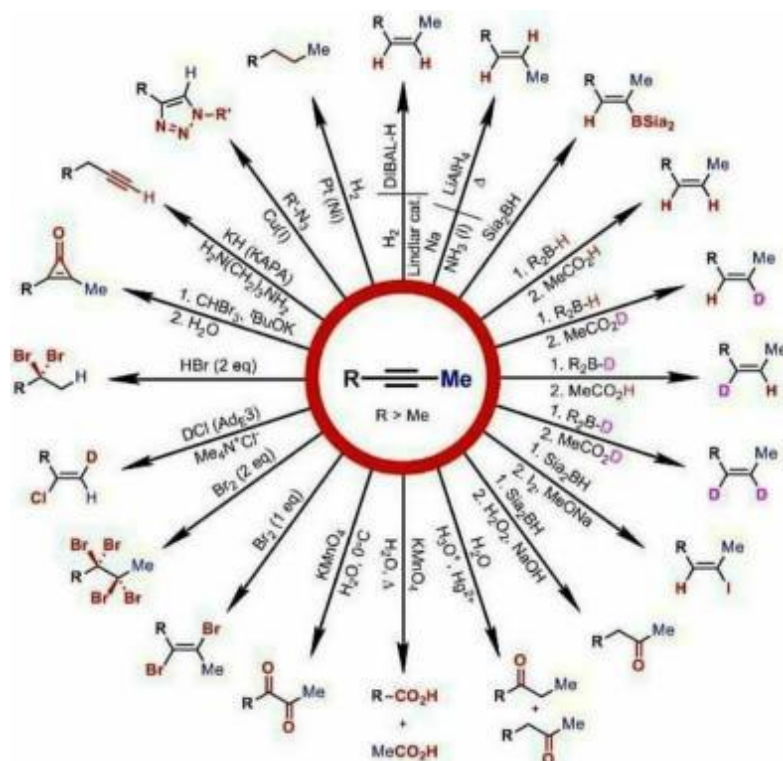
1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry

- <https://chemcollective.org/vlab>

«Алкіни»

Основні поняття (перелік питань): Потрійний зв'язок, кислотні властивості алкінів, реакції приєднання, полімеризація.

1. Теоретичні питання:



- 1) Яка загальна формула алкінів?
- 2) Що таке тричленний р-електронний зв'язок?
- 3) Чому алкіни кисліші за алкени та алкани?
- 4) Як добувають ацетилен?
- 5) У чому полягає реакція приєднання до алкінів?

- 6) Що таке реакція Кучерова?
- 7) Які методи аналізу дозволяють відрізнити алкіни від алкенів?
- 8) Чим відрізняються термінальні та внутрішні алкіни?
- 9) Чому ацетилен є промислово значущим?
- 10) Які фармацевтичні сполуки містять потрійний зв'язок?

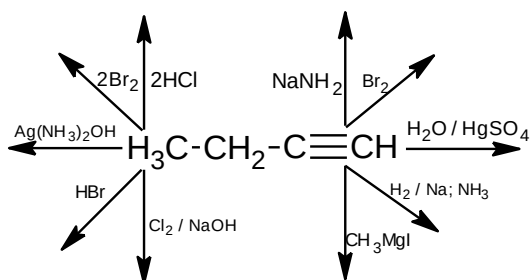
3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних алкінів:

A. 4,4-диметилпентин-1	G. Ізобуділацетилен
B. Ізопропілацетилен	H. 3,3-дихлорметил-5,5-
C. Вінілацетилен	дихлорпентин-1
D. 3,4-диметилпентин-1	I. 4,5,6-триметилгептин-2
E. 1-фенілпропін	J. 1,5-диметил-1-фенілгексин-3
F. 4-метилпентин-2	
- II. Отримайте двома способами:

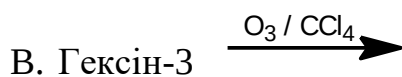
A. Ацетилен;	B. Бутін
- III. Напишіть продукти реакцій:



- IV. Напишіть схеми реакції Кучерова для наступних сполук. Назвіть отримані продукти.

A. Ізопропілацетилен	B. Диметилацетилен
C. Метилетилацетилен	
- V. Напишіть рівняння реакцій та назвіть отримані продукти:

A. Гексін-3	$\xrightarrow{\text{KMnO}_4 / \text{OH}^-}$



VI. Запропонуйте схеми синтезу таких сполук. Назвіть проміжні продукти реакції.

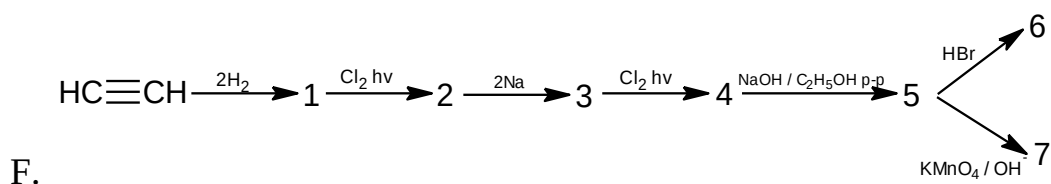
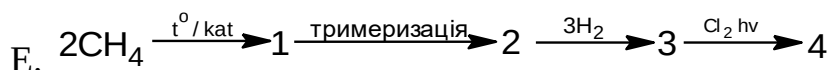
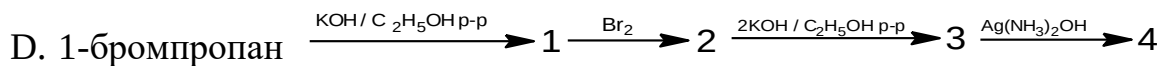
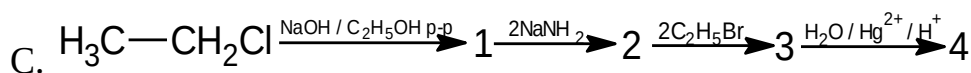
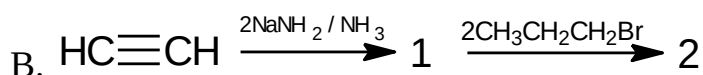
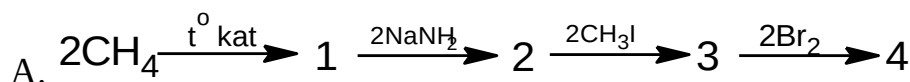
A. 1,2-дибромпропена-1 із пропану

B. 2-злорпропена з ацетилену

C. 1,1,2,2-тетрахлоретану з ацетилену

D. 1,3,5-триметилбензолу з ацетилену

VII. Здійсніть ланцюжок перетворень



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Загальна формула алкінів:



2. Характерна реакція алкінів:

A. Електрофільне приєднання

- B. Нітрування
 - C. Радикальне заміщення
 - D. Гідроліз ефірів
 - E. Омилення
3. При м'якому окисненні алкінів KMnO_4 утворюються:
- A. Кетони
 - B. Спирти
 - C. Карбонові кислоти
 - D. Альдегіди
 - E. Естери
4. Ацетилен при гідратації за Кучеровом утворює:
- A. Ацетальдегід
 - B. Метанол
 - C. Етанол
 - D. Ацетон
 - E. Пропаналь
5. Реакція Вюрца-Фіттіга характерна для:
- A. Алкінів
 - B. Алканів
 - C. Алкенів
 - D. Карбонових кислот
 - E. Нітрильних сполук
6. Алкіни проявляють кислотні властивості завдяки:
- A. Наявності потрійного зв'язку
 - B. Наявності подвійного зв'язку
 - C. Наявності гідроксильної групи
 - D. Наявності хлору
 - E. sp^3 -гібридизації
7. Приєднання водню до ацетилену приводить до утворення:
- A. Етену

- В. Етану
- С. Пропану
- Д. Бензену
- Е. Метанолу

8. Кінцеві алкіни реагують з:

- А. NaNH_2
- В. H_2O_2
- С. CO_2
- Д. H_3PO_4
- Е. H_2SO_4

9. Реакція алкіна з галогенами відбувається:

- А. Електрофільним шляхом
- В. Радикальним механізмом
- С. $\text{S}_\text{N}1$
- Д. $\text{S}_\text{N}2$
- Е. Поліконденсацією

10. Найпростіший алкін:

- А. Ацетилен
- В. Етен
- С. Пропін
- Д. Етан
- Е. Бутин

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликінa, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 10

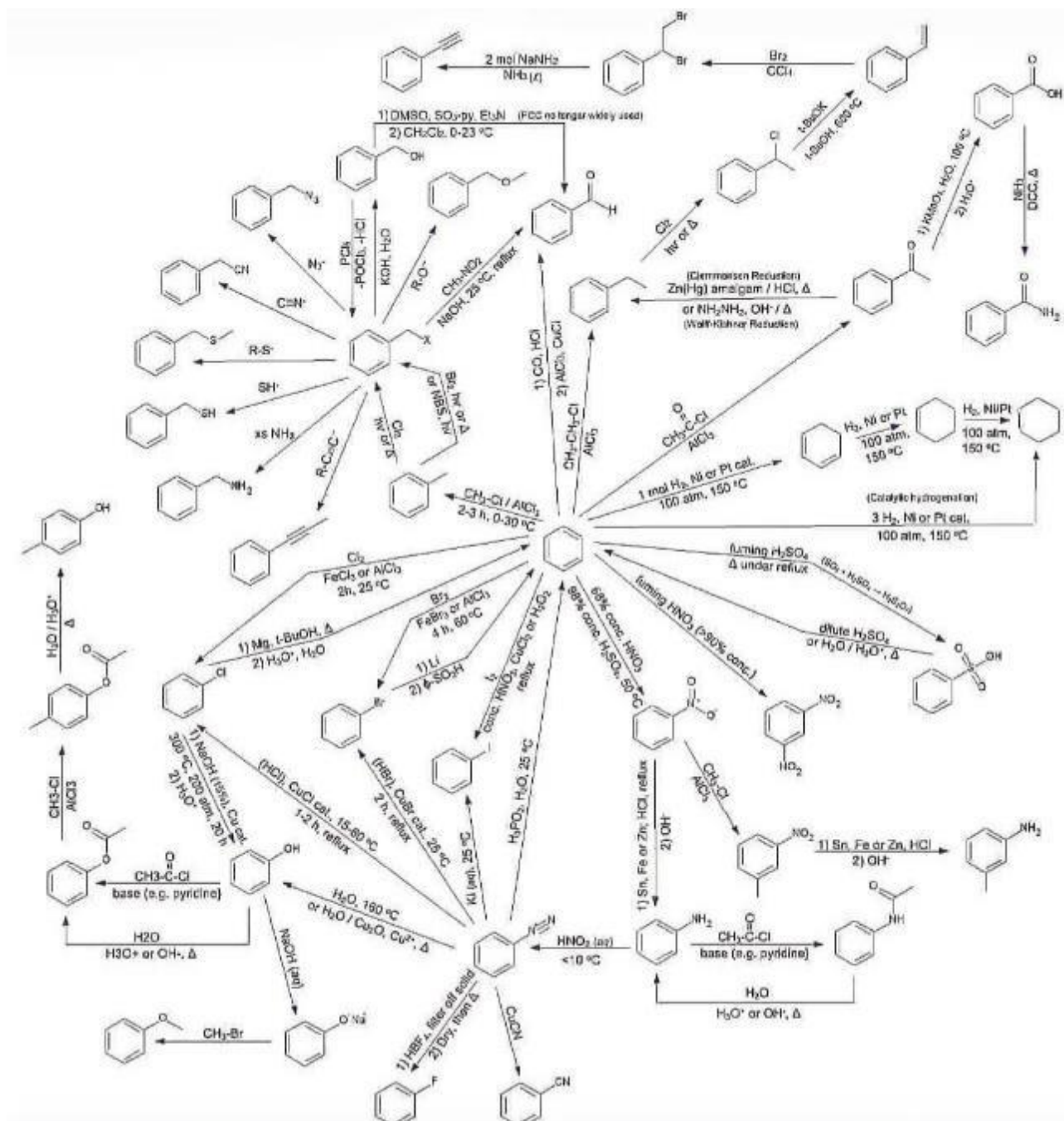
«Моноядерні ацени»

Мета: Засвоїти особливості ароматичного характеру бензену та його похідних.

Основні поняття (перелік питань): Ароматичність, правило Хюккеля, електрофільне ароматичне заміщення (ЕАЗ), орто-/мета-/пара-орієнтація.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

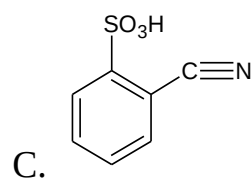
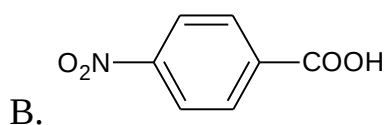
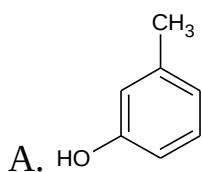
- 1) Що таке ароматичність?
- 2) Які критерії Гюккеля описують ароматичні системи?
- 3) Чому бензен хімічно стабільний?
- 4) Які реакції характерні для аренів?
- 5) Що таке електрофільне ароматичне заміщення?
- 6) Що впливає на орієнтацію замісників?
- 7) Які продукти утворюються під час нітрування?
- 8) Як галогенування аренів відрізняється від галогенування алканів?

- 9) Які фізичні властивості характерні для бензену?
 10) Які фармакологічно активні сполуки є похідними аренів?

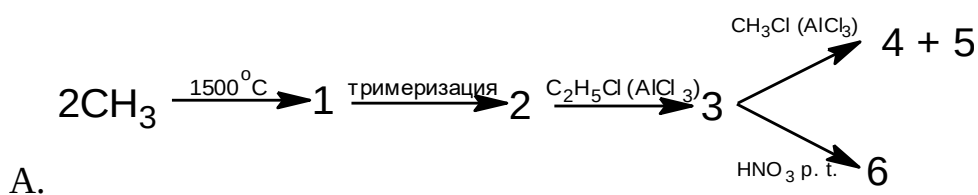
3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

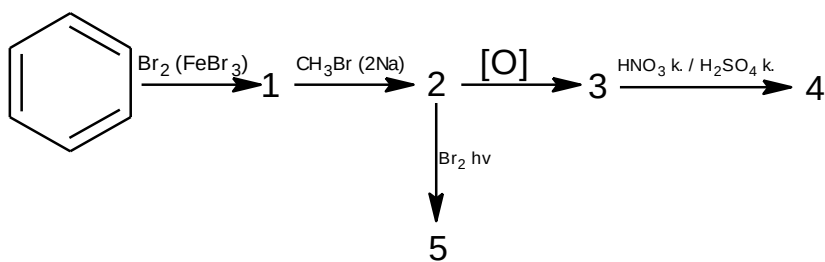
Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:
- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| A. <i>o</i> -ксилол | E. <i>m</i> -нітрохлорбензол |
| B. <i>m</i> -хлорбензолсульфокислота | F. стирол |
| C. <i>сiм</i> -тріетилбензол | G. <i>n</i> -диізопропілбензол |
| D. 4-бром-2нітробензол | |
- II. Отримайте трьома способами бензол.
- III. Напишіть рівняння реакцій та назвіть продукти сульфування наступних сполук:
- | | |
|------------------------|--------------------|
| A. бензолсульфокислота | D. нітробензол |
| B. хлорбензол | E. ізопропілбензол |
| C. фенол | |
- IV. Виходячи з бензолу та інших необхідних реагентів, запропонуйте схеми синтезу наступних сполук:
- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| A. <i>n</i> -хлорбензойна кислота; | C. <i>m</i> -бромбензойна кислота; |
| B. 2,4-динітротолуол; | D. 2-бром-2-фенілпропан; |
- V. Визначте положення, за якими переважно будуть здійснюватися реакції S_E наступних дизаміщених бензолу:



- VI. Здійсніть ланцюжок перетворень.





В.

Тестові завдання для самоконтролю:

- У яких сполук виконується правило Хюккеля ($4n+2$ π -електронів)?
 - Алкани
 - Алкени
 - Аромати
 - Алкіни
 - Поліспирти
- Бензен має гібридизацію атомів Карбону:
 - sp^2
 - sp
 - sp^3
 - sp^3/sp^2
 - Залежно від замісників
- Тип реакцій, характерний для бензену:
 - Електрофільне заміщення
 - Приєднання
 - Радикальне заміщення
 - Гідроліз
 - Окиснення
- Нітрування бензену проводять у присутності:
 - H_2SO_4 конц.
 - HCl
 - HNO_3 (розб.)
 - KOH
 - KMnO_4

5. Галогенування бензену відбувається за участю каталізатора:
- A. FeCl_3
 - B. CuSO_4
 - C. CaO
 - D. H_2O_2
 - E. ZnCl_2
6. Після алкілування бензену за Фріделем-Крафтсом утворюється:
- A. Алкілбензен
 - B. Карбонова кислота
 - C. Кетон
 - D. Спирт
 - E. Амін
7. Толуен – це:
- A. Метилбензен
 - B. Етенилбензен
 - C. Хлорбензен
 - D. Нітробензен
 - E. Фенілметанол
8. Орієнтантом I роду в бензеновому кільці є:
- A. $-\text{OH}$
 - B. $-\text{NO}_2$
 - C. $-\text{SO}_3\text{H}$
 - D. $-\text{COOH}$
 - E. $-\text{CN}$
9. Анілін – це:
- A. Амін
 - B. Амінокислота
 - C. Нітросполука
 - D. Кетон
 - E. Спирт

10. Бензен при гідруванні утворює:

- А. Циклогексан
- В. Етилбензен
- С. Циклопропан
- Д. Етилен
- Е. Нітробензен

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликінa, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.

8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.

8. Черних В.П., Зименковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 11

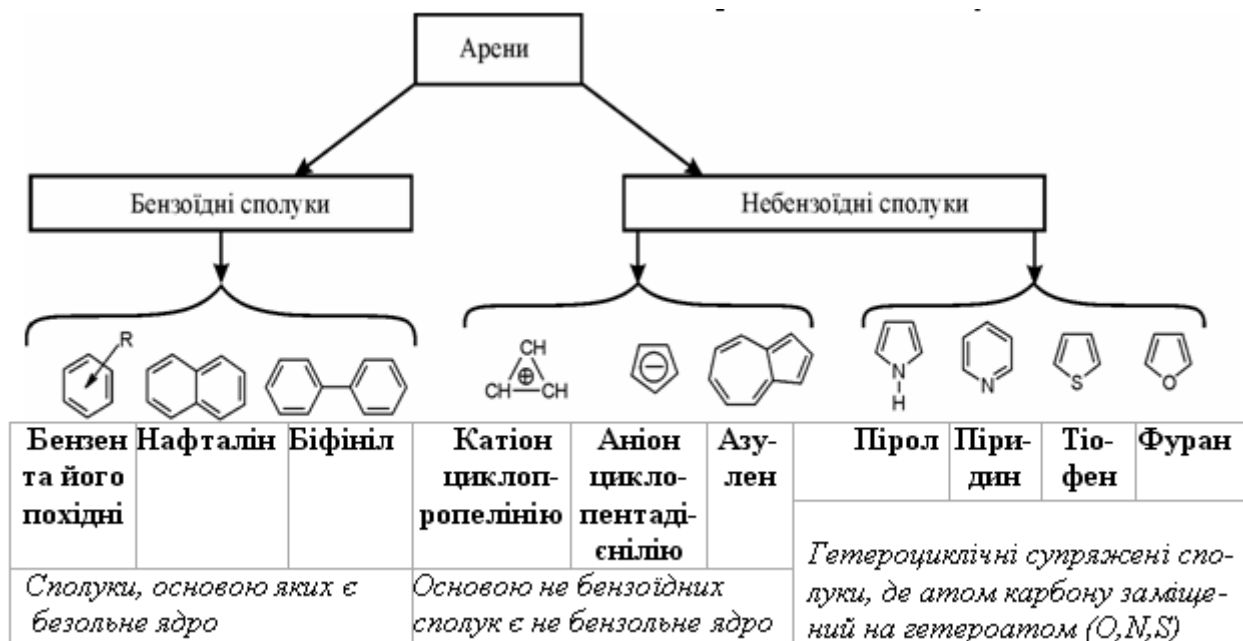
«Багатоядерні арени. Небензоїдні ароматичні сполуки»

Мета: Ознайомити з будовою та реакційною здатністю поліциклічних ароматичних систем.

Основні поняття (перелік питань): Поліциклічні арени, конденсовані системи, небензоїдна ароматичність.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чим багатоядерні арени відрізняються від моноядерних?
- 2) Які існують типи поліциклічних ароматичних систем?
- 3) У чому особливість електронної структури нафталену?
- 4) Як проходять реакції електрофільного заміщення в нафталену?
- 5) Як розподіляється електронна густина у антрацені?
- 6) Чим небензоїдні арени відрізняються від бензоїдних?
- 7) Які властивості характерні для тропілієвого йона?
- 8) Які екологічні ризики пов'язані з поліциклічними ароматичними вуглеводнями?
- 9) Де застосовують поліциклічні арени?
- 10) Які фармакологічні структури містять поліароматичні системи?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. *m*-диметилнафталін

D. β-нафтол

B. 2,6-диметоксинафталін

E. 1-нафтиламін-4-сульфо кислота

C. β-ізопропілнафталін

F. 9-йодантрацен

Г. фенантрен

І. дифенілметан

Н. 4,4'-дибром-2,2'-

Ј. 4''-аміно-3,3''-

динітродифеніл

дигідрокситрифенілметан

II. Виходячи з бензолу та інших необхідних реагентів, запропонуйте схеми синтезу наступних сполук:

А. *пері*-дінітронафталін

Д. бензофенон (дифенілкетон);

В. 9-бромантрацен

Е. 3,3',3''-трихлортрифенілметан

С. 4,4'-диметилдифеніл

III. Отримайте багатоядерні ариени, використовуючи як вихідні такі з'єднання:

А. ацетилен

Е. йодбензол

В. 1-фенілбутан

ґ. бензол та фенілхлорметан

С. 9,10-антрахінон

Г. бензол та трихлорметан

Д. бензол

IV. В якому порядку слід запроваджувати заступники в молекулу при отриманні наступних сполук:

А. 1-метил-4-нітронафталін

Д. 5-нітронафталін-2-

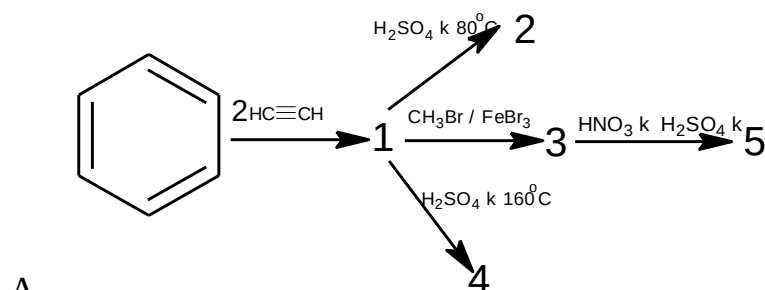
В. 1-хлор-2-етилнафталін

сульфокислота

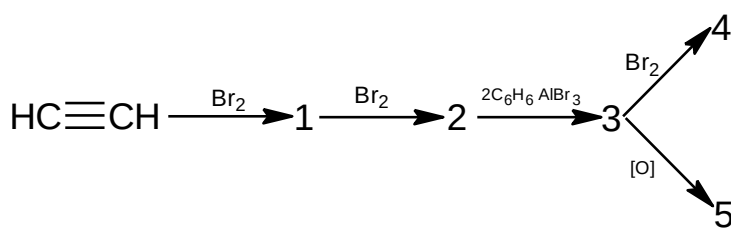
С. 1-бром-5-нітронафталін

V. На прикладі реакції нітрування α -метилнафталіну та β -нітронафталіну пояснити правила орієнтації в ядрі нафталіну.

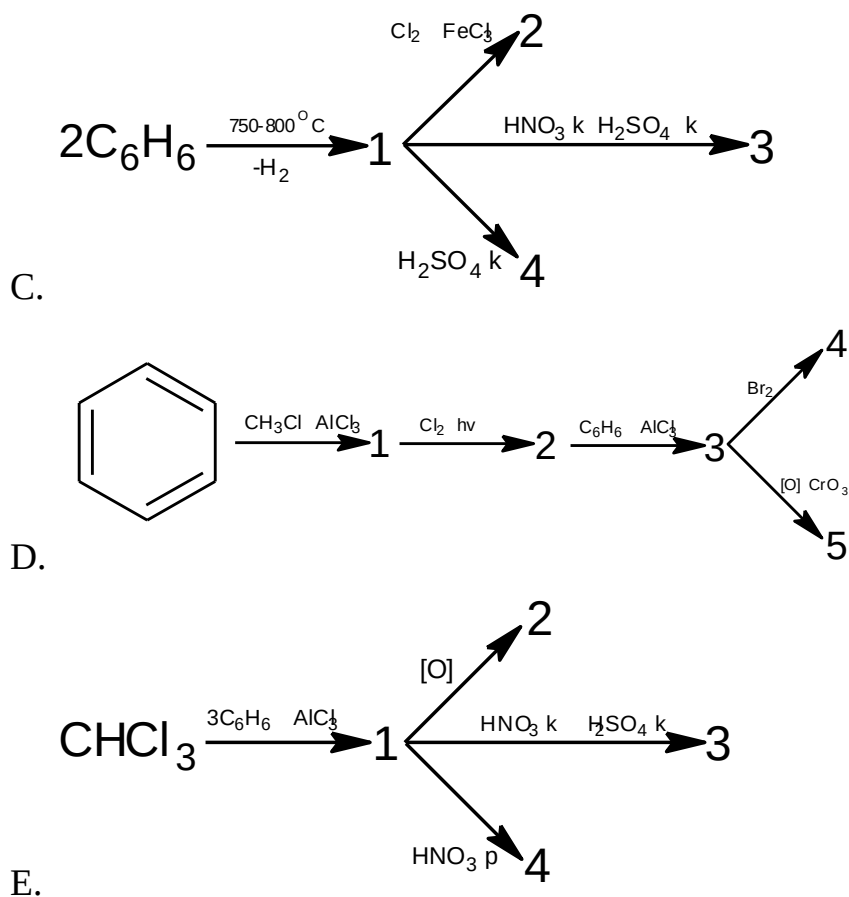
VI. Здійсніть ланцюжок перетворень.



A.

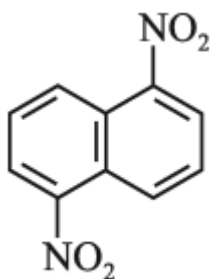


B.



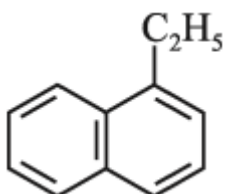
Тестові завдання для самоконтролю:

1. Для наведеної сполуки виберіть відповідну назву:



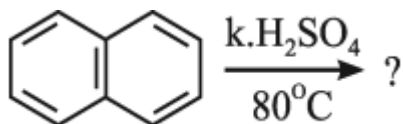
- A. 1,5-Динітронафтален
- B. 4,8-Динітронафтален
- C. 1,6-Динітронафтален
- D. 2,7-Динітронафтален
- E. 4,9-Динітронафтален

2. Виберіть назву наведеної сполуки:



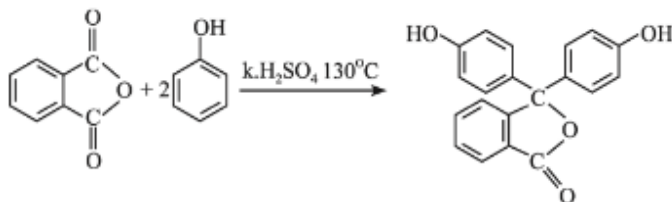
- A. 1-Етилнафтален
- B. 1-Метилнафтален
- C. 4-Метилнафтален
- D. 8-Етилнафтален
- E. 4-Етилнафтален

3. При сульфуванні нафталену утворюється:



- A. 1-нафталенсульфокислота
- B. 1,7-нафталендисульфокислота
- C. 1,2-нафталендисульфокислота
- D. 1,4-нафталендисульфокислота
- E. 1,6-нафталендисульфокислота

4. Яка назва відповідає сполуці, що утворюється при взаємодії фталевого ангідриду з фенолом у присутності конц. H_2SO_4 при нагріванні:

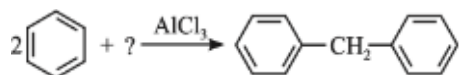


- A. Фенолфталеїн
- B. Феніловий естер фталевої кислоти
- C. Дифеніловий естер фталевої кислоти
- D. Феніловий естер бензойної кислоти
- E. Дифенілфталевий ангідрид

5. Трифенілметан належить до:

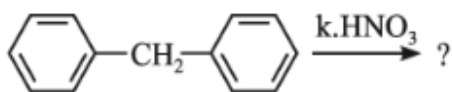
- A. Багатоядерних аренів з ізольованими бензеновими циклами
- B. Одноядерних аренів
- C. Багатоядерних аренів з конденсованими бензеновими циклами
- D. Алканів
- E. Алкенів

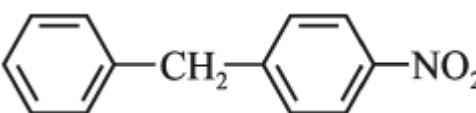
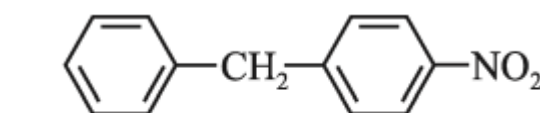
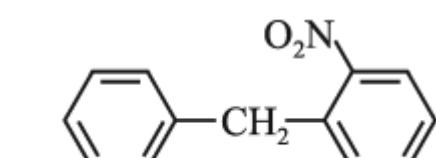
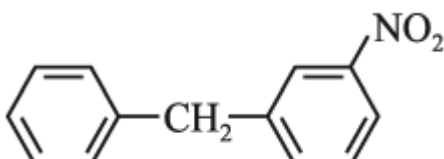
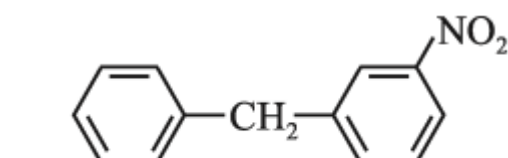
6. Дією якого реагенту з бензену можна одержати дифенілметан:



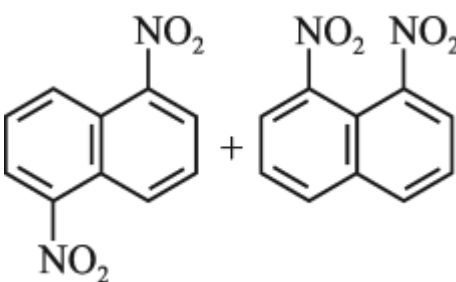
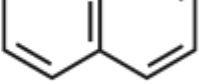
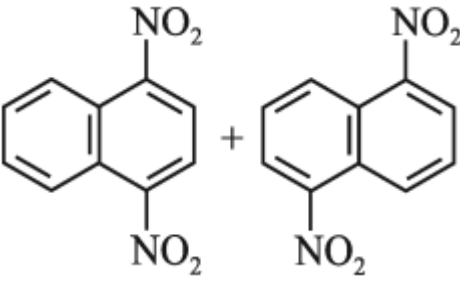
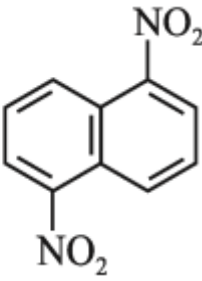
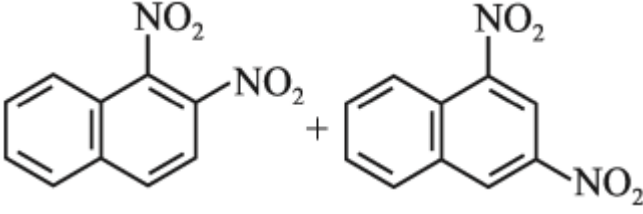
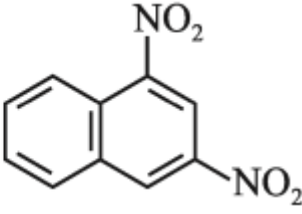
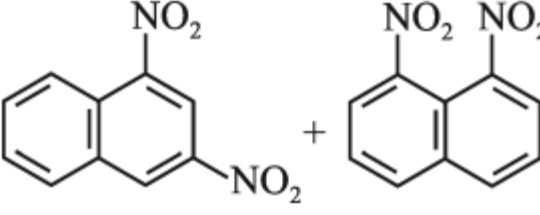
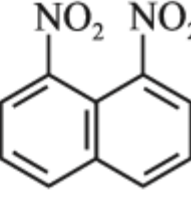
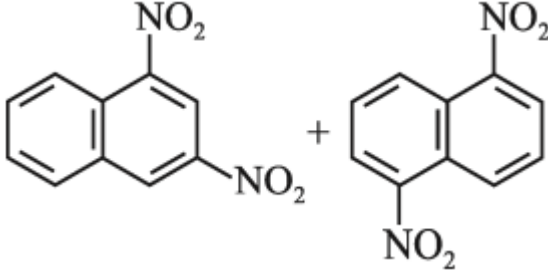
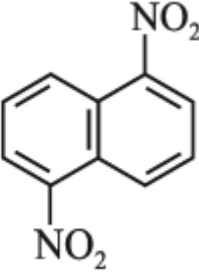
- A. CH_2Cl_2
- B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
- C. CH_2O
- D. CH_3COOH
- E. NaNH_2

7. Виберіть сполуку, яка є основним продуктом реакції:

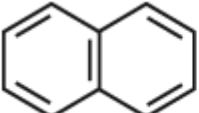
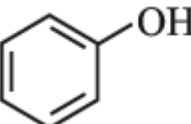


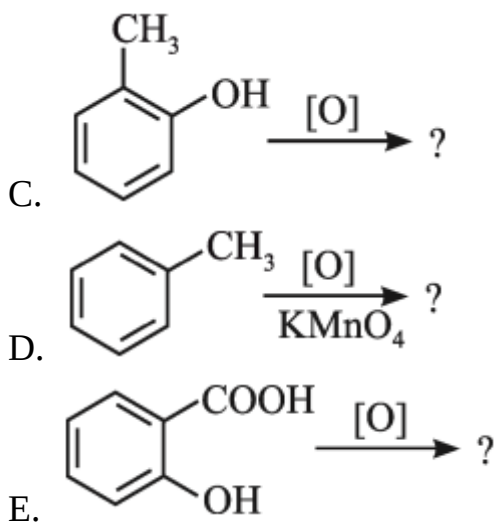
- A. 
- B. 
- C. 
- D. 
- E. 

8. Які продукти утворюються у результаті нітрування 1-нітронафталену:

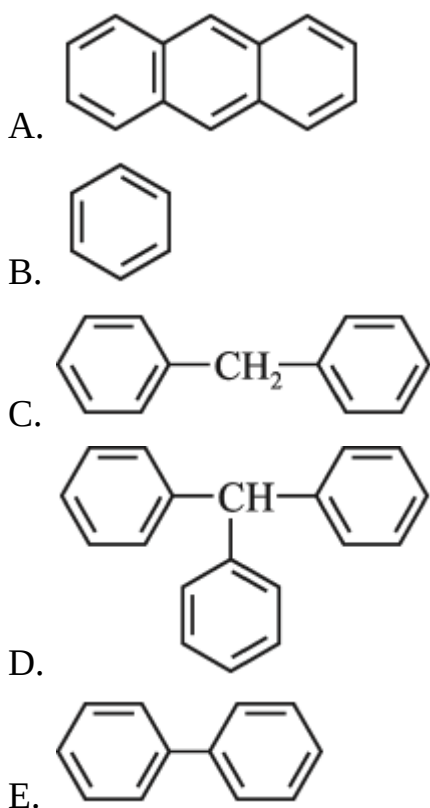
- A.  + 
- B.  + 
- C.  + 
- D.  + 
- E.  + 

9. У результаті якої з наведених реакцій утворюється фталевий ангідрид:

- A.  $\xrightarrow[\text{V}_2\text{O}_5]{[\text{O}]}$?
- B.  $\xrightarrow{[\text{O}]}$?



10. Вкажіть сполуку, яка належить до конденсованих аренів:



Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В.

Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5

3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне

підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>

4. Organic	Chemistry	Tutor	–
https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor			
5. LibreTexts	–	Organic Chemistry	–
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry			
6. Онлайн-симулятори	та	віртуальні лабораторії (FREE)	–
https://chemcollective.org/vlab			
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE)	– https://molview.org/		

ТЕМА 12

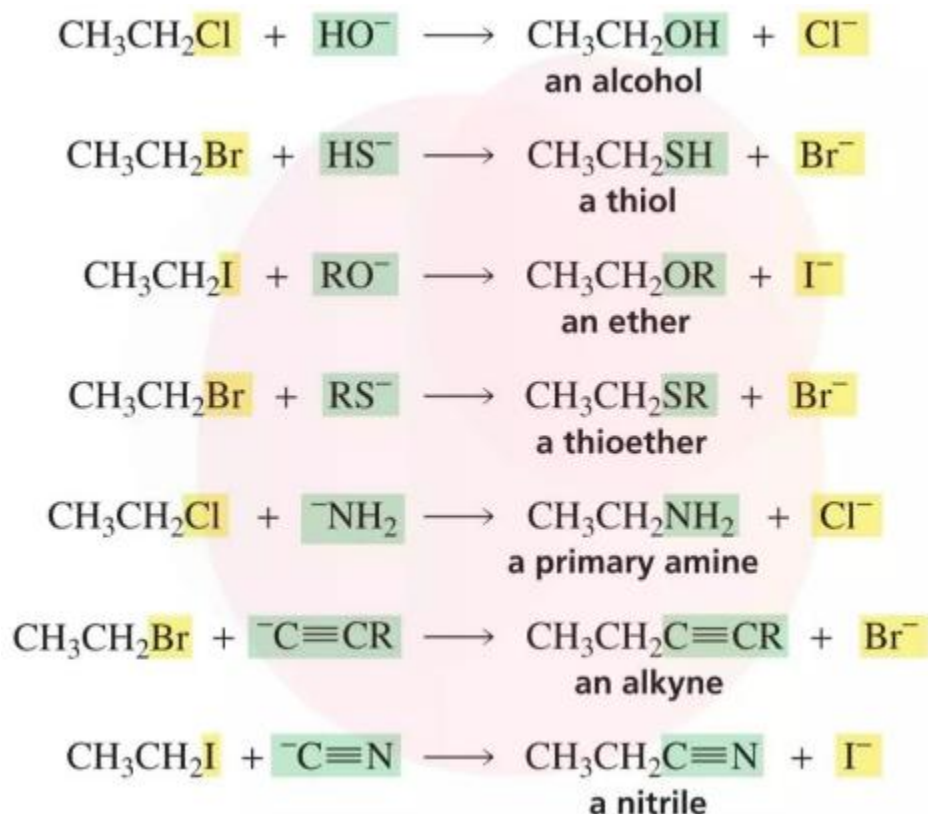
«Галогенопохідні вуглеводнів. Галогеналкани. Галогеналкени»

Мета: Розглянути будову, методи синтезу та реакції галогеналканів і галогеналкенів.

Основні поняття (перелік питань): S_N1 , S_N2 , E1, E2, нуклеофільне заміщення, елімінація.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Як класифікуються галогеналкани?
- 2) Чому зв'язок C–Hal є полярним?
- 3) Які реакції характерні для галогеналканів?
- 4) У чому полягає механізм S_N1 ?
- 5) У чому різниця між S_N1 і S_N2 ?
- 6) Які фактори впливають на швидкість S_N2 реакції?
- 7) Чому вінільні галогеніди малоактивні?
- 8) Які методи добування галогеналканів?
- 9) Які токсикологічні властивості характерні для галогенопохідних?
- 10) Чому деякі галогеналкани застосовують як анестетики?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. 1-йод-2-хлорпропан	F. Бензилбромід
B. 3-бром-2,2-диметилбутан	G. <i>гем</i> -дихлоретан
C. Бромоформ	H. <i>n</i> -нітрохлорбензол
D. <i>цис</i> -1,2-дифторетен	I. Тетрабромметан
E. <i>віц</i> -диброметан	
- II. Отримайте 2-бромпропан з наступних сполук:

A. Пропана	D. Пропанол-1
B. Пропена	E. Пропанол-2
C. Пропіна	
- III. Отримайте похідні дигалогену з наступних сполук:

A. Пропанал	D. Пропена
B. Ацетона	E. Пропандіола-1,3
C. Пропіна	
- IV. Здійсніть перетворення:

A. Бензол → фенілхлорметан	B. Метан → фенілхлорметан

C. Метан $\rightarrow$ 1,1-дихлорпропан

D. Ацетилен $\rightarrow$ 1,1-дихлорпропан

V. Напишіть та назвіть ізомери $C_4H_6Cl_2$.

VI. Які речовини реагують при н.у. (Нормальні умови), с $NaOH$ і NH_3 :

A. 3-хлорпропен

D. Вінілхлорид

B. 2-бром-3-метилбутен

E. 2-нітрохлорбензол

C. Бромбензен

VII. Напишіть рівняння реакцій, що протікають при взаємодії спиртового розчину гідроксиду калію з наступними сполуками:

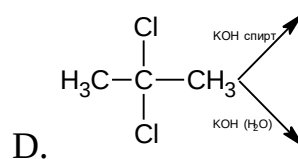
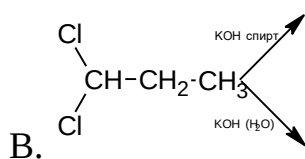
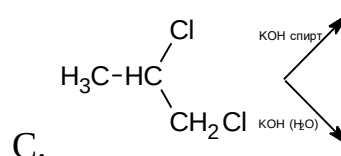
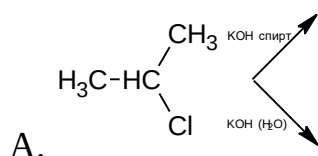
A. 2-бром-2-метилбутан

C. 2,2-дихлорбутан

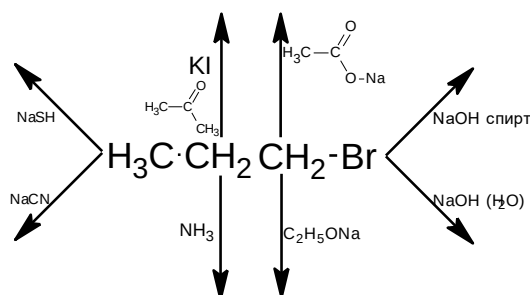
B. 1-феніл-1-хлоретан

D. 2,3-дибромпентан

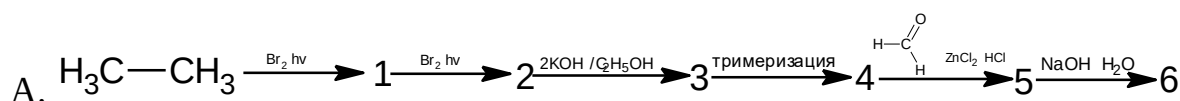
VIII. Напишіть та назвіть продукти реакцій:

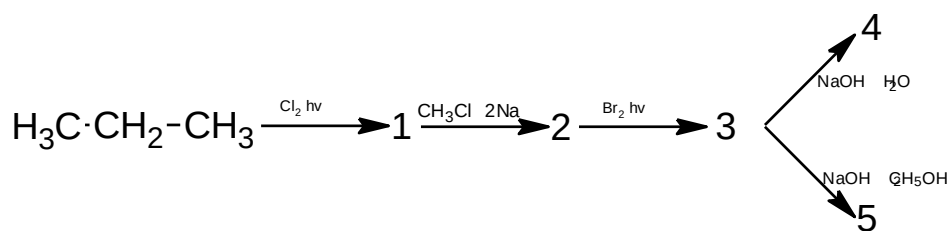


IX. Напишіть та назвіть продукти реакцій:

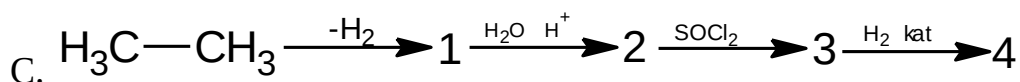


X. Здійсніть ланцюжок перетворень.





B.



Тестові завдання для самоконтролю:

- Галогеноалкани утворюються при взаємодії алканів з галогенами за механізмом:
 - Радикальним
 - Іонним
 - S_N1
 - S_N2
 - Полімеризації
- Реакції S_N1 переважно характерні для:
 - Вторинних та третинних
 - Первинних галогеноалканів
 - Кінцевих алкінів
 - Алканів
 - Кислот
- Галогеноалкани вступають у реакції нуклеофільного:
 - Заміщення
 - Приєднання
 - Окиснення
 - Відновлення
 - Полімеризації
- Найкращий нуклеофіл:
 - OH^-
 - H_2O
 - NH_3
 - NO^+

E. CO_2

5. Хлороформ — це:

A. CHCl_3

B. CCl_4

C. CH_2Cl_2

D. HCl

E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

6. Реакція дегідрогалогенування приводить до утворення:

A. Алкенів

B. Алканів

C. Кислот

D. Амінів

E. Гліколів

7. Механізм $\text{S}_\text{N}2$ передбачає:

A. Одностадійний процес

B. Проміжний карбоній-іон

C. Двостадійний процес

D. Радикальну стадію

E. Участь кислоти Льюїса

8. Добрий відхідний атом:

A. $-\text{Cl}$

B. $-\text{OH}$

C. $-\text{O}^-$

D. $-\text{NH}_2$

E. $-\text{CH}_3$

9. Хлорбензен малореакційноздатний через:

A. Резонанс стабілізує зв'язок $\text{C}-\text{Cl}$

B. Наявність OH -групи

C. sp^3 -гібридизацію

D. Низьку електронегативність

Е. Наявність подвійного зв'язку

10. При взаємодії галогеналкану з KCN утворюються:

А. Нітрил

В. Амін

С. Алкан

Д. Алкен

Е. Кетон

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликінa, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.

7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.

7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 13

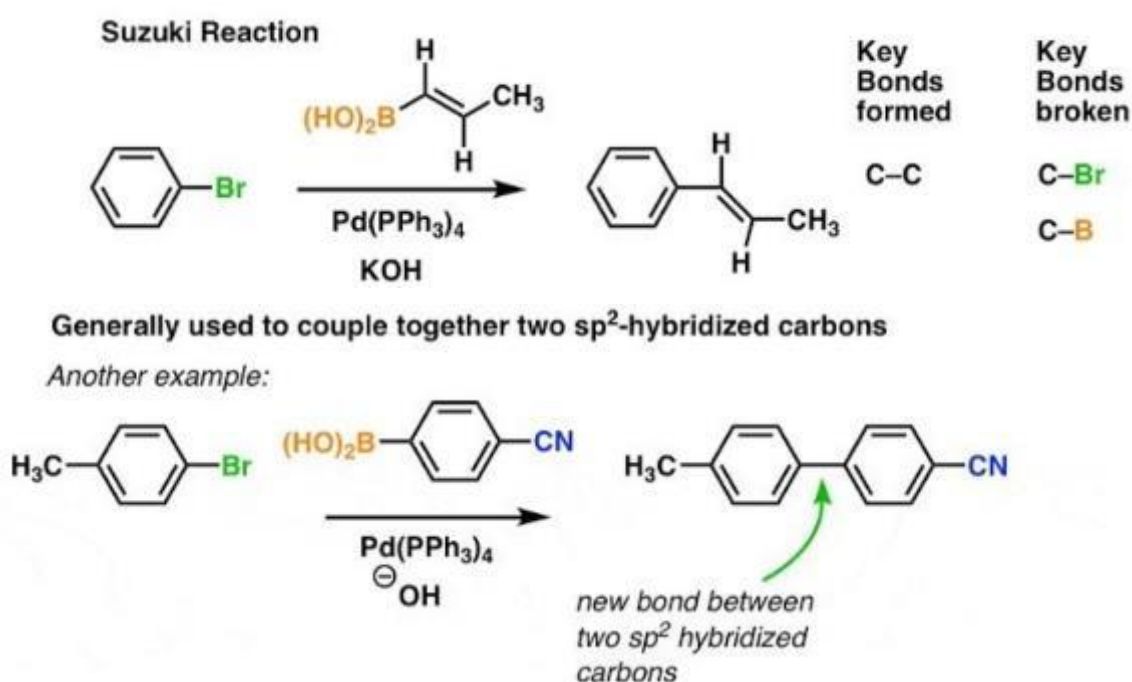
«Галогенарени і арилалкілгалогеніди»

Мета: Пояснити хімічні властивості ароматичних галогенопохідних.

Основні поняття (перелік питань): Активування/деактивування, нуклеофільне ароматичне заміщення, орієнтація замісників.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чим галогенарени відрізняються від галогеналканів?
- 2) Чому зв'язок C-Hal у бензені більш міцний?
- 3) Які реакції характерні для галогенаренів?
- 4) Чому галогенарени не вступають у S_N1/S_N2 ?
- 5) Що таке реакція Вюрца-Фіттіга?
- 6) Як отримати бензилгалогеніди?
- 7) Чому бензильні галогеніди реакційно здатніші?
- 8) Які токсичні властивості хлорованих аренив?

9) Що таке реакція ульотки Фріделя—Крафтса?

10) Де використовують галогенарени у фармацевтичній хімії?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Порівняння хімічних властивостей галогенаренів і галогеналканів

Підготувати таблицю, у якій порівняти:

- тип зв'язку C–Hal,
- реакційну здатність,
- механізм реакцій заміщення,
- фактори стабілізації та дестабілізації.

Зробити висновок, чому галогенарени значно менш реакційноздатні.

II. Механізм реакції електрофільного ароматичного заміщення (ЕАЗ) для галогенаренів

Написати:

- механізм нітрування хлорбензену,
- схеми утворення орто-, пара-, мета-ізомерів,
- пояснити вплив галогену як орто-/пара-орієнтанта, незважаючи на його –I ефект.

III. Ізомерія в галогенаренах

Для молекул:

- хлорбензен,
- дихлорбензени (1,2-, 1,3-, 1,4-),
- хлортолуенів (орт-, мета-, пара-),

Потрібно:

- зобразити структурні формули,
- визначити типи ізомерії,
- пояснити відмінності їх фізичних властивостей.

IV. Методи добування галогенаренів

Скласти реакційні схеми:

- прямого галогенування бензену (з каталізаторами та без),
- реакції Сандмеєра,
- реакції Гаттермана,
- хлорування/бромовання толуену.

Пояснити, які методи найбільш селективні.

V. Синтез арилалкілгалогенідів

Скласти схеми добування:

- бензилхлориду,
- бензилброміду,
- бензилйодиду,
- α -хлоретилбензену.

Вказати методи: радикальне хлорування, галогенування у бічному ланцюзі.

VI. Вивчення реакційного центру в арилалкілгалогенідах

Порівняти реакційну здатність:

- бензилгалогенідів ($C_6H_5-CH_2-Hal$),
- галогеналканів $R-CH_2-Hal$,
- галогенаренів $Ar-Hal$.

Обґрунтувати, чому бензилгалогеніди найбільш реакційноздатні в S_N1 та S_N2 .

VII. Ідентифікація галогенаренів якісними реакціями

Виконати:

- пробу Бейльштейна (зелений колір полум'я),
- реакцію утворення $AgHal$ після гідролізу,
- аналіз спектрів (ІЧ, ЯМР, МС) для хлорбензену або бромбензену.

Зробити висновок щодо можливості відрізнити ароматичні та аліфатичні галогеніди.

VIII. Реакції нуклеофільного ароматичного заміщення (NAS)

Скласти рівняння реакцій:

- хлорнітробензен + OH^- ,
- фторнітробензен + амін,
- заміщення в орто-/пара-нітропохідних.

Пояснити, чому для галогенаренів потрібні сильні активуючі групи ($-\text{NO}_2$).

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Галогеноалкани утворюються при взаємодії алканів з галогенами за механізмом:
 - A. Радикальним
 - B. Іонним
 - C. $\text{S}_{\text{N}}1$
 - D. $\text{S}_{\text{N}}2$
 - E. Полімеризації
2. Реакції $\text{S}_{\text{N}}1$ переважно характерні для:
 - A. Вторинних та третинних
 - B. Первинних галогеноалканів
 - C. Кінцевих алкінів
 - D. Алканів
 - E. Кислот
3. Галогеноалкани вступають у реакції нуклеофільного:
 - A. Заміщення
 - B. Приєднання
 - C. Окиснення
 - D. Відновлення
 - E. Полімеризації
4. Найкращий нуклеофіл:
 - A. OH^-
 - B. H_2O
 - C. NH_3
 - D. NO^+
 - E. CO_2
5. Хлороформ — це:
 - A. CHCl_3
 - B. CCl_4

C. CH_2Cl_2

D. HCl

E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$

6. Реакція дегідрогалогенування приводить до утворення:

A. Алкенів

B. Алканів

C. Кислот

D. Амінів

E. Гліколів

7. Механізм $\text{S}_{\text{N}}2$ передбачає:

A. Одностадійний процес

B. Проміжний карбоній-іон

C. Двостадійний процес

D. Радикальну стадію

E. Участь кислоти Льюїса

8. Добрий відхідний атом:

A. $-\text{Cl}$

B. $-\text{OH}$

C. $-\text{O}^-$

D. $-\text{NH}_2$

E. $-\text{CH}_3$

9. Хлорбензен малореакційноздатний через:

A. Резонанс стабілізує зв'язок $\text{C}-\text{Cl}$

B. Наявність OH -групи

C. sp^3 -гібридизацію

D. Низьку електронегативність

E. Наявність подвійного зв'язку

10. При взаємодії галогеналкану з KCN утворюються:

A. Нітрил

B. Амін

С. Алкан

Д. Алкен

Е. Кетон

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликінa, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликінa. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6

9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.

10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, "Кварт"
2009: 402с.

11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor – <https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry – https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 14

«Нітросполуки»

Мета: Вивчити будову та хімічні властивості нітросполук, їх відновлення та реакції заміщення.

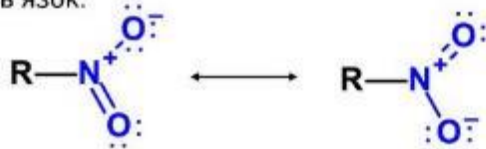
Основні поняття (перелік питань): NO₂-група, електронна акцепторність, нітрування, відновлення.

План

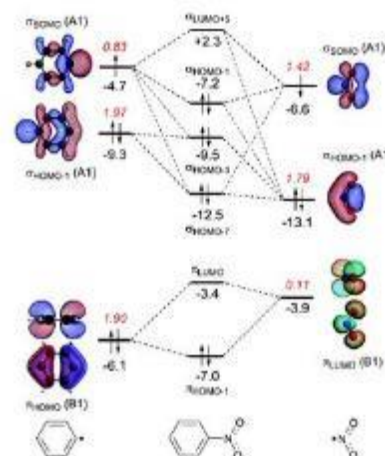
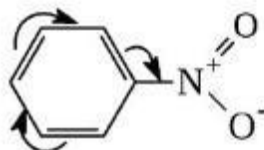
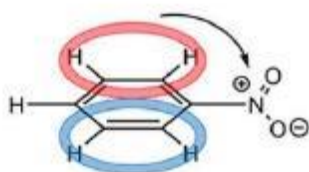
1. Теоретичні питання:

Будова нітрогрупи

Нітрогрупа $-\text{NO}_2$ має плоску (планарну будову); атоми азоту та кисню знаходяться у стані sp^2 -гібридизації. Електронна будова може бути представлена у вигляді двох граничних структур, в яких один з атомів кисню утворює з атомом Нітрогену подвійний, а другий – семіполярний зв'язок.



Нітрогрупа має сильно виражений електроноакцепторний характер і надає значний вплив на атоми і групи, що знаходяться по відношенню до неї.



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Як класифікують нітросполуки?
- 2) У чому різниця між аліфатичними та ароматичними нітросполуками?
- 3) Які методи добування нітросполук?
- 4) Що таке таутомерія нітросполук?
- 5) Як проходить відновлення нітросполук?
- 6) Чому нітросполуки — сильні акцептори електронів?
- 7) Які реакції характерні для нітросполук?
- 8) Чому нітросполуки можуть бути канцерогенними?
- 9) Де застосовують ароматичні нітросполуки?
- 10) Як відрізнити нітросполуку від аміносполуки?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

1. Напишіть структурні формули таких сполук. Вкажіть серед наведених структур первинні, вторинні та третинні нітросполуки.

A. 2-нітропропан	D. метилнітролова кислота
B. 2-метил-2-нітробутан	E. Фенілнітрометан
C. <i>m</i> -динітробензол	F. 2,4,6-тринітротолуол

G. 1-нітро-2-фенілетан

II. Напишіть схеми отримання таких сполук. Вкажіть умови реакцій.

A. З *n*-бутану $\rightarrow$ 2-нітробутан;

B. З 1-бромпропану $\rightarrow$ 1-нітропропан

C. З бензолу $\rightarrow$ 2,4,6-тринітротолуол

D. З бензолу $\rightarrow$ фенілнітрометан

III. Вкажіть, для яких із наведених сполук характерна нітро-аці-нітротаутомерія. Напишіть відповідні таутомірні перетворення.

A. 1-нітропропан

D. Фенілнітрометан

B. 2-нітробутан

E. *n*-нітротолуол

C. 2-метил-2-нітробутан

IV. Якими хімічними реакціями можна відрізнити первинні, вторинні та третинні нітросполуки? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

V. Запропонуйте схеми реакцій, за допомогою яких можна відрізнити:

A. 1-нітропропан та 2-нітропропан

B. Нітробензол та фенілнітрометан

C. 2-метил-2-нітропропан та 1-нітро-2-фенілетан

VI. Вкажіть, які з наведених сполук розчиняються у водному розчині натрію гідроксиду. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

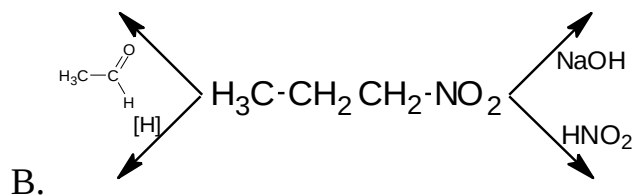
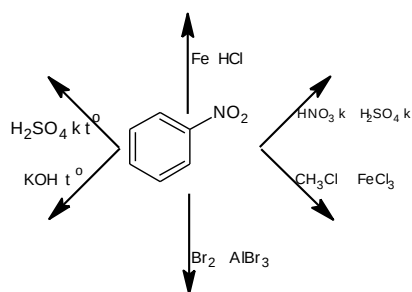
A. 2-метил-3-нітропентан

C. 2,2-диметил-3-нітрогексан

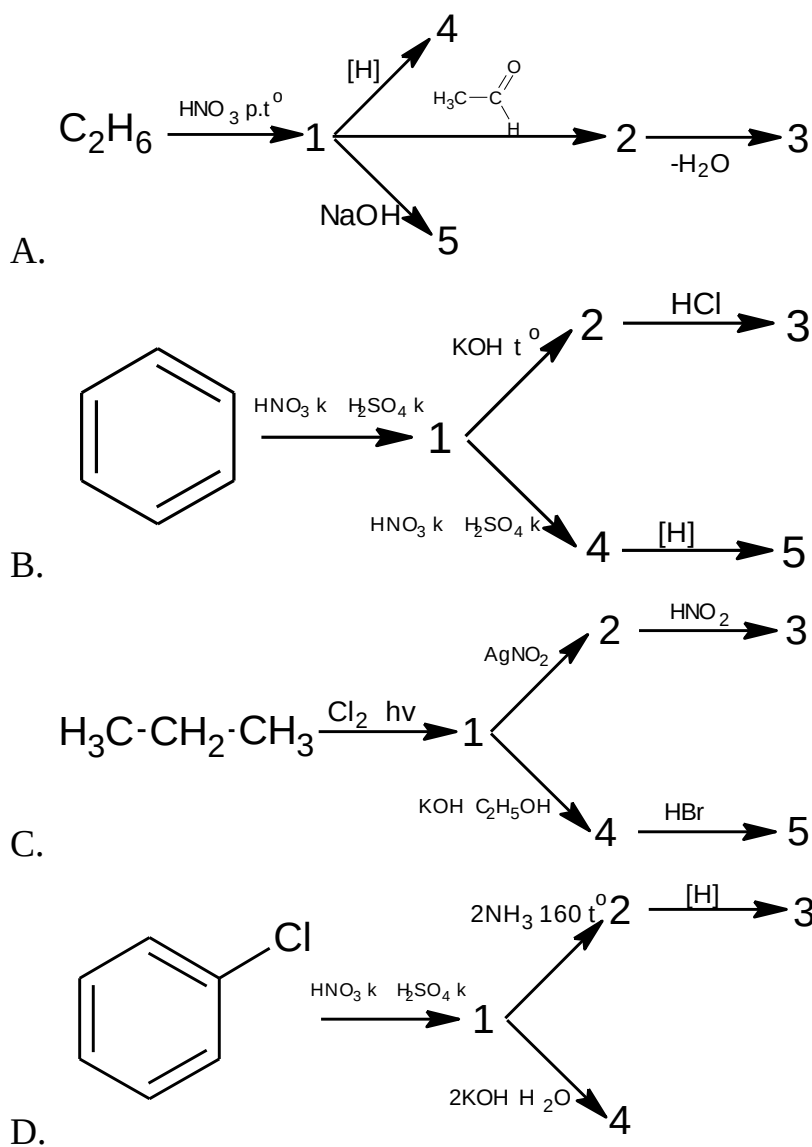
B. 1-нітро-4-етилгептан

D. *n*-нітротолуол

VII. Напишіть та назвіть продукти реакцій:



VIII. Здійснить ланцюжок перетворень.



Тестові завдання для самоконтролю:

- Який функціональний фрагмент характерний для нітросполук?
 - $-\text{NO}_2$
 - $-\text{NH}_2$
 - $-\text{NO}$
 - $-\text{N}_3$
 - $-\text{ONO}$
- Як одержують аліфатичні нітросполуки?
 - Радикальне нітрування алканів
 - Нітрування аренів
 - Окиснення амінів

- D. Гідрування нітратів
 - E. Дегідратація кислот
3. Нітросполуки проявляють...
- A. Сильні акцепторні властивості
 - B. Донорні властивості
 - C. Слабкі основні властивості
 - D. Відновні властивості
 - E. Стабілізацію карбокатиону
4. При повному відновленні нітросполук утворюються:
- A. Аміни
 - B. Нітрозосполуки
 - C. Гідроксиаміни
 - D. Амідри
 - E. Спирти
5. Яка реакція підтверджує нітрогрупу в аренах?
- A. Відновлення Sn/HCl
 - B. Бромовання
 - C. Реакція Толленса
 - D. Окиснення KMnO₄
 - E. Реакція Люкаса
6. Нітросполуки можуть існувати у вигляді:
- A. Нітронової та ізонітронової форми
 - B. Кето-енольної форми
 - C. Карбоній-йону
 - D. Іміноформи
 - E. Гідразонів
7. Який ефект –NO₂?
- A. –I
 - B. +I
 - C. +M

- D. Не проявляє ефекту
E. +E
8. Що є продуктом часткового відновлення нітросполук?
- A. Гідроксиамін
B. Амін
C. Амід
D. Карбонова кислота
E. Алкен
9. Який метод виявлення нітрогрупи?
- A. Реакція Зініна
B. Окиснення
C. Галогенування
D. Карбонілювання
E. Нітрування
10. Нітросполуки виявляють кислотність через...
- A. Активацію α -протонів NO_2 -групою
B. Водневий зв'язок
C. Наявність аміної групи
D. Ароматизацію
E. Дегідрування

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5

3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>

https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry

<https://chemcollective.org/vlab>

ТЕМА 15

«Аліфатичні аміни»

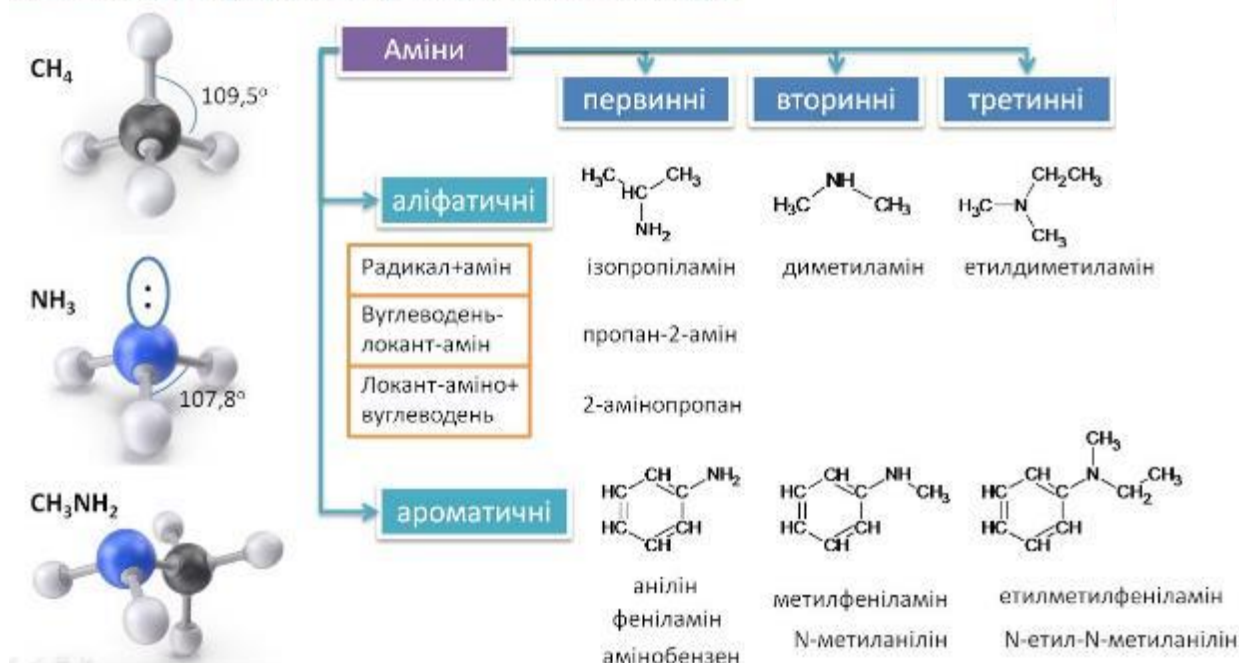
Мета: Охарактеризувати структуру, реакційну здатність та важливі реакції амінів.

Основні поняття (перелік питань): Первинні, вторинні, третинні аміни; основність; алкілування; реакція Гофмана.

План

1. Теоретичні питання:

Аміни: структура, класифікація, номенклатура



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Як класифікують аміни?
- 2) У чому різниця між первинними, вторинними та третинними

амінами?

- 3) Чому аміни проявляють основні властивості?
- 4) Як будова впливає на основність амінів?
- 5) Які методи добування амінів існують?
- 6) У чому сутність реакції алкілювання амінів?
- 7) Що таке реакція Гофмана?
- 8) Як аміни реагують з нітритною кислотою?
- 9) Як аміни взаємодіють з кислотами?
- 10) Які фармакологічні сполуки містять аміногрупу?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

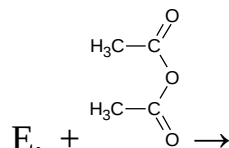
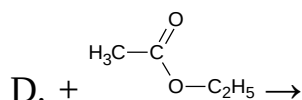
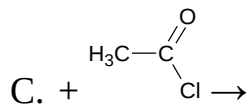
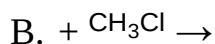
- I. Напишіть структурні формули таких сполук. Вкажіть серед наведених структур первинні, вторинні та третинні нітросполуки.

A. Метилетиламін	F. N-метиланілін
B. Пентанамін-2	G. <i>n</i> -толуїдін
C. Ізобутинамін	H. 2,4-диметиланілін
D. Циклогексиламін	I. N,N-диметил- <i>n</i> -толуїдін
E. N-етилпропанамін-2	J. Бензиламін
- II. Отримайте амін з наступних сполук:

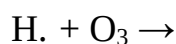
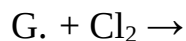
A. Нитропропана	D. Нітрил-пропіонової кислоти
B. Пропанола-1	E. Амід а-бутанової кислоти
C. 1-брометана	
- III. Напишіть схеми отримання таких з'єднань. Вкажіть умови реакцій.

A. З метанола → N-метил-метиламін	
B. З фталеміда → пропанамін-1	
C. З толуола → бензиламін	
D. З бензола → N,N-диметиланілін	
E. З бензола → <i>n</i> -нітроанілін	
F. З бензола → <i>o</i> -нітроанілін	

IV. Напишіть схеми реакцій метиламіну та метилетиламіну з наступними сполуками:



$\rightarrow$



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Аліфатичні аміни — це похідні...

- A. Вуглеводнів
- B. Кислот
- C. Спиртів
- D. Альдегідів
- E. Сульфокислот

2. Аміни проявляють:

- A. Основні властивості
- B. Кислотні властивості
- C. Нейтральні властивості
- D. Сильну кислотність
- E. Сильний окиснювальний характер

3. Який порядок основності амінів у воді?

- A. $2^\circ > 1^\circ > 3^\circ$
- B. $1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$;
- C. $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$;
- D. Усі однакові;
- E. $1^\circ = 3^\circ > 2^\circ$

4. Аміни реагують з кислотами з утворенням:

- A. Солей амонію

- B. Естерів
 - C. Галогенідів
 - D. Нітрилів
 - E. Спиртів
5. Який тест якісний для амінів?
- A. Реакція з нітритом натрію
 - B. Реакція Лассена
 - C. Фенольний тест
 - D. Проба Толленса
 - E. Бромовання
6. Який гібрид стану N в амінах?
- A. sp^3
 - B. sp
 - C. sp^2
 - D. dsp^2
 - E. sp^3d
7. Аміни утворюються при:
- A. Відновленні нітросполук
 - B. Гідратації алкенів
 - C. Нітруванні
 - D. Окисненні
 - E. Полімеризації
8. Які аміни найліпше розчинні у воді?
- A. Первинні
 - B. Третинні
 - C. Вторинні
 - D. Ароматичні
 - E. Усі однаково
9. Амін при дії HNO_2 утворює:
- A. Діазотат (для первинних)

- В. Естер
- С. Хлорид
- Д. Альдегід
- Е. Спирт

10. Які аміни мають найвищу основність?

- А. Вторинні
- В. Третинні
- С. Первинні
- Д. Аліларені
- Е. Ароматичні

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.

6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.

6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

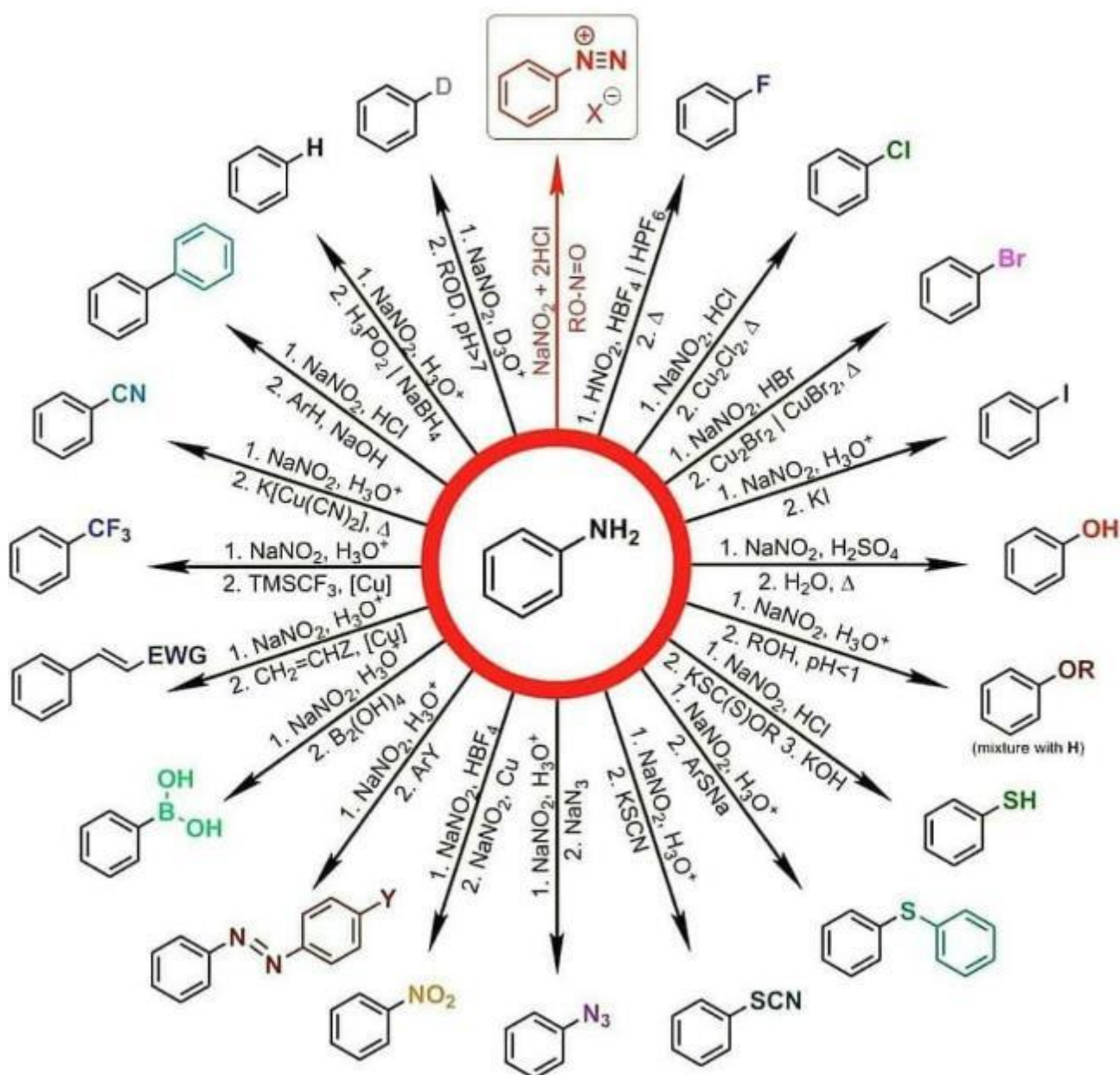
Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

«Ароматичні аміни. Діаміни. Ідентифікація амінів»

Основні поняття (перелік питань): Анілін, діамін, діазотування, азосполуки, якісні реакції амінів.

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чим ароматичні аміни відрізняються від аліфатичних?
- 2) Чому анілін має слабкі основні властивості?
- 3) Які методи добування ароматичних амінів?
- 4) Як впливають замісники на реакційну здатність аніліну?
- 5) Які реакції характерні для ароматичних амінів?
- 6) Що таке реакція діазотування?
- 7) Як проводять якісну реакцію на первинні аміни?
- 8) Як відрізнити амін від аміда?
- 9) Чому деякі ароматичні аміни токсичні?
- 10) Де застосовують діаміни у фармацевтиці?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

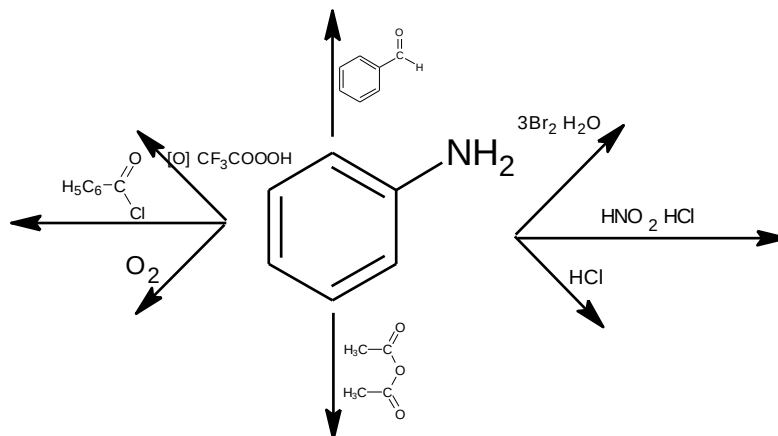
I. Отримайте відповідні аміни з наступних сполук:

A. З нітробензола

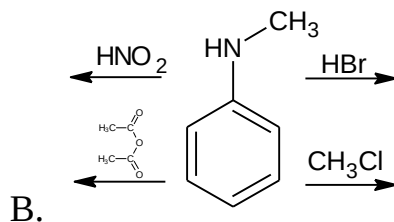
B. З хлорбензола

C. З бензаміда

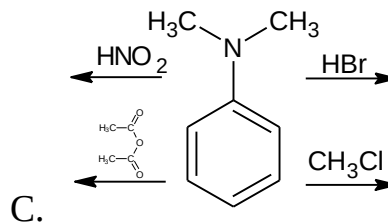
II. Напишіть та назвіть продукти реакцій:



A.

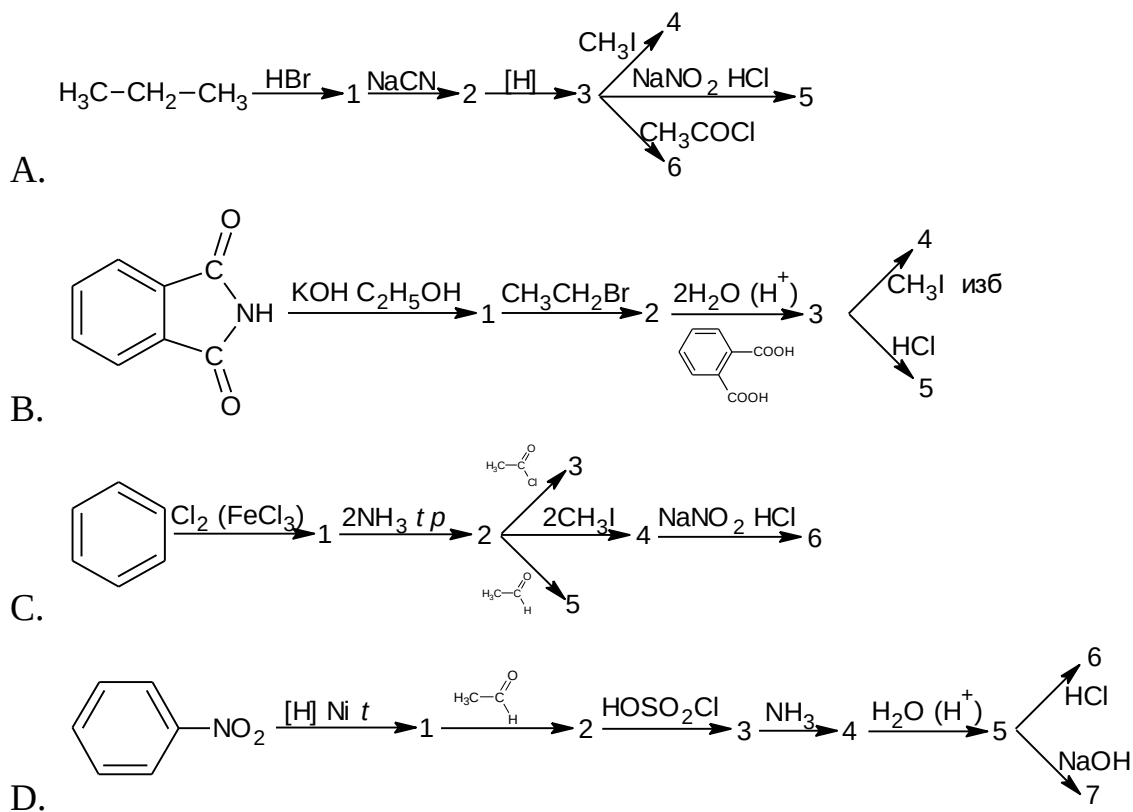


B.



C.

III. Здійсніть ланцюжок перетворень.



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Найпоширеніший ароматичний амін:

- A. Анілін
- B. Фенол
- C. Толуїдин
- D. Піридин
- E. Бензиловий амін

2. Основність ароматичних амінів:

- A. С Нижча
- B. А Вища за аліфатичні;
- C. В Така ж;
- D. D Не залежить від структури;
- E. Е Вища тільки у вторинних

3. Яка група знижує основність аніліну?

- A. $-\text{NO}_2$
- B. Алкільна

C. $-\text{OH}$

D. $-\text{NH}_2$

E. $-\text{CH}_3$

4. Анілін легко реагує:

A. З кислотами

B. З лугами

C. З неметалами

D. З CO_2

E. З естерами

5. При нітруванні аніліну без захисту NH_2 утворюється:

A. Пара-нітроанілін

B. Орто-нітроанілін

C. Мета-нітроанілін

D. Хінолін

E. Фенілетанол

6. В результаті діазотування утворюються:

A. Бензендіазонію сіль

B. Нітрування

C. Гідратація

D. Окиснення

E. Галогенування

7. Діазонієві солі нестійкі при:

A. Нагріванні

B. $-5\text{ }^\circ\text{C}$

C. $0\text{ }^\circ\text{C}$

D. Заморожуванні

E. Дії HCl

8. Продукт реакції аніліну з Br_2 (водним):

A. 2,4,6-триброманілін

B. Першинний бромамін

С. Моно-броманілін

Д. Бромбензен

Е. Діазотат

9. Діазосполуки вступають у реакцію:

А. Азосполучення

В. Кучерова

С. Кнопа

Д. Ландсберга

Е. Поліконденсації

10. Діаміни проявляють:

А. Посилену основність

В. Слабку основність;

С. Подвійну кислотність;

Д. Ароматичну інертність;

Е. Повну відсутність реактивності

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.

5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>

7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 17

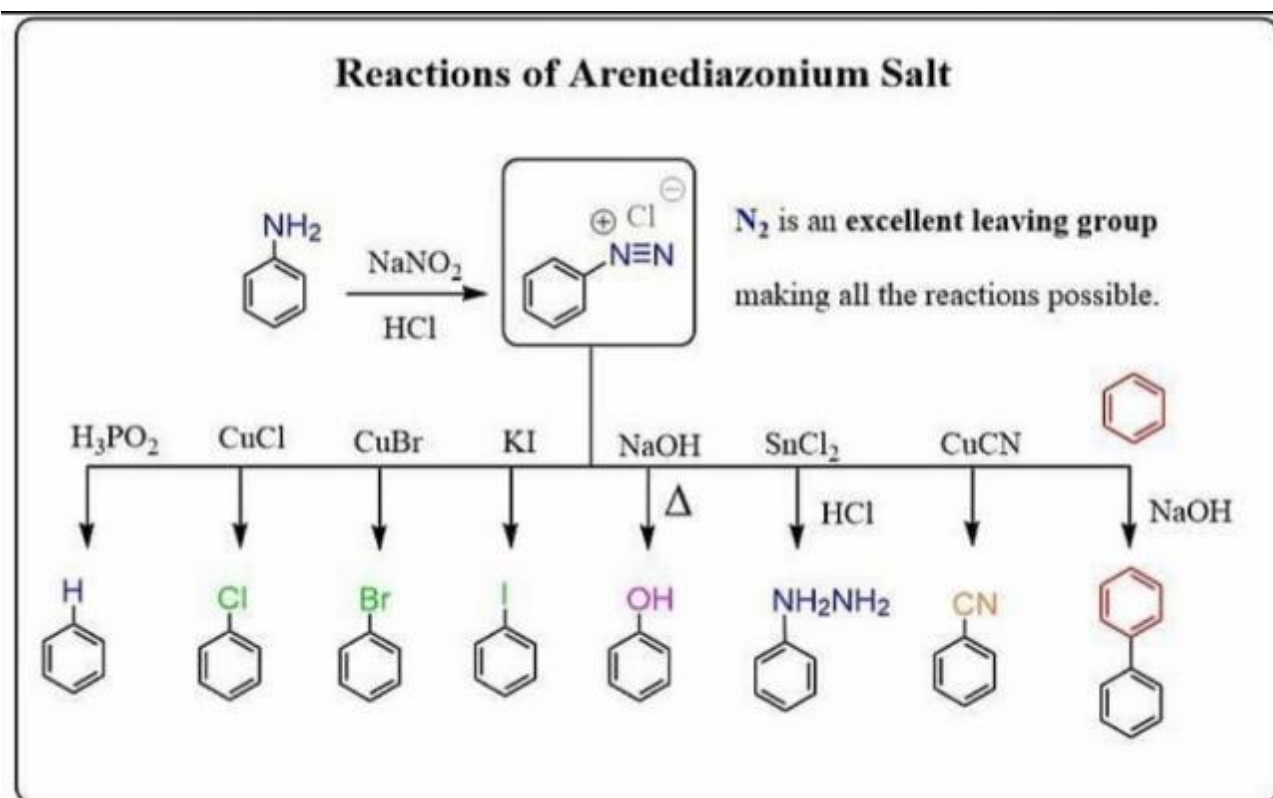
«Діазо-, азосполуки»

Мета: Ознайомити з утворенням і реакційною здатністю діазонієвих солей та азосполук.

Основні поняття (перелік питань): Діазотування, азосполучення, електрофіли, барвники.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке діазогрупа?
- 2) Умови проведення діазотування.
- 3) Чому діазотовані солі нестійкі?
- 4) Як утворюються азосполуки?
- 5) Чому азосполуки – барвники?

- 6) Які реакції характерні для діазосполук?
- 7) У чому суть реакції Сандмеєра?
- 8) Як отримують азобарвники?
- 9) Які токсикологічні ризики азосполук?
- 10) Як використовують реакцію діазотування для аналізу амінів?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук.

A. 4-метилбензолдіазонію хлорид	F. <i>n</i> -аміноазобензол
B. Бромистий <i>m</i> -толілдіазоній	G. 3-гідрокси-4`метилазобензол
C. хлористий <i>o</i> -нітрофенілдіазоній	H. Азоксидензол
D. калію бензол діазотат	I. Діазаамінобензол (тріазен)
E. бензолдіазаацетат	J. 1-(3`-нітробензолазо)нафтол-2

- II. Як впливає рН розчину на будову діазосполуки? На прикладі *n*-толілдіазонію броміду покажіть, як змінюється будова діазосоединений при переході від кислого до лужного середовища. Назвіть форми діазосполуків у кислому, нейтральному та лужному середовищі.

- III. На прикладі *m*-метоксибензолдіазонію хлориду покажіть, як можна здійснити заміну діазогрупи на наступні групи. Напишіть рівняння реакцій та назвіть продукти.

A. -H;	D. -Cl;	G. -CN;
B. -OH;	E. -Br;	H. NO ₂ .
C. -OCH ₃ ;	F. -I;	

- IV. Напишіть схеми отримання наступних сполук.
 - A. З *n*-нітроаніліна → *n*-нітрохлорбензол
 - B. З *n*-нітроаніліна → *n*-фторанілін
 - C. З *n*-нітроаніліна → *n*-нітрофенол
 - D. З *n*-нітроаніліна → *n*-нітробензойную кислоту

Е. З *n*-нітроаніліна $\rightarrow$ *n*-метоксифенол

V. Напишіть схеми отримання таких сполук.

А. *o*-нітротолуола $\rightarrow$ *o*-крезол

В. *m*-нітроаніліна $\rightarrow$ *m*-нітроанізол

С. *o*-толуїдіна $\rightarrow$ *o*-хлорбензойную кислоту

Д. *n*-нітрохлорбензола $\rightarrow$ *m*-йодхлорбензол

Е. *n*-толуїдіна $\rightarrow$ бензол-1,4-дикарбоновую кислоту

VI. Назвіть сполуки, що утворюються під час відновлення:

А. Фенілдіазонію хлорид ($\text{SnCl}_2 + \text{HCl}$)

В. *n*-толїлдіазонію гідросульфат ($\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$)

С. *m*-бромфенілдіазонію хлорид ($\text{Zn} + \text{CH}_3\text{COOH}$)

VII. Виходячи з відповідних солей арендіазонію, наведіть схеми синтезу наступних діазопохідних:

А. Натрію 3-метилдіазотат

В. 4-нітробензолдіазогідротат

С. 4-хлорфенілдіазоціанід

VIII. Поясніть, чому азосполучення з фенолами слід проводити у слаболужному, а з амінами – у слабокислому середовищі. Напишіть схеми азопоєднання *n*-толїлдіазонію хлориду з фенолом та *N*-метиланіліном. Назвіть продукти.

IX. Напишіть схеми одержання азобарвників, виходячи з таких сполук. Позначте хромофорні та ауксохромні групи.

А. *n*-толуїдін та фенол

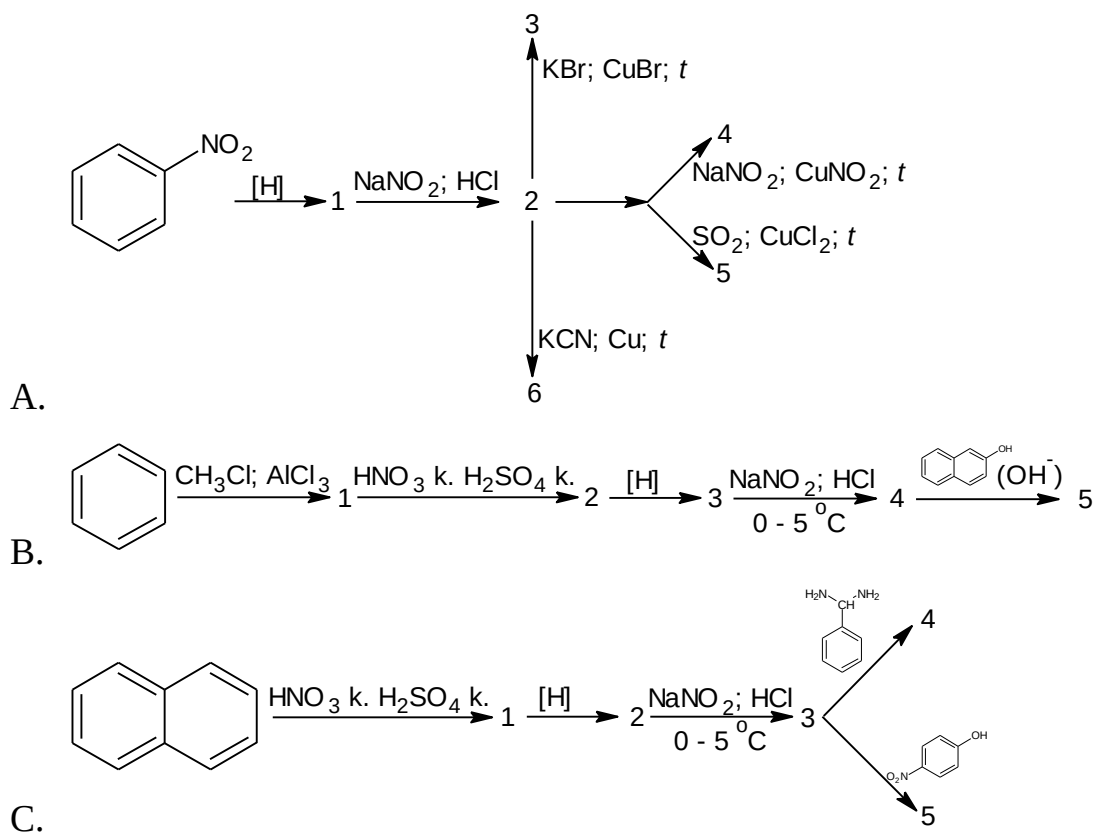
В. Саліцилова (*o*-гідроксибензойна кислота) кислота та анілін

С. *N,N*-диметиланілін та 4-нітронафтіламін-1

Д. *N,N*-диетиланілін та сульфанілова кислота

Е. Антранілова (*o*-амінобензойна кислота) та *N*-метил-*N*-етиланілін

X. Здійсніть ланцюжок перетворень.



Тестові завдання для самоконтролю:

- Яка група характерна для діазосполук?
 - $-\text{N}\equiv\text{N}$
 - $-\text{N}_3$
 - $-\text{N}=\text{O}$
 - $-\text{NH}-\text{NH}_2$
 - $-\text{NO}_2$
- Діазотування ароматичних амінів проводять у середовищі:
 - Кислоти хлористоводневої
 - Лугу
 - Спирту
 - Аміаку
 - Естерів
- Температура для діазотування зазвичай:
 - $0-5^\circ$
 - $50-60^\circ\text{C}$
 - $20-25^\circ\text{C}$

D. 10–20 °C

E. 100 °C

4. Діазосполуки нестійкі при:

A. Нагріванні

B. Низьких температурах

C. Нейтральному середовищі

D. Охолодженні

E. Контакті з естерами

5. Реакція азосполучення веде до утворення:

A. Азобарвників

B. Анілінів

C. Гідразинів

D. Кетонів

E. Амідів

6. Який реагент потрібен для діазотування?

A. $\text{NaNO}_2 + \text{HCl}$

B. HNO_3

C. H_2O_2

D. H_2/Pd

E. KMnO_4

7. Які сполуки найчастіше вступають у азосполучення?

A. Феноли та ароматичні аміни

B. Алкани

C. Алкіни

D. Нітрати

E. Сульфанілові кислоти

8. Що утворюється при термічному розкладанні солей діазонію?

A. Вуглеводні

B. Аміді

C. Спирти

D. Сульфоокислоти

E. Нітросполуки

9. Азосполуки мають характерне:

A. Інтенсивне забарвлення (часто червоне, помаранчеве)

B. Синє забарвлення

C. Жовто–зелене забарвлення

D. Безбарвні

E. Металічний блиск

10. Діазосполуки можна використати для синтезу:

A. Галогенаренів

B. Амінокислот

C. Спиртів

D. Алканів гідруванням

E. Естерів

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.

5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>

ТЕМА 18

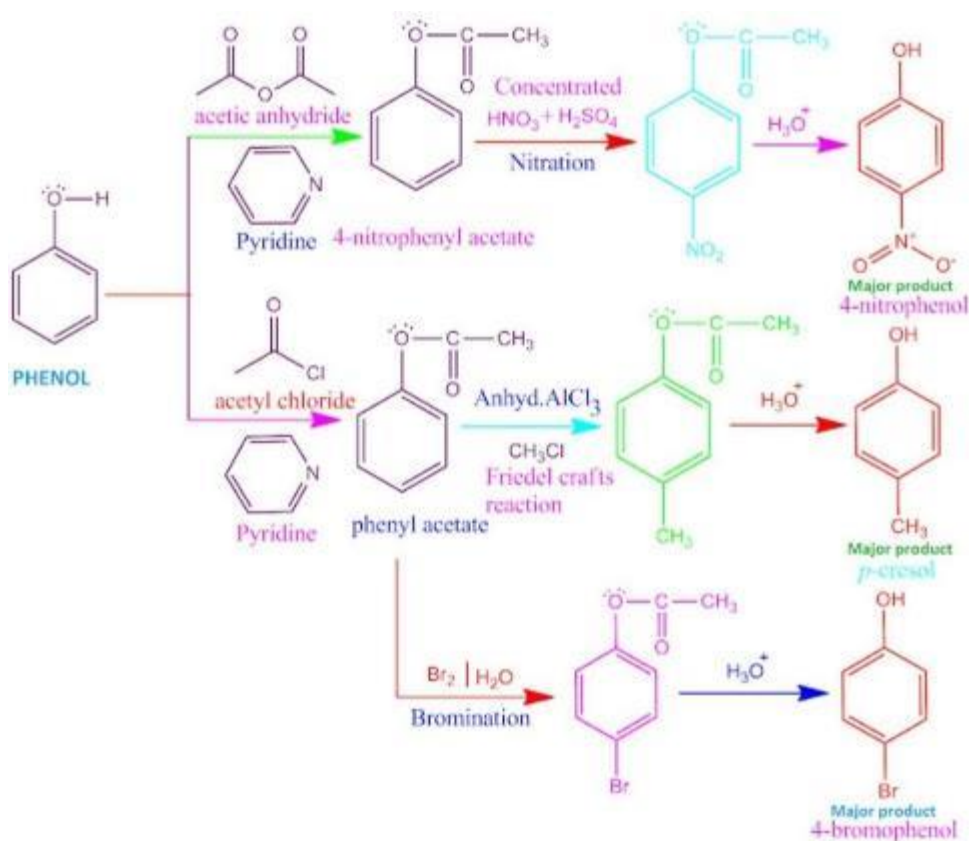
«Спирти. Феноли»

Мета: Вивчити особливості будови, кислотно-основні та реакційні властивості спиртів і фенолів.

Основні поняття (перелік питань): Гідроксильна група, водневий зв'язок, окиснення, естерифікація, кислотність фенолів.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Як класифікують спирти?
- 2) Чим первинний спирт відрізняється від вторинного та третинного?
- 3) Як спирти проявляють кислотні властивості?
- 4) Як відрізняється кислотність спиртів і фенолів?
- 5) Які реакції характерні для фенолів?

- 6) Як добувають спирти?
- 7) Що таке дегідратація спиртів?
- 8) Як довести наявність фенольної групи?
- 9) Чому феноли більш реакційно здатні порівняно зі спиртами?
- 10) Які лікарські засоби містять фенольні групи?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули таких сполук. Які з наведених сполук володітимуть оптичною активністю?
 - A. 2-метилпентанол-3
 - B. 3-етилгександіол-2,3
 - C. Пропантріол-1,2,3
 - D. 2,3-диметилпентанол-3
 - E. 2-метил-бутанол-2
 - F. Бутен-3-ол
 - G. 2,2-диметилбутанол-1
- II. Напишіть рівняння реакцій, що лежать в основі промислових методів одержання метилового, етилового, ізопропілового та алілового спиртів, етиленгліколю та гліцерину.
- III. Напишіть схеми одержання бутанолу-2 з наступних сполук:
 - A. 2-бромбутана
 - B. Бутена-2
 - C. Бутанона
 - D. Бутіна-2
 - E. *n*-бутана
 - F. Пропіонового альдегіда
- IV. Порівняйте відношення до дії окислювачів *n*-бутилового, *втор*-бутилового та *трет*-бутилового спиртів. Відповідь підтвердьте відповідними рівняннями реакцій.
- V. Напишіть рівняння реакцій, які відбуваються при взаємодії гліцерину з наступними реагентами. Назвіть отримані сполуки.
 - A. Na
 - B. CuSO₄ (NaOH)
 - C. HBr
 - D. HNO₃ конц., H₂SO₄ конц.
 - E. KHSO₄, t
 - F. CH₃COOH, H⁺
 - G. C₁₇H₃₅COOH, H⁺

VI. Напишіть схеми та назвіть отримані продукти взаємодії *n*-пропілового спирту з наступними реагентами:

A. Na

F. CH_3COOH , H^+

B. NaNH_2

G. Каталітична кількість конц.

C. CH_3MgBr

H_2SO_4 , 140°C

D. HBr

H. PCl_5

E. $\text{CH}_3\text{--C}\equiv\text{CNa}$

I. H_2SO_4 конц., 170°C

VII. За допомогою яких якісних реакцій можна розрізнити такі сполуки:

A. Метанол та етиленгліколь

B. Пропандіол-1,3 та пропандіол-1,2

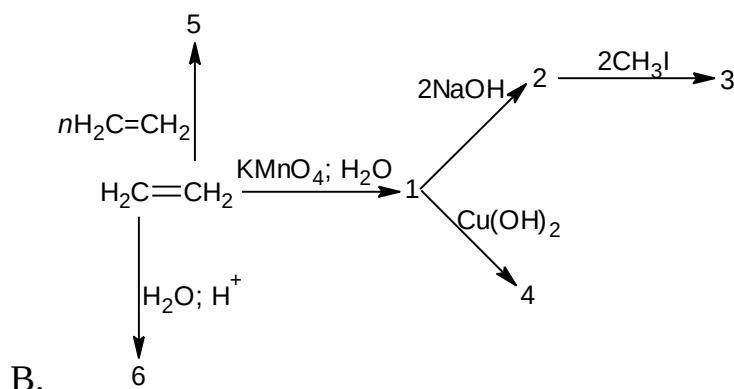
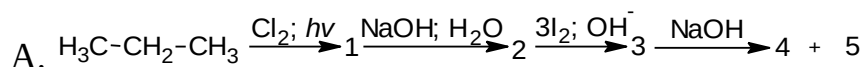
C. Етандіол-1,2 и гліцерин

D. Бутанол-1, бутанол-2 та 2-метилпропанол-2

E. Метанол та етанол

F. *n*-пропіловий та аліловий спирти

VIII. Здійсніть ланцюжок перетворень.



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Функціональна група спиртів:

A. --OH

B. --NH_2

C. --SH

D. --COOH

E. --NO_2

2. Ступінь спирту визначається за:
- A. Типом карбону, до якого приєднано –ОН
 - B. Кількістю гідроксилів
 - C. Кількістю атомів карбону
 - D. Типом розчинника
 - E. Наявністю подвійних зв'язків
3. Феноли відрізняються від спиртів тим, що:
- A. Мають ароматичне кільце
 - B. Мають дві ОН-групи
 - C. Є більш основними
 - D. Не реагують із лугами
 - E. Не взаємодіють із бромом
4. Спирти утворюються при:
- A. Гідратації алкенів
 - B. Нітруванні
 - C. Галогенуванні
 - D. Дегідруванні
 - E. Нітрозуванні
5. Фенол – це:
- A. Ароматичний гідроксибензен
 - B. Вторинний спирт
 - C. Первинний спирт
 - D. Органічна кислота
 - E. Естер
6. Феноли реагують з:
- A. Лугами
 - B. HCl (утворюють солі)
 - C. NaNO₂
 - D. SO₂
 - E. CO₂
7. Яка реакція характерна для спиртів?

- A. Реакція з металами (Na)
 - B. Бромовання водним Br₂
 - C. Діазотування
 - D. Утворення азобарвників
 - E. Сульфування
8. Окиснення вторинних спиртів веде до:
- A. Кетонів
 - B. Альдегідів
 - C. Кислот
 - D. Естерів
 - E. Ефірів
9. Яка реакція підтверджує фенол?
- A. Бромна вода (утв. білий осад)
 - B. Кучерова
 - C. Лассена
 - D. Толленса
 - E. Фелінга
10. Термічне зневоднення спиртів веде до утворення:
- A. Алкенів
 - B. Алканів
 - C. Кислот
 - D. Альдегідів
 - E. Амідів

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В.

Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5

3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com

2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 19

«Прості ефіри. Тіоспирти та тіоефіри»

Мета: Розглянути будову, властивості та реакційну здатність етерів і сірковмісних аналогів.

Основні поняття (перелік питань): Етерний зв'язок, нуклеофільне заміщення, тіоспирти, тіоефіри.

План

1. Теоретичні питання:

Sulfur Oxidation States in Organic Compounds					
-2	-1	0	+2	+4	+6
H_2S $\text{R}-\ddot{\text{S}}-\text{H}$ thiols $\text{R}-\ddot{\text{S}}-\text{R}$ sulfides $\text{R}-\overset{+}{\text{S}}(\text{R})_2$ sulfonium ions	$\text{R}-\ddot{\text{S}}-\ddot{\text{S}}-\text{R}$ disulfides	S elemental $\text{R}-\ddot{\text{S}}(\text{O})-\text{R}$ sulfoxides $\text{R}-\ddot{\text{S}}(\text{OH})$ sulfenic acids	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{R}$ sulfones $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{OH}$ sulfinic acids	SO_2 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}(\text{OH})_2$ sulfonic acids $\text{R}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}(\text{O})-\text{O}-\text{R}$ sulfite esters	SO_3 $\text{R}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}(\text{O})_2-\text{O}-\text{R}$ sulfate esters

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Як утворюються прості ефіри?
- 2) Чому прості ефіри хімічно інертні?
- 3) Як проходить кислото-каталізований гідроліз ефірів?
- 4) Які методи добування тіоспиртів?
- 5) Чим тіоспирти відрізняються від спиртів?
- 6) Що таке тіоефіри?
- 7) Які ароматичні ефіри є важливими природними сполуками?
- 8) Чому деякі ефіри використовують як розчинники?
- 9) У чому різниця між $R-O-R$ і $R-S-R$?
- 10) Які біологічні функції мають тіоефіри?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. <i>o</i> -нітрофенол;	D. Резорцин;
B. <i>n</i> -крезол;	E. Гідрохінон;
C. Пірокатехін;	F. Пірогалол.
- II. Напишіть схеми отримання фенолу, використовуючи як вихідні речовини:

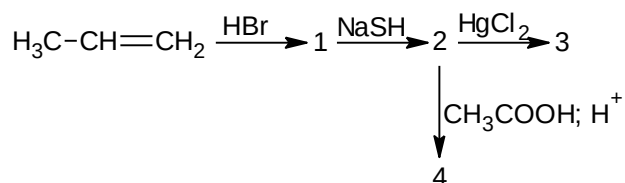
A. Бензенсульфоокислоту;
B. Хлорбензен;
C. Кумол;
D. Бензендіазонію хлорид.
- III. Напишіть схеми реакцій, які дозволяють синтезувати:

A. Резорцин з бензену;
B. <i>n</i> -крезол з <i>n</i> -толуїдину;
C. <i>m</i> -нітроанізол з нітробензену;
D. Пірогалол з галової кислот.
- IV. Напишіть схеми реакцій фенолу із наступними реагентами:

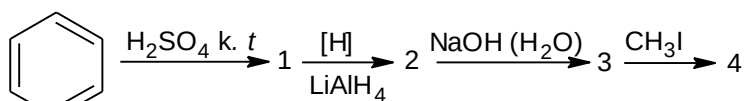
A. NaOH (H_2O);	B. HNO_3 конц.;

C. HNO_3 розв.;	G. H_2 (Ni);
D. $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$;	H. CrO_3, H^+ ;
E. NaNO_2 (HCl);	I. $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$);
F. CH_3COCl (AlCl_3);	J. 3Br_2 (H_2O).

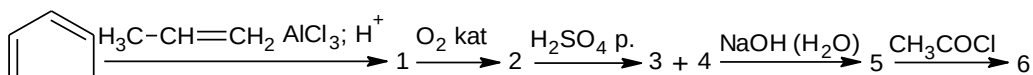
V. Здійснити ланцюжок перетворень.



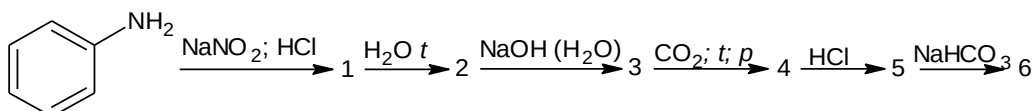
A.



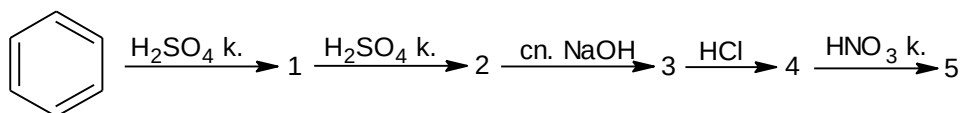
B.



C.



D.



E.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Функціональна група етерів:

- A. $\text{R}-\text{O}-\text{R}$
- B. $\text{R}-\text{OH}$
- C. $\text{R}-\text{CO}-\text{O}-\text{R}$
- D. $\text{R}-\text{S}-\text{H}$
- E. $\text{R}-\text{COOH}$

2. Етери зазвичай мають:

- A. Низьку реактивність
- B. Дуже високу реактивність
- C. Сильні кислотні властивості
- D. Легку здатність до окиснення
- E. Високу основність

3. Основний метод синтезу етерів:
- A. Реакція Вільямсона
 - B. Нітрування
 - C. Гідрогенізація
 - D. Діазотування
 - E. Реакція Кучерова
4. Етери легко розщеплюються:
- A. Концентрованими HI або HBr
 - B. Лугами
 - C. Водою
 - D. Етанолом
 - E. Сульфатною кислотою за низьких t°
5. Тіоспирти — це аналоги спиртів, де:
- A. Оксиген замінений на сульфур
 - B. Оксиген замінений на азот
 - C. Оксиген замінений на галоген
 - D. Карбон замінений на фосфор
 - E. H замінений на метал
6. Етер у присутності O_2 може:
- A. Утворювати вибухонебезпечні пероксиди
 - B. Гідруватися
 - C. Перегрупуватися
 - D. Реагувати з лугом
 - E. Дегідратуватися
7. Тіоетери мають групу:
- A. $R-S-R$
 - B. $R-O-R$
 - C. $R-NH-R$
 - D. $R-CO-NH_2$
 - E. $R-CO-S-R$

8. Тіоспирти є:
- A. Сильнішими кислотами, ніж спирти
 - B. Сильними кислотами
 - C. Сильними основами
 - D. Нейтральними
 - E. Індиферентними
9. Що є характерною реакцією тіоспиртів?
- A. Утворення дисульфідів
 - B. Окиснення до сульфокислот
 - C. Реакція з AgNO_3
 - D. Поліконденсація
 - E. Галогенування
10. Яка пара є ізофункціональною?
- A. Тіоестер – естер
 - B. Естер – естер
 - C. Спирт – фенол
 - D. Тіоестер – естер
 - E. Амід – амін

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5

3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>

5. LibreTexts — Organic Chemistry —
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) —
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) — <https://molview.org/>

ТЕМА 20

«Галогено- та азотовмісні похідні вуглеводнів. Гідроксипохідні вуглеводнів»

Мета: Узагальнити властивості основних класів похідних вуглеводнів.

Основні поняття (перелік питань): Галогензаміщені сполуки, аміни, нітросполуки, спирти.

План

1. Теоретичні питання:

Галогено- та азотовмісні похідні вуглеводнів

1. Галогенопохідні (R–X)

- Типи: алкіл-, арилгалогеніди
- Властивості: малорозчинні у воді
- Реакції:
 - SN1/SN2 — нуклеофільне заміщення
 - Елімінація — утворення алкенів
- Використання: синтез спиртів, амінів, полімерів

2. Азотовмісні похідні

- Аміни (R–NH₂, R₂NH, R₃N): основні властивості, солі, алкілювання
- Нітросполуки (R–NO₂): відновлення → аміни
- Нітрили (R–CN): гідроліз → амідни, кислоти
- Значення: фармацевтичні субстанції, інтермедіати

Гідроксипохідні вуглеводнів

1. Спирти (R–OH)

- Класи: первинні, вторинні, третинні
- Реакції: окиснення, естерифікація, дегідратація
- Значення: розчинники, антисептики, сировина синтезу

2. Феноли (Ar–OH)

- Кислотні властивості (утворення фенолятів)
- Електрофільне заміщення в ароматичному кільці
- Окиснення → хінони
- Значення: антисептики, полімери

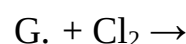
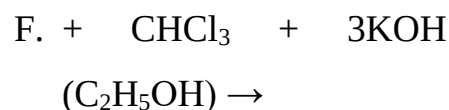
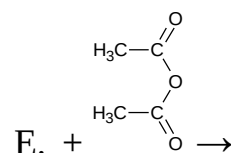
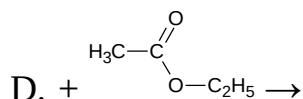
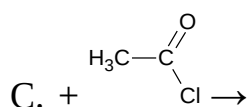
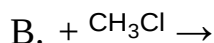
2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

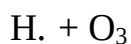
- 1) Як класифікують азотовмісні органічні сполуки?
- 2) Які основні методи добування амінів з галогенопохідних?
- 3) Як галогенування впливає на реакційну здатність молекули?
- 4) Чому гідроксипохідні легко утворюють водневі зв'язки?
- 5) Які реакції характерні для гідроксипохідних?
- 6) Як відрізнити первинний амін від вторинного?
- 7) У чому особливість азетидину та азиридину?
- 8) Які біологічно активні азотовмісні сполуки ви знаєте?
- 9) Які зв'язки формує аміногрупа в біомолекулах?
- 10) Як змінюється кислотність спиртів при галогенуванні?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

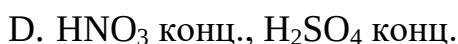
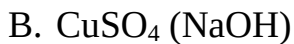
Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть схеми реакцій метиламіну та метилетиламіну з наступними сполуками:

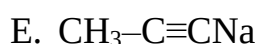
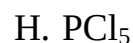




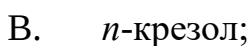
II. Напишіть рівняння реакцій, які відбуваються при взаємодії гліцерину з наступними реагентами. Назвіть отримані сполуки.



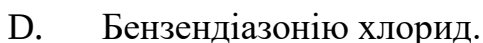
III. Напишіть схеми та назвіть отримані продукти взаємодії *n*-пропілового спирту з наступними реагентами:



IV. Напишіть структурні формули наступних сполук:

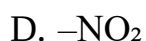
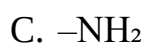
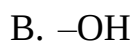
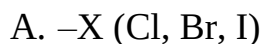


V. Напишіть схеми отримання фенолу, використовуючи як вихідні речовини:



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Яка група є характерною для галогеналканів?



Е. $-\text{COOH}$

2. Галогеналкани найчастіше отримують реакцією:

- А. Галогенування алкенів
- В. Гідратації
- С. Відновлення нітросполук
- Д. Карбонілювання
- Е. Гідрування

3. Який фактор найбільше впливає на реакційну здатність галогеналканів?

- А. Тип карбонового скелету
- В. Тип аміну
- С. Наявність ароматичного кільця
- Д. Кількість гідроксилів
- Е. Довжина ланцюга

4. Галогеналкани легко вступають у реакції:

- А. Нуклеофільного заміщення
- В. Дегідратації
- С. Нітрації
- Д. Етірування
- Е. Сульфоокиснення

5. Аміни характеризуються:

- А. Основними властивостями
- В. Кислотними властивостями
- С. Амфотерністю
- Д. Сильним $-\text{M}$ ефектом
- Е. Повною інертністю

6. Вторинні аміни мають формулу:

- А. R_2NH
- В. RNH_2
- С. R_3N
- Д. RNO_2
- Е. RCONH_2

7. Гідроксипохідні вуглеводнів — це:
- A. Спирти
 - B. Етени
 - C. Аміни
 - D. Нітросполуки
 - E. Естери
8. Галогенарени найчастіше вступають у реакції:
- A. Електрофільного заміщення
 - B. Нуклеофільного ароматичного заміщення
 - C. Гідрогенізації
 - D. Гідратації
 - E. Галогенування
9. Тертічні аміни:
- A. Можуть утворювати солі з кислотами
 - B. Показують кислотні властивості
 - C. Окиснюються до фенолів
 - D. Нестійкі при $\text{pH}=7$
 - E. Не розчиняються у воді
10. У реакції галогеналканів з лугом утворюються:
- A. Спирти
 - B. Кислоти
 - C. Нітросполуки
 - D. Естери
 - E. Альдегіди

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.

2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.:

- Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
 3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
 4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
 5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
 6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
 7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
 8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
 9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
 - 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
 - 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 21

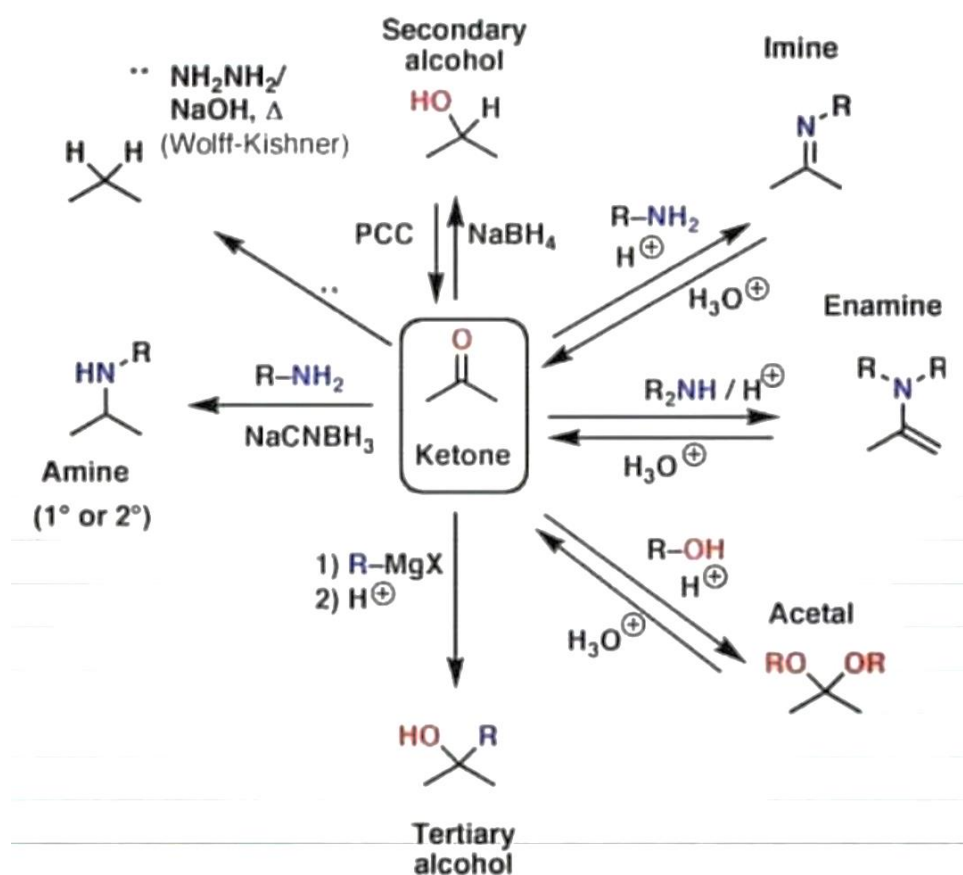
«Альдегіди та кетони»

Мета: Охарактеризувати структуру, реакційну здатність і методи одержання карбонільних сполук.

Основні поняття (перелік питань): Карбонільна група, нуклеофільне приєднання, реакції відновлення/окиснення.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чим відрізняється альдегід від кетону?
- 2) Чому карбонільна група — полярна?
- 3) Що таке нуклеофільне приєднання?
- 4) Як проходить окиснення альдегідів?
- 5) Чому кетони важче окиснити?
- 6) Які якісні реакції на альдегіди існують?
- 7) Як добувають альдегіди?
- 8) Як утворюються іміни?
- 9) Що таке реакція Канніццаро?
- 10) Які біологічно важливі альдегіди ви знаєте?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. Ізовалериановий
альдегід;

B. Бутаналь;

C. Кротоновий альдегід;

D. Ванілін;	H. α -фенілпропіоновий
E. Пропеналь;	альдегід;
F. Саліциловий альдегід;	I. <i>n</i> -бензохінон.
G. 3-метил-гександіон-2,4;	

II. Напишіть схеми реакцій, що лежать в основі промислових методів отримання формальдегіду, ацетальдегіду, ацетону та бензальдегіду.

III. Напишіть схеми та назвіть продукти взаємодії фенілоцтового альдегіду з наступними реагентами:

A. Реактив Толленса;	E. Фенілгідразин;
B. Реактив Фелінга;	F. Семікарбазид;
C. Циановодень;	G. LiAlH_4 .
D. Гідроксиламін;	

IV. Напишіть схеми можливих реакцій бутанону з наступними реагентами:

A. $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$;	F. CH_3MgBr ;
B. NaHSO_4 ;	G. $[\text{H}]$;
C. HCN ;	H. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
D. H_2NOH ;	I. Реактив Фелінга;
E. $[\text{O}]$; KMnO_4 ;	J. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$.

V. Напишіть схеми якісних реакцій, які дають змогу розлікувати наступні сполуки:

- A. Пропаналь і пропанон;
- B. Пентанон-2 і пентанон-3;
- C. Бензальдегід і оцтовий алдегід;
- D. Пропаналь і пропеналь;
- E. Оцтовий і пропіоновий альдегід.

VI. Здійсніть ланцюжок перетворень.



- A. Tollens
- B. Lucas

C. Na_2CO_3

D. Хлорид заліза (III)

E. Бромна вода

4. Яка властивість характерна лише для альдегідів, але не для кетонів?

A. Відновлення амоніакальних комплексів срібла

B. Реакція з HCN

C. Утворення кеталів

D. Окиснення до кислот за м'яких умов

E. Утворення оксимів

5. Кетони утворюються при:

A. Окисненні вторинних спиртів

B. Окисненні первинних спиртів

C. Дегідратації спиртів

D. Відновленні кислот

E. Дегідруванні амідів

6. Альдегіди можна отримати методом:

A. Окиснення первинних спиртів

B. Гідратації алкенів

C. Окиснення третинних спиртів

D. Галогенування

E. Гідрування естерів

7. Реакція утворення ціаногідринів відбувається між альдегідами/кетонами і:

A. HCN

B. HCl

C. H_2SO_4

D. N_2O_4

E. NaOH

8. Карбонільна група проявляє:

A. Електрофільність

B. Нуклеофільність

- С. Амфотерність
 - Д. Високу основність
 - Е. Активність у радикальних реакціях
9. Яке забарвлення дає реакція Фелінга при наявності альдегіду?
- А. Червоний осад
 - В. Синє
 - С. Помаранчеве
 - Д. Біле помутніння
 - Е. Зелене забарвлення
10. Кетони найчастіше вступають у реакції:
- А. Нуклеофільного приєднання
 - В. Електрофільного заміщення
 - С. Радикального приєднання
 - Д. Дегідратації
 - Е. Гідрогенолізу

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликін, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.

5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry

6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 22

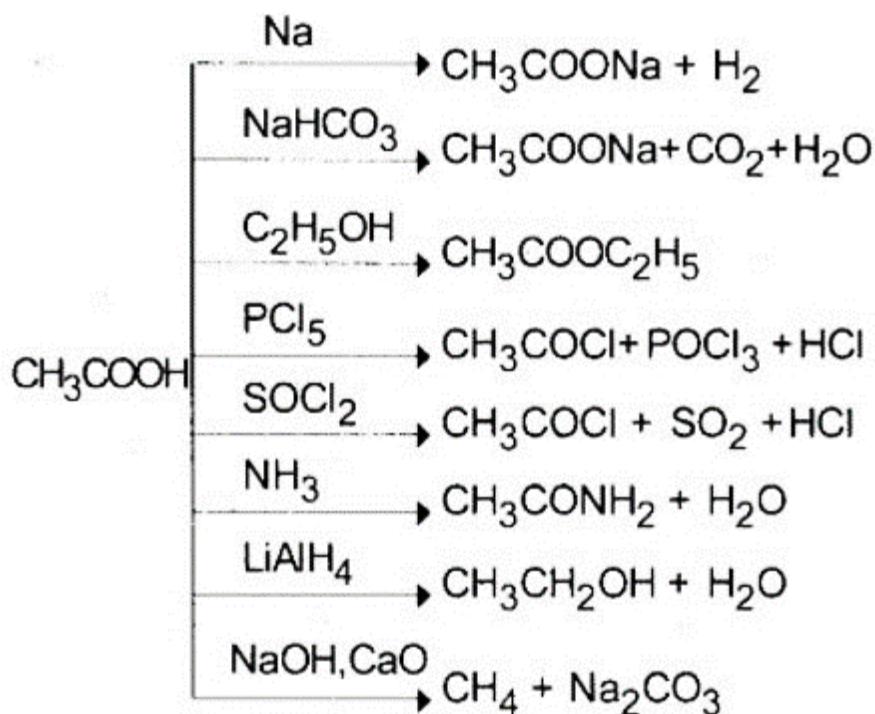
«Монокарбонові кислоти»

Мета: Вивчити будову, властивості та реакції одноосновних карбонових кислот.

Основні поняття (перелік питань): Карбоксильна група, кислотність, естерифікація, декарбоксилювання.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чому карбоксильна група кислотна?
- 2) Що таке pKa кислоти?
- 3) Як впливають замісники на кислотність?
- 4) Які реакції характерні для монокарбонових кислот?

- 5) Як добувають карбонові кислоти?
- 6) Що таке естерифікація?
- 7) Що таке реакція декарбоксилювання?
- 8) Як кислоти утворюють солі?
- 9) Чому солі карбонових кислот розчинні у воді?
- 10) Які природні кислоти важливі у біохімії?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. Пропіонова кислота;	E. стеаринова кислота;
B. 2,2,3-триметилбутанова кислота;	F. акрилова кислота;
C. фенілоцтова кислота;	G. β -хлоркротонова кислота;
D. α,β -диметилвалеріанова кислота;	H. 3-нітрофталева кислота;
	I. малеїнова кислота.
- II. Отримайте пропанову та бензойну кислоту, виходячи з відповідних сполук:
 - A. спиртов;
 - B. альдегідів;
 - C. гемінальних тригалогенпохідних вуглеводнів;
 - D. нітрilів;
 - E. магнійорганічних сполук.
- III. Напишіть схеми промислових методів отримання мурашиної, пропіонової, оцтової кислот.
- IV. Наведіть схеми отримання:
 - A. фенілоцтової кислоти з толуолу;
 - B. *n*-толуїлової кислоти з *n*-толуїдину;
 - C. *m*-хлорбензойної кислоти з бензолу;
 - D. *n*-нітробензойної кислоти з толуолу.

V. Розташуйте наступні кислоти у порядку збільшення кислотності та поясніть відмінність: мурашина, оцтова, хлороцтова, бензойна, янтарна, вугільна.

VI. Напишіть схеми реакцій, що дозволяють відрізнити такі пари сполук:

- A. HCOOH і CH_3COOH ;
- B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ і $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COOH}$;
- C. CH_3COOH і $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$.

Назвіть вихідні сполуки та кінцеві продукти.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Функціональна група карбонових кислот:

- A. $-\text{COOH}$
- B. $-\text{OH}$
- C. $-\text{NH}_2$
- D. $-\text{COO}-$
- E. $-\text{SH}$

2. Карбонові кислоти проявляють:

- A. Кислотні властивості
- B. Основні властивості
- C. Амфотерні властивості
- D. Окисні властивості
- E. Відновні властивості

3. Солі карбонових кислот називаються:

- A. Карбоксилати
- B. Естери
- C. Сульфати
- D. Карбонати
- E. Оксалати

4. Карбонові кислоти можна отримати окисненням:

- A. Альдегідів
- B. Кетонів
- C. Нітросполук

D. Естерів

E. Амідів

5. Утворення естерів — це реакція:

A. Етерифікації

B. Галогенування

C. Гідратації

D. Дегідратації

E. Ізомеризації

6. Солі карбонових кислот у твердій фазі при нагріванні з содою утворюють:

A. Алкани

B. Алкени

C. Кетони

D. Нітрили

E. Амідиди

7. Метанова кислота унікальна тим, що:

A. Проявляє властивості альдегіду

B. Може утворювати пероксиди

C. Є ароматичною

D. Не утворює солей

E. Не реагує з лугами

8. Який реагент використовують для визначення кислотного числа?

A. KOH

B. KMnO₄

C. Na₂SO₃

D. NH₃

E. FeCl₃

9. Карбонові кислоти з PCl₅ утворюють:

A. Кислоти хлористоводневої

B. Естери

C. Амінокислоти

D. Спирти

E. Кетони

10. Реакція декарбосилювання — це:

A. Відщеплення CO_2

B. Відщеплення галогену

C. Відщеплення NH_3

D. Приєднання H_2

E. Заміну OH на Cl

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.

7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.

7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 23

«Дикарбонові кислоти»

Мета: Пояснити властивості та значення двоосновних карбонових кислот.

Основні поняття (перелік питань): Оксиметилування, внутрішні ангідриди,

термічне розкладання.

План

1. Теоретичні питання:

Загальна характеристика

- Органічні кислоти, що містять дві карбоксильні групи --COOH .
- Загальна формула: HOOC--R--COOH .
- Мають вищу кислотність порівняно з монокарбоновими кислотами.

Найважливіші представники

- Оксалатна (етан-1,2-дикарбонова) — HOOC--COOH
- Маленова (пропан-1,3-дикарбонова) — $\text{HOOC--CH}_2\text{--COOH}$
- Бурштинова / сукцинатна (бутан-1,4-дикарбонова) — $\text{HOOC--(CH}_2\text{)}_2\text{--COOH}$
- Глутарова (пентан-1,5-дикарбонова)
- Адипінова (гексан-1,6-дикарбонова)

Властивості

- Кислотні властивості: утворюють солі та естери.
- Декарбоксилювання: при нагріванні втрачають CO_2 .
- Утворюють внутрішні ангідриди (особливо коротколанцюгові).
- Добре розчиняються у воді (низькомолекулярні).

Біологічне значення

- Сукцинат — проміжний продукт циклу Кребса.
- Оксалатні та сукцинатні солі беруть участь у метаболічних процесах.

Застосування

- Сировина для полімерів (нейлон, поліаміди) — адипінова кислота.
- Використовуються у виробництві пластифікаторів, смол, лікарських речовин.
- Маленова кислота — реагент у синтезі барвників та ароматичних сполук.

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чим дикарбонові кислоти відрізняються від монокарбонових?

- 2) Які представники дикарбонових кислот є найбільш поширеними?
- 3) Як відстань між групами впливає на кислотність?
- 4) Як відбувається дегідратація дикарбонових кислот?
- 5) Що таке внутрішні ангідриди?
- 6) Як утворюються солі дикарбонових кислот?
- 7) Чому янтарна кислота біологічно важлива?
- 8) Як змінюються фізичні властивості при збільшенні числа груп COOH ?
- 9) Які реакції характерні для дикарбонових кислот?
- 10) Як добувають щавлеву кислоту?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

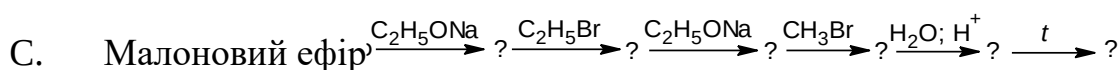
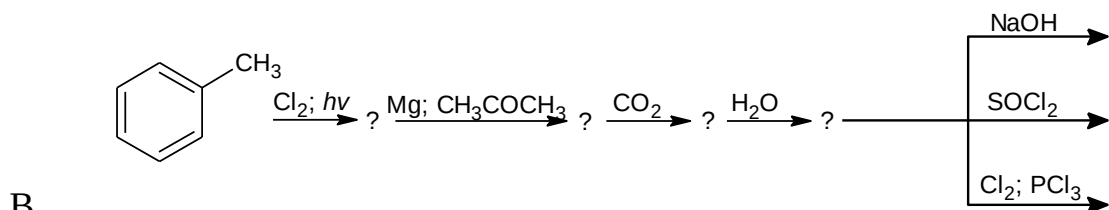
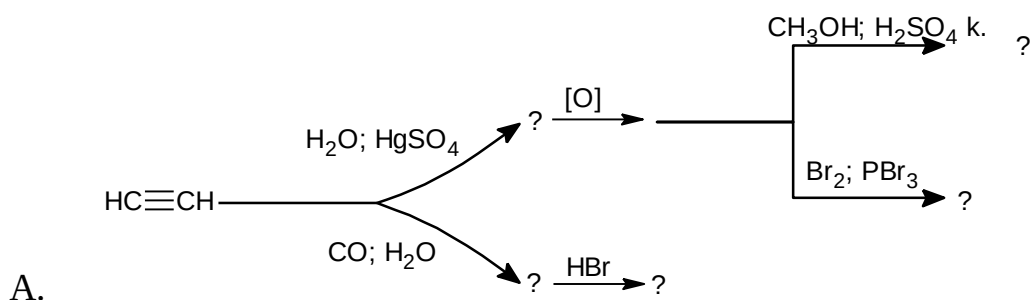
Практичні роботи / індивідуальні завдання:

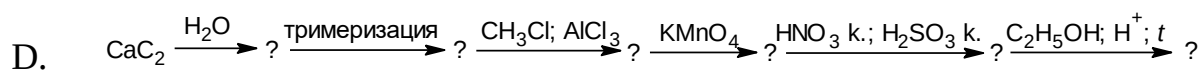
I. Використовуючи малоновий ефір як вихідну сполуку, запропонуйте схему синтезу олійної та ізовалеріанової кислот.

II. Напишіть схеми реакцій янтарної кислоти з наступними реагентами:

- A. Na_2CO_3 ;
- B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
- C. 2PCl_5 ;
- D. $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (конц. H_2SO_4).

III. Здійсніть ланцюжок перетворень.





Тестові завдання для самоконтролю:

- Яка з наведених кислот є дикарбоною?
 - Щавлева
 - Оцтова
 - Лимонна
 - Піровиноградна
 - Стеаринова
- Яка формула щавлевої кислоти?
 - $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
 - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
 - $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$
 - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_4$
 - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$
- Глутарова кислота містить:
 - 5 атомів С
 - 2 атоми С
 - 3 атоми С
 - 4 атоми С
 - 6 атомів С
- При нагріванні дикарбонові кислоти здатні до:
 - Внутрішньої дегідратації з утворенням ангідридів
 - Нітрування
 - Утворення естерів
 - Дегалогенування
 - Гідрування
- Яка кислота утворює при нагріванні малеїновий ангідрид?
 - Малеїнова
 - Щавлева

- C. Яблучна
 - D. Саліцилова
 - E. Фумарова
6. Дикарбонові кислоти сильніші за монокарбонові, тому що:
- A. Мають два --COOH , що підсилюють кислотність
 - B. Мають більшу молярну масу
 - C. Легко окиснюються
 - D. Можуть утворювати внутрішні водневі зв'язки
 - E. Містять ароматичні ядра
7. Фумарова та малеїнова кислоти є:
- A. Геометричними ізомерами
 - B. Ізотопами
 - C. Структурними ізомерами
 - D. Полімерними формами
 - E. Радикалами
8. Адипінова кислота є важливою у виробництві:
- A. Нейлону-6,6
 - B. Поліетилену
 - C. ПВХ
 - D. Поліпропілену
 - E. Полістиролу
9. Яка реакція характерна для дикарбонових кислот?
- A. Утворення солей
 - B. Дегідрування
 - C. Галогенування
 - D. Нітрування
 - E. Дегідратація спиртів
10. Яка дикарбонова кислота є ароматичною?
- A. Терфталева
 - B. Щавлева
 - C. Малєїнова

Д. Мукатна

Е. Адипінова

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному

режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.

11. Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 24

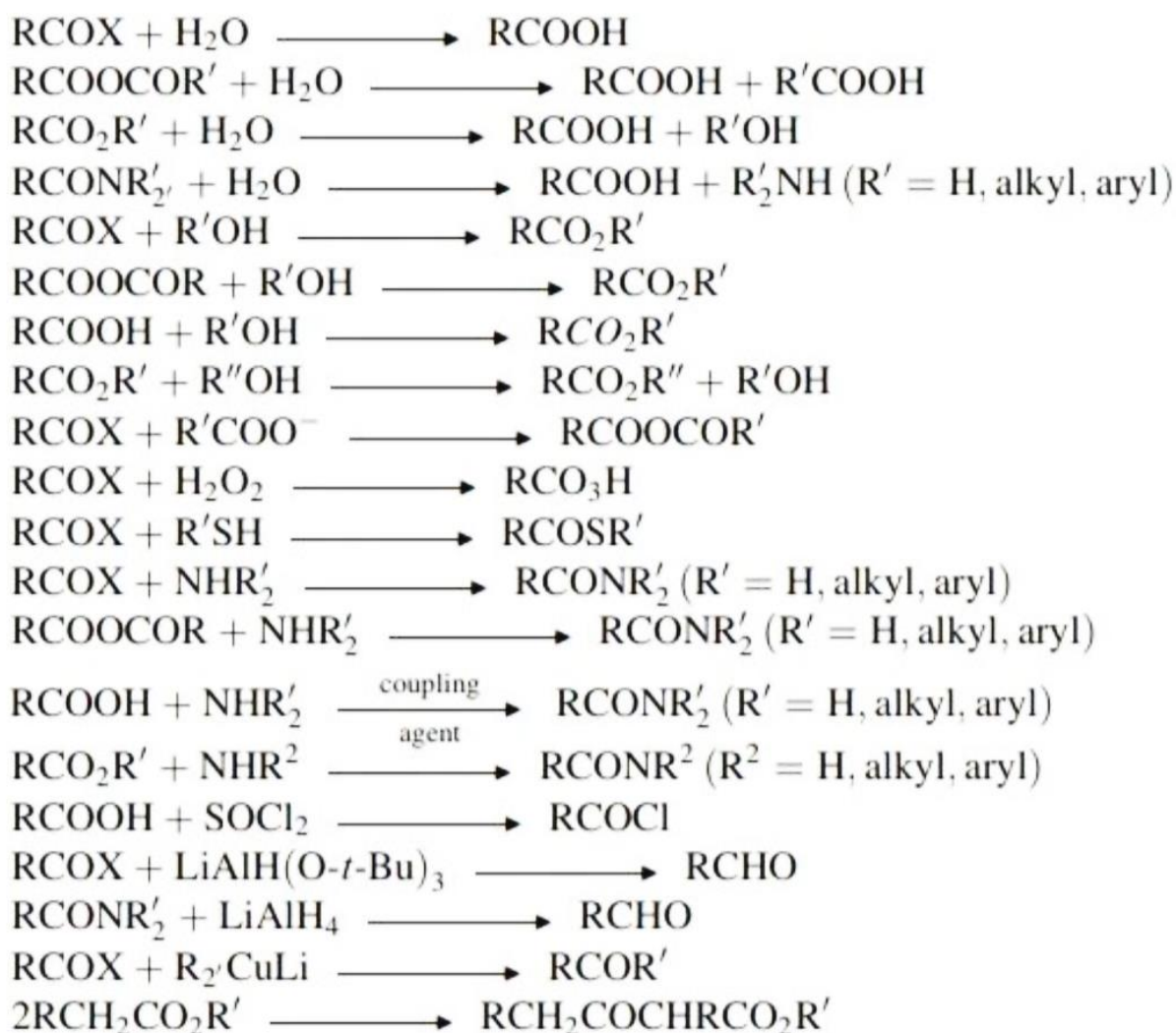
«Функціональні похідні карбонових кислот»

Мета: Ознайомити з будовою та реакційною здатністю ангідридів, хлорангідридів, амідів, естерів.

Основні поняття (перелік питань): Ацили, нуклеофільне заміщення ацильного залишку.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які сполуки належать до похідних кислот?
- 2) Чим відрізняються кислоти від естерів, амідів, ангідридів?
- 3) Які механізми нуклеофільного заміщення характерні для цих сполук?
- 4) Які фактори впливають на реакційну здатність похідних?
- 5) Як добувають естери карбонових кислот?
- 6) Що таке амідація?
- 7) Які реакції характерні для амідів?
- 8) У чому різниця між ангідридом і хлорангідридом?
- 9) Які природні похідні кислот є біологічно значущими?
- 10) Що таке реакція сапоніфікації?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. Бензилформіат;	F. Ангідрид масляної кислоти;
B. Бромангідрид α - бромпропіонової кислоти;	G. Нітрил фенілоцтової кислоти;
C. N-фенілбензгідразид;	H. Фталімид;
D. Амід циклогексанкарбонової кислоти;	I. N,N-диетилетанамід;
E. Моногідроксамід янтарної кислоти;	J. Гідразид валеріанової кислоти.

II. Запропонуйте схему отримання:

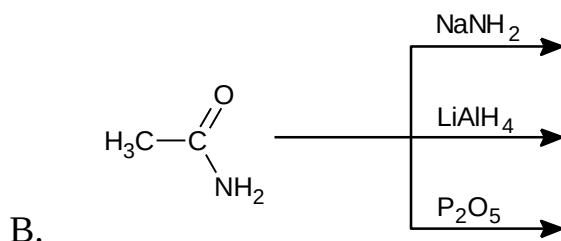
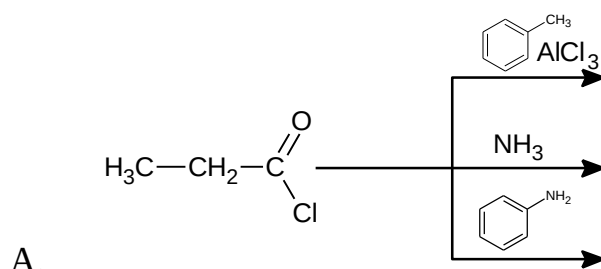
- A. Етилбензоату з бензолу;
B. Бензаміду з етилбензоату.

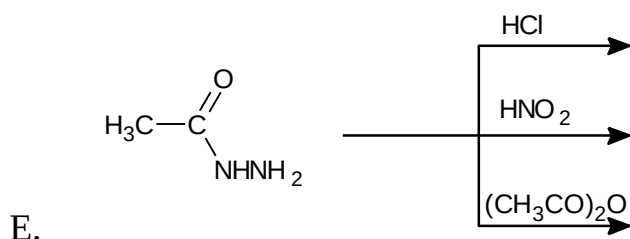
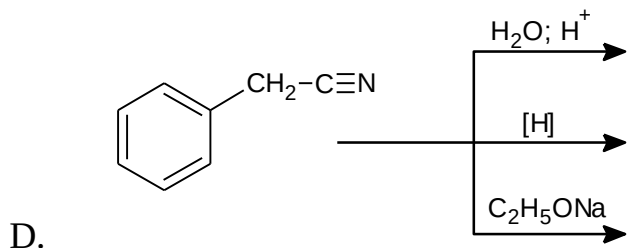
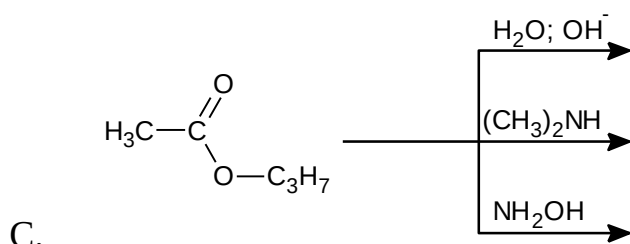
III. Наведіть схеми кислотного та лужного гідролізу етилацетату.

IV. Напишіть схеми гідролізу наступних функціональних похідних карбонових кислот:

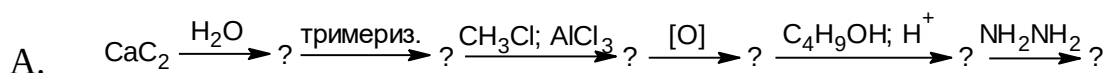
- A. Бутаноїлхлориду;
B. Оцтового ангідриду;
C. Бензаміду;
D. Етилформіату.

V. Напишіть продукти реакції:

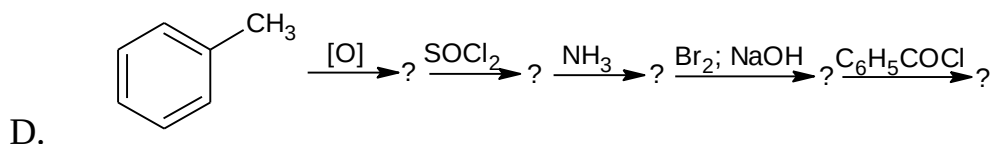
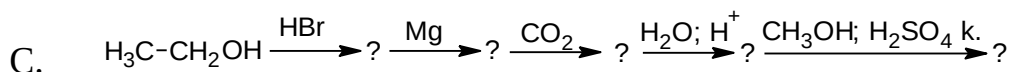
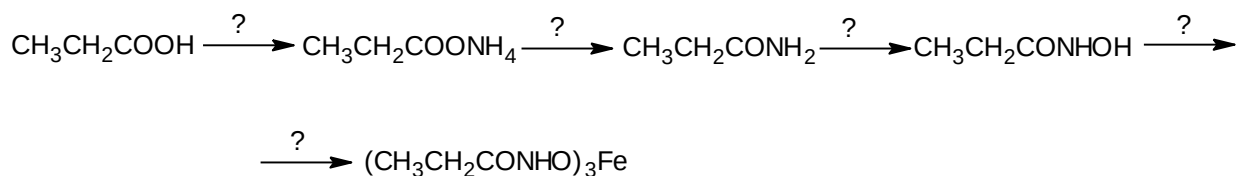




VI. Здійсніть ланцюжок перетворень:



B. Вкажіть реагенти, каталізатори та напишіть структурні формули продуктів реакцій.



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Яка функціональна група характерна для естерів?

- A. -COOR
- B. -NH₂
- C. -COH
- D. -CONH₂
- E. -SH

2. Аміди утворюються при взаємодії кислот з:
- A. Амінами або NH_3
 - B. Галогенами
 - C. Кетонами
 - D. Алканами
 - E. Спиртами
3. Кислотні ангідриди утворюються шляхом:
- A. Дегідратації двох молекул кислот
 - B. Окиснення кислот
 - C. Відновлення кислот
 - D. Гідратації кислот
 - E. Галогенування кислот
4. Яка реакція характерна для ацилгалогенідів?
- A. Гідроліз з утворенням кислот
 - B. Галогенування
 - C. Відновлення до кислот
 - D. Нітрування
 - E. Конденсація
5. Під час гідролізу естерів у лужному середовищі утворюються:
- A. Спирти і солі кислот
 - B. Кетони
 - C. Альдегіди
 - D. Аміди
 - E. Ангідриди
6. Який із похідних кислот є найбільш реакційним?
- A. Ацилгалогеніди
 - B. Аміди
 - C. Естери
 - D. Ангідриди
 - E. Лактами
7. Реакція омилення естерів — це:

- A. Лужний гідроліз
 - B. Гідрування
 - C. Гідратація
 - D. Окиснення
 - E. Дегідратація
8. Лактон — це:
- A. Циклічний естер
 - B. Циклічний амід
 - C. Сульфокислота
 - D. Пероксид
 - E. Ацеталь
9. Лактами називають:
- A. Циклічні аміди
 - B. Циклічні естери
 - C. Нециклічні естери
 - D. Солі амінокислот
 - E. Ангідриди кислот
10. Яка реакція приводить до утворення естерів?
- A. Конденсація кислот і спиртів
 - B. Сульфування
 - C. Галогенування
 - D. Відновлення
 - E. Нітрування

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В.

Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5

3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.:

- Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
 4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
 5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
 6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
 7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
 8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
 9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
 - 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
 - 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>

4. Organic Chemistry Tutor	—
https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor	
5. LibreTexts Organic Chemistry	—
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry	
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE)	—
https://chemcollective.org/vlab	
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE)	—
https://molview.org/	

ТЕМА 25

«Галогенокарбонові, гідрокси- і фенолокіслоти»

Мета: Пояснити будову й реакційні властивості оксикислот і галогенокислот.

Основні поняття (перелік питань): α - і β -окислотність, внутрішні естери (лактони), ефекти замісників.

План

1. Теоретичні питання:

Галогенокарбонові кислоти

1. Загальна характеристика

- Похідні карбонових кислот, у яких атом Гідрогену в радикалі заміщений галогеном (Cl, Br, F).
- Загальна формула: $X-CH_2-COOH$ (моно-) або більш складні.

2. Властивості

- Сильніші кислоти, ніж відповідні монокарбонові $\rightarrow$ галоген індукує $-I$ -ефект.
- Характерні реакції:
 - Нуклеофільне заміщення (наприклад: заміна галогену на $-OH$, $-CN$).
 - Декарбоксилювання при нагріванні.

3. Представники

- Хлороцтова кислота

- Дихлороцтова
- Трихлороцтова (дуже сильна кислота)

4. Застосування

- У синтезі лікарських речовин, гербіцидів, антисептиків.
- Трихлороцтова кислота — коагулянт білків, медичні та лабораторні застосування.

Гідроксикислоти

1. Загальна характеристика

- Містять гідроксильну групу $-\text{OH}$ і карбоксильну $-\text{COOH}$ в одній молекулі.
- Поділяються на α -, β -, γ -гідроксикислоти залежно від положення $-\text{OH}$.

2. Властивості

- Проявляють подвійну функціональність: кислотні та спиртові властивості.
- Утворюють лактати або внутрішні естери (лактонізація) при нагріванні (особливо β - й γ -гідроксикислоти).
- Вступають в реакції естерифікації, окиснення, дегідратації.

3. Представники

- Молочна кислота (α -гідроксикислота)
- Яблучна кислота
- Лимонна кислота

4. Значення

- Активні метаболіти в біохімії (цикл Кребса, гліколіз).
- У косметології як АНА-кислоти (експоліанти).

Фенолокислоти

1. Загальна характеристика

- Похідні бензойної кислоти, що містять фенольну групу ($-\text{OH}$ на бензеновому кільці) і карбоксильну групу.

2. Властивості

- Виявляють властивості слабких кислот (як феноли) і карбонових кислот.

- Легко вступають у реакції електрофільного заміщення (нітрування, галогенування).
- Можуть утворювати солі з лугами (фенолятна форма).

3. Представники

- Саліцилова кислота
- П-гідроксибензойна кислота (ПГБК)

4. Застосування

- Саліцилова кислота — антисептик, кератолітик, попередник аспірину.
- ПГБК — основа парабенів (консерванти).

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чим галогенокислоти відрізняються за кислотністю?
- 2) Які способи добування галогенокислот?
- 3) Чому гідроксикислоти проявляють амфотерні властивості?
- 4) Як проходить утворення лактонів?
- 5) У чому різниця між леткими та нелеткими кислотами?
- 6) Які реакції характерні для фенолокислот?
- 7) Чому саліцилова кислота — важливий фармацевтичний агент?
- 8) Як впливає галоген на кислотність COOH?
- 9) Як ідентифікують гідроксикислоти?
- 10) Які природні гідроксикислоти є біохімічно важливими?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:
 - A. β -бромпропанова кислота;
 - B. Молочна кислота;
 - C. Саліцилова кислота;
 - D. Галова кислота;
 - E. Винна кислота.
- II. Виходячи з оцтової кислоти, запропонуйте схему отримання:

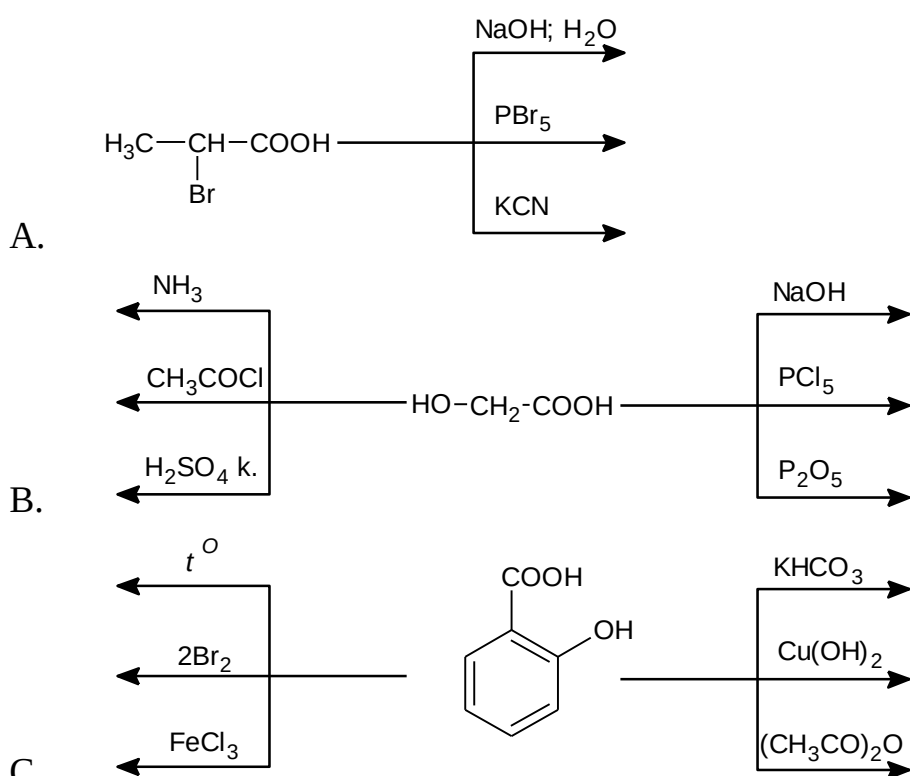
- A. Бромцтової кислоти;
 B. Гідроксиоцтової кислоти.

III. Запропонуйте схему отримання:

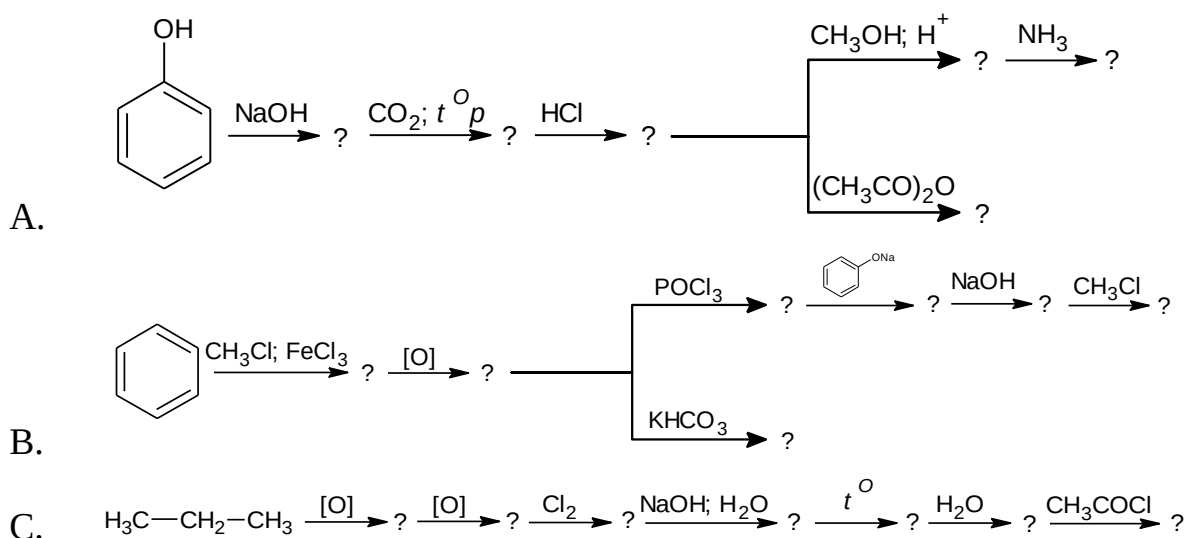
- A. *n*-хлорбензойної к-ты з бензену;
 B. Малонову к-ту з оцтової к-ты;
 C. β-амінопропіонову к-ты з ацетилену.

IV. Продемонструйте відношення α-, β-, γ-гідроксикислот до нагрівання.
 Напишіть відповідні рівняння реакцій.

V. Напишіть продукти реакції:



VI. Здійсніть ланцюжок перетворень:



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Галогенокислоти відрізняються від звичайних кислот тим, що містять:
 - A. Атом галогену при α -вуглеці
 - B. Тільки F
 - C. Нітрогрупу
 - D. Ароматичний цикл
 - E. Дві карбоксильні групи
2. Введення галогену в кислоту:
 - A. Підвищує кислотність
 - B. Зменшує кислотність
 - C. Не впливає на кислотність
 - D. Змінює оптичну активність
 - E. Дегідрує кислоту
3. До гідроксикислот належить:
 - A. Саліцилова кислота
 - B. Пальмітинова
 - C. Адипінова
 - D. Суццінат
 - E. Фенілаланін
4. Яка з наведених є фенолокислотою?
 - A. Саліцилова
 - B. Щавлева
 - C. Стеаринова
 - D. Адипінова
 - E. Лимонна
5. У саліциловій кислоті гідроксильна група знаходиться в положенні:
 - A. Орто
 - B. Мета
 - C. Пара
 - D. β -положення
 - E. γ -положення

6. Галогенокислоти найчастіше отримують шляхом:
- A. Галогенування кислот або їх похідних
 - B. Гідратації алкінів
 - C. Окиснення спиртів
 - D. Гідрування кислот
 - E. Дегідратації
7. Основна реакція гідроксикислот:
- A. Утворення лактанів
 - B. Сульфування
 - C. Галогенування
 - D. Нітрування
 - E. Полімеризація
8. Чому фенолокислоти мають вищу кислотність, ніж відповідні феноли?
- A. $-\text{COOH}$ стабілізує аніон
 - B. Вони ароматичні
 - C. Мають дві OH -групи
 - D. Містять галогени
 - E. Відновлюються в кислому середовищі
9. Яка з кислот проявляє властивості як кислоти, так і фенолу?
- A. Саліцилова
 - B. Фумарова
 - C. Оцтова
 - D. Щавлева
 - E. Масляна
10. α -Галогенокислоти легко утворюють:
- A. Аміно-кислоти (через реакцію з NH_3)
 - B. Естери
 - C. Лактами
 - D. Альдегіди
 - E. Пероксиди

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 26

«Оксо- і амінокислоти»

Мета: Розглянути значення оксокислот та амінокислот як біологічно важливих сполук.

Основні поняття (перелік питань): Кето-група, амінокислоти, цвіттер-іони, ізоелектрична точка.

План

1. Теоретичні питання:

Оксо (кето)-кислоти

Органічні кислоти, що містять карбонільну (оксо-) групу =O у молекулі.

Загальна формула: R-CO-COOH (α -кетокислоти) або з віддаленішим положенням =O .

Основні представники: піровиноградна (пировиноградна), оксалооцтова, α -кетоглутарат.

- Хімічні властивості:
 - Відновлення до гідроксикислот.
 - Декарбоксилювання → альдегіди або кетони.
 - Утворення оксимів із гідроксиламіном.
- Біологічне значення: ключові метаболіти циклу Кребса, реакцій гліколізу; важливі проміжні продукти енергетичного обміну.

Амінокислоти

Містять аміногрупу $-\text{NH}_2$ та карбоксильну групу $-\text{COOH}$ в одній молекулі.

Загальна формула: $\text{NH}_2-\text{CHR}-\text{COOH}$.

Є амфотерними (мають властивості кислот і основ).

Утворюють цвітеріони (внутрішні солі) у водних розчинах.

Класифікація амінокислот

- За положенням $-\text{NH}_2$: α -, β -, γ -амінокислоти (важливі в біохімії — α -).
- За природою радикалу: неполярні, полярні, ароматичні, сірковмісні, основні, кислі.
- Незамінні амінокислоти — не синтезуються в організмі.

Хімічні властивості

- Кислотні: взаємодія з лугами → солі.
- Основні: реакції з кислотами → солі амонію.
- Етерифікація карбоксильної групи.
- Декарбоксилювання → аміни (біогенні аміни).
- Дезамінування → кетокислоти.
- Пептидний зв'язок: конденсація між двома амінокислотами → дипептид.

Біологічна роль

- Будівельні блоки білків.
- Проміжні продукти метаболізму.
- Регулятори (нейромедіатори, гормональні попередники).

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Чим оксокислоти відрізняються від звичайних карбонових кислот?

- 2) Які представники оксокислот найбільш поширені?
- 3) Як утворюються амінокислоти?
- 4) Що таке цвіттер-іон?
- 5) Чому амінокислоти амфотерні?
- 6) Що таке ізоелектрична точка?
- 7) Як амінокислоти утворюють пептиди?
- 8) Які якісні реакції на амінокислоти?
- 9) У чому різниця між α -, β -, γ -кислотами?
- 10) Які оксокислоти беруть участь у метаболізмі?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. β -бромпропіонова	E. Галова кислота;
кислота;	F. β -кетомасляна;
B. Молочна кислота;	G. Щавелівооцтова;
C. Саліцилова кислота;	H. Гліоксалева кислота;
D. Піровиноградна	I. Ацетооцтова кислота.

кислота;
- II. Порівняйте відношення до нагрівання β -кетопропанової та α -метил- β -кетовалеріанової кислот.
- III. Напишіть схеми кетонного та кислотного розщеплення ацетооцтового ефіру. Назвіть продукти.
- IV. Виходячи з ацетооцтового ефіру та інших необхідних реагентів, запропонуйте схеми отримання:

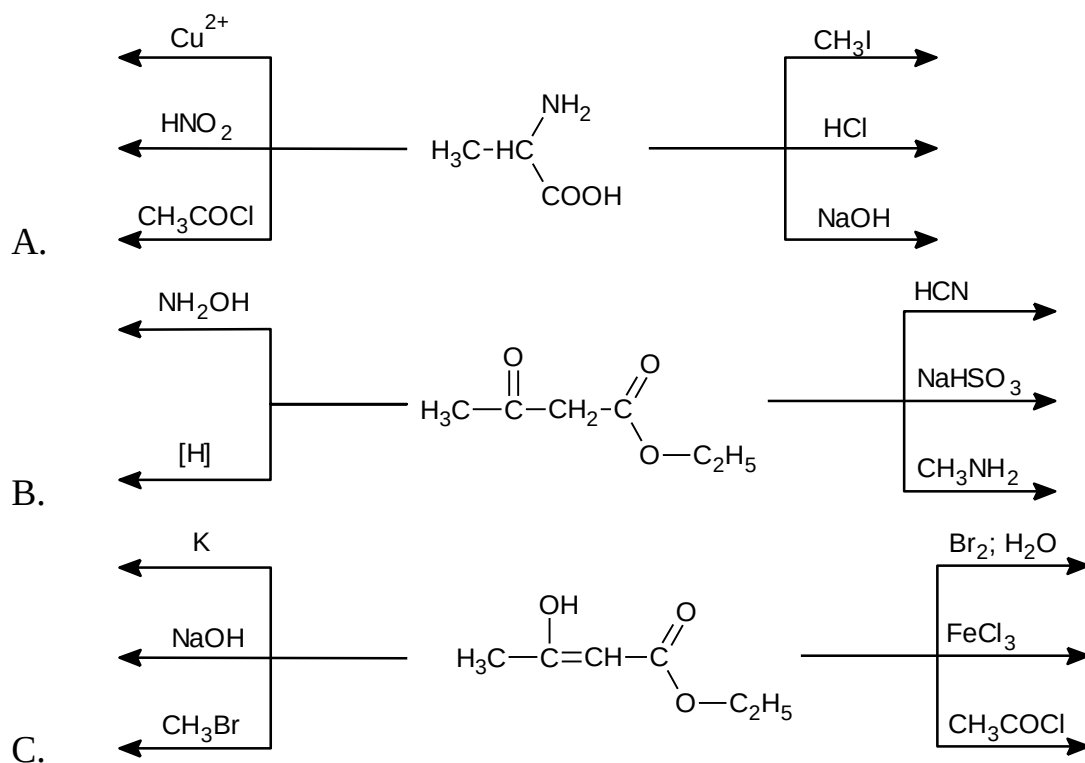
A. Метилетилкетону;
B. 2-метилбутанової кислоти.
- V. Накришіть схему одержання ацетооцтового ефіру з етилового ефіру оцтової кислоти складноефірною конденсацією Кляйзена (Claisen condensation). Наведіть таутомірні форми ацетооцтового ефіру.

VI. Напишіть рівняння реакцій, що дозволяють здійснити такі схеми хімічних перетворень:

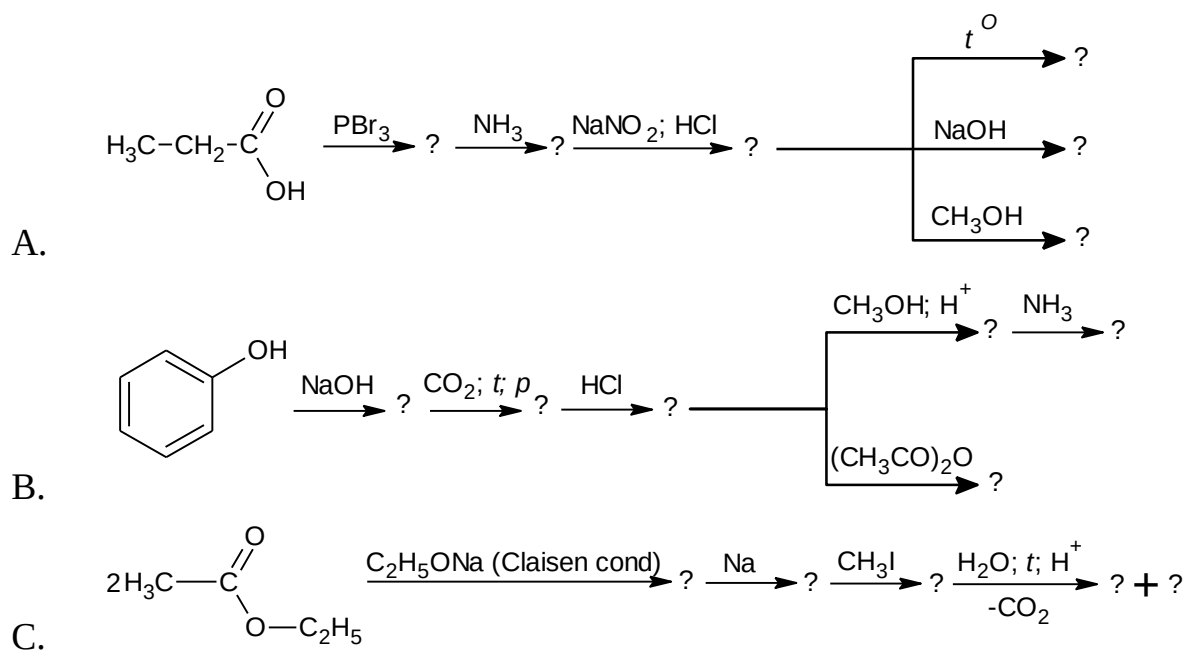
A. Етилен $\rightarrow$ етиловий естер α -бромпропіонової кислоти;

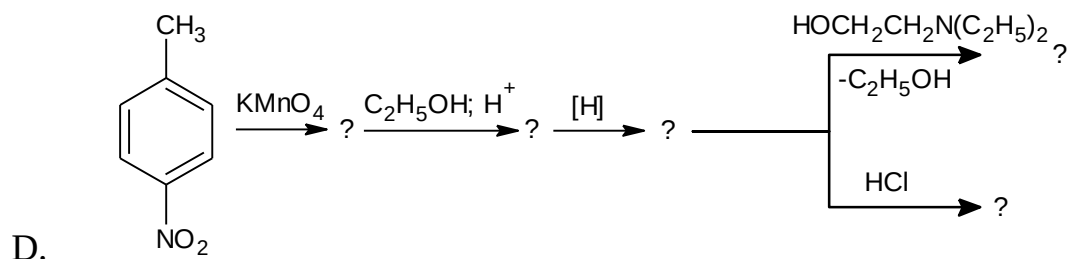
B. Етилацетат $\rightarrow$ янтарна кислота.

VII. Напишіть продукти реакції:



VIII. Здійсніть ланцюжок перетворень:





Тестові завдання для самоконтролю:

- Яка функціональна група є характерною для оксокислот?
 - =O при α -вуглеці
 - -NH_2
 - -SH
 - $\text{-C}\equiv\text{N}$
 - -C=C-
- Яка з наведених кислот є амінокислотою?
 - Серин
 - Щавлева
 - Пальмітинова
 - Фумарова
 - Адіпінова
- α -Оксо- та β -оксо-кислоти відрізняються:
 - Положенням карбонільної групи
 - Присутністю галогену
 - Розгалуженістю ланцюга
 - Оптичною активністю
 - Ароматичністю
- Головна реакція, що використовується для ідентифікації амінокислот:
 - Нінгідрінова
 - Реакція Маркі
 - Ксантопротеїнова
 - Реакція Ландольта
 - Реакція з фенолами
- Який тип ізомерії проявляють амінокислоти?

- A. Оптична
- B. Йонна
- C. Геометрична
- D. Просторова
- E. Перегрупування

6. При декарбоксілюванні амінокислот утворюються:

- A. Аміни
- B. Алкани
- C. Кетони
- D. Нітрили
- E. Спирти

7. Яка група надає амінокислотам основних властивостей?

- A. $-\text{NH}_2$
- B. $-\text{OH}$
- C. $-\text{COOH}$
- D. $-\text{SH}$
- E. $-\text{NO}_2$

8. Яка з амінокислот містить сірку?

- A. Метіонін
- B. Лізин
- C. Валін
- D. Аланін
- E. Гліцин

9. У водних розчинах амінокислоти існують переважно у вигляді:

- A. Цвітеріонів
- B. Аніонів
- C. Кетоформ
- D. Радикалів
- E. Нітрилів

10. Основна реакція оксикислот:

- A. Естерифікація

- В. Нітрування
- С. Гідратація
- Д. Галогенування
- Е. Сульфування

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN:

9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во "Основа", 1991.- 372 с.

10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, "Кварт" 2009: 402с.

11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 27

«Сульфокислоти. Вугільна кислота та її функціональні похідні»

Мета: Вивчити сульфокислоти та похідні вугільної кислоти як важливі промислові сполуки.

Основні поняття (перелік питань): SO₃H-група, кислотність, карбонати, гідрокарбонати, амідни вугільної кислоти.

План

1. Теоретичні питання:

СУЛЬФОКИСЛОТИ

Загальна характеристика

- Органічні сполуки, що містять сульфогрупу $-\text{SO}_3\text{H}$, безпосередньо зв'язану з вуглецевим атомом.
- Значно сильніші кислоти, ніж карбонові (майже як неорганічні сильні кислоти).
- Добре розчинні у воді, часто тверді кристалічні речовини.

Структура й класифікація

- Аліфатичні (етансульфо кислота, метансульфо кислота).
- Ароматичні (бензолсульфо кислота, нафталенсульфо кислота).
- Полісульфо кислоти (дисульфокислоти ароматичного ряду).

Отримання

- Сульфонування органічних речовин концентрованою H_2SO_4 або олеумом.
- Окиснення тіолів до сульфокислот.

Хімічні властивості

- Утворюють солі й складні ефіри (сульфонати).
- Реагують із хлорсульфоновою кислотою $\rightarrow$ сульфохлориди.
- Ароматичні сульфокислоти можуть давати заміщення в ядрі (через SO_3H).
- Термічно стійкі, але можуть декарбоксилуватися або давати SO_2 при сильному нагріванні.

Застосування

- Мийні засоби (алкілбензолсульфонати),
- Барвники, каталізатори, фармацевтичні субстанції.

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке сульфогрупа?
- 2) Чому сульфокислоти — сильні кислоти?
- 3) Які методи отримання сульфокислот?
- 4) Як проходить сульфонування аренів?
- 5) Які властивості мають солі сульфокислот?

- 6) Що таке карбонатна система?
- 7) Які похідні вугільної кислоти є важливими?
- 8) Як утворюються гідрокарбонати?
- 9) Як CO_2 поводить себе у воді як слабка кислота?
- 10) Де використовують сульфокислоти у фармації?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. Хлоругільна кислота;	E. Карбамінова кислота;
B. Фосген;	F. Карбамід;
C. Моноетилкарбонат;	G. Гуанідін.
D. Діетиловий ефір	

вугільної кислоти;

II. Напишіть схему одержання продукту, що утворюється при взаємодії вуглецю (II) оксиду з хлором на світлі.

III. Напишіть схему промислового одержання сечовини.

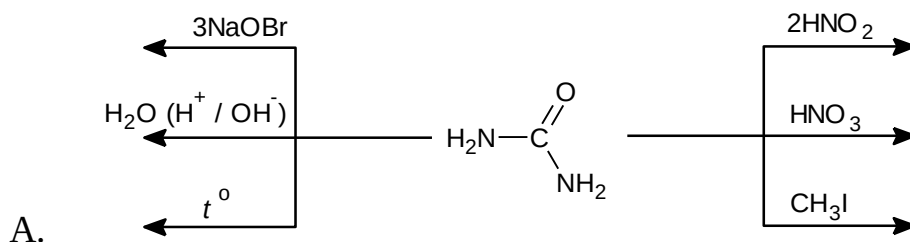
IV. Напишіть схему отримання сечовини нітрату та оксалату.

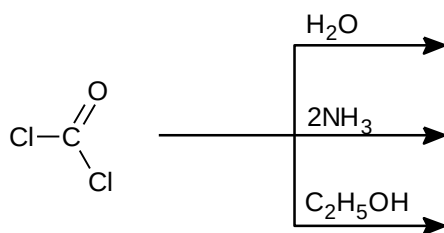
V. Напишіть схему синтезу лікарського препарату снодійної дії – бромізовалу (уреїд α -бромізовалеріанової кислоти) виходячи з α -броізовалерианової кислоти.

VI. Які хімічні процеси протікають при повільному нагріванні кристалічної сечовини до температури $150-160^\circ\text{C}$? Напишіть рівняння реакцій та назвіть основний та побічні продукти.

VII. Напишіть схему біуретової реакції:

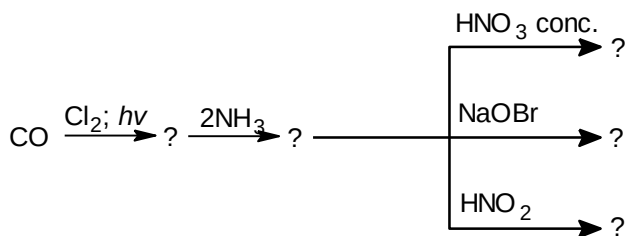
VIII. Напишіть продукти реакцій:



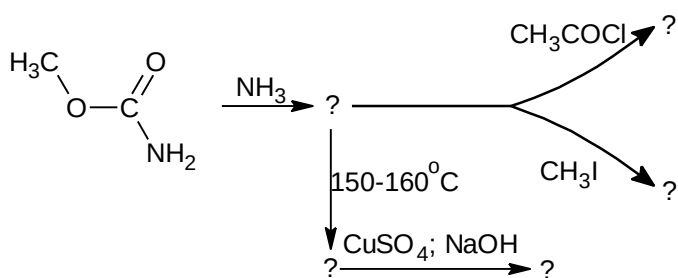


B.

IX. Здійсніть ланцюжок перетворень:



A.



B.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Яка функціональна група характерна для сульфокислот?

- A. $-\text{SO}_3\text{H}$
- B. $-\text{COOH}$
- C. $-\text{NH}_2$
- D. $-\text{CHO}$
- E. $-\text{C}\equiv\text{N}$

2. Сульфокислоти проявляють кислотність:

- A. Вищу, ніж карбонові кислоти
- B. Нижчу, ніж феноли
- C. Таку ж, як спирти
- D. На рівні амінів
- E. Вони не кислотні

3. Сульфанільна кислота містить групу:

- A. $-\text{SO}_3\text{H}$
- B. $-\text{NO}_2$

C. $-\text{COOH}$

D. $-\text{OH}$

E. $-\text{NO}$

4. Вугільна кислота — це:

A. H_2CO_3

B. H_2SO_4

C. CH_3COOH

D. HNO_2

E. HNO_3

5. Вугільна кислота є:

A. Нестійкою

B. Сильною

C. Середньої сили

D. Нерозчинною

E. Ароматичною

6. Які солі вугільної кислоти називають гідрокарбонатами?

A. MHCO_3

B. M_2CO_3

C. MCO_4

D. MHSO_4

E. M_2SO_3

7. Які кислоти утворюються при заміні одного Н у H_2CO_3 ?

A. Гідрокарбонати

B. Гідрохлориди

C. Гідросульфати

D. Фосфати

E. Хромати

8. Сульфокислоти добре розчиняються у воді через:

A. Потужні водневі зв'язки

B. Великий розмір молекули

C. Ароматичне ядро

D. Наявність подвійних зв'язків

E. Слабку кислотність

9. Сульфохлориди утворюються при взаємодії сульфокислот з:

A. PCl_5

B. SO_2

C. HCl

D. NH_3

E. H_2O

10. Продукти відновлення сульфокислот:

A. Тіоли

B. Спирти

C. Сульфіди

D. Естери

E. Амідри

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликінa, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.

5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.

5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во "Основа", 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, "Кварт" 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 28

«Оксосполуки. Карбонові кислоти та їх функціональні і гетерофункціональні похідні. Сульфокислоти. Вугільна кислота та її функціональні похідні»

Мета: Узагальнити знання щодо оксосполук та похідних карбонових і сульфокислот.

Основні поняття (перелік питань): Карбонільні сполуки, амідни, естери, ангідриди, сульфохлориди.

План

1. Теоретичні питання:

ВУГІЛЬНА КИСЛОТА (H_2CO_3)

Загальна характеристика

- Двохосновна нестійка кислота, існує лише у водних розчинах CO_2 .
- Єдина кислота, отримана розчиненням газу у воді: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$.
- Слабка кислота; її солі набагато стабільніші.

Хімічні властивості

- Дисоціює у два ступені $\rightarrow \text{HCO}_3^-$ (гідрогенкарбонат) і CO_3^{2-} (карбонат).
- Легко розкладається: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- Реагує з лугами $\rightarrow$ карбонати та гідрогенкарбонати.
- Реакція з солями слабших кислот $\rightarrow$ виділення CO_2 .

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ ВУГІЛЬНОЇ КИСЛОТИ

1. КАРБОНАТИ

- Солі CO_3^{2-} (CaCO_3 , Na_2CO_3 , MgCO_3).
- Слабо розчинні (переважно), утворюють осади.
- Реагують із кислотами з виділенням CO_2 .
- Використання: будматеріали, фармацевтична промисловість, буферні системи.

2. ГІДРОГЕНКАРБОНАТИ

- Солі HCO_3^- (NaHCO_3 , KHCO_3).
- Лужні, термічно нестійкі: $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

- Медичне застосування (антиациди), харчова промисловість.

3. ЕФІРИ (КАРБОНАТИ ОРГАНІЧНІ)

- Діалкіларбонати, арилкарбонати.
- Отримання: реакції алкоголятів з фосгеном або дифосгеном.
- Використання: розчинники, реагенти для синтезу полімерів.

4. УГЛЕКИСЛІ АНГІДРИ (CO₂)

- Вважається ангідридом вугільної кислоти.
- Застосування: газування, охолодження, промислові процеси.

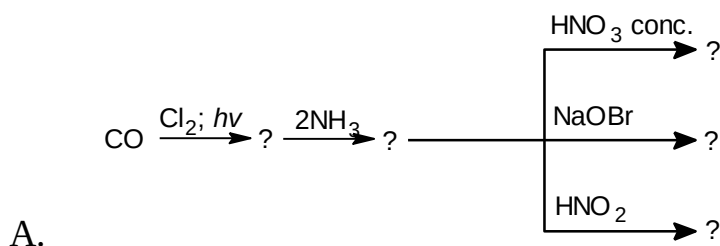
2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

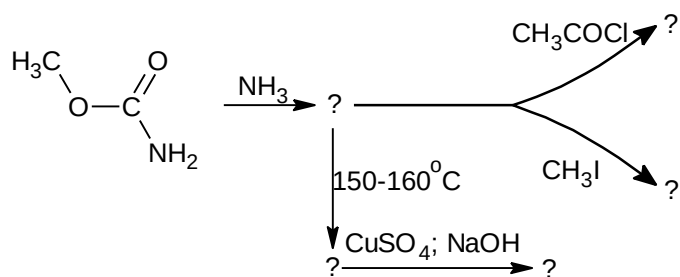
- 1) Які спільні властивості мають карбонільні сполуки?
- 2) Чим карбонові кислоти відрізняються за реакційною здатністю?
- 3) Як утворюються похідні кислот?
- 4) Як кислотність впливає на реакції з основами?
- 5) Які реакції характерні для оксосполук?
- 6) Як оцінюють кислотність кислот з різними замісниками?
- 7) Чим ангідриди кислот відрізняються від естерів?
- 8) Як протікає нейтралізація кислот?
- 9) Як проходять реакції декарбоксилювання?
- 10) Які біологічні системи залежать від рівноваги CO₂ / HCO₃⁻?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

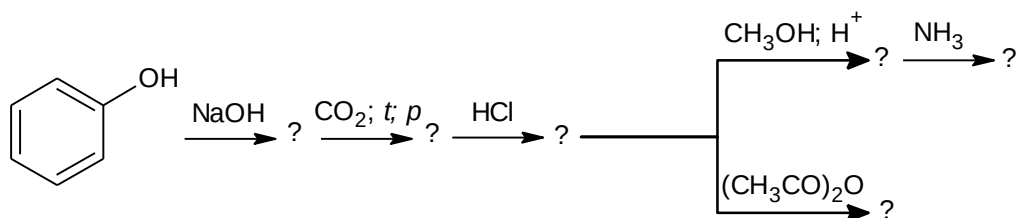
Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Здійсніть ланцюжок перетворень:

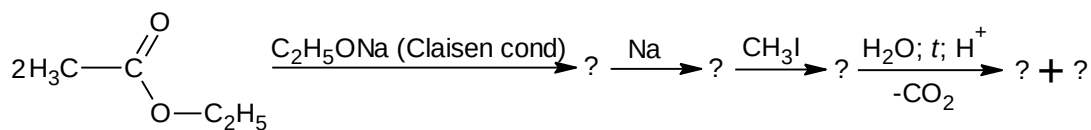




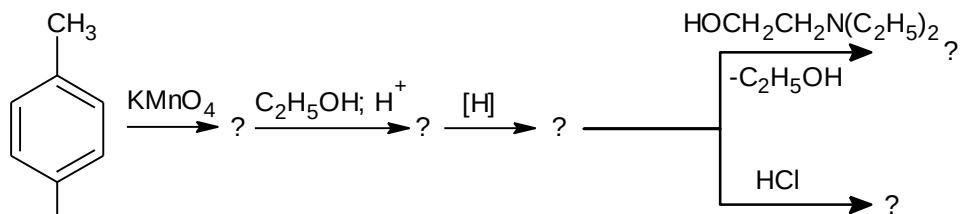
B.



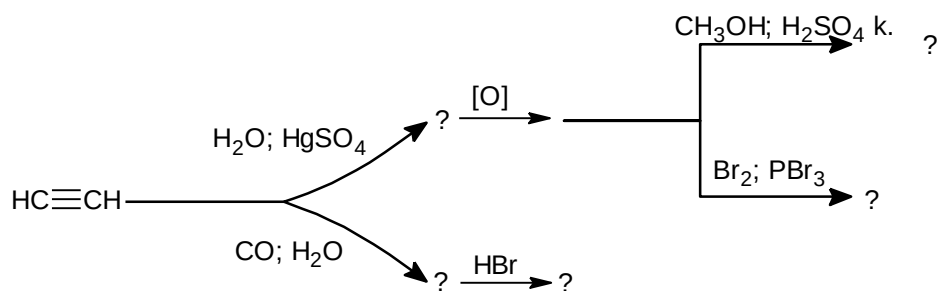
C.



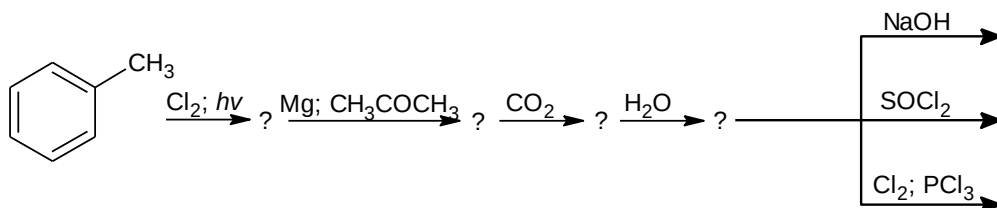
D.



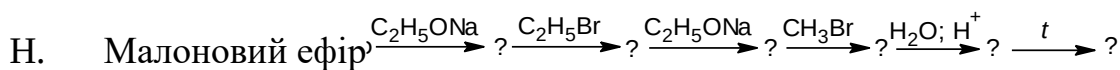
E.



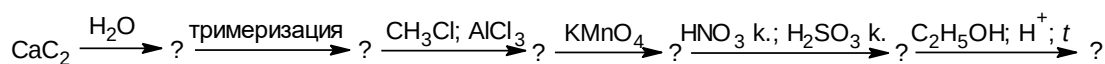
F.



G.



I.



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Яка група характерна для оксосполук?

A. $-\text{C}=\text{O}$

B. $-\text{NH}_2$

C. $-\text{COOH}$

D. $-\text{O}-$

E. $-\text{S}-$

2. До оксосполук належать:

A. Альдегіди та кетони

B. Етери

C. Спирти

D. Аміни

E. Ліпіди

3. Утворення ціангідринів характерне для:

A. Альдегідів та кетонів

B. Амідів

C. Нітросполук

D. Естерів

E. Тіосполук

4. Карбонові кислоти проявляють:

A. Кислотні

B. Основні властивості

C. Амфотерні

D. Нейтральні

E. Окиснювальні

5. Естери утворюються при взаємодії спиртів з:

A. Кислотами

B. Альдегідами

C. Кетонами

D. Ефірами

E. Амінами

6. Аміді утворюються при взаємодії кислот з:

A. NH_3 або амінами

B. Алкенами

C. Альдегідами

D. Тіолами

Е. Галогенами

7. Реакція «срібного дзеркала» характерна для:

А. Альдегідів

В. Кетонів

С. Естерів

Д. Кислот

Е. Анілінів

8. При відновленні кислот утворюються:

А. Спирти

В. Естери

С. Аміди

Д. Альдегіди

Е. Алкани

9. Яка кислота є дикарбоною?

А. Щавлева

В. Мурашина

С. Молочна

Д. Піровиноградна

Е. Аспарагінова

10. Основна реакція кетонів:

А. Відновлення до спиртів

В. Окиснення до карбонових кислот

С. Утворення амідів

Д. Сульфування

Е. Утворення діазосполук

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.

2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>

3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 29

«Загальна характеристика гетероциклічних сполук. Три- та чотиричленні гетероцикли з одним гетероатомом»

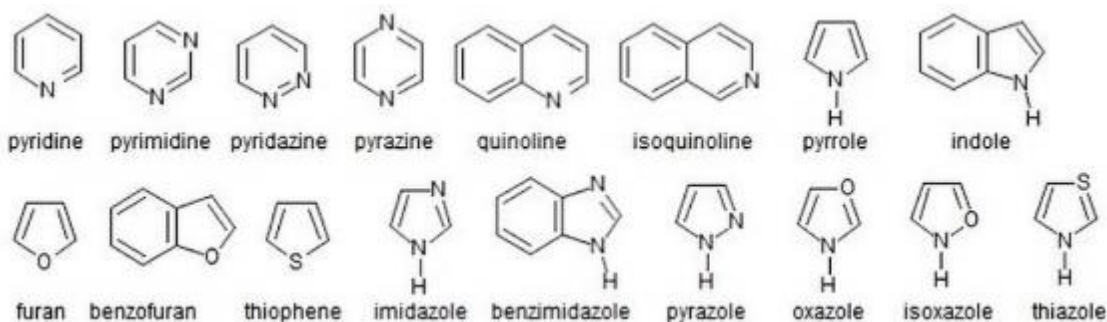
Мета: Познайти з класифікацією та особливостями малих гетероциклів.

Основні поняття (перелік питань): Гетероатом, епоксиди, азириди, тетрагідрофуран, реакційна напруженість.

План

1. Теоретичні питання:

Найважливіші представники



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

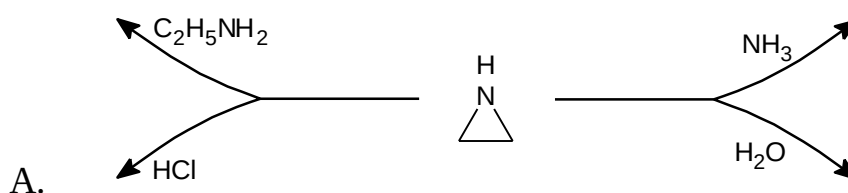
- 1) Що таке гетероцикл?
- 2) Які атоми найчастіше зустрічаються як гетероатоми?
- 3) Чому тричленні гетероцикли напружені?
- 4) Чим азириди відрізняються від оксирану?

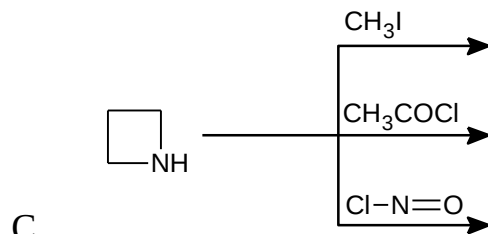
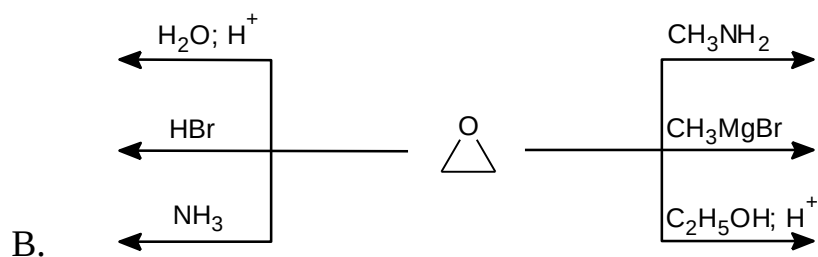
- 5) У яких реакціях беруть участь три- і чотиричленні гетероцикли?
- 6) Як утворюють епоксиди?
- 7) Які хімічні властивості характерні для тетрагідрофурану?
- 8) Які методи розкриття циклу існують?
- 9) Де застосовують малочленні гетероцикли?
- 10) Чому епоксиди реакційно здатні?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

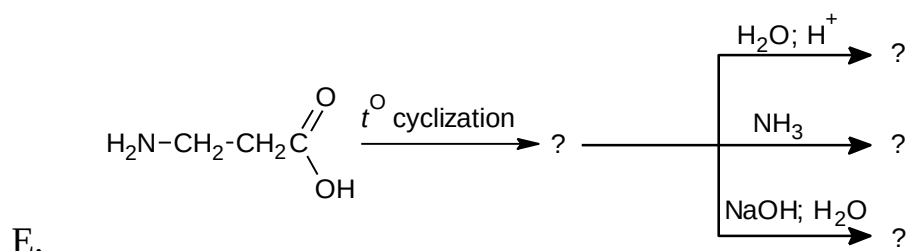
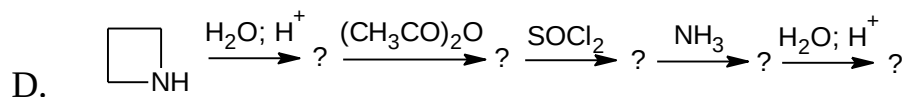
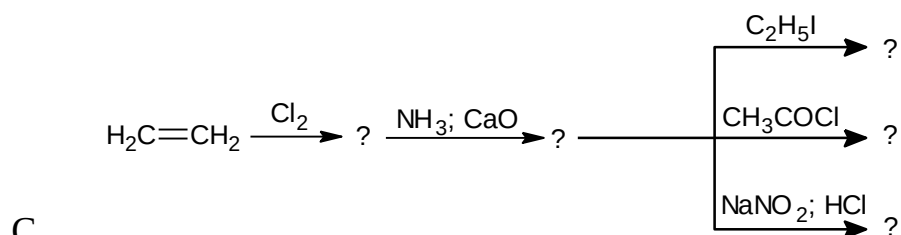
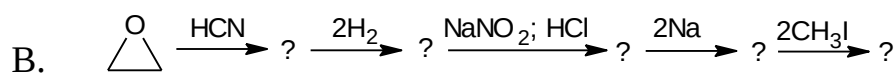
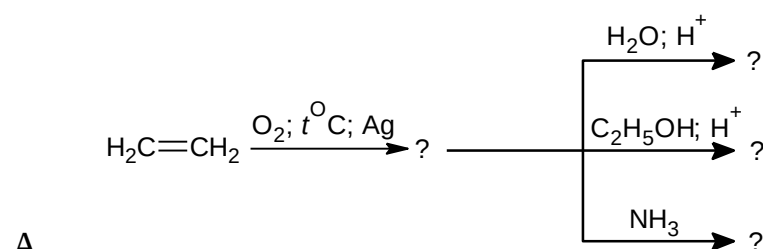
Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:
 - A. Етиленоксид;
 - B. Етиленімін;
 - C. N-метилазирідін;
 - D. 3-етилоксетан;
 - E. N-нітрозозетидин.
- II. Напишіть рівняння реакцій отримання трьох- і чотиричленних кисневмісних гетероциклів.
- III. Напишіть схеми циклізації відповідних галогенамінів, що лежать в основі одержання азиридину та азетидину.
- IV. Напишіть схеми отримання таких сполук з оксирану:
 - A. Діетаноламін;
 - B. 2-хлоретанол;
 - C. Пропанол-1.
- V. Напишіть рівняння реакцій, які дозволяють одержати з азетидину:
 - A. Пропандіамін-1,2;
 - B. 3-амінопропанол-1;
 - C. 3-хлорпропанамін-1.
- VI. Напишіть продукти реакцій:





VII. Здійсніть ланцюжок перетворень:



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Гетероцикли — це циклічні сполуки, що містять:

- A. Мінімум один гетероатом
- B. Лише C
- C. C, H та O
- D. Лише подвійні зв'язки

- Е. Тільки ароматичне ядро
2. До тричленних гетероциклів належить:
- А. Оксиран
 - В. Піридин
 - С. Пірол
 - Д. Фуран
 - Е. Хінолін
3. Оксиран також називають:
- А. Епоксидом
 - В. Лактоном
 - С. Імінами
 - Д. Альдегідом
 - Е. Піридином
4. Тетрагетероцикл із одним О — це:
- А. Оксетан
 - В. Азетидин
 - С. Тіофен
 - Д. Піролідин
 - Е. Фуран
5. Три- і чотиричленні гетероцикли характеризуються:
- А. Напруженням циклу
 - В. Високою стабільністю
 - С. Низькою реакційною здатністю
 - Д. Ароматичністю
 - Е. Відсутністю реакцій розкриття
6. Яка реакція є типовою для епоксидів?
- А. Нуклеофільне відкриття циклу
 - В. Сульфування
 - С. Електрофільне заміщення
 - Д. Дегідратація
 - і. Нітрування

7. У три- та чотиричленних циклах переважає:

- A. Кутове напруження
- B. π -взаємодія
- C. Електронна делокалізація
- D. Ароматичність
- E. Ароматична стабілізація

8. Азиридин — це гетероцикл із гетероатомом:

- A. C. N
- B. A. O
- C. B. S
- D. D. P
- E. E. Cl

9. Головна реакція оксетану:

- A. Розкриття циклу
- B. Нітрування
- C. Окиснення
- D. Дегідратація
- E. Конденсація

10. Епоксиди утворюються при окисненні:

- A. Алкенів
- B. Алканів
- C. Алкінів
- D. Аренів
- E. Кетонів

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.

2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>

3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 30

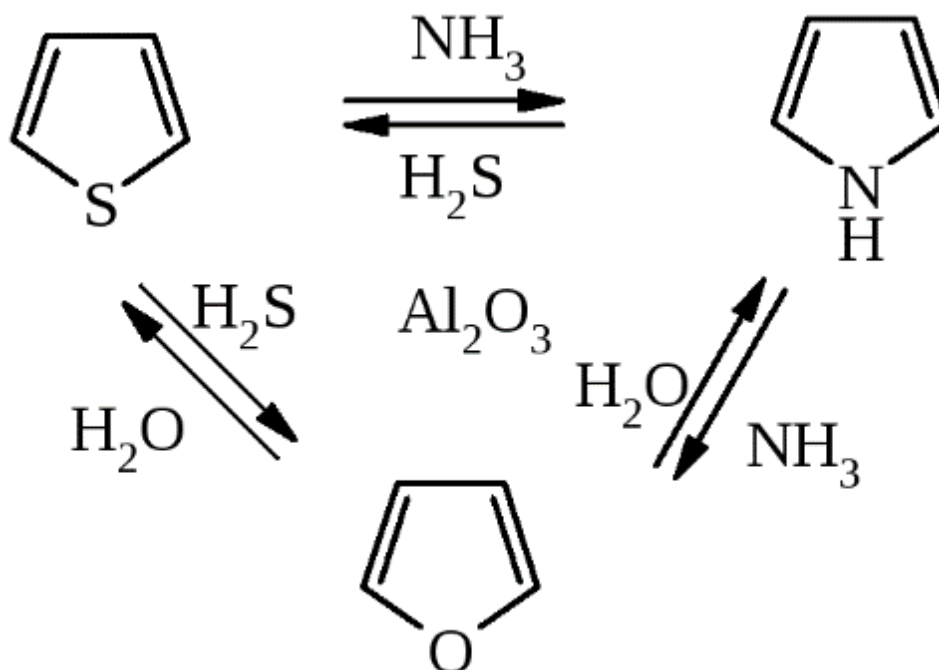
«П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами»

Мета: Розглянути будову та реакційну здатність основних гетероциклів п'ятичленного ряду.

Основні поняття (перелік питань): Фуран, тіофен, пірол, імідазол, оксазол.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які представники п'ятичленних гетероциклів є найпоширенішими?
- 2) Чому фуран менш ароматичний?
- 3) Чому тіофен стабільніший за фуран?
- 4) Які властивості має пірол?
- 5) Як гетероатоми змінюють реакційну здатність циклу?
- 6) Які методи добування гетероциклів цього класу?
- 7) Як проходить електрофільне заміщення у п'ятичленних циклах?
- 8) Які біологічно важливі сполуки містять ці циклі?
- 9) Як впливає другий гетероатом на ароматичність?
- 10) Чому імідозольні структури зустрічаються в білках?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Назвіть гетероциклічні сполуки, що утворюються під час нагрівання:
 - A. Гександіону-2,5 з фосфору (V) оксидом;
 - B. Бурштинового альдегіду з концентрованою сірчаною кислотою;
 - C. Гептандіону-2,5 з аміаком;
 - D. 4-оксопентаналью з фосфору (V) сульфідом.
- II. Напишіть схеми реакцій, що протікають при пропусканні над алюмінію оксидом ($t \sim 450^{\circ}\text{C}$) суміші:
 - A. α -метилфурану з метиламіном;
 - B. Тіофена з етиламіном;
 - C. Метипіролу із сірководнем;
 - D. 2-етилпіролу з водою.
- III. Наведіть схеми та назвіть продукти взаємодії піролу з наступними реагентами:
 - A. NaNH_2 ;
 - B. H_2O (Al_2O_3 , $t \sim 450^{\circ}\text{C}$);
 - C. H_2 ($\text{Zn} + \text{CH}_3\text{COOH}$);
 - D. 2H_2 (Pt);

E. H_2CrO_4 .

IV. Напишіть схеми реакцій піролідину з наступними реагентами:

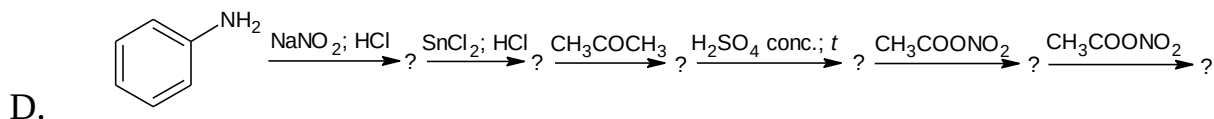
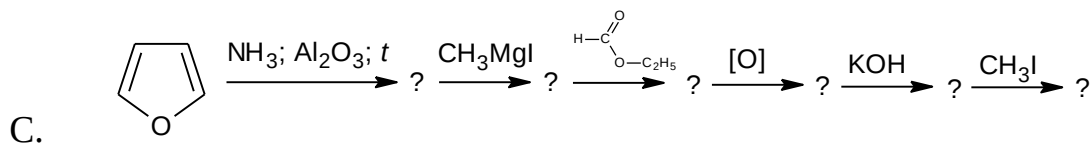
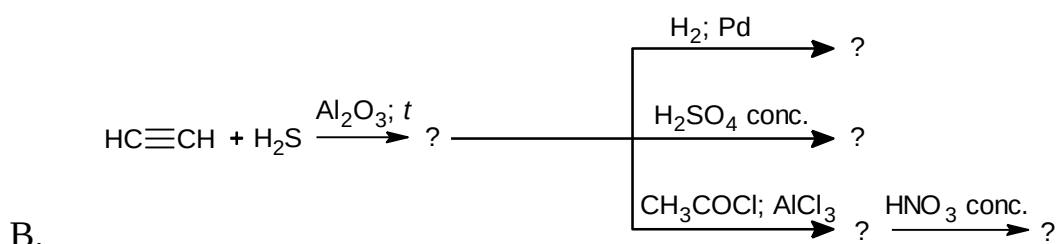
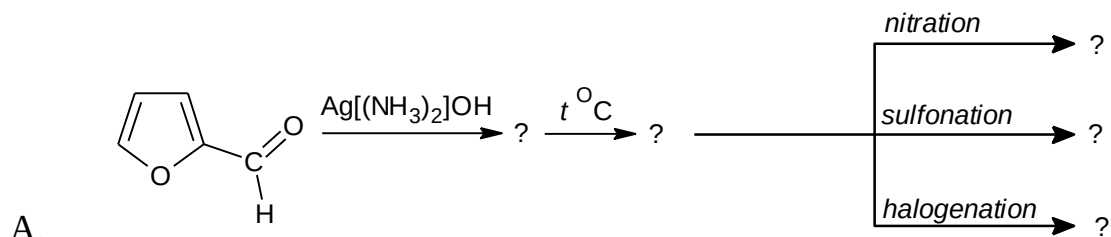
A. HCl ;

C. CH_3COCl ;

B. CH_3I ;

D. NaNO_2 .

V. Здійсніть ланцюжок перетворень:



Тестові завдання для самоконтролю:

1. Пірол містить гетероатом:

A. N

B. O

C. S

D. P

E. Cl

2. Фуран містить гетероатом:

A. O

B. N

C. S

D. P

E. Br

3. Тіофен — це гетероцикл із гетероатомом:
- A. S
 - B. N
 - C. O
 - D. Cl
 - E. F
4. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом є:
- A. Ароматичними
 - B. Аліфатичними
 - C. Насиченими
 - D. Менш реакційними ніж бензен
 - E. Лише циклоалканами
5. Реакції фурану переважно проходять за механізмом:
- A. Електрофільного заміщення
 - B. Радикального заміщення
 - C. Нуклеофільного заміщення
 - D. Відновлення
 - E. Окиснення
6. У піролу протон легко відщеплюється через:
- A. Делокалізацію електронів
 - B. Галоген
 - C. Високу кислотність
 - D. Водневий міст
 - E. Відсутність ароматичності
7. Піримідин містить:
- A. Два N
 - B. Один N
 - C. Один S
 - D. Два O
 - E. Три N

8. Пірол легко вступає у реакцію:
- A. Галогенування
 - B. Дегідратації
 - C. Полімеризації
 - D. Гідратації
 - E. Дегідрування
9. Фуран на відміну від тіофену є:
- A. Більш схильним до розкриття кільця
 - B. Стійкішим
 - C. Менш реакційним
 - D. Лужним
 - E. Нейтральним
10. Як називається гетероцикл, що містить 2 гетероатоми N?
- A. Імідазол
 - B. Пірол
 - C. Тіофен
 - D. Фуран
 - E. Оксетан

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликін, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.

4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Светкіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне

підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I – <https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II – <https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry

6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 31

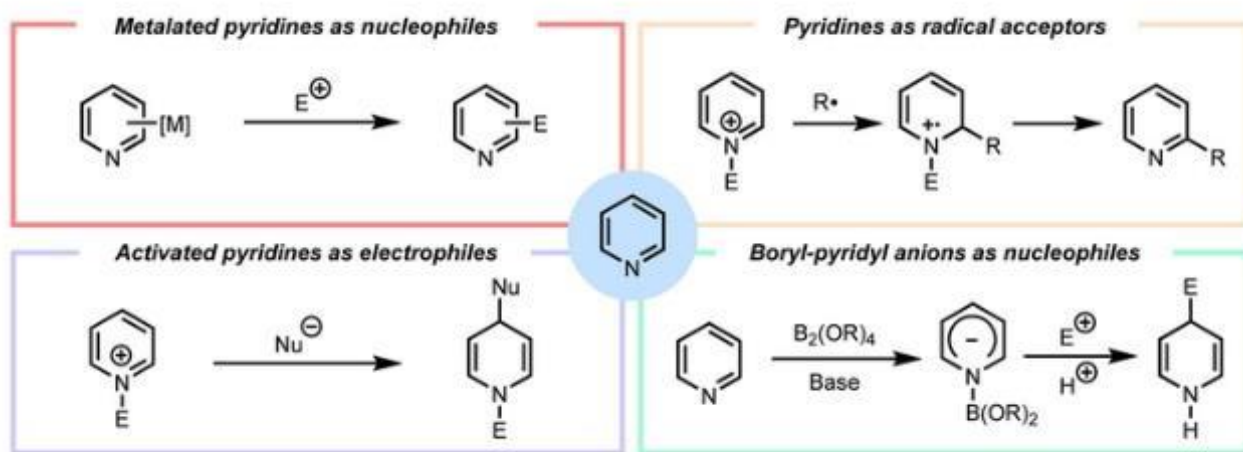
«Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом»

Мета: Вивчити властивості та реакції піридину, хіноліну та похідних.

Основні поняття (перелік питань): Піридин, хінолін, електронодефіцитний цикл, реакції нуклеофільного заміщення.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які представники шестиелементних гетероциклів?
- 2) Чим піридин відрізняється від бензену?
- 3) Чому піридин — слабка основа?
- 4) Які реакції характерні для піридину?
- 5) Що таке хіноліновий фрагмент?
- 6) Як добувають оксазини та морфоліни?
- 7) Як гетероатом впливає на електронну густину кільця?
- 8) Чому нітрування піридину важке?
- 9) Як галогенування проходить в цих сполуках?

10) Де застосовують піридинові структури?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. β - піколін;	F. N-ацетилпіридинію
B. N-оксид піридину;	хлорид;
C. Піридинію сульфат;	G. Ізонікотинова кислота;
D. γ -етилпіридин;	H. Піридинон-2;
E. N-метилпіридинію	I. Піридинон-4;
йодид;	J. Піридинамін-3;
	K. Піперидинію хлорид.

II. Напишіть схеми отримання піридину.

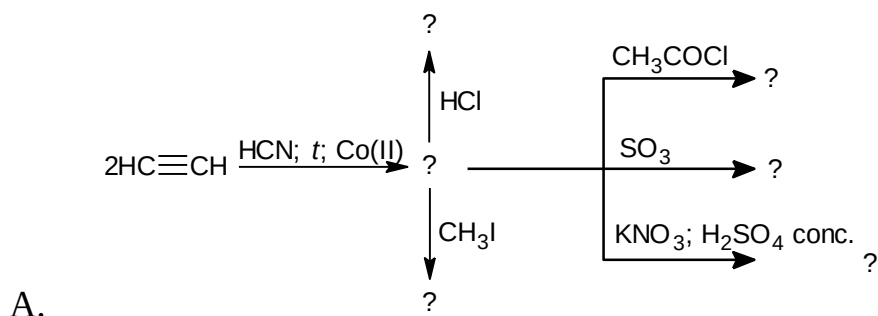
III. Напишіть схеми одержання N-оксиду піридину. Порівняйте ставлення піридину та N-оксиду піридину до дії електрофільних та нуклеофільних реагентів.

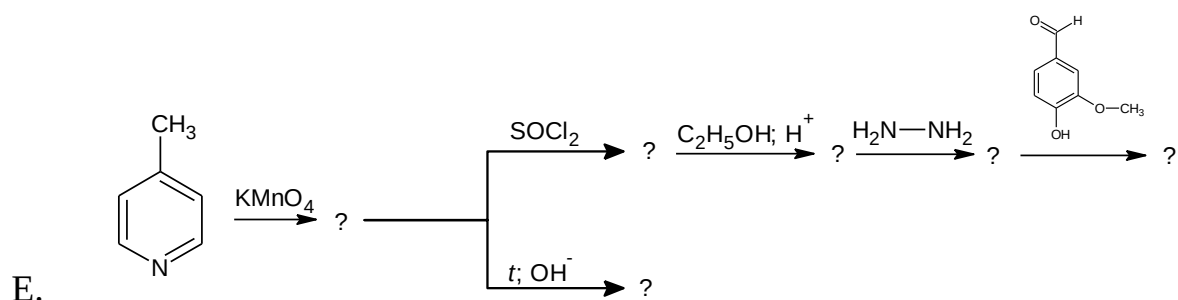
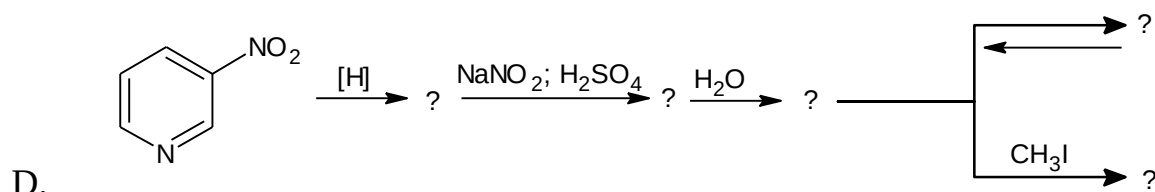
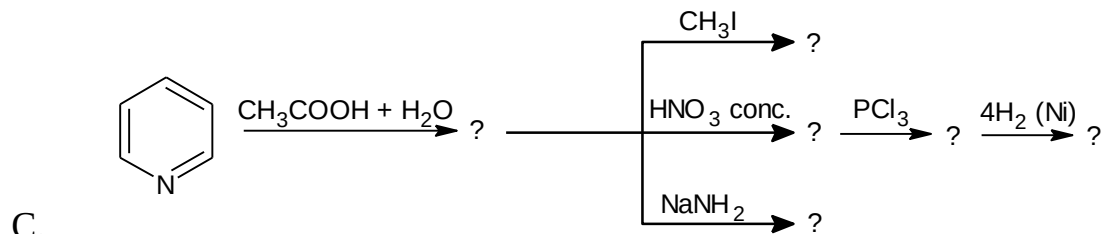
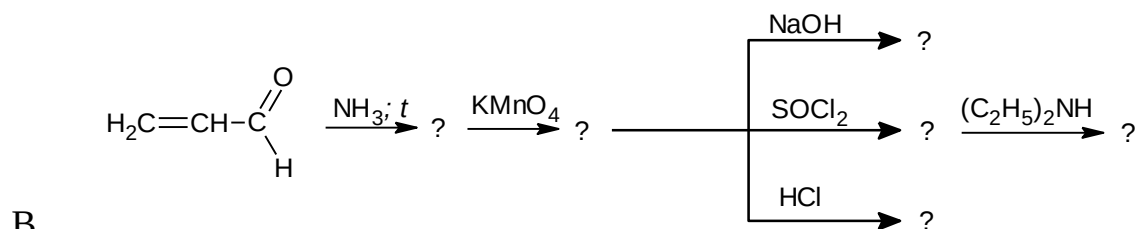
IV. Напишіть схеми можливих реакцій піридину з наступними реагентами:

A. HBr;	F. $\text{Br}_2, \text{SO}_3, t$;
B. H_2SO_4 конц. 0°C ;	G. $\text{KMnO}_4 (\text{H}_2\text{O})$;
C. $\text{H}_2\text{SO}_4 * \text{SO}_3, \text{HgSO}_4$;	H. $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{AlCl}_3)$;
D. $\text{KNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$ конц.;	I. $\text{KOH} (\text{H}_2\text{O})$;
E. $\text{Br}_2 (\text{CCl}_4)$;	J. NaNH_2 .

V. Наведіть схеми отримання α -, β -, γ -піколінів з відповідних альдегідів та аміаку. Назвіть вихідні з'єднання.

VI. Здійсніть ланцюжок перетворень:





Тестові завдання для самоконтролю:

1. Який з наведених гетероциклів містить один атом азоту?

- A. Піридин
- B. Піразол
- C. Імідазол
- D. Фуран
- E. Тіофен

2. Основна властивість піридину:

- A. Лужність
- B. Кислотність
- C. Радіоактивність
- D. Флуоресценція
- E. Окислювальні властивості

3. Який з цих гетероциклів ароматичний?

- A. Піридин
- B. Піран
- C. Тіюфан
- D. Піролідин
- E. Циклогексан

4. Піридин під час реакції з бромом в бензольному кільці реагує:

- A. А. Лише в положенні 2 та 4
- B. В. Лише в положенні 3
- C. С. По всьому кільцю
- D. D. Не реагує
- E. Е. Утворює радикальні продукти

5. Синтез піридину найчастіше здійснюють:

- A. Через конденсацію β -кетоестеру з аміаком
- B. Окисленням бензолу
- C. Гідруванням ацетилену
- D. Радикальним заміщенням
- E. Декарбоксилюванням

6. Піридин можна легко:

- A. Пробувати на нуклеофільне заміщення
- B. Гідрувати до бензолу
- C. Окислювати до спирту
- D. Відновлювати до кетону
- E. Радикально бромувати

7. Піридин розчиняється в:

- A. Воді
- B. Бензолі
- C. Гексані
- D. Толуолі
- E. Лігніні

8. Піридин має запах:

- A. Різкий і характерний

- В. Солодкий
- С. Без запаху
- Д. Металічний
- Е. Гіркий

9. Піридин в органічному синтезі використовується як:

- А. Основний розчинник
- В. Окисник
- С. Відновник
- Д. Кислота
- Е. Каталізатор гідрування

10. Відмінність піридину від бензолу:

- А. Один атом С заміщений на N
- В. Має більше подвійних зв'язків
- С. Не ароматичний
- Д. Не має плоскої структури
- Е. Не вступає в електрофільні реакції

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.

4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.:

Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry

6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) – <https://molview.org/>

ТЕМА 32

«Азини з конденсованими циклами: хінолін, ізохінолін, акридин.

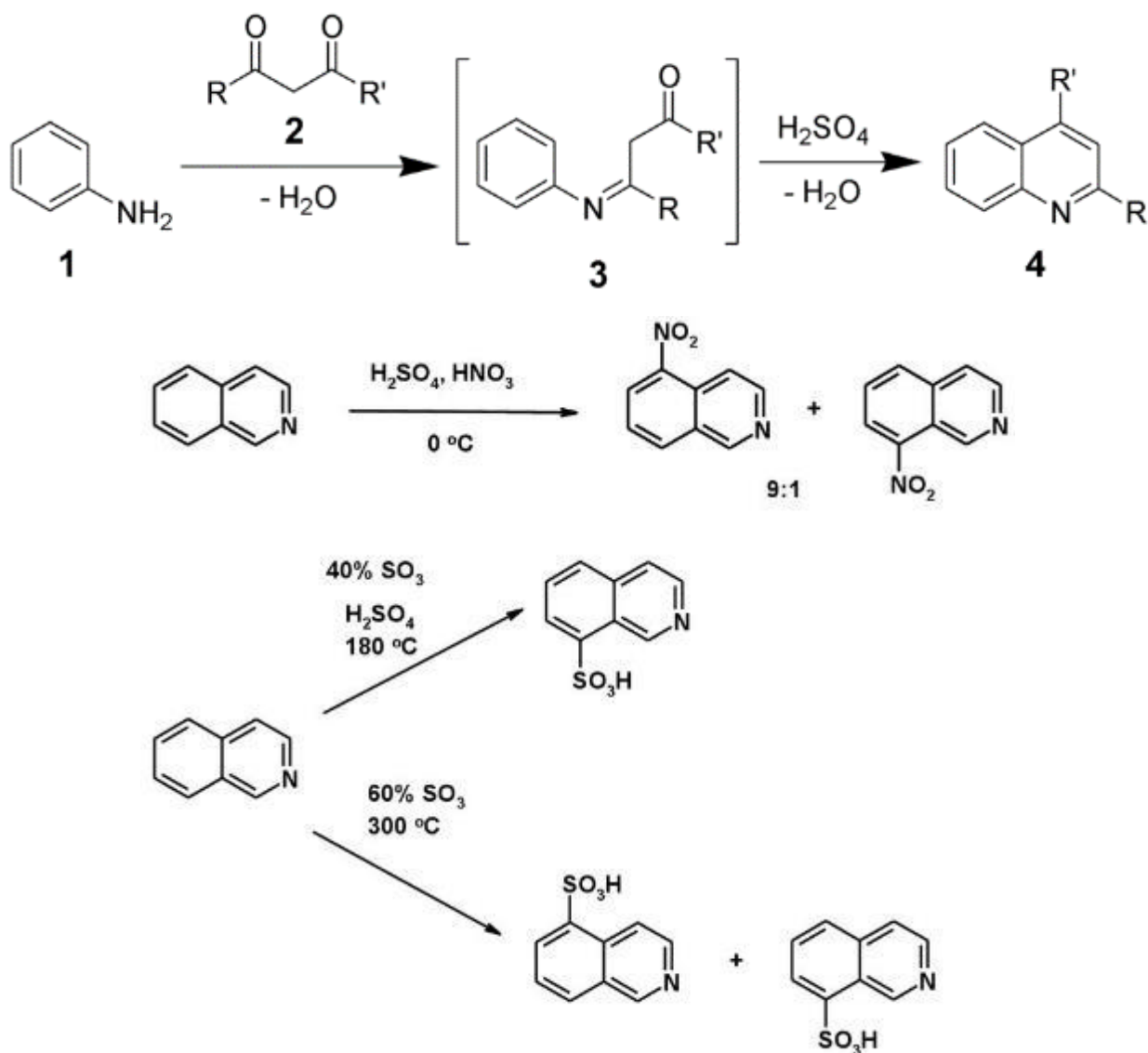
Гетероцикли групи пірану»

Мета: Систематизувати знання про конденсовані гетероциклічні системи.

Основні поняття (перелік питань): Ізохінолін, акридин, піран, хромени.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке азини?
- 2) Як утворюються хінолін і ізохінолін?
- 3) Чому акридин — триядерна структура?
- 4) Які реакції характерні для хіноліну?
- 5) Де застосовують похідні акридину?
- 6) Що таке піран і оксипіранові цикли?
- 7) Які біологічно активні речовини містять піранові структури?
- 8) Як впливає конденсація циклів на ароматичність?
- 9) Чим відрізняється нуклеофільне заміщення в азинах?
- 10) Як синтезують хіноліновий фрагмент у фармацевтиці?

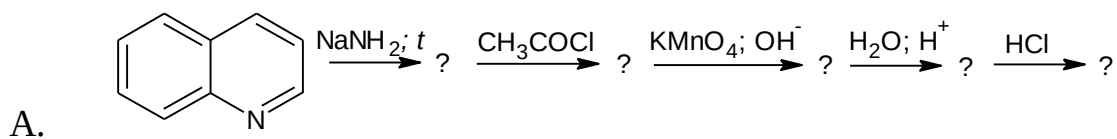
3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

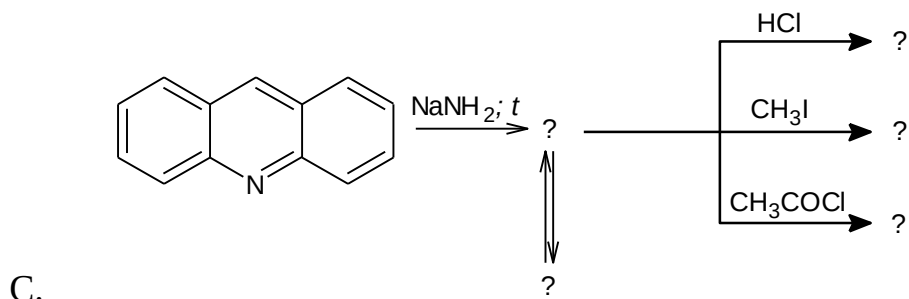
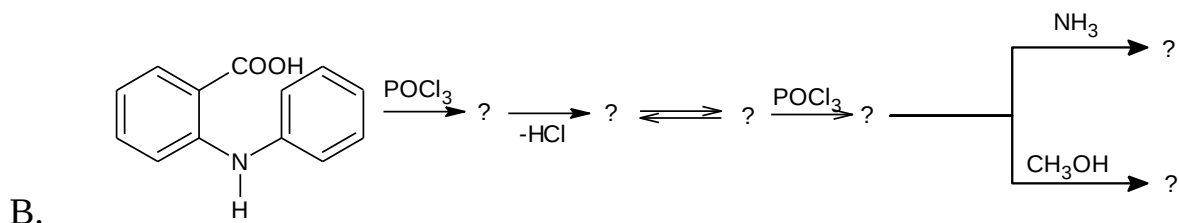
Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:
 - A. Бензо[b]піридин;
 - B. Бензо[c]піридин;
 - C. 8-гідроксихінолін;
 - D. 8-гідрокси-7-йод-5-хлорхінолін;
 - E. Дибензо[b,e]піридин;
 - F. 6,9-діаміно-2-етоксиакридин;
 - G. 2,3-хіноліндикарбонова кислота.
- II. Використовуючи синтез Скраупа, напишіть схеми отримання таких сполук:
 - A. 8-гідроксихінолін;
 - B. 6-метокси-8-нітрохінолін;
 - C. 8-гідрокси-5-нітрохінолін.
- III. Напишіть схеми взаємодії хіноліну з наступними реагентами:

A. Хлороводнева кислота;	C. Йодметан;
B. Сірчана кислота (на холоді);	D. Нітруюча суміш;
	E. Натрію амід;

- F. Калію гідроксид.
- IV. Реакції нітрування та сульфування хіноліну та ізохіноліну.
- V. Напишіть схеми реакцій 8-гідроксихіноліну з наступними реагентами:
- A. Сірчаною кислотою;
 B. Міді (II) сульфатом;
 C. Заліза (III) хлоридом.
- VI. Напишіть схеми реакцій ізохіноліну з наступними реагентами:
- A. HCl; G. KOH; *t*;
 B. CH₃I; H. NaNH₂; *t*;
 C. CH₃COCl; I. CH₃COOH; H₂O₂;
 D. H₂SO₄ конц. (на холоді); J. KMnO₄ (OH⁻);
 E. H₂SO₄ конц. (220°C); K. [H]; Ni.
 F. HNO₃ конц. H₂SO₄ конц.;
- VII. Напишіть схеми реакцій акридину з наступними реагентами:
- A. HCl; F. [H]; Ni;
 B. CH₃I; G. CH₃COOH; H₂O₂;
 C. CH₃COCl; H. KMnO₄ (OH⁻);
 D. KOH; *t*; I. K₂Cr₂O₇ (CH₃COOH).
 E. NaNH₂; *t*;
- VIII. Напишіть схеми реакцій 9-хлоракридину з наступними реагентами:
- A. NH₃;
 B. CH₃OH;
 C. H₂O; *t*;
 D. H₂; Ni.
- IX. Здійсніть ланцюжок перетворень:





Тестові завдання для самоконтролю:

1. Яка формула хіноліну?

- A. $\text{C}_9\text{H}_7\text{N}$
- B. $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$
- C. $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{N}$
- D. $\text{C}_9\text{H}_8\text{N}_2$
- E. $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}$

2. Ізохінолін відрізняється від хіноліну:

- A. Положенням атома N
- B. Типом кільця
- C. Відсутністю ароматичності
- D. Наявністю кисню
- E. Містить два атоми N

3. Акридин застосовують:

- A. У барвниках
- B. Як антибіотик
- C. Як пластик
- D. Як паливо
- E. Як луг

4. Піран – це:

- A. Шестичленний цикл з атомом кисню
- B. П'ятичленний цикл з атомом азоту

- C. П'ятичленний цикл з атомом сірки
- D. Семичленний цикл з N
- E. Семичленний цикл з O

5.Фуран – це:

- A. П'ятичленний ароматичний цикл з O
- B. Шестичленний цикл з O
- C. П'ятичленний цикл з N
- D. Шестичленний цикл з N
- E. Семичленний цикл з O

6.Конденсовані азини мають властивості:

- A. Основні
- B. Кислі
- C. Радикальні
- D. Металічні
- E. Флуоресцентні

7.Хінолін можна отримати:

- A. Конденсацією аніліну з β -кетоестером
- B. Окисленням бензолу
- C. Радикальною субституцією
- D. Гідруванням ацетилену
- E. Перегонкою спирту

8.Ароматичність хіноліну забезпечує:

- A. Кон'югація подвійних зв'язків
- B. Відсутність гібридизації
- C. Вільні радикали
- D. Тільки кільце бензолу
- E. Кислотну реактивність

9.Акридин за структурою є:

- A. Трьохкільцевим
- B. Двокільцевим
- C. П'ятикільцевим

Д. Шестикільцевим

Е. Семикільцевим

10. Піранові кільця часто зустрічаються у:

А. Флавоноїдах

В. Алкалоїдах

С. Ліпідах

Д. Полієфірах

Е. Вуглеводах

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.

7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.

7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 33

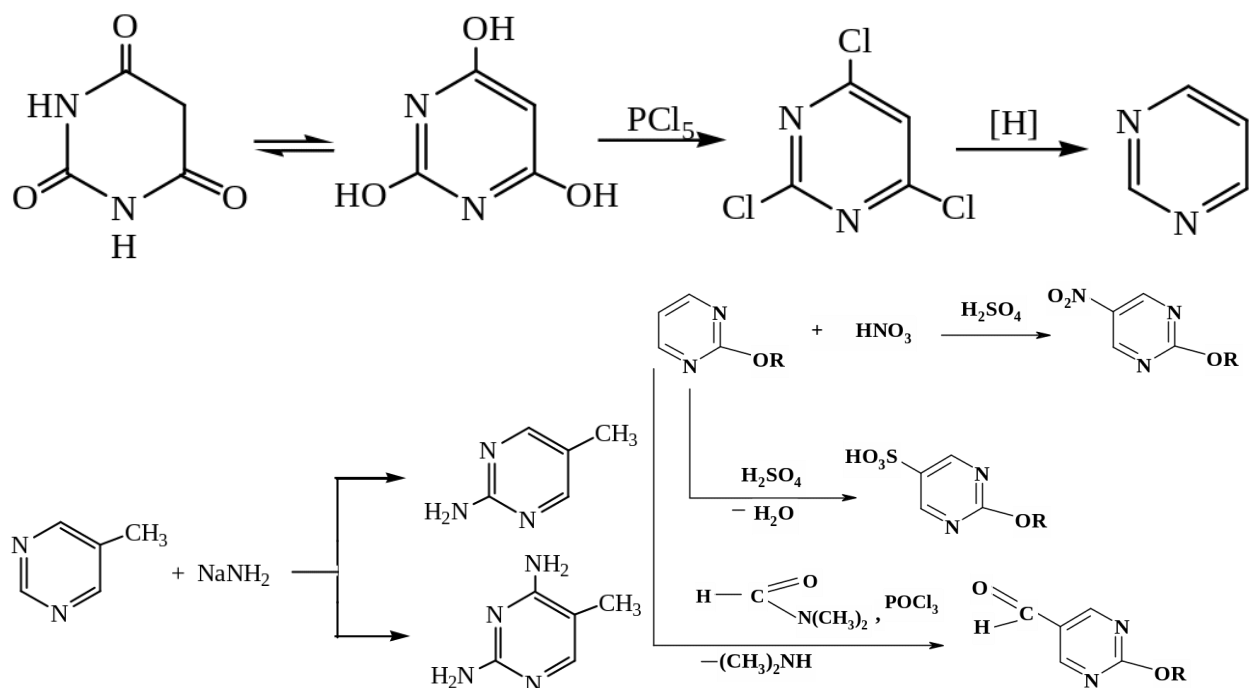
«Шестичленні гетероцикли з двома гетероатомами»

Мета: Розглянути будову й властивості діоксинів, діазинів і подібних сполук.

Основні поняття (перелік питань): Піримідин, піразин, піримідіни.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які представники діазинів існують?
- 2) Чим піримідин відрізняється від піридину?
- 3) Як електронна структура впливає на реакційну здатність діазинів?
- 4) Чому багато біомолекул містять діазиновий фрагмент?
- 5) Які реакції характерні для діазинів?
- 6) Як відбувається нуклеофільне заміщення в піримідині?
- 7) Чим відрізняються хіназоліни?
- 8) Як утворюється урацил?
- 9) Які лікарські засоби містять ці цикли?
- 10) Як діазинові структури взаємодіють з протонами?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. 1,2-діазол;	H. 1,2-діазин;
B. 1,3-діазол;	I. 2,4,6-тригідроксипіримідин;
C. 1,2-оксазол;	J. N-оксид піразину;
D. 4-амінопіразол;	K. Піперазин;
E. 2,4-диметилтіазол;	L. Урацил;
F. Тіазолю хлорид;	M. Тимін;
G. Імідазол-4-сульфо кислота;	N. Цитозин.

II. Наведіть схеми азольної таутомерії:

- A. 3-метилпіразола;
B. 5-метилімідазол.

III. Напишіть рівняння можливих реакцій піразолу та імідазолу з наступними реагентами:

A. HCl;	G. Br ₂ (H ₂ O);
B. KOH;	H. Cl ₂ ;
C. CH ₃ I;	I. 2H (Na + C ₂ H ₅ OH);
D. CH ₃ COCl;	J. 2H ₂ (Pt);
E. HNO ₃ конц.;	K. 2H ₂ O.
F. H ₂ SO ₄ ·SO ₃ (олеум);	

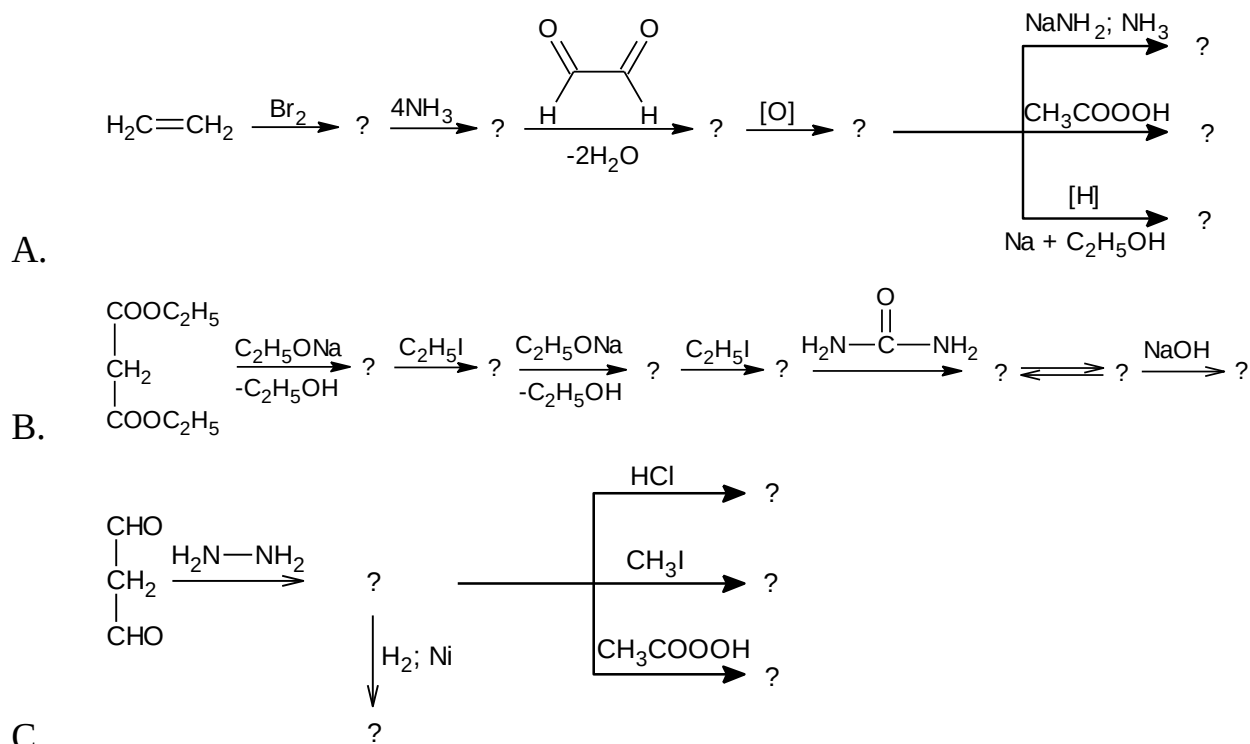
IV. Напишіть схеми нітрування 2-аміно-4-гідроксипіримідину та бромовання 2-амінопіримідину. Назвіть продукти.

V. Наведіть схему одержання бірбітурової кислоти з малонового ефіру та сечовини. Напишіть таутомерні форми бабітурової кислоти.

VI. Напишіть схеми та назвіть продукти реакцій бірбітурової та 5,5-діетилбарбітурової кислот з натрію гідроксидом. Назвіть продукти.

VII. Напишіть схеми таутомерних перетворень нуклеїнових основ піримідинового ряду (урацил, тимін, цитозин). Вкажіть, яка з форм таутомерів переважає в рівновазі. Назвіть вид таутомерії.

VIII. Здійсніть ланцюжок перетворень:



Тестові завдання для самоконтролю:

- Який цикл містить два атоми азоту у шестичленному кільці?
 - Піримідин
 - Піридин
 - Піран
 - Імідазол
 - Фуран
- Основна реакційна здатність піримідину:
 - Електрофільне заміщення
 - Нуклеофільне заміщення
 - Радикальне бромовання
 - Гідрування
 - Окислення
- Піримідин є:
 - Ароматичним
 - Неароматичним
 - Семичленним
 - П'ятичленним
 - Поліциклічним

4. Піримідин за структурою схожий на:
- A. Бензол з двома N
 - B. Фуран
 - C. Тіофен
 - D. Пірол
 - E. Імідазол
5. В піримідині електронна густина на атомах вуглецю:
- A. Менша, ніж у бензолі
 - B. Більша
 - C. Така ж
 - D. Рівномірна по всіх атомах
 - E. Концентрована на N
6. Піримідин легко піддається:
- A. Нуклеофільному заміщенню
 - B. Радикальному бромованню
 - C. Гідруванню
 - D. Фотолізу
 - E. Окисленню до спирту
7. Двоатомні азинові гетероцикли включають:
- A. Піримідин, піразин
 - B. Піридин, піран
 - C. Фуран, тіофен
 - D. Імідазол, піразол
 - E. Піран, оксан
8. Піримідин використовується у:
- A. Синтезі нуклеїнових кислот
 - B. Барвниках
 - C. Паливі
 - D. Ліках як луг
 - E. Пластмасах
9. Піримідин не піддається:

- А. Лужному гідролізу
- В. Нуклеофільному заміщенню
- С. Електрофільному заміщенню
- Д. Гідруванню
- Е. Радикальному бромованню

10. Піразин – це:

- А. Шестичленний цикл з двома N
- В. П'ятичленний цикл з двома N
- С. Шестичленний цикл з одним O
- Д. Семичленний цикл з одним N
- Е. Шестичленний цикл з одним S

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.

6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.

6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 34

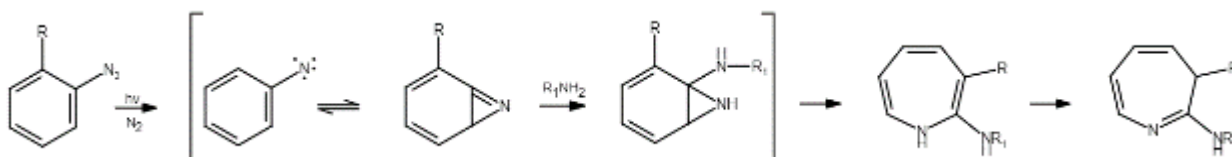
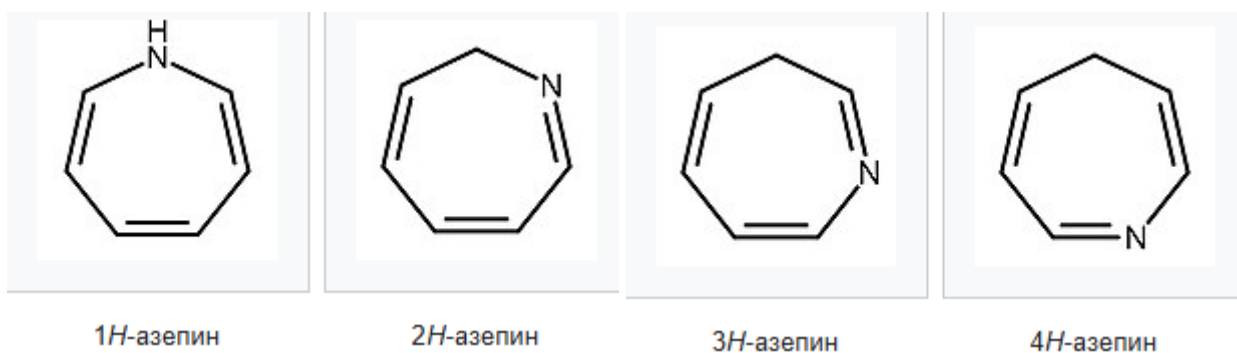
«Семичленні гетероцикли. Конденсовані системи гетероциклів»

Мета: Пояснити структуру та властивості гетероциклів з розширеними циклами.

Основні поняття (перелік питань): Оксепани, азепани, біциклічні та поліциклічні гетеросистеми.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які семичленні гетероцикли є найважливішими?
- 2) Чому великі цикли мають низьке напруження?
- 3) Як гетероатом впливає на стабільність семичленних циклів?
- 4) Які реакції характерні для оксепану та азепану?
- 5) Які властивості мають конденсовані гетеросистеми?
- 6) Що таке інденові та хроманові структури?
- 7) Як утворюються великі конденсовані кільця?
- 8) Які біомолекули містять семичленні цикли?
- 9) Чому конденсація збільшує ароматичність?
- 10) Де застосовуються ці структури у фармацевтиці?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Класифікація семичленних гетероциклів

Підготувати таблицю з поділом семичленних гетероциклів за:

- типом гетероатома (O, N, S),
- насиченістю циклу,
- ароматичністю/неароматичністю,
- біологічною значимістю.

Навести приклади для кожної групи.

II. Структурні формули та конформаційний аналіз

Побудувати моделі та зобразити формули:

- оксепану,
- азепану,
- тіепану.

Провести конформаційний аналіз семичленних кілець (зенітні та йогоїдальні конформації, гнучкість циклу).

III. Реакції приєднання і розкриття семичленних циклів

Скласти рівняння реакцій:

- кислотного та лужного гідролізу,
- гідрування,
- нуклеофільного приєднання.

Пояснити особливості відкривання семичленних циклів порівняно з 5- і 6-членими.

IV. Порівняльна реакційна здатність 5-, 6- та 7-членних гетероциклів

Підготувати структуроване порівняння:

- енергетичні бар'єри,
- напруження в циклі,
- стабільність,
- електронні ефекти гетероатома.

Зробити висновок: чому семичленні нестабільніші за шестичленні?

V. Методи добування семичленних гетероциклів

Скласти схеми:

- внутрішньомолекулярні циклізації,
- реакції з використанням дігалогеналканів,
- циклізація амінів з діолами або дикетонами,
- синтез азепану з ϵ -капролактаму.

Пояснити механізми.

VI. Конденсовані системи: структура та класифікація

Дослідити структури:

- бензазепіну,
- бензоксепіну,
- бензтієпіну.

Побудувати структурні формули та виділити:

- фрагмент гетероциклу,
- фрагмент бензенового кільця,
- спільні атоми конденсації.

VII. Аналіз спектральних методів ідентифікації

Отримати (або використати з баз даних) спектри:

- ІЧ,
- ЯМР ^1H та ^{13}C ,
- МС

для одного з конденсованих гетероциклів (на вибір).

Потрібно:

- встановити характерні смуги поглинання,
- визначити хімічні зсуви гетероатома,
- ідентифікувати структуру за спектром МС.

VIII. Біологічна активність семичленних гетероциклів

Підготувати короткий огляд (1–2 сторінки):

- семичленні цикли у фармакологічно активних речовинах,
- приклади лікарських засобів (бензазепіни, азепанові похідні),
- роль гетероатома у взаємодії з рецепторами.

IX. Синтетичне застосування семичленних гетероциклів

Дослідити приклади реакцій:

- нуклеофільного заміщення,
- електрофільного заміщення в конденсованих системах,
- реакцій алкілювання та ацилювання,
- утворення солей та комплексів.

Оцінити, які положення кільця найбільш реакційноздатні.

Х. Індивідуальний проєкт: «Семичленні гетероцикли у сучасних лікарських препаратах»

Обрати один препарат, що містить семичленний гетероцикл (напр., бензазепінові антагоністи рецепторів).

Підготувати матеріал, де буде:

- структура діючої речовини,
- роль гетероциклу в механізмі дії,
- синтетичні підходи до отримання,
- важливі фізико-хімічні властивості.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Семичленний гетероцикл з одним N:

- A. Азепін
- B. Піразол
- C. Піридин
- D. Піран
- E. Імідазол

2. Семичленний цикл з атомом сірки:

- A. Тіазепін
- B. Піран
- C. Фуран
- D. Піридин
- E. Піразол

3. Семичленні гетероцикли часто застосовують у:

- A. Фармацевтичних препаратах
- B. Гідроізоляції
- C. Пластмасах

- D. Паливі
 - E. Барвниках
4. Конденсовані гетероцикли утворюються шляхом:
- A. Злиття кільця з бензольним
 - B. Замісної реакції
 - C. Окислення
 - D. Гідрування
 - E. Декарбоксілювання
5. Семичленний азепін входить до складу:
- A. Ліків на центральну нервову систему
 - B. Барвників
 - C. Пластмас
 - D. Палив
 - E. Пестицидів
6. Семичленні гетероцикли з O мають:
- A. Ароматичність залежно від подвійних зв'язків
 - B. Високу леткість
 - C. Металічні властивості
 - D. Радіоактивність
 - E. Повну насиченість
7. Конденсовані системи гетероциклів часто включають:
- A. Бензольне кільце
 - B. Алканове кільце
 - C. Пентагон
 - D. Поліетилен
 - E. Силікон
8. Семичленні N-гетероцикли важливі у:
- A. Синтезі антипсихотичних препаратів
 - B. Барвниках
 - C. Пластмасах
 - D. Паливі

Е. Лакофарбових виробках

9. Азепіни та тіазепіни мають:

А. Лужні властивості

В. Кислотні

С. Радикальні

Д. Металічні

Е. Флуоресцентні

10. Семичленні гетероцикли не включають:

А. Бензол

В. Азепін

С. Тіазепін

Д. Оксазепін

Е. Піролізин

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.

5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.

5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 35

«Гетероциклічні сполуки»

Мета: Узагальнити знання про будову, класифікацію та властивості гетероциклів.

Основні поняття (перелік питань): Гетероатом, ароматичність, конденсовані системи, електронна дефіцитність.

План

1. Теоретичні питання:

1. Загальна характеристика

- Циклічні органічні сполуки, у кільці яких є гетероатом (не карбон): N, O, S, рідше — P, Si, B.
- Можуть бути насиченими, ненасиченими, ароматичними.

2. Класифікація

За природою гетероатома

- Азотовмісні: піридин, піримідин, пірол, імідазол, індол.
- Оксигеновмісні: фуран, тетрагідрофуран.
- Сульфуровмісні: тіофен, тетрагідротіофен.

За кількістю гетероатомів

- Один гетероатом: піридин, фуран, тіофен.
- Два і більше: піримідин, пурин, хінолін, імідазол.

За розміром кільця

- П'ятичленні (фуран, пірол, тіофен).
- Шестичленні (піридин, піримідин).
- Конденсовані системи (індол, хінолін, ізохінолін).

3. Властивості

Електронна структура

- Ароматичні гетероцикли відповідають правилу Гюккеля (6 π).
- Гетероатом впливає на електронну густину кільця, визначаючи реакційну здатність.

4. Хімічні властивості

- Реакції електрофільного заміщення (для електроннозбагачених — пірол).
- Реакції нуклеофільного заміщення (для електроннодефіцитних — піридин).
- Відновлення та окиснення.
- Утворення солей (особливо азотовмісні).

5. Біологічне значення

- Є основою алкалоїдів, вітамінів, гормонів, коферментів.
- Містяться у ДНК та РНК:
 - пурини (аденін, гуанін),
 - піримідини (цитозин, тимін, урацил).

6. Застосування

- Фармацевтична хімія: більшість лікарських засобів містить гетероцикли (піримідинові, імідазольні, тріазольні фрагменти).
- Барвники, стабілізатори, каталізатори.
- Полімери, агрохімікати.

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) У чому принципова різниця між гомо- і гетероциклами?
- 2) Як гетероатом впливає на полярність?
- 3) Чому гетероцикли часто біологічно активні?
- 4) Які загальні методи синтезу гетероциклів?
- 5) Які типи реакцій характерні для ароматичних гетероциклів?
- 6) Як гетероцикли проявляють кислотно-основні властивості?
- 7) Що таке протонування гетероциклів?
- 8) Як змінюється реакційність при заміні гетероатома?
- 9) Як визначити ароматичність гетероциклу?
- 10) Наведіть приклади природних гетероциклів.

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:
- | | |
|------------------------------|---------------|
| A. Імідазол[4,5-d]піримідин; | G. Теофілін; |
| B. Гіпоксантин; | H. Теобромін; |
| C. Ксантин; | I. Кофеїн; |
| D. Сечова кислота; | J. Алоксазин; |
| E. Аденін; | K. Мурексид; |
| F. Гуанін; | L. Птеридин. |
- II. Напишіть схему отримання 8-метилпурину з 4,5-діамінопіримідину (за методом Траубе).
- III. Охарактеризуйте електронну будову пурину. Напишіть таутомерні форми пурину.
- IV. Зобразіть структурні формули природних сполук, до складу яких входить пурин. Наведіть схеми татутомерних перетворень оксопуринів. Назвіть таутомерні форми.
- V. За допомогою яких реакцій можна довести амфотерний характер гіпоксантину та ксантину? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- VI. Поясніть, чому сечова кислота – двоосновна, а чи не триосновна. Напишіть схеми одержання кислих та середніх солей сечової кислоти.
- VII. На прикладі сечової кислоти наведіть схему мурексидної реакції.
- VIII. Напишіть схеми реакцій, що доводять наявність у молекулі сечової кислоти піримідинового та імідазольного циклів. Назвіть продукти.
- IX. Напишіть схеми хімічних перетворень, що дозволяють перетворити:
- | |
|-------------------------------------|
| A. Сечову кислоту пурин; |
| B. Аденін у гіпоксантин; |
| C. 4,5-діамінопіримідин у птеридин. |
- X. Наведіть схеми реакцій, що підтверджують амфотерний характер N-метильних похідних ксантину (теофіліну, теоброміну). Чому кофеїн виявляє лише слабкі основні властивості?
- XI. Наведіть рівняння послідовних реакцій, що дозволяють з 2,6,8-трихлорпурину отримати:

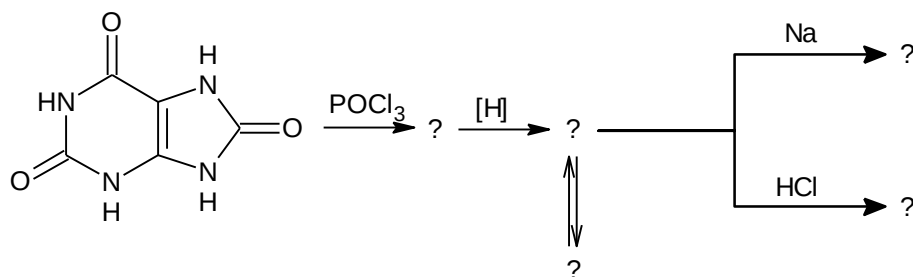
A. Аденін;

C. Гіпоксантин;

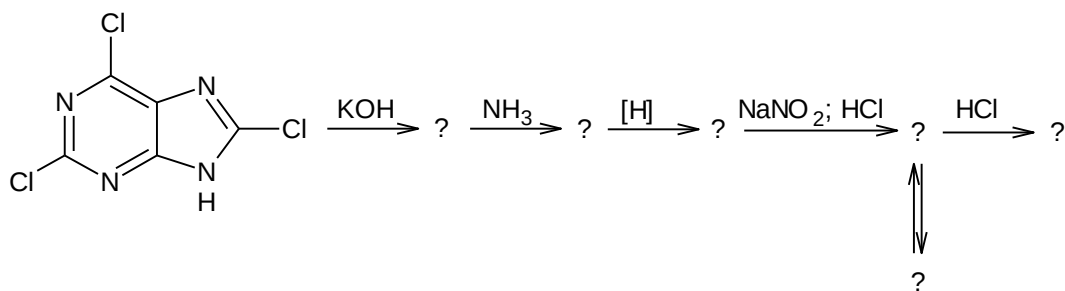
B. Гуанін;

D. Ксантин.

XII. Здійсніть ланцюжок перетворень:



A.



B.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Основна характеристика гетероциклів:

- A. Один або більше атомів відмінних від С
- B. Всі атоми С
- C. Поліциклічність
- D. Семичленні кільця
- E. Металічний характер

2. До гетероциклів належить:

- A. Піридин
- B. Бензол
- C. Нафталін
- D. Циклогексан
- E. Циклопентан

3. Фуран є:

- A. П'ятичленним О-гетероциклом
- B. П'ятичленним N-гетероциклом
- C. Шестичленним О-гетероциклом
- D. Шестичленним N-гетероциклом

Е. Семичленным N-гетероциклом

4. Тіофен – це:

- А. П'ятичленний S-гетероцикл
- В. П'ятичленний O-гетероцикл
- С. Шестичленний S-гетероцикл
- Д. Семичленний N-гетероцикл
- Е. Шестичленний O-гетероцикл

5. Пірол – це:

- А. П'ятичленний N-гетероцикл
- В. Шестичленний N-гетероцикл
- С. П'ятичленний O-гетероцикл
- Д. Шестичленний O-гетероцикл
- Е. Семичленний N-гетероцикл

6. Піридин використовується як:

- А. Розчинник
- В. Барвник
- С. Пластик
- Д. Паливо
- Е. Ефір

7. Гетероцикли з киснем часто зустрічаються у:

- А. Вуглеводах
- В. Ліках
- С. Пластмасах
- Д. Паливі
- Е. Металах

8. Двоатомні N-гетероцикли включають:

- А. Піримідин
- В. Пірол
- С. Фуран
- Д. Тіофен
- Е. Оксазол

9. Гетероцикли входять до складу:

- A. Нуклеїнових кислот
- B. Алканів
- C. Алкенів
- D. Алкінів
- E. Простих спиртів

10. Властивості гетероциклів визначаються:

- A. Типом гетероатому та структурою кільця
- B. Молекулярною масою
- C. Температурою кипіння
- D. Коліром
- E. Леткістю

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.

6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.

6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 36

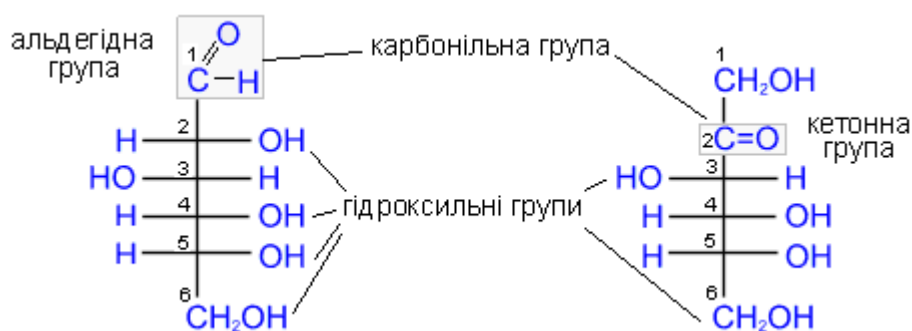
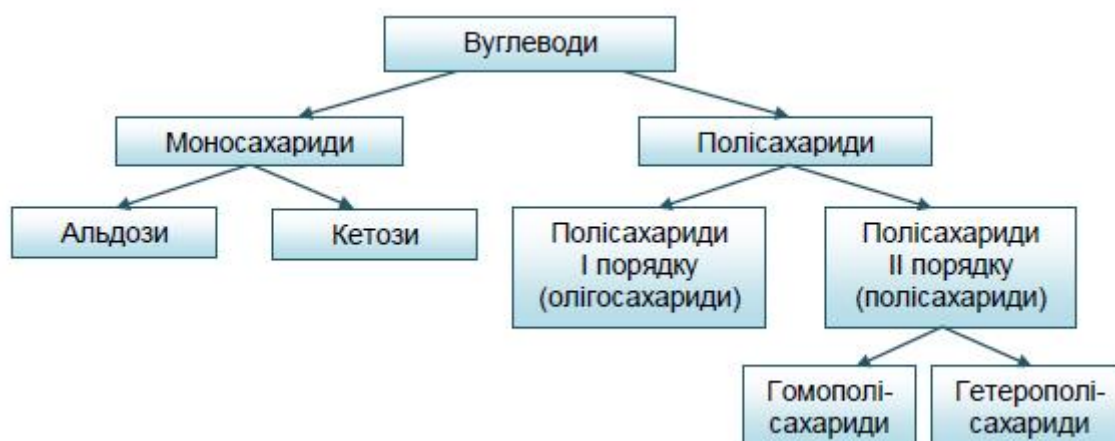
«Загальна характеристика вуглеводів. Моносахариди»

Мета: Ознайомити з будовою, ізомерією та хімічними властивостями моносахаридів.

Основні поняття (перелік питань): Альдози, кетози, фуранози, піранози, мутаротація, оптична активність.

План

1. Теоретичні питання:



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке моносахариди?
- 2) Чим альдози відрізняються від кетоз?
- 3) Що таке хіральний центр?
- 4) Які форми існування моносахаридів?
- 5) У чому сутність реакції осазонів?
- 6) Як відбувається циклізація глюкози?

- 7) Що таке α - і β -аномери?
- 8) Які реакції характерні для моносахаридів?
- 9) Які біологічні функції виконують моносахариди?
- 10) Як відрізнити редукуючий цукор від нередукуючого?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

- I. Напишіть структурні формули наступних сполук:
 - A. α -D-глюкопіраноза;
 - B. β -D-глюкопіраноза;
 - C. α -D-фруктопіраноза;
 - D. β -D-галактопіраноза;
 - E. Етил- α -D-глюкопіранозид;
 - F. Метил- β -D-фруктофуранозид.
- II. Яке явище називають мутаротацією? Наведіть схеми цикло-оксотатомічних перетворень наступних сполук:
 - A. D-глюкози;
 - B. D-фруктози;
 - C. D-галактози;
 - D. D-рібози.
- III. Напишіть схеми отримання альдогексозу з гекситу та альдопентози.
- IV. Чому альдогексози не взаємодіють із натрію гідросульфідом та фуксинсернистою кислотою? Напишіть схеми якісних реакцій, що доводять належність D-маннози до альдозів.
- V. Напишіть схеми реакцій, за допомогою яких можна довести, що D-глюкоза є поліоксиальдегідом, D-фруктоза – поліоксикетоном.
- VI. Наведіть схеми реакцій, що доводять наявність у молекулі D-глюкози та D-фруктози:
 - A. Напівацетального гідроксилу;
 - B. П'яти спиртових гідроксилів;
 - C. Альдегідної та кетонної групи.
- VII. Напишіть схеми окислення D-глюкози в нейтральному, кислому та лужному середовищах. Назвіть продукти.

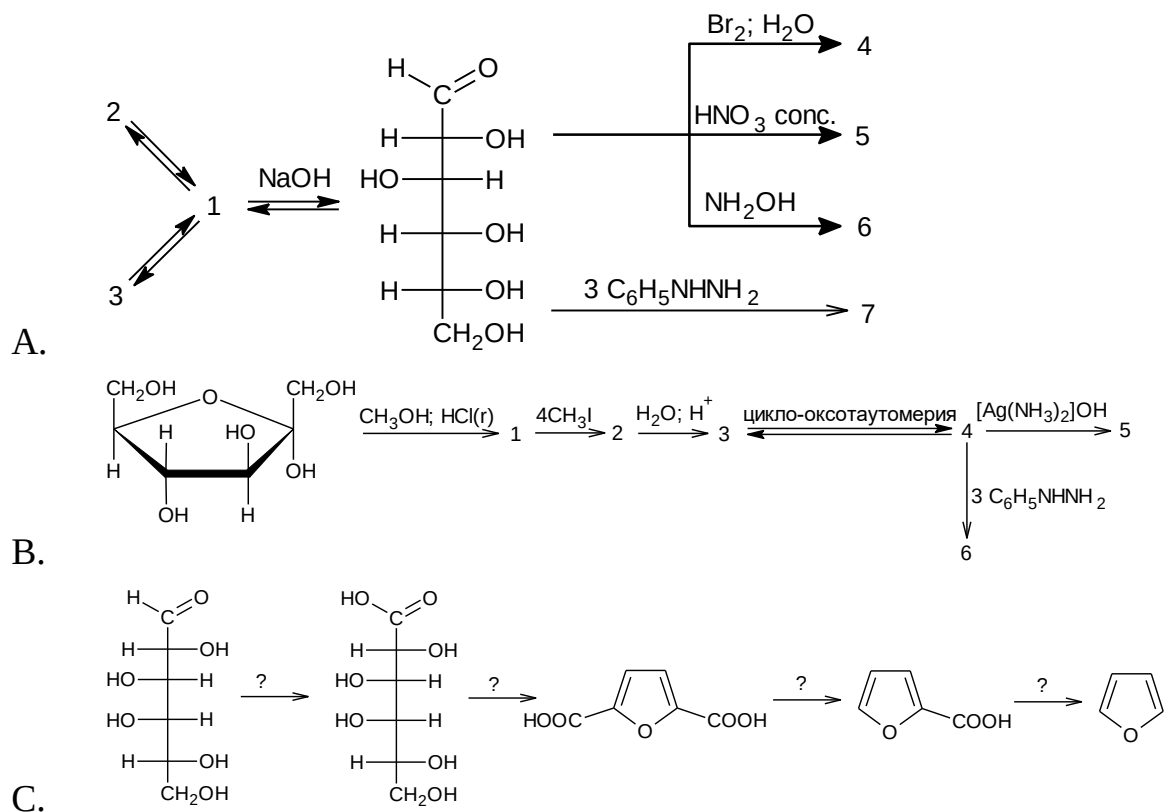
VIII. Що таке епімеризація та які сполуки називають епімерами? На прикладі *D*-маннози наведіть карбонільно-ендіольну тавтомерію. Чи є *D*-фруктози та *D*-глюкоза епімерами?

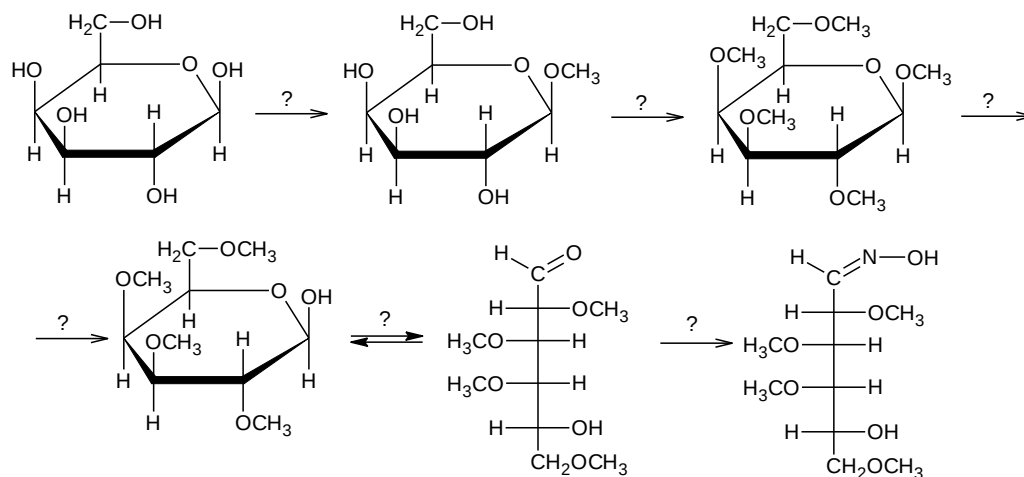
IX. Напишіть схеми та назвіть продукти реакцій *D*-глюкози з наступними реагентами:

A. [H];	G. H_2NOH ;
B. Br_2 ;	H. H^+ ; t ;
C. HNO_3 конц.;	I. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($\text{HCl}_{(r)}$);
D. $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$;	J. Надл. CH_3I або
E. Реактив Фелінга;	$(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$;
F. $3 \text{C}_6\text{H}_5\text{NHNH}_2$;	K. Надл. $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$.

X. Поясніть, чи можна за допомогою реакції утворення озазонів відрізнити *D*-глюкозу, *D*-маннозу та *D*-фруктозу. Напишіть схеми хімічних реакцій.

XI. Здійсніть ланцюжок перетворень:





D.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Моносахариди – це:

- A. Найпростіші вуглеводи
- B. Полісахариди
- C. Дисахариди
- D. Ліпіди
- E. Білки

2. Загальна формула моносахаридів:

- A. $C_nH_{2n}O_n$
- B. $C_nH_{2n+2}O_n$
- C. $C_nH_{2n-2}O_n$
- D. $C_nH_{2n+1}O_n$
- E. $C_nH_{2n}O_{n-1}$

3. Глюкоза є:

- A. Альдозою
- B. Кетозою
- C. Полісахаридом
- D. Дисахаридом
- E. Ліпідом

4. Фруктоза – це:

- A. Кетоза
- B. Альдоза
- C. Полісахарид

D. Дисахарид

E. Ліпід

5. Моносахариди розчиняються в:

A. Воді

B. Бензолі

C. Гексані

D. Тoluолі

E. Етері

6. Моносахариди можуть мати:

A. 3–7 атомів C

B. 1–2 атоми C

C. 8–10 атомів C

D. 0–12 атомів C

E. 12–15 атомів C

7. D-форма глюкози визначається:

A. Положенням гідроксильної групи на останньому асиметричному атомі

B. Типом альдегідної групи

C. Температурою плавлення

D. Кількістю атомів C

E. Молекулярною масою

8. Моносахариди вступають у реакцію:

A. Реакцію Фелінга

B. Гідрування до алканів

C. Сульфування

D. Окиснення до кетонів

E. Радикального заміщення

9. Глюкоза – це:

A. Діабетичний цукор, джерело енергії

B. Ліпід

C. Білок

D. Полісахарид

E. Дисахарид

10. Склад глюкози:

A. $C_6H_{12}O_6$

B. $C_6H_{10}O_5$

C. $C_{12}H_{22}O_{11}$

D. $C_5H_{10}O_5$

E. $C_7H_{14}O_7$

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.

7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.

7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 37

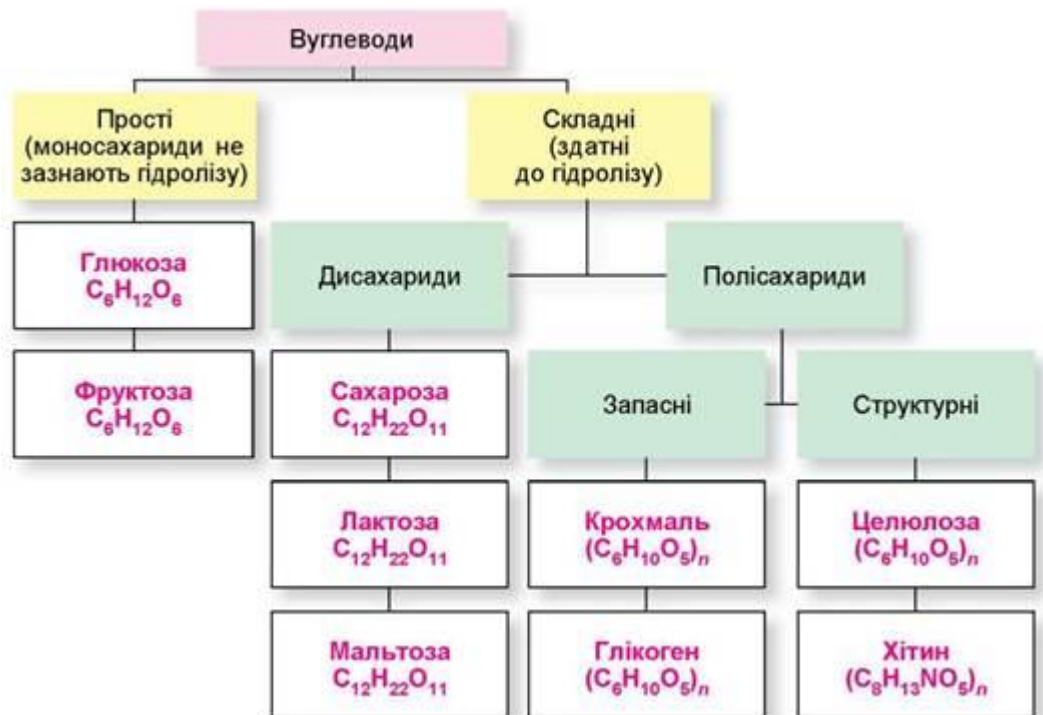
«Ди- і полісахариди»

Мета: Вивчити будову, гідроліз та біологічну роль складних вуглеводів.

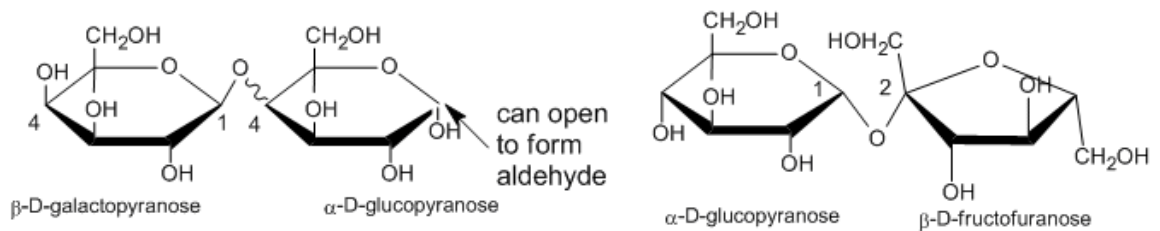
Основні поняття (перелік питань): Глікозидний зв'язок, дисахариди, крохмаль, целюлоза.

План

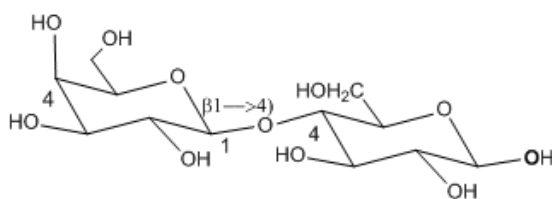
1. Теоретичні питання:



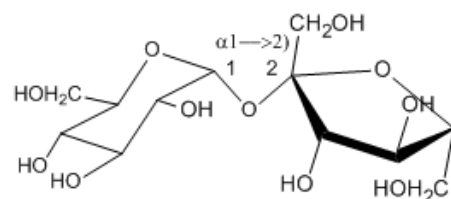
Disaccharides



lactose - Gal($\beta 1 \rightarrow 4$)Glc



sucrose - Glc($\alpha 1 \rightarrow 2$)Fru



2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке глікозидний зв'язок?
- 2) Чим дисахариди відрізняються від моносахаридів?
- 3) Які дисахариди є редукуючими?
- 4) Як утворюється сахароза?
- 5) У чому різниця між крохмалем і целюлозою?
- 6) Чому глікоген є високо розгалуженим?
- 7) Які реакції характерні для дисахаридів?
- 8) Які методи визначення вуглеводів?
- 9) Яку функцію виконують полісахариди в організмі?
- 10) Чому целюлоза не засвоюється людиною?

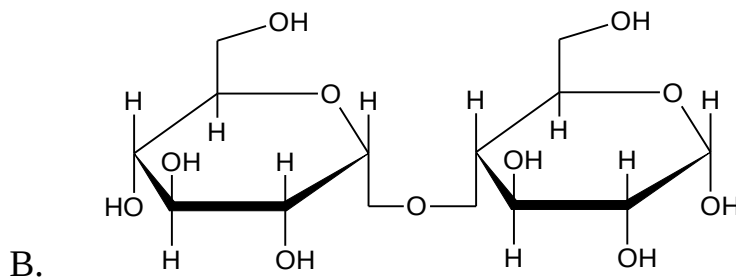
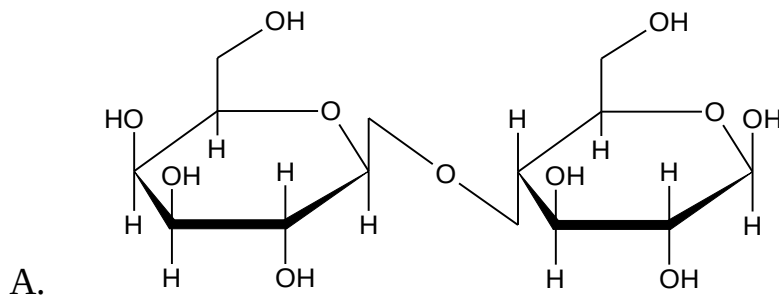
3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

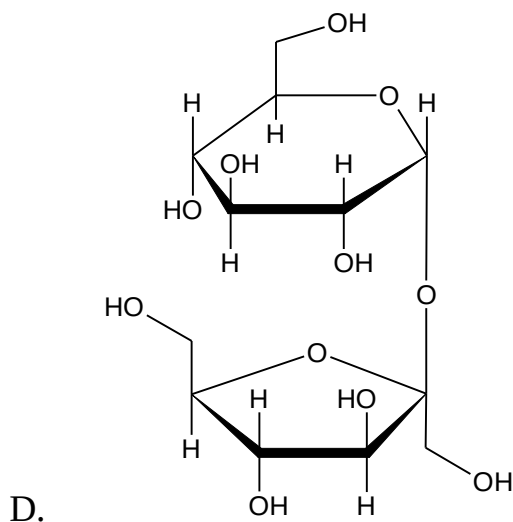
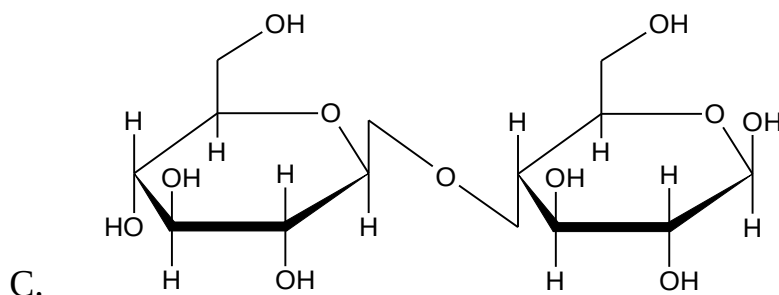
Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Напишіть структурні формули наступних сполук:

A. α -мальтоза;	E. Фрагмент
B. Метил- α -D-лактозид;	амілопектину;
C. Целобіонова кислота;	F. Фрагмент целюлози.
D. Фрагмент амілози;	

II. Назвіть наведені з'єднання по систематичній номенклатурі:





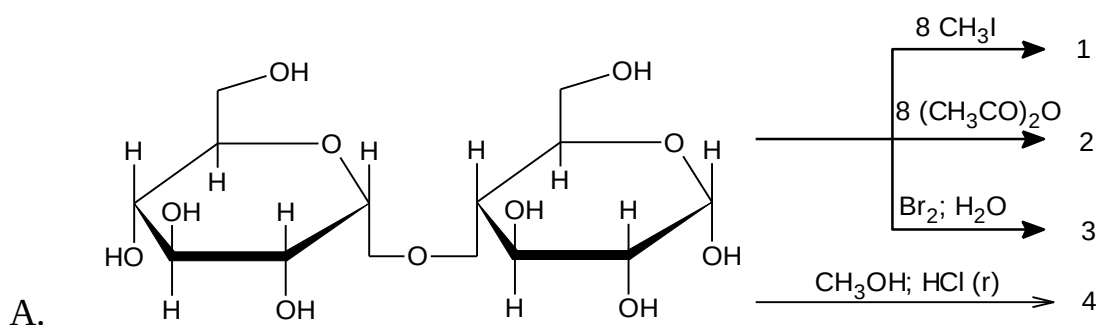
III. Наведіть схеми якісних реакцій, що підтверджують відновлювальну здатність мальтози. Чи можна за допомогою цих реакцій відрізнити лактозу від сахарози.

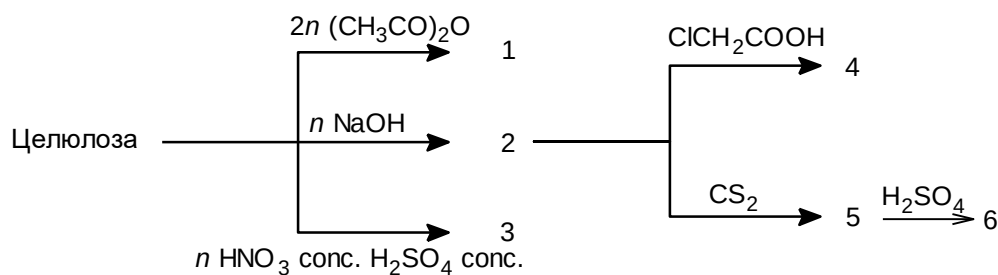
IV. Напишіть схеми реакції лактози з наступними реагентами. Назвіть продукти реакції.

A. $[H]$;	E. $C_6H_5NHNH_2$ надл.;
B. $[Ag(NH_3)_2]OH$;	F. CH_3OH ($HCl(r)$);
C. HCN ;	G. CH_3I надл.;
D. NH_2OH ;	H. $(CH_3CO)_2O$ надл.

V. Наведіть схеми повного гідролізу крохмалю та целюлози. Назвіть продукти.

VI. Здійсніть ланцюжок перетворень:





В.

Тестові завдання для самоконтролю:

- Дисахарид утворюється з:
 - Двох моносахаридів
 - Одного моносахариду
 - Трьох моносахаридів
 - Полісахаридів
 - Ліпідів
- Сахароза – це:
 - Дисахарид
 - Полісахарид
 - Моносахарид
 - Ліпід
 - Білок
- Лактоза складається з:
 - Глюкози та галактози
 - Дві глюкози
 - Глюкози та фруктози
 - Глюкози та сахарози
 - Фруктози та галактози
- Мальтоза складається з:
 - Двох глюкоз
 - Глюкози та галактози
 - Глюкози та фруктози
 - Фруктози та галактози
 - Двох фруктоз
- Полісахариди – це:

A. Макромолекули з багатьох моносахаридів

B. Дисахариди

C. Моносахариди

D. Ліпіди

E. Білки

6. Крохмаль – це:

A. Полісахарид рослинного походження

B. Дисахарид

C. Моносахарид

D. Ліпід

E. Білок

7. Глікоген – це:

A. Полісахарид тваринного походження

B. Полісахарид рослинного походження

C. Моносахарид

D. Дисахарид

E. Ліпід

8. Целюлоза – це:

A. Полісахарид клітинної стінки рослин

B. Ліпід

C. Білок

D. Моносахарид

E. Дисахарид

9. Полісахариди не розчиняються в:

A. Воді (клітковина)

B. Етанолі

C. Метанолі

D. Бензолі

E. Ацетоні

10. Функція полісахаридів:

A. Запас енергії та структурна

- В. Каталітична
- С. Транспортна
- Д. Сигнальна
- Е. Світлозахисна

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN:

9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.

10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, "Кварт"
2009: 402с.

11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin.
556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 38

«Білки»

Мета: Охарактеризувати структуру, хімічні властивості та біологічне значення білків.

Основні поняття (перелік питань): Первинна, вторинна, третинна структура; денатурація; пептидний зв'язок.

План

1. Теоретичні питання:

1. Що таке білки?

- Високомолекулярні полімери, побудовані з α -амінокислот, з'єднаних пептидними зв'язками.
- Є основними структурними й функціональними компонентами живих організмів.

2. Рівні організації білків

- Первинна структура — послідовність амінокислот.
- Вторинна — α -спіраль, β -складчастий шар.
- Третинна — тривимірне згортання ланцюга.
- Четвертинна — взаємодія кількох поліпептидних субодиниць (гемоглобін).

3. Властивості білків

- Амфотерність (іонізуються як кислоти й основи).
- Денатурація — руйнування природної структури під дією температури, кислот, лугів, солей важких металів.
- Гідроліз — до амінокислот (ферментативний або кислотний/лужний).
- Селективна розчинність у воді, солях, органічних розчинниках.

4. Функції білків

- Ферментативна (ензими).
- Структурна (колаген, кератин).
- Транспортна (гемоглобін, альбумін).
- Регуляторна (гормони-пептиди).
- Захисна (антитіла).
- Рухова (актин, міозин).
- Запасаюча (казеїн, феритин).

5. Класифікація

За складом:

- Прості (протеїни): складаються лише з амінокислот.
- Складні (протеїди): містять небілкову групу (гем, ліпід, цукор, фосфат).

За формою:

- Фібрилярні — ниткоподібні, нерозчинні (колаген, кератин).

- Глобулярні — компактні, розчинні (ензими, антитіла).

6. Біологічне значення

- Основні “робочі молекули” клітини.
- Забезпечують каталітичні реакції, транспорт, будову тканин.
- Є незамінними для життя — організм не може синтезувати всі амінокислоти самостійно.

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке амінокислотний залишок?
- 2) Чим первинна структура білка відрізняється від вторинної?
- 3) Що таке α -спіраль і β -структура?
- 4) Як утворюється пептидний зв'язок?
- 5) Що таке денатурація?
- 6) Які властивості білків є найважливішими для фармакології?
- 7) Які реакції використовують для виявлення білків?
- 8) Чим ферменти відрізняються від інших білків?
- 9) Як білки функціонують у мембранах?
- 10) Які фактори впливають на стабільність білків?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Класифікація білків

Створити таблицю за ознаками:

- склад (прості, складні білки),
- форма (глобулярні, фібрилярні),
- функція (ферменти, гормони, транспортні тощо).

Навести приклади.

II. Дослідження рівнів структурної організації

Побудувати приклади:

- первинної,
- вторинної (α -спіраль, β -шар),

- третинної,
- четвертинної структур.

Пояснити її стабілізуючі зв'язки та взаємодії.

III. Гідроліз білків

Написати рівняння кислотного, лужного та ферментативного гідролізу.

Пояснити різницю кінцевих продуктів.

IV. Кольорові реакції ідентифікації білків

Виконати або описати проведення реакцій:

- біуретова,
- ксантопротейнова,
- нінгідринова,
- реакція Міллона.

Проаналізувати, які амінокислотні залишки дають позитивний тест.

V. Вивчення ізоелектричної точки білків

Для 3 різних білків знайти значення pI (із бази даних).

Пояснити, як заряд змінюється зі зміною pH .

VI. Вплив температури та pH на денатурацію

Підготувати експеримент або його модель:

оцінити поведінку білка при:

- нагріванні,
- зміні pH ,
- дії солей важких металів.

Зробити висновок.

VII. Спектрофотометричне визначення концентрації білків

Опрацювати методи:

- УФ-спектроскопії (280 нм),
- реакції Лоурі,
- методу Бредфорда.

Порівняти чутливість.

VIII. Роль білків у біологічних системах

Підготувати коротку доповідь на 1 сторінку про будь-який білок (інсулін, гемоглобін, ферменти СҮР).

ІХ. Структура амінокислотних залишків у білку

Визначити послідовність пептиду (до 10 амінокислот) за даними мас-спектра або фрагментації.

Х. Індивідуальне завдання

Дослідити механізм згортання білка та роль шаперонів у формуванні третинної структури.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Білки – це:
 - A. Полімери амінокислот
 - B. Полісахариди
 - C. Ліпіди
 - D. Моносахариди
 - E. Дисахариди
2. Первинна структура білка визначається:
 - A. Послідовністю амінокислот
 - B. Просторовою конфігурацією
 - C. Гідрофобністю
 - D. Полярністю
 - E. Вмістом вуглецю
3. Вторинна структура білка включає:
 - A. α -спіраль, β -складку
 - B. Поліпептидний ланцюг
 - C. Димер
 - D. Полісахарид
 - E. Ліпідну групу
4. Третинна структура білка забезпечується:
 - A. Водневими, дисульфідними та гідрофобними зв'язками
 - B. Тільки водневими зв'язками
 - C. Тільки дисульфідними зв'язками

- D. Тільки ковалентними
 - E. Ліпідними взаємодіями
5. Квартерна структура білка – це:
- A. Комплекс кількох поліпептидних ланцюгів
 - B. α -спіраль
 - C. β -складка
 - D. Мономер
 - E. Глікозильований білок
6. Денатурація білка – це:
- A. Руйнування вторинної та третинної структури
 - B. Гідроліз до амінокислот
 - C. Поліпептидний синтез
 - D. Фосфорилювання
 - E. Окиснення
7. Роль білків:
- A. Структурна, каталізаторна, транспортна
 - B. Лише структурна
 - C. Лише енергетична
 - D. Лише сигнальна
 - E. Лише регуляторна
8. Амінокислоти з неполярними радикалами:
- A. Гліцин, аланін
 - B. Серин, треонін
 - C. Аспартат, глутамат
 - D. Лізин, аргінін
 - E. Гістидин, триптофан
9. Пептидний зв'язок утворюється між:
- A. Аміногрупою та карбоксильною групою
 - B. Гідроксильною та карбоксильною
 - C. Карбоксильною та сульфгідрильною
 - D. Аміногрупою та гідроксильною

Е. Сульфгідрильною та карбоксильною

10. Біологічна активність білка залежить від:

- А. Просторової структури
- В. Молекулярної маси
- С. Температури плавлення
- Д. Полярності
- Е. Розчинності

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.

7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.

7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 39

«Ліпіди. Жири»

Мета: Розглянути будову, класифікацію та біологічну функцію ліпідів.

Основні поняття (перелік питань): Тригліцериди, жирні кислоти, омилення, фосфоліпіди.

План

1. Теоретичні питання:

1. Загальна характеристика

- Ліпіди — це біомолекули, нерозчинні у воді, але добре розчинні в органічних розчинниках.
- До ліпідів належать жири, фосфоліпіди, стероїди, гліколіпіди, воски.

2. Жири (тригліцериди)

- Жири — це естери гліцеролу та вищих карбонових (жирних) кислот.
- Складаються з гліцеролу + 3 залишків жирних кислот → триацилгліцероли.

3. Класифікація жирів

- Насичені (тверді): пальмітинова, стеаринова кислоти.
- Ненасичені (рідкі): олеїнова, лінолева, ліноленова кислоти.
- Тваринні та рослинні жири.

4. Функції ліпідів

- Енергетична (1 г → 38–40 кДж).
- Структурна (компоненти мембран).
- Захисна (теплоізоляція, амортизація).
- Регуляторна (стероїдні гормони, простагландини).
- Транспорт жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К).

5. Властивості тригліцеридів

- Гідроліз: → гліцерол + жирні кислоти.
 - Лужний гідроліз → мило (омилення).
- Гідрування: перетворення рідких жирів на тверді (маргарин).

- Окиснення: призводить до прогоркання жирів.

6. Біологічне значення

- Основне депо енергії організму.
- Захист внутрішніх органів.
- Необхідні для нормального функціонування мембран і гормонального балансу.

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Що таке ліпіди?
- 2) Які типи ліпідів існують?
- 3) Як утворюються триацилгліцероли?
- 4) Чим насичені жирні кислоти відрізняються від ненасичених?
- 5) Що таке йодне число?
- 6) Що таке омилення жирів?
- 7) Які біологічні функції ліпідів?
- 8) Як фосфоліпіди утворюють мембрани?
- 9) Які властивості мають воски?
- 10) Які патології пов'язані з порушенням ліпідного обміну?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Класифікація ліпідів.

Створити таблицю за групами:

- прості ліпіди,
- складні ліпіди,
- похідні ліпідів.

Надати приклади та функції.

II. Структурні формули триацилгліцеролів.

Побудувати формули:

- тристеарину,
- триолеїну,
- змішаних жирів.

Проаналізувати насиченість, рухливість і температуру плавлення.

III. Гідроліз жирів.

Скласти рівняння:

- кислотного гідролізу,
- лужного гідролізу (омилення),
- ферментативного гідролізу ліпазами.

IV. Йодне число та ступінь ненасиченості

Розрахувати йодне число для даних молекул.

Оцінити рівень ненасиченості.

V. Окиснення жирних кислот.

Описати:

- автоокиснення,
- пероксидне псування жирів,
- реакції з утворенням альдегідів і кетонів.

Пояснити вплив світла та температури.

VI. Ліпіди клітинних мембран.

Дослідити будову:

- фосфоліпідів,
- гліколіпідів,
- сфінголіпідів.

Створити схему мембрани.

VII. Методи дослідження ліпідів.

Коротко описати:

- хроматографію (ТШХ, ГХ),
- ЯМР,
- ІЧ-спектроскопію жирних кислот і триацилгліцеролів.

VIII. Етерифікація жирних кислот.

Скласти рівняння утворення естерів жирних кислот з етанолом і метанолом.

Пояснити застосування у паливній промисловості (біодизель).

IX. Розрахунок складу жирів у суміші

Використовуючи експериментальні дані (щільність, t° плавлення або кислотне число), визначити можливий склад триацилгліцеролів у зразку.

Х. Індивідуальний проєкт.

Проаналізувати ліпідний профіль одного з продуктів харчування (олія, вершкове масло, риба) і зробити висновок щодо його біологічної цінності.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Ліпіди – це:
 - A. Гідрофобні або амфіпатичні сполуки
 - B. Водорозчинні вуглеводи
 - C. Полісахариди
 - D. Білки
 - E. Моносахариди
2. Основна функція жирів:
 - A. Енергетична
 - B. Каталітична
 - C. Сигнальна
 - D. Структурна лише
 - E. Транспортна
3. Жири – це:
 - A. Естери гліцеролу та жирних кислот
 - B. Моносахариди
 - C. Дисахариди
 - D. Полісахариди
 - E. Білки
4. Насичені жири:
 - A. Мають тільки одинарні C–C зв'язки
 - B. Мають подвійні C=C
 - C. Мають тройні C≡C
 - D. Не містять C
 - E. Мають кисневі радикали
5. Ненасичені жири:

- A. Містять один або більше подвійних зв'язків
 - B. Мають лише одинарні зв'язки
 - C. Є кристалічними при кімн. температурі
 - D. Не містять C
 - E. Мають аміногрупи
6. Тригліцериди складаються з:
- A. Гліцеролу та трьох жирних кислот
 - B. Однієї амінокислоти
 - C. Двох моносахаридів
 - D. Гліцеролу та однієї жирної кислоти
 - E. Фосфоліпіду
7. Фосфоліпіди відрізняються від тригліцеридів:
- A. Мають фосфатну групу
 - B. Мають три жирні кислоти
 - C. Мають амінокислоти
 - D. Не містять гліцеролу
 - E. Є полісахаридами
8. Омега-3 та омега-6 жирні кислоти:
- A. Ненасичені
 - B. Насичені
 - C. Тригліцериди
 - D. Полісахариди
 - E. Моносахариди
9. Ліпіди виконують роль:
- A. Енергетичного резерву та структурної складової мембран
 - B. Каталізаторів
 - C. Моносахаридів
 - D. Води
 - E. Солей
10. Гідроліз жиру утворює:
- A. Гліцерин та жирні кислоти

- В. Моносахариди
- С. Полісахариди
- Д. Білки
- Е. Фосфоліпіди

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с. УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.
4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN:

9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.

10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, "Кварт"
2009: 402с.

11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin.
556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry
6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>

ТЕМА 40

«Вуглеводи. Білки. Ліпіди. Жири»

Мета: Узагальнити знання про найважливіші класи біомолекул та їх роль у живих системах.

Основні поняття (перелік питань): Біополімери, енергетичний обмін, структура–властивості–функція.

План

1. Теоретичні питання:

Вуглеводи — основне джерело енергії для організму, поділяються на

моносахариди (глюкоза, фруктоза), дисахариди (сахароза, лактоза) та полісахариди (крохмаль, глікоген, клітковина), виконують енергетичну, структурну та резервну функції; білки — полімери амінокислот, що є будівельним матеріалом клітин, каталізаторами (ферментами), гормонами та антитілами, забезпечують структурну, регуляторну, транспортну та захисну роль; ліпіди — гідрофобні сполуки, включають жири, фосфоліпіди, стероїди, виконують енергетичну, запасуючу, теплоізоляційну та структурну функції мембран; жири — тригліцериди, головна форма запасу енергії, забезпечують накопичення жиророзчинних вітамінів, термоізоляцію та механічний захист органів. Вуглеводи, білки та ліпіди взаємодіють у метаболізмі, підтримують енергетичний баланс і нормальне функціонування організму.

2. Питання для самоконтролю (перелік питань):

- 1) Які біомолекули належать до основних класів органічних сполук?
- 2) Як порівняти будову білків, вуглеводів і ліпідів?
- 3) Які функції виконують ці біомолекули?
- 4) Чому білки — полімери амінокислот?
- 5) Як вуглеводи забезпечують енергетичну функцію?
- 6) Чому ліпіди є гідрофобними?
- 7) Як ліпіди утворюють клітинні мембрани?
- 8) Чим відрізняється будова глюкози і амінокислоти?
- 9) Як відбувається взаємодія білків з ліпідами?
- 10) Як дефіцит цих речовин впливає на організм?

3. Завдання для самостійного опрацювання матеріалу:

Практичні роботи / індивідуальні завдання:

I. Порівняння трьох класів біомолекул

Створити велику інтегровану таблицю:
порівняти вуглеводи, білки та ліпіди за:

- будовою,
- функцією,
- розчинністю,

- зв'язками,
- рівнями організації.

II. Метаболічні шляхи

Намалювати короткі схеми:

- гліколізу,
- β -окиснення жирних кислот,
- протеолізу.

Показати, як вони перетинаються у проміжному метаболізмі.

III. Енергетична цінність біомолекул

Розрахувати:

- калорійність 1 г білків, жирів, вуглеводів,
- сумарну енергетичну цінність страви за складом.

IV. Реакції ідентифікації основних класів

Підібрати якісні реакції для:

- альдоз і кетоз,
- білків,
- жирів.

Записати механізми утворення забарвлених сполук.

V. Складання структур реальних біомолекул

Побудувати формули:

- глюкози (α і β форм),
- трипептиду,
- триацилгліцеролу.

Пояснити функціональні групи.

VI. Мембрани та біополімери

Створити схему "клітинна мембрана":
фосфоліпіди + білки + вуглеводні ланцюги.

VII. Біоенергетика

Пояснити, чому:

- жири — найбільш енергомісткий запас,
- вуглеводи — швидкий енергетичний ресурс,

- білки — пластичний матеріал.

VIII. Ферментативні процеси

Підібрати приклади ферментів, що діють на:

- вуглеводи,
- білки,
- ліпіди.

Пояснити специфічність.

IX. Аналітичне визначення біомолекул

Описати 3 методи визначення:

- глюкози у крові,
- білка в сироватці,
- триацилгліцеролів.

X. Індивідуальний інтегрований проект

Створити презентацію «Роль вуглеводів, білків і ліпідів у життєдіяльності клітини» з включенням:

- схем,
- структурних формул,
- біохімічних шляхів.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Основне джерело енергії для організму:

- A. Вуглеводи
- B. Білки
- C. Ліпіди
- D. Вода
- E. Вітаміни

2. Енергетична цінність 1 г білка:

- A. 4 ккал
- B. 9 ккал
- C. 7 ккал
- D. 2 ккал
- E. 1 ккал

3. Енергетична цінність 1 г ліпідів:
- A. 9 ккал
 - B. 4 ккал
 - C. 7 ккал
 - D. 2 ккал
 - E. 1 ккал
4. Основна структурна функція білків:
- A. Формування тканин
 - B. Джерело глюкози
 - C. Енергетична
 - D. Ліпідна
 - E. Водна
5. Полісахариди виконують:
- A. Запасальну та структурну функцію
 - B. Лише сигнальну
 - C. Лише регуляторну
 - D. Каталітичну
 - E. Водну
6. Тригліцериди – це:
- A. Запас енергії
 - B. Моносахариди
 - C. Білки
 - D. Полісахариди
 - E. Вітаміни
7. Ліпіди в мембранах представлені:
- A. Фосфоліпідами
 - B. Тригліцеридами
 - C. Холестерином лише
 - D. Вуглеводами
 - E. Білками
8. Дисахариди розщеплюються на:

- A. Моносахариди
- B. Ліпіди
- C. Білки
- D. Полісахариди
- E. Вітаміни

9. Основна функція білків-ферментів:

- A. Каталітична
- B. Структурна
- C. Енергетична
- D. Запасальна
- E. Транспортна

10. Основна властивість ліпідів:

- A. Гідрофобність
- B. Розчинність у воді
- C. Полярність
- D. Каталітичність
- E. Гідролізованість

Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Фармація»] / Автори: Іващенко О., Копанцева Л. – Полтава : ПДМУ, 2023. – 192 с.
2. Хімія флавоноїдів. Похідні хромонів – хроманони, гетеро-анельовані хромони та азахромони: монографія / В.П. Хиля, Т.В. Шокол, Н.В. Горбуленко, В.В. Іщенко, В.С. Москвіна, О.В. Шабликіна, 2022. – 200 с.
УДК 547.814.5
3. Практикум з органічної хімії. Реакційна здатність органічних сполук / уклад. О. М. Швед, С. Л. Богза, Є. А. Бахалова, Н. С. Ситник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 144 с.

4. Лабораторний практикум з органічної хімії : практикум / О. В. Шевченко, К. В. Буренкова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 176 с.
5. Циклоконденсації в органічному синтезі: Навчальний посібник / Ю.М. Воловенко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 72 с.
6. Літературний пошук в органічній хімії: методичні вказівки / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 32 с.
7. Сучасні методи органічного синтезу: підручник для студ. хім. ф-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
8. Органічна хімія. Загальний практикум / М.В. Горічко, Д.С. Мілохов, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 196 с. ISBN: 978-966-933-053-6
9. Органічна хімія. Методичні рекомендації до виконання в дистанційному режимі контрольних і тестових завдань з дисципліни студентами денної та заочної форм навчання / О.Ю. Свєткіна, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017 . – 38 с.

Додаткова:

1. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
2. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
3. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х.:

Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

4. Навчальний посібник з органічної хімії для студентів фармацевтичного факультету, ред. Б.С. Зіменковського, Львів, ЛНМУ, 2013, 316с.
5. Органічна хімія в реакціях: Навчальний посібник / О.О. Григоренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2013. – 114 с.
6. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навчальний посібник / М.В. Горічко, В.Г. Пивоваренко. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 352 с.
7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том І: - Київ: Медицина, 2014: 398с.
8. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: у 3-х кн./ За ред. В.П. Черних - Харків.: Вид-во НфаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
9. В.П.Черних, В.І. Гридасов. Посібник до лабораторних і семінарських занять з органічної хімії. Харків. Вид-во “Основа”, 1991.- 372 с.
- 10.Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. - Львів, “Кварт” 2009: 402с.
- 11.Stoker, H. S. (2001). Organic and biological chemistry. Houghton Mifflin. 556p.

Електронні інформаційні ресурси:

1. Khan Academy – Organic Chemistry
https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry?utm_source=chatgpt.com
2. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry I –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005/>
3. MIT OpenCourseWare – Organic Chemistry II –
<https://ocw.mit.edu/courses/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006/>
4. Organic Chemistry Tutor –
<https://www.youtube.com/c/TheOrganicChemistryTutor>
5. LibreTexts – Organic Chemistry –
https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry

6. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://chemcollective.org/vlab>
7. Онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії (FREE) –
<https://molview.org/>