

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інституту органічної хімії НАН України
протокол № 18

від « 07 » 12 2020 року

Голова Вченої ради

органічної хімії НАН України

 **акад. В.І. Кальченко**


(підпис) 07 12 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ
З ДИСЦИПЛІНИ**

«ХІМІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК СІРКИ»

**для аспірантів третього науково-освітнього рівня
спеціальності 102-«Хімія», спеціалізація «Органічна хімія»,
галузь знань 10 – природничі науки**

Число кредитів ЄКТС – 4 (120 год.)

Лекцій – 26 годин

Практичних занять – 30 годин

Самостійна робота – 60 годин

Консультації – 4 годин

Форма контролю знань – залік

Київ - 2020

Робоча програма з дисципліни «Хімія органічних сполук сірки» за спеціальністю 102 – хімія, галузь знань 10 – природничі науки для аспірантів третього науково-освітнього рівня
„04” 12, 2020 р. – 14с.

Розробник:

В.М. Тимошенко, д.х.н., проф.



(підпис)

Програму затверджено на засіданні Вченої ради

Інституту органічної хімії НАН України

протокол № 18

від « 07 » 12 2020 року

Вчений секретар

к.х.н.



В.С. Нікітченко

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Хімія органічних сполук сірки» є однією з базових у підготовці фахівців в галузі хімії, оскільки дає можливість опанувати знання в різних областях наук, що вивчають та використовують сірковмісні сполуки, зокрема, в медичній хімії, хімії захисту рослин, каталізі, хімії матеріалів та інших областях науки і техніки.

Програма навчальної дисципліни складається з двох змістовних модулів:

1. Основні класи сіркоорганічних сполук.
2. Органічні сполуки сірки із зв'язком сіркогетероатом

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна «Хімія органічних сполук сірки» є однією з вибіркових, яка входить до дисциплін професійної підготовки. Даний курс вивчається аспірантами протягом VI семестра та третього навчального року. Для вивчення курсу необхідні знання та вміння, набуті аспірантами з дисциплін «Основи органічної хімії», «Фізико-хімічні методи досліджень органічних сполук». Матеріал курсу слугує основою для формування умінь та навичок, необхідних для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у науково-дослідницькій діяльності, а також виконання оригінальних наукових досліджень.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою дисципліни є набуття знань та досягнення вільного володіння матеріалом в галузі хімії органічних сполук сірки.

1.2. Завданням дисципліни – є розвиток теоретичних уявлень про природу хімічного зв'язку в органічних сполуках сірки, особливостях їх будови, реакційної здатності та основних напрямів практичного застосування.

1.3. У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен наступне.

Знати та розуміти:

- основні класи сіркоорганічних сполук, їх електронну будову, класифікацію і номенклатуру;
- всі можливі валентні та координаційні стани атома сірки;

- основні методи синтезу сіркоорганічних сполук;
- найважливіші типи реакцій сіркоорганічних сполук та їх механізми;
- сучасні тенденції розвитку хімії сіркоорганічних сполук та області і способи їх застосування.

Вміти:

- планувати синтез органічних сполук сірки різних типів;
- ідентифікувати сіркоорганічні сполуки з використанням сучасних фізико-хімічних методів;
- ефективно планувати використання сіркоорганічних реагентів в органічному синтезі;
- використовувати знання з хімії сіркоорганічних сполук при вивченні суміжних дисциплін.

Володіти: сучасними методами синтезу та дослідження сіркоорганічних сполук, фізико-хімічними методами їх ідентифікації, технікою безпеки з при роботі з сіркоорганічними сполуками різних типів.

Сформовані компетентності:

- Здатність до проведення самостійних наукових досліджень. Набуття компетентностей ініціювання та виконання наукових досліджень, які дають можливість переосмислити наявні та отримати нові знання.
- Здатність самостійно формулювати і вирішувати оригінальні дослідницькі завдання в області органічної хімії.
- Уміння прогнозувати перспективи розвитку природничих наук і наук про життя, їхній вплив на подальше існування людства.
- Навички незалежного виконання експериментів, уміння описувати, аналізувати та критично оцінювати отримані експериментальні дані.

Програмні результати навчання:

- Оволодіння уявленнями про загальні закономірності, які описують поведінку і взаємодію молекулярних об'єктів в синтетичних процесах.
- Знання структури, методів синтезу та властивостей основних типів сірковмісних органічних сполук.

2. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо - науковий)
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Вибіркова дисципліна
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-
Форма контролю	залік
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	
	денна форма навчання
Рік підготовки	3
Семестр	6
Лекційні заняття	26 год.
Практичні, семінарські заняття	—
Самостійна робота	60 год.
Консультації	4 год
Індивідуальні завдання	-

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Основні класи сіркоорганічних сполук

Тема 1. Вступ до хімії органічних сполук сірки. Специфіка сіркоорганічних молекул.

Загальні теоретичні поняття. Електронна структура сірки та її 2-, 4-, 6-ти валентних сполук. Геометрія сполук сірки. Електронні ефекти сірковмісних замісників. Елементарна сірка. Будова та фізичні властивості. Реакції елементарної сірки з нуклеофільними агентами, ненасиченими і ароматичними вуглеводнями, N-галоїдсполуками. Реакція Вільгеродта.

Тема 2. Сполуки двовалентної сірки. Тіоли та сульфідиди.

Тіоли. Методи синтезу. Фізичні властивості. Реакції. Меркаптиди. Приєднання тіолів до ненасичених сполук. Окиснення. Реакції з альдегідами і кетонами. Сульфідиди. Методи синтезу. Властивості. Реакції з галогенами. Окиснення і окиснювальне імінування. Електронні ефекти сульфідної сірки.

Властивості α -хлорометилсульфідів. Ненасичені сульфідиди. Алкілування сульфідів. Властивості сульфонійових солей. Ди- та полісульфідиди. Способи одержання. Структура. Реакції з нуклеофільними та електрорфільними агентами. Окиснення. Відновлення.

Тема 3. Сполуки чотири- та шести-валентної сірки. Сульфоксиди та сульфониди.

Сульфоксидиди. Способи синтезу. Окиснення. Синтез оптичних активних сульфоксидів з використанням хіральних окислювачів. Відновлення. Реакція Пуммерера. Алкілування. Диметилсульфоксид. Властивості. Застосування. Стереохімія сульфоксидів.

Сульфониди. Способи синтезу. Будова та електронні ефекти сульфонільної групи. Властивості алкіл- та вінілсульфонів. Сульфолени. Одержання. Властивості. Застосування.

Тема 4. Хлоровмісні сполуки дво- та тривалентної сірки та їх похідні.

Сульфенілгалогенідиди. Методи синтезу. Властивості. Гідроліз. Реакція з амінами, спиртами, тіолами, ненасиченими сполуками. Сульфенові кислоти та їх похідні. Трихлорометансульфеніл- хлорид і трифторметансульфенілхлорид. Синтез. Властивості. Застосування трихлорметансульфенілхлориду в органічному синтезі. Окиснювальне імінування сульфенілхлоридів. Сульфенамідиди. Властивості. Стабільні радикали із сульфенамідів. Застосування.

Тема 5. Органічні кислоти чотиривалентної сірки та їх похідні.

Сульфіннові кислоти. Методи синтезу. Будова. Властивості. Диспропорціонування. Окиснення. Відновлення. Алкілювання. Реакції з альдегідами, хінонами. Похідні сульфіннових кислот (хлороангідриди, естери, амідиди). Оптична ізомерія. Похідні сульфіннімідових кислот. Синтез. Властивості. Тіосульфінати - синтез, властивості, диспропорціонування.

Тема 6. Органічні кислоти шестивалентної сірки та їх похідні.

Сульфокислотиди. Методи синтезу. Реакція сульфування ароматичних вуглеводнів. Методи синтезу алкансульфокислот. Властивості сульфокислот. Обмін сульфогрупи в ароматичному ядрі на інші функціональні групи. Похідні сульфокислот (естери, тіоестери, амідиди). Синтез. Властивості. Сульфамідиди, N-галюїдсульфамідиди - синтез, властивості, застосування в органічному синтезі. Сульфамідні препарати.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Органічні сполуки сірки із зв'язком сіркогетероатом

Тема 7. Похідні сульфоксилової, сірчистої, іміносірчистої та імідосірчаної кислот.

Галогенангідриди. естери, амідни. Сульфамінова кислота. Реагент Графа ClSO_2NCO . Ангідриди сірчистої і сірчаної кислот. Одержання, властивості.

Тема 8. Імінопохідні чотири- та шести-валентної сірки.

Сульфініміни, сульфоксіміни, сульфінімідаміди та діаміди імідосульфенової кислоти. Методи синтезу, властивості. Оптична ізомерія. N-сульфініл- та N-сульфоніламіни. Синтез, стабільність, реакції.

Тема 9 Іліди сірки.

Електронна природа ілідів сірки. Методи отримання. Реакції. Механізм переносу алкіліденової групи на подвійний зв'язок. Синтез епоксидів, азиридинів та циклопропанів. Перегрупування ілідів. Дисоціація в карбени. Оксисульфонійові іліди.

Тема 10. Сульфурани з 4- і 6-ти валентним атомом сірки.

Галогенсульфурани. Оксисульфурани. Аміноссульфурани. Синтез та властивості. Чотирифториста сірка, властивості та застосування.

Тема 11. Тіокарбонільні сполуки.

Тіоальдегіди та тіокетони. Методи отримання, властивості, стабільність. Кето-енольна таутомерія. Тіокарбоніліліди. Сульфінни та сульфени. Методи синтезу та властивості. Іміно похідні тіокетонів. Синтез та реакції. Реакції циклоприєднання до тіоальдегідів та тіокетонів. Полімеризація.

Тема 12. Похідні моно- та дитіокарбонієвих кислот.

Тіоноестери та дитіоестери. Синтез та властивості. Тіонкарбонати. Властивості естерів та солей тіовугільної кислоти. Тіоаміди, тіогідрази, тіосечовини та тіосемікарбази.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Самостійна робота	Консультації
1	2	3	4	5	7
Змістовий модуль 1. <u>Основні класи сіркоорганічних сполук</u>					
Тема 1.	9	2	3	4	-
Тема 2.	10	2	3	5	-

Тема 3.	13	3	3	6	1
Тема 4.	9	2	2	5	-
Тема 5.	9	2	2	5	-
Тема 6.	10	2	2	5	1
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	60	13	15	30	2
Змістовий модуль 2. <u>Органічні сполуки сірки із зв'язком сіркогетероатом</u>					
Тема 7.	10	2	3	5	-
Тема 8.	10	2	3	5	-
Тема 9.	10	2	3	5	-
Тема 10.	10	2	2	5	1
Тема 11.	9	2	2	5	-
Тема 12.	11	3	2	5	1
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	13	15	30	2
Усього годин	120	26	30	60	4

5. Теми практичних занять.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Синтез тіолів та сульфідів з металоорганічних сполук та сірки	3
2	Алкілування меркаптанів та тіолів. Синтез сульфідів.	3
3	Окиснення сульфідів до сульфоксидів та сульфонів	3
4	Отримання сульфенілхлоридів хлоруванням дисульфідів. Синтез сульфенамідів.	2
5	Синтез хлорангідридів та амідів сульфінімідових кислот.	2
6	Синтез N-хлоросульфамідів та їх використання в реакціях імінування.	2
7	Синтез реагента Графа	3
8	Синтез сульфоксимінів азидоводневим та йодацетатно-карбаматним методами.	3
9	Синтез циклопропанів шляхом приєднання ілїду сірки до олефінів	3
10	Реакції спиртів з аміносульфуранами.	2
11	Отримання тіокетонів за допомогою реагента Лоуссона	2
12	Синтез дитіоестерів з металоорганічних сполук та сірковуглецю. Реакції циклоприєднання.	2
Разом:		30

6. Тематика самостійної роботи.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Класифікація сіркоорганічних сполук. Знаходження органічних сполук сірки в природі. Елементарна сірка.	4
2.	Техніка безпеки при роботі з сіркоорганічними сполуками	4
3.	Структурні типи сіркоорганічних сполук. Координація і валентність. Електронні ефекти сірковмісних замісників.	5
4.	Поліфункціональні тіоли. Гідрокси- та галогеновмісні тіоли. Ненасичені тіоли.	5
5.	Стереоселективний синтез сіркоорганічних сполук. Хіральні спрямовуючі агенти. Визначення абсолютної конфігурації.	4
6.	Неорганічні сполуки сірки (кислоти, хлориди, оксохлориди, оксиди та їх іміноаналоги). Застосування в синтезах органічних сполук сірки.	4
7.	Сульфінові кислоти та їх імінопохідні.	4
8.	Сульфо кислоти. Сульфаміди. Сульфамідні препарати	4
9.	Органічні сульфіти та сульфати.	4
10.	Основні типи та класифікація імінопохідних сірки.	4
11.	Застосування ілідів сірки.	4
12.	Методи отримання та реакційна здатність сульфонієвих, сульфоксонієвих та іміносульфоксонієвих солей.	5
13	Флуоровмісні тіокетони тв. тіоальдегіди. Синтез, властивості та стабільність.	4
14.	Ізотіаціанати. Тіонкарбамінові та дитіонкарбамінові кислоти	5
Разом		60

7. Методи навчання

Форми навчання: Теоретичні, самостійна робота, консультації

Методи навчання: словесні – лекція, пояснення, бесіда;

наочні – презентації, виконані із застосуванням програми PowerPoint;

проблемно-пошукові методи – дискусія та колективне обговорення можливих підходів до вирішення задач чи експериментальних завдань

8. Форми контролю

Поточний контроль - письмові контрольні роботи за темами лекційного курсу, усне опитування, участь в дискусії, додаткова робота;

Підсумковий контроль – залік.

9. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточна самостійна та додаткова робота												Залік	Сума балів
Змістовний модуль №1						Змістовний модуль №2							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	40	100

Критерії оцінювання успішності аспірантів (форма підсумкового контролю - залік)

35...40 балів ставиться аспіранту, який демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, знає суть предмету, його сучасний зміст та методологію, класифікацію природних сполук та їх основні біогенетичні шляхи синтезу, особливості будови, структурну різноманітність, хімічні та біологічні властивості природних сполук; вміє визначати належність природної сполуки до певного класу чи групи на основі класифікаційних ознак, а також виділяти структурні особливості, які визначають хімічні та біологічні властивості сполуки; має достовірний рівень розвитку умінь і навичок, що лежать в основі методів виявлення, вилучення, очистки та аналізу сполук рослинного походження; вільно володіє науковими термінами; вміє приймати необхідні рішення в нестандартних та має високу комунікативну культуру.

30...35 балів ставлять у тому випадку, якщо аспірант виявляє знання теоретичного програмного матеріалу і показує систематичний характер знань по всіх розділах програми, проте у відповідях є деякі недоліки, а саме: може описати структурну різноманітність основних класів природних сполук, але не чітко оцінює взаємозв'язок між будовою та властивостями природних сполук, не вміє прогнозувати хімічні та біологічні властивості сполук за їх структурою; орієнтується в способах виділення та в синтетичних методах одержання природних сполук, але не може зробити узагальнюючі висновки; допускає окремі несуттєві помилки і неточності; виникає необхідність задавати допоміжні питання.

24...30 балів виставляється аспіранту, який засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними вміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, знає основні закономірності, але не зовсім чітко уявляє їх застосування, не виявляє самостійності суджень, не вміє сформулювати висновки.

0...24 балів ставиться аспіранту, який не володіє необхідними знаннями, вміннями, навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9. Рекомендована література

Базова:

1. Сигеру Оае "Химия органических соединений серы". Изд. "Химия", Москва, 1975г.
2. Ч.Сьютер "Химия органических соединений серы", Ин.изд.,1950 г. Москва.

3. Получение и свойства органических соединений серы. Под редакцией Л.И.Беленького. М.Химия. 1998, 560с.
4. Общая органическая химия, том 5. D.Barton, М. Химия. 1983.
5. E.E.Reid "Organic Chemistry of Bivalent Sulfur", vol. 1 (1950), vol.2 (1960), New York.
6. Methoden der Organische Chemie (Houben-Weyl)6 vol.IX, Stuttgart, 1955.
7. E.E.Reid "Organic Chemistry of Bivalent Sulfur", vol. 1 (1950), vol.2 (1960), New York.
8. "Organic Compounds of Sulfur, Selenium and Tellurium", vol.1, (1970), vol.2 (1972), London.
9. А.Джонсон "Химия илидов", Изд."Мир", Москва, 1969г.
10. P. C. Page (ed.), Organosulfur Chemistry, Vols. I and II, Top. Curr. Chem. 1999, 204, 1-182 and 205, 1-196.
11. Sulphones in Organic Synthesis. N.S. Simpkins. Pergamon press. 1993. 373 p.
12. Organosulfur Chemistry. Synthetic Aspects. Ed. By Pjilip Page. Academic Press. London. San Diego. New York. Boston. Sydney. Tokyo. Toronto. 1995. 258 p.
13. E.Kuhle. Synthesis. "Химия сульфеновых кислот" 1970. 561, 1971,561.617.
14. А.В.Зибарев, Г.Г.Якобсон. Химия соединений, содержащих тиодимидную группу. Успехи химии. 1985. Т.54, вып. 10, с. 1706.
15. Zwanenburg. Sulfine, Recv.Trav. Chim. Pays-Bas. 1982, vol.101, p.1.
16. Ю.Г.Гололобов, Н.И.Гусарь. Сульфенилхлориды. М. "Наука".1989г.
17. Реакции серы с органическими соединениями. Под ред.М.Г.Воронкова. "Наука", Новосибирск, 1979.
18. В.А.Наумов, Н.О.Катаева. Молекулярное строение органических соединений кислорода и серы в газовой фазе. М.Наука, 1990.
19. The chemistry of sulfur-containing functional groups. Eds. S.Patai and Z.Rappoport. 1993, John Wiley and Sons Ltd. Chapter 15. High-coordinated Sulfur compounds.
20. Methods of organic chemistry (Houben-Weil). Volume E 21e. Stereoselective Synthesis. 1995, Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York.
21. Ketene Dithioacetals in Organic Synthesis: Recent Developments. M.Koen. Synthesis, 1970, 171-190.
22. Thioaldehydes in Synthesis. Kirby J.W. Phosphorus, Sulfur, Silicon, 1993, 74, p.17-29.
23. New Aspects of Dithio- and Thiono Esters. K.Hartke. Phosphorus, Sulfur, Silicon, 1991, 58, p.223-253.
24. Sulfoximines: Structures. Properties and Synthetic Applications. M.Reggelin, C. Zur. Synthesis, 2000. p.1-64.
25. T. Turo, C. Bolm (eds.), Organosulfur Chemistry in Asymmetric Synthesis, Wiley-VCH, Weinheim, 2008, 431 p.

26. P.Metzner. Thiocarbonyl compounds as specific tools for organic synthesis. Topics in current synthesis 1999,127-181.

Допоміжна:

1. Organosulfur Chemistry "Synthetic Aspects". Ed. P.Page. Academic Press. 1995.
2. D. Kaiser, I. Klose, R. et al. Bond-Forming and -Breaking Reactions at Sulfur(IV): Sulfoxides, Sulfonium Salts, Sulfur Ylides, and Sulfinates, Chem. Rev. 2019, 119, 8701-8780.
3. Fuyuki Aida, Kenichi Oyaizu, Emerging Organosulfonium Electrophiles as Unique Reagents for Carbon-Sulfur Bond Formation: Prospects in Synthetic Chemistry of Organosulfur Compounds, Chem. Lett. 2016, 45, 102–109.
4. P. R. Savoie, J. T. Welch, Preparation and Utility of Organic Pentafluorosulfanyl-Containing Compounds, Chem. Rev. 2015, 115, 1130-1190.
5. F. Denes, M. Pichowicz, G. Povie, P. Renault, Thiyl Radicals in Organic Synthesis, Chem. Rev. 2014, 114, 2587-2693.
6. Sulfur in organic and Inorganic Chemistry. Ed. By Alexander Senning. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel 1992, 367 p.
7. C.Najera, M. Yus. Desulfonylation reactions: Recent developments. Tetrahedron. 1999, 55, 10547–10658.
8. Than Binh Nguyen. Recent Advances in Organic Reactions Involving Elemental Sulfur. Advances Synthesis and Catalysis. 2017, 359(7), 3, 1066-1130.
9. Toshiaki Yoshimura. Synthesis and reactions of organic thiazynes. Review on heteroatom chemistry. 2000, 22, 101-120.
10. A.W.Erian, S.M.Sherif. The chemistry of thiocyanic Esters. Tetrahedron. 1999, 55, 7957–8024.
11. Abu-Yousef, D.N.Harpp. Sulfenyl Chloride Chemistry. New Precursors for diatomic Sulfur Transfer. J.Org.Chem. 1998, 63, 8654–8660.
12. T. Pathak. Vinyl sulfone-modified carbohydrates: an inconspicuous group of chiral building blocks. Tetrahedron 2008, 64, 3605-3628.
13. W.-D. Rudolf. Reactions of carbon disulfide with C-nucleophiles. Sulfur reports. 1991, 11(1), 51–141.
14. R. Bentley. Role of sulfur chirality in the chemical processes of biology. Chem.Soc.Rev. 2004, 34, 609–624.
15. M. Kolb. Ketene Dithioacetals in Organic Synthesis. Recent Developments. Synthesis, 1990, 171-189.

Календарно-тематичний план вивчення нормативної навчальної дисципліни

«ХІМІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК СІРКИ»

Календарний план навчальних занять

Рівень вищої освіти

Галузь знань

Спеціальність

Рік навчання

Семестр

Третій (освітньо-науковий)

10 – Природничі науки

102 – Хімія

3

6



Затверджую

Директор Інституту органічної хімії НАН України

акад. НАН України В.І. Кальченко

«07» 12 2020 р.

Кількість тижнів

Практичних занять

Консультації

30 год.

4 год.

Лекцій

Самостійна робота

Всього

26 год.

60 год.

90 год.

Теми лекцій	год	Теми практичних (лабораторних) занять	год	Теми самостійних робіт	год
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1. Основні класи сіркоорганічних сполук					
Тема 1. Вступ до хімії органічних сполук сірки. Специфіка сіркоорганічних молекул.	2	Синтез тіолів та сульфідів з металоорганічних сполук та сірки	3	Класифікація сіркоорганічних сполук. Знаходження органічних сполук сірки в природі. Елементарна сірка.	4
				Техніка безпеки при роботі з сіркоорганічними сполуками	4
				Структурні типи сіркоорганічних сполук. Координація і валентність. Електронні ефекти сірковмісних замісників.	5
Тема 2. Сполуки двовалентної сірки. Тіоли та сульфідів	2	Алкілювання меркаптанів та тіолів. Синтез сульфідів.	3	Поліфункціональні тіоли. Гідрокси- та галогеновмісні тіоли. Ненасичені тіоли	5
Тема 3. Сполуки чотири- та шестивалентної сірки. Сульфоксиди та сульфони.	2	Окиснення сульфідів до сульфоксидів та сульфонів	3	Стереоселективний синтез сіркоорганічних сполук. Хіральні спрямовуючі агенти. Визначення абсолютної конфігурації.	4
Тема 4. Хлоровмісні сполуки двовалентної сірки та їх похідні.	2	Отримання сульфенілхлоридів хлоруванням дисульфідів. Синтез сульфенамідів.	2	Неорганічні сполуки сірки (кислоти, хлориди, оксохлориди, оксиди та їх іміноаналоги). Застосування в синтезах органічних сполук сірки.	4
Тема 5. Органічні кислоти чотиривалентної сірки та їх похідні.	2	Синтез хлорангідридів та амідів сульфінімідових кислот.	2	Сульфінові кислоти та їх імінопохідні.	4
Тема 6. Органічні кислоти шестивалентної сірки та їх похідні.	2	Синтез N-хлорсульфамідів та їх використання в реакціях імінування.	2	Сульфокислоти. Сульфаміди. Сульфамідні препарати	4

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Органічні сполуки сірки із зв'язком сіркогетероатом					
Тема 7. Похідні сульфоксилової, сірчистої, іміносірчистої та імідосірчаної кислот.	2	Синтез реагента Графа	3	Органічні сульфіти та сульфати.	4
Тема 8. Імінопохідні чотири- та шести-валентної сірки.	2	Синтез сульфоксимінів азидоводневим та йодацетатно-карбаматним методами.	3	Основні типи та класифікація імінопохідних сірки.	4
Тема 9. Іліди сірки	2	Синтез циклопропанів шляхом приєднання іліду сірки до олефінів	3	Застосування ілідів сірки.	4
Тема 10. Сульфурани з 4- і 6-ти валентним атомом сірки	2	Реакції спиртів з аміносульфураними.	2	Методи отримання та реакційна здатність сульфонієвих, сульфоксонієвих та іміноссульфоксонієвих солей.	5
Тема 11. Тіокарбонільні сполуки.	2	Отримання тіокетонів за допомогою реагента Лоуссона	2	Флуоровмісні тіокетони тв. тіоальдегіди. Синтез, властивості та стабільність.	4
Тема 12. Похідні моно- та дитіокарбонових кислот.	2	Синтез дитіоестерів з металоорганічних сполук та сірководню. Реакції циклоприєднання.	2	Ізотіоціанати. Тіокарбамінові та дитіокарбамінові кислоти	5
	26		30		60

Науково-педагогічний працівник _____



д.х.н., проф. В.М. Тимошенко

ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Будова та фізичні властивості елементарної сірки. Реакції з нуклеофільними агентами, ненасиченими і ароматичними вуглеводнями
2. Методи утворення зв'язку C-S. Синтез сульфідів.
3. Хлорування сульфідів. Ненасичені сульфідиди.
4. Алкілування сульфідів. Властивості сульфонійових солей.
5. Методи синтезу тіолів.
6. Реакції тіолів. Приєднання до ненасичених сполук. Реакції з альдегідами і кетонами.
7. Ди- та полісульфідиди. Способи одержання.
8. Окиснення двовалентної сірки. Синтез сульфоксидів та сульфонів.
9. Асиметричне окиснення сульфідів до сульфоксидів.
10. Перегрупування Пумерера.
11. Диметилсульфоксид. Властивості та застосування.
12. Ненасичені сульфони. Властивості алкіл- та вінілсульфонів. Сульфолен.
13. Типи імінопохідних сірки.
14. Сульфіліміни та сульфоксіміни. Синтез та властивості.
15. Методи синтезу сульфенілгалогенідів.
16. Властивості сульфенілгалогенідів. Реакції з нуклеофілами.
17. Трихлорометансульфеніл- хлорид і трифторметансульфенілхлорид. Синтез та застосування в органічному синтезі.
18. Сульфенаміди. Властивості. Стабільні радикали із сульфенамідів.
19. Синтез та властивості сульфіннових кислот. Диспропорціонування.
20. Похідні сульфіннових кислот (хлороангідриди, естери, амідиди). Оптична ізомерія.
21. Синтез та властивості похідних сульфіннімідових кислот.
22. Тіосульфінати - синтез, властивості, диспропорціонування.
23. Сульфокислотиди. Методи синтезу ароматичних та аліфатичних сульфокислот.
24. Обмін сульфогрупи в ароматичному ядрі на інші функціональні групи.
25. Похідні сульфокислот (естери, тіоестери, амідиди). Синтез та властивості.

26. N-Галоїдсульфаміди - синтез, властивості та застосування в органічному синтезі.
27. Сульфамідні препарати.
28. Похідні сульфонімідових кислот - синтез, властивості, оптична ізомерія.
29. Похідні сульфоксилової, сірчистої, іміносірчистої та імідосірчаної кислот. Сульфамінова кислота. Реагент Графа.
30. Ангідриди сірчистої і сірчаної кислот та їх застосування в органічному синтезі.
31. Іміноаналоги сірчистого і сірчаного ангідридів, N-сульфініламіни, дііміди сірки, триіміди сірки. Одержання і властивості.
32. Основні типи ілідів сірки.
33. Реакції слідів сірки з альдегідами, кетонами.
34. Оксисульфонійові іліди. Реакції з ненасиченими і карбонільними сполуками.
35. Сульфени. Сульфіни. Сульфініміди. Сульфініліди.
36. Сульфурани з 4- і 6-ти валентним атомом сірки. Галогенсульфурани та оксисульфурани.
37. Типи тіокарбонільних сполук.
38. Похідні тіонокарбонієвих кислот. Синтез та властивості.
39. Тіоальдегіди.
40. Реакції циклоприєднання до тіокарбонільних сполук.