

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра прикладної хімії
Кафедра хімічної метрології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“_____” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні методи синтезу та аналізу

За напрямом підготовки 040101 "хімія"

для спеціальності 6.040101 "хімія"

хімічного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Харків – 2014

Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні методи синтезу та аналізу» для студентів за напрямом підготовки 040101 "хімія" для спеціальності 6.040101 "хімія".

Розробники: доктор хімічних наук, професор кафедри прикладної хімії Чебанов Валентин Анатолійович та кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімічної метрології Беліков Костянтин Миколайович.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри хімічної метрології

Протокол № _____ від “ _____ ” 2014 р.

Завідувач кафедри _____ Юрченко О.І.

“ _____ ” _____ 2014 р

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної хімії

Протокол № 8 від “ 24 ” 04 _____ 2014 р.

Завідувач кафедри _____ В.А. Чебанов

“ 24 ” 04 _____ 2014 р

Схвалено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 10 від “ 14 ” 05 _____ 2014 р.

“ 14 ” _____ 05 _____ 2014 р.

Голова _____

Юрченко О.І.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 0401 “Природничі науки”	денна форма навчання дисципліна вільного вибору студента
Модулів – 4	Напрямок підготовки 040101 "хімія" Спеціальність 6.040101 "хімія"	Рік підготовки: IV -й
Загальна кількість годин – 252		Семестр 8 -й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 10	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції 32 год.
		Лабораторні 64 год.
		Самостійна робота 156 год.
		Вид контролю: екзамен

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: сформувати знання студентів щодо сучасних методів синтезу, які використовуються в неорганічній, органічній та медичній хімії і матеріалознавстві, навчити практично використовувати основні з них.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати: основні сучасні синтетичні методи, нові підходи до хімічних процесів, принципи «зеленої хімії», основи неklasичних методи активації хімічних процесів, включаючи мікрохвильову, ультразвукову, фотохімічну та механохімічну активацію, мікрореактори, проточні реактори, тощо; принципи сучасних методів дослідження складу речовини.

вміти: володіти концепціями синтетичної хімії, з використанням сучасних підходів розв'язувати конкретні синтетичні задачі та планувати проведення синтезу, вибирати необхідні реакційні умови та параметри, практично використовувати мікрохвильові та ультразвукові реактори для одержання органічних та неорганічних сполук, правильно обирати, виходячи з природи речовини, методи дослідження її властивостей та складу.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Лекції

Тема 1. Огляд основних сучасних напрямків в хімії. Поняття «зелена хімія» та її основні концепції. Нові підходи та вимоги до хімічних процесів з точки зору зеленої хімії. Ресурсо- та енергозбереження, шляхи зменшення енергозатрат та підвищення ресурсоефективності. Екологічно чисті технології. Оцінка хімічних реакцій і процесів

з точки зору зеленої хімії (кількісні критерії, E-фактор, атомна та стадійна ефективність, тощо).

Тема 2. Поняття хімічного простору. Хімія молекулярного різноманіття. Комбінаторна хімія. Багатокомпонентні та доміно реакції. Сучасна біологія, медична та фармацевтична хімія як фактори розвитку нових методів у хімії. Супрамолекулярна хімія та хімія дендрімерів.

Тема 3. Альтернативні «зелені» розчинники. Вода як розчинник. Над- та субкритичні розчинники, особливості здійснення хімічних процесів у критичних середовищах. Іонні рідини. Реакції без розчинників. Реакції з використанням полімерних та інших твердих носіїв.

Тема 4. Мікрохвильова активація фізико-хімічних процесів. Основи взаємодії МВ випромінювання з речовиною. Моно- та багатомодові МВ реактори. Переваги та недоліки використання МВ активації. Приклади органічних та неорганічних реакцій під дією МВ випромінювання. МВ реакції та наноматеріали. Проблема масштабування МВ процесів, проточні МВ реактори. Приклади використання МВ технологій у промисловості.

Тема 5. Хімічні реакції під дією ультразвуку. Теорія взаємодії УЗ з речовиною. Типи УЗ реакторів. Кавітаційний та некавітаційний режими роботи УЗ реакторів. Сонохімічний зсув. Приклади використання УЗ для проведення хімічних реакцій. Комбіновані ВМ + УЗ реактори та приклади їх використання. Інші способи використання УЗ у хімії та матеріалознавстві.

Тема 6. Механохімічна активація, основи її використання. Приклади механохімічних реакцій в органічній та неорганічній хімії. Мікрореактори та їх використання у лабораторії та у промисловості. Інші типи активації хімічних процесів: фотохімія, вакуумні методи (флеш-вакуумний піроліз). Реакції під високим тиском.

Тема 7. Гетерогенні та гомогенні каталітичні реакції. Селективність та специфічність хімічних реакцій. Приклади найбільш поширених каталізаторів. Органокаталізатори та металокомплексний каталіз. Каталіз в асиметричному синтезі. Ферментативний каталіз та його використання. Спіновий каталіз.

Тема 8. Сучасні методи виділення та очистки хімічних речовин.

Модуль 2. Лабораторні заняття

Тема 9. Синтез під дією ультразвукового випромінювання.

Тема 10. Використання моноמודового мікрохвильового реактору.

Тема 11. Використання багатомодового мікрохвильового реактору для синтезу у воді.

Тема 12. Мікрохвильова сушка термолабільних речовин та матеріалів.

Тема 13. Мікрохвильовий неорганічний синтез.

Тема 14. Багатокомпонентні реакції.

Модуль 3. Лекції

Тема 15. Кількісні оцінки факторів розділення та концентрування. Застосування методів розділення та концентрування у сучасних технологіях. Сполучення методів розділення та концентрування з методами визначення; гібридні методи.

Тема 16. Нові сорбційні матеріали. Молекулярно- та іон-імпрінтовані полімери.

Тема 17. Хімічні сенсори. Класифікація хімічних сенсорів. Біосенсори. Мас-чутливі сенсори.

Тема 18. Спектроскопічні методи визначення хімічного складу речовини. Принципи вибору методу досліджень.

Тема 19. Рентгеноспектральні методи.

Тема 20. Електронна спектроскопія. Класифікація методів електронної спектроскопії. Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія. Оже-спектроскопія.

Тема 21. Спектроскопія комбінаційного розсіювання.

Тема 22. Люмінесцентний аналіз. Теорія молекулярної люмінесценції. Люмінесцентний аналіз органічних та неорганічних сполук.

Модуль 4. Лабораторні заняття

Тема 23. Якісний аналіз неорганічних матеріалів за допомогою рентгенофлуоресцентної спектрометрії.

Тема 24. Кількісний рентгенофлуоресцентний аналіз.

Тема 25. Мікрохвильове розкладання зразків органічної природи.

Тема 26. Мікрохвильове розкладання зразків неорганічної природи.

Тема 27. Атомно-емісійний з індуктивно-зв'язаною плазмою визначення основних та домішкових елементів в зразках різного походження.

Тема 28. Елементний аналіз органічних речовин.

4. Структура навчальної дисципліни

Модулі і теми	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1 – лекції						
Тема 1	8	2				6
Тема 2	8	2				6
Тема 3	8	2				6
Тема 4	8	2				6
Тема 5	8	2				6
Тема 6	8	2				6
Тема 7	8	2				6
Тема 8	8	2				6
Разом за модулем 1	64	16				48
Модуль 2 – лабораторні заняття						
Тема 9	10			6		4
Тема 10	10			6		4
Тема 11	12			6		6
Тема 12	10			4		6
Тема 13	10			6		4
Тема 14	10			4		6
Разом за модулем 2	62			32		30
Модуль 3 - лекції						
Тема 15	8	2				6
Тема 16	8	2				6
Тема 17	8	2				6
Тема 18	8	2				6
Тема 19	8	2				6
Тема 20	8	2				6
Тема 21	8	2				6

Тема 22	8	2			6
Разом за модулем 3	64	16			48
Модуль 4 - лабораторні заняття					
Тема 23	10			4	6
Тема 24	12			6	6
Тема 25	10			6	4
Тема 26	10			6	4
Тема 27	10			6	6
Тема 28	10			4	4
Разом за модулем 4	62			32	30
Усього годин	252	32		64	156

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 2		
Тема 9	Синтез під дією ультразвукового випромінювання	6
Тема 10	Використання мономодового мікрохвильового реактору	6
Тема 11	Використання багатомодового мікрохвильового реактору для синтезів у воді	6
Тема 12	Мікрохвильова сушка термолабільних речовин та матеріалів	4
Тема 13	Мікрохвильовий неорганічний синтез	6
Тема 14	Багатокомпонентні реакції	4
Модуль 4		
Тема 23	Якісний аналіз неорганічних матеріалів за допомогою рентгенофлуоресцентної спектрометрії	4
Тема 24	Кількісний рентгенофлуоресцентний аналіз	6
Тема 25	Мікрохвильове розкладання зразків органічної природи	6
Тема 26	Мікрохвильове розкладання зразків неорганічної природи	6
Тема 27	Атомно-емісійний з індуктивно-зв'язаною плазмою визначення основних та домішкових елементів в зразках різного походження	6
Тема 28	Елементний аналіз органічних речовин	4

6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість Годин
	Ср
Модулі 1-4	
Тема 1. Огляд основних сучасних напрямків в хімії. Поняття «зелена хімія» та її основні концепції. Нові підходи та вимоги до хімічних процесів з точки зору зеленої хімії. Ресурсо- та енергозбереження, шляхи зменшення енергозатрат та підвищення ресурсоефективності. Екологічно чисті технології. Оцінка хімічних реакцій і процесів з точки зору зеленої хімії (кількісні критерії, E-фактор, атомна та стадійна ефективність, тощо).	6
Тема 2. Поняття хімічного простору. Хімія молекулярного	6

різноманіття. Комбінаторна хімія. Багатокомпонентні та доміно реакції. Сучасна біологія, медична та фармацевтична хімія як фактори розвитку нових методів у хімії. Супрамолекулярна хімія та хімія дендрімерів.	
Тема 3. Альтернативні «зелені» розчинники. Вода як розчинник. Над- та субкритичні розчинники, особливості здійснення хімічних процесів у критичних середовищах. Іонні рідини. Реакції без розчинників. Реакції з використанням полімерних та інших твердих носіїв.	6
Тема 4. Мікрохвильова активація фізико-хімічних процесів. Основи взаємодії МВ випромінювання з речовиною. Моно- та багатомодові МВ реактори. Переваги та недоліки використання МВ активації. Приклади органічних та неорганічних реакцій під дією МВ випромінювання. МВ реакції та наноматеріали. Проблема масштабування МВ процесів, проточні МВ реактори. Приклади використання МВ технологій у промисловості.	6
Тема 5. Хімічні реакції під дією ультразвуку. Теорія взаємодії УЗ з речовиною. Типи УЗ реакторів. Кавітаційні та некавітаційні режими роботи УЗ реакторів. Сонохімічний зсув. Приклади використання УЗ для проведення хімічних реакцій. Комбіновані ВМ + УЗ реактори та приклади їх використання. Інші способи використання УЗ у хімії та матеріалознавстві.	6
Тема 6. Механохімічна активація, основи її використання. Приклади механохімічних реакцій в органічній та неорганічній хімії. Мікрореактори та їх використання у лабораторії та у промисловості. Інші типи активації хімічних процесів: фотохімія, вакуумні методи (флеш-вакуумний піроліз). Реакції під високим тиском.	6
Тема 7. Гетерогенні та гомогенні каталітичні реакції. Селективність та специфічність хімічних реакцій. Приклади найбільш поширених каталізаторів. Органокаталізатори та металокомплексний каталіз. Каталіз в асиметричному синтезі. Ферментативний каталіз та його використання. Спіновий каталіз.	6
Тема 8. Сучасні методи виділення та очистки хімічних речовин.	6
Тема 9. Синтез під дією ультразвукового випромінювання.	4
Тема 10. Використання мономодового мікрохвильового реактору.	4
Тема 11. Використання багатомодового мікрохвильового реактору для синтезу у воді.	6
Тема 12. Мікрохвильова сушка термолабільних речовин та матеріалів.	6
Тема 13. Мікрохвильовий неорганічний синтез.	4
Тема 14. Багатокомпонентні реакції.	6
Тема 15. Кількісні оцінки факторів розділення та концентрування. Застосування методів розділення та концентрування у сучасних технологіях. Сполучення методів розділення та концентрування з методами визначення; гібридні методи.	6
Тема 16. Нові сорбційні матеріали. Молекулярно- та іон-імпрінтовані полімери.	6
Тема 17. Хімічні сенсорні. Класифікація хімічних сенсорів. Біосенсори. Мас-чутливі сенсорні.	6
Тема 18. Спектроскопічні методи визначення хімічного складу речовини. Принципи вибору методу досліджень.	6

Тема 19. Рентгеноспектральні методи.	6
Тема 20. Електронна спектроскопія. Класифікація методів електронної спектроскопії. Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія. Оже-спектроскопія.	6
Тема 21. Спектроскопія комбінаційного розсіювання.	6
Тема 22. Люмінесцентний аналіз. Теорія молекулярної люмінесценції. Люмінесцентний аналіз органічних та неорганічних сполук.	6
Тема 23. Якісний аналіз неорганічних матеріалів за допомогою рентгенофлуоресцентної спектрометрії.	6
Тема 24. Кількісний рентгенофлуоресцентний аналіз.	6
Тема 25. Мікрохвильове розкладання зразків органічної природи.	4
Тема 26. Мікрохвильове розкладання зразків неорганічної природи.	4
Тема 27. Атомно-емісійний з індуктивно-зв'язаною плазмою визначення основних та домішкових елементів в зразках різного походження.	6
Тема 28. Елементний аналіз органічних речовин.	4
Разом	156

7. Методи навчання

Лекції, виконання лабораторних робіт, самостійна робота.

8. Методи контролю

Захист лабораторних робіт, іспит.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий семестровий контроль (іспит)	Сума
Модуль 1	Модуль 2						40	100
Теми 1-8	T9	T10	T11	T12	T13	T14		
	5	5	5	5	5	5		
	Разом 30							
Модуль 3	Модуль 4							
Теми 15-22	T23	T24	T25	T26	T27	T28		
	5	5	5	5	5	5		
	Разом 30							

1. Студент допускається до підсумкового семестрового контролю (іспиту) за умови виконання та оформлення усіх лабораторних робіт і наявності загального рейтингу не менше 40 балів.
2. Екзамен вважається зданим, якщо рейтинг за екзамен не менше, ніж 20 балів.
3. За пропуск однієї лекції без поважної причини студент втрачає 2 бали від загального рейтингу за семестр.

4. Несвоєчасне виконання або оформлення лабораторних робіт оцінюється лише в 75% від набраної рейтингової оцінки. Термін подання оформлених лабораторних робіт визначається викладачем, який веде практичні заняття.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80-89	B	добре
70-79	C	
60-69	D	задовільно
50-59	E	
1-49	FX	незадовільно

10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальні посібники, монографії, наукові статті.
3. Описи лабораторних робіт.

11. Рекомендована література

Базова

1. Л.М. Кустов, И.П. Белецкая, Катализ — важнейший инструмент "зеленой химии" // Успехи химии, 2010, 79, 493–515
2. B.P. Mason, K.E. Price, J.L. Steinbacher, A.R. Bogdan, D.T. McQuade Greener Approaches to Organic Synthesis Using Microreactor Technology // Chem. Rev. 2007, 107, 2300-2318.
3. Microwave Heating as a Tool for Sustainable Chemistry, Ed. N. Leadbeater, CRC Press, London, 2011. 278 p.
4. Multicomponent reactions, Eds. J. Zhu, H. Bienayme, Wiley-VCH, Weinheim, 2005, 468 p.
5. M. Lancaster, GREEN CHEMISTRY: An Introductory Text, RSC, Cambridge, 2002, 310 p.
6. C.O. Kappe, A. Stadler Microwaves in Organic and Medicinal Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2005, 410 p.
7. M. Doble, A.K. Kruthiventi, Green Chemistry and Engineering, Elsevier Science & Technology Books, 2007, 326 p.
8. F.M. Kerton, Alternative Solvents for Green Chemistry, RSC, Cambridge, 2009, 226 p.
9. «Зеленая химия в России», Редю В.В.Лунин, П.Тундо, Е.С.Локтева, Издательство Московского университета, 2004, 230 с.
10. T.J. Mason Ultrasound in synthetic organic chemistry // Chem. Soc. Rev., 1997, 26, 443.
11. T.J. Mason, J.P. Lorimer, Applied Sonochemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2002, 239 p.
12. Кузьмин Н.М., Золотов Ю.А. Концентрирование следов элементов. М.: Наука, 1988.
13. Мицуике А. Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе. М.: Химия, 1986.
14. Москвин Л.Р., Царицина Л.Г. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия, 1991.

15. Спектроскопические методы определения следов элементов. / Под ред. Дж. Вайнфорднера. М.: Мир, 1979.
16. Лосев Н.Ф., Смагунова А.Н. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. М.: Химия, 1982.
17. Методы анализа поверхностей / Под ред. А. Зандерны. М.: Мир, 1979.
18. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха. М.: Мир, 1987.
19. Головина А.П., Левшин Л.В. Химический люминесцентный анализ неорганических веществ. М.: Химия. 1978.
20. Столяров К.П., Григорьев Н.Н. Введение в люминесцентный анализ неорганических веществ. Л.: Химия. 1967.
21. Юинг Д. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир, 1989.

Допоміжна

1. D. Dallinger, and C.O. Kappe, Microwave-Assisted Synthesis in Water as Solvent // Chem. Rev. 2007, 107, 2563-2591
2. H.R. Hobbs, N.R. Thomas Biocatalysis in Supercritical Fluids, in Fluorous Solvents, and under Solvent-Free Conditions // Chem. Rev. 2007, 107, 2786-2820
3. J.A. Dahl, B.L.S. Maddux, J.E. Hutchison Toward Greener Nanosynthesis // Chem. Rev. 2007, 107, 2228-2269
4. C.O. Kappe, D. Dallinger, S.S. Murphree Practical Microwave Synthesis for Organic Chemists, Wiley-VCH, Weinheim, 2009, 299 p.
5. Microwaves in Organic Synthesis, Ed. A. Loupy, Wiley-VCH, Weinheim, 2006, 2 volumes.
6. Handbook of Green Chemistry, Ed. P.T. Anastas, Wiley-VCH, Weinheim, volumes 1 – 6
7. J. Ranke, S. Stolte, R. Stormann, J. Arning, B. Jastorff Design of Sustainable Chemical Products. The Example of Ionic Liquids // Chem. Rev. 2007, 107, 2183-2206
8. Золотов Ю.А. Экстракция внутрикомплексных соединений. М.: Наука, 1968.
9. Мясоедова Г.В., Саввин С.Б. Хелатообразующие сорбенты. М.: Наука, 1984.
10. Методы анализа высокочистых веществ / Под ред. Ю.А. Карпова. М.: Наука, 1987.
11. Гоулдстейн Дж. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский анализ. М.: Мир, 1984.
12. Паркер С. Фотолюминесценция растворов. М.: Мир. 1972.
13. Полуэктов Н.С., Ефрюшкина Н.П. Определение микроколичеств лантаноидов по люминесценции кристаллофосфоров. Киев: Наукова думка. 1978.