

Державний вищий навчальний заклад
“Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”
Кафедра теоретичної та прикладної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор _____ Шарин С.В.
“ ” _____ 2017 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Лабораторний практикум з органічного синтезу

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____ 102 - Хімія _____
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____
(назва спеціалізації)

інститут, факультет _____ Факультет природничих наук _____
(назва інституту, факультету)

Івано-Франківськ - 2017 рік

Робоча програма навчальної дисципліни “**Лабораторний практикум з органічного синтезу**” для студентів спеціальності 102 - Хімія, « ____ » _____ 2017 р. – 17 с.

Розробник: Федорченко С.В., доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії, к.т.н., доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної та прикладної хімії факультету природничих наук.

Протокол від “30” серпня 2017 р. № 1

Завідувач кафедри теоретичної і прикладної хімії

_____ (Миронюк І.Ф.)
(підпис)
“ ____ ” _____ 2017 р.

Схвалено методичною комісією факультету природничих наук
Протокол від “26” вересня 2017 р № 1

“ ____ ” _____ 2017 р.

Голова _____ (Шпарик Ю.С.)
(підпис)

© Федорченко С.В., 2017 рік,
© ДВНЗ «Прикарпатський
національний університет
імені Василя Стефаника, 2017 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Галузь знань <i>10 – Природничі науки</i> (шифр і назва)	Нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність (професійне спрямування): <i>102 Хімія</i>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		<u>3</u> -й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання Не передбачено		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		<u>5</u> -й	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <i>бакалавр</i>	–	
		Практичні, семінарські	
		–	
		Лабораторні	
		60 год	
		Самостійна робота	
		120 год	
Індивідуальні завдання: не передбачено			
Вид контролю: залік			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить 33,3 % : 66,7 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни: освоєння студентами сучасних методів синтезу органічних сполук, формування у студентів хімічного уявлення, мислення на основі засвоєння законів перетворення однієї речовини в іншу, розуміння діалектичного зв'язку між будовою, кількісним і якісним складом речовини – з одного боку, і реакційною здатністю – з другого.

Завдання дисципліни: формування уявлення про напрямки розвитку сучасної синтетичної хімії, закріплення знання механізмів основних органічних реакцій, властивостей найпоширеніших лабораторних реагентів, вміння теоретично спланувати синтетичний експеримент, набуття практичних навичок роботи з органічними речовинами, обладнанням та посудом.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- методи одержання та механізми утворення сполук основних класів органічної хімії;
- способи введення в молекулу, захист і перетворення функціональних груп органічних сполук,
- взаємозв'язок між будовою органічної сполуки та її хімічними і фізичними властивостями;
- хімічні і фізичні властивості, практичне застосування органічних сполук;
- основні методи виділення, очищення та ідентифікації синтезованих сполук;
- основні правила роботи в лабораторії органічного синтезу, правила техніки безпеки, роботу сучасних приладів і обладнання.

вміти:

- провести літературний пошук методів синтезу органічної сполуки заданої будови;
- запропонувати раціональний шлях синтезу;
- провести синтез, розділення, очищення та ідентифікацію синтезованої органічної речовини хімічними та фізичними методами;
- користуватися лабораторним обладнанням та реактивами, збирати лабораторні установки для синтезу органічних сполук; застосовувати правила техніки безпеки.

Для кращого засвоєння навчальної дисципліни на заняттях рекомендується використовувати лабораторний експеримент, сучасні навчально-контролюючі комп'ютерні технології, навчальний і контролюючий дидактичний матеріал. Посилення практичної спрямованості навчального процесу вимагає підвищення уваги до формування експериментально-практичних умінь і навичок, широкого використання хімічного експерименту, надавати значення якості його проведення. В робочій програмі визначений перелік лабораторних занять, що виконуються студентами під керівництвом викладача в процесі навчання, перелік завдань для самостійної роботи і поточного контролю знань та умінь студентів.

Результати навчання (компетентності)

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність працювати у команді.

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

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

СК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

СК10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН2. Отримати навички самостійної роботи з хімічними речовинами і матеріалами, з урахуванням їхніх фізичних і хімічних властивостей, включаючи поводження з небезпечними речовинами.

ПРН3. Вміти здійснити необхідні операції, спостереження, і вимірювання хімічних властивостей та явищ, правильно документувати результати.

ПРН9. Вміти класифікувати сполуки, давати їм назви, обґрунтовувати їх будову, прогнозувати їх властивості.

ПРН11. Виконувати стандартні лабораторні процедури, використовувати обладнання при синтезі і аналізі органічних і неорганічних сполук і матеріалів.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні правила та методи експериментальної роботи в лабораторії органічного синтезу.

Тема 1. Організація роботи хімічної лабораторії з органічного синтезу.

Планування, підготовка і проведення хімічних реакцій. Лабораторні прилади й устаткування.

Тема 2. Основні методи виділення, очистки та ідентифікації органічних сполук.

Способи контролю ходу реакції органічних речовин. Перекристалізація, принцип методу. Практика проведення перекристалізації. Фільтрування під вакуумом. Сушка органічних речовин. Визначення температури плавлення речовини. Перегонка органічних рідин. Проста перегонка при атмосферному тиску. Перегонка при зменшеному тиску (під вакуумом). Перегонка з водяною парою. Фракційна перегонка і перегонка з дефлегматором. Хроматографія. Тонкошарова і паперова хроматографія.

Змістовий модуль 2. Синтези з побудовою вуглецевого скелету молекул.

Тема 3. Утворення зв'язків карбон–карбон в реакціях з металорганічними сполуками.

Реакції з реактивами Гриньяра, літій-, цинкорганічними сполуками. Реакції з нуклеофілами, утвореними з алкінів–1.

Тема 4. Утворення зв'язків карбон–карбон з використанням стабілізованих карбаніонів.

Алкілювання, ацилювання. Конденсація, самоконденсація альдегідів та кетонів, реакція Міхаєля. Використання алкенів, аренів та гетероаренів як нуклеофілів.

Тема 5. Класичні методи синтезу алканів, циклоalkanів та аренів.

Відновлення альдегідів, кетонів, гідроксипохідних, галогенідів, третичних амінів та четвертичних солей амонію, алкенів, аренів, хінонів, тіоспиртів та сульфідів, солей діазонію, алкоголятів, вуглеводнів. Перетворення металорганічних сполук – їх гідролізом, конденсацією з галогеналканами, конденсацією по Ульману. Нуклеофільні реакції із алкенів, алкенів та карбаніонів, альдолів, аренів та карбаніонів. Алкілювання по Фріделю-Крафтсу. Дегідрування гідроароматичних вуглеводнів.

Тема 6. Перегрупування органічних молекул.

Перегрупування із збереженням карбонового скелету. Перегрупування з побудовою карбонового скелету.

Змістовий модуль 3. Синтези з одержанням і перетворенням функціональних груп

Тема 7. Класичні методи введення функціональних груп.

Класичні методи введення функціональних груп – безпосереднє хлорування, бромовання аренів, карбонових кислот, альдегідів та кетонів, фенолів та амінів, йодування.

Нітрування (нітратною кислотою, сумішшю нітратної та сульфатної кислот, нітратами лужних металів в присутності концентрованої сульфатної кислоти, з допомогою інших нітруючих агентів – сумішей нітратів зоцтовою кислотою та оцтовим ангідридом, сумішами азотної кислоти з оцтовим ангідридом або оцтовою кислотою, ефірами азотної кислоти, азотистою кислотою та чотирьохоксидом азоту).

Сульфування (ароматичних сполук сульфатною кислотою, хлорсульфоною кислотою, сірчанним ангідридом, олеумом. Сульфування похідних нафталіну – нафтолів та нафтіламінів у виробництві барвників. Сульфування гетероциклічних сполук.

Алкілювання та ацилювання (реакція Гетермана-Коха, перегрупування Фріса, алкілювання спиртами у присутності сульфатної кислоти). Введення альдегідної групи (реакція Реймана-Тімана, реакція Вільсмайера, окисненням та ін.). Карбоксилювання фенолів. Одержання етерів та естерів.

Алкілювання та ацилювання амінів. Безпосереднє введення аміногрупи в піридин за реакцією Чичибабіна.

Реакції конденсації (кратонова, Перкіна, Кньовенагеля, Кньовенагеля-Дьобнера, Клайзена, бензоїнова). Заміщення гідроксильної та аміногрупи на галоїди.

Діазотування та деякі реакції діазосполук – заміщення, відновлення та азосполучення. Відновлення та каталітичне гідрування – амальгамою натрію, натрієм та спиртом, оловом та хлористим оловом, залізом та сульфатом заліза(II), цинком, сульфітами натрію та амонію, гідросульфідом натрію, йодистим воднем, амальгамою цинку (за Клеменсенем), воднем в присутності каталізаторів – нікелю, платини, паладію та ін.

Тема 8. Трансформація функціональних груп

Заміна функціональних груп унаслідок реакцій гідролізу та приєднання.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Загальні правила та методи експериментальної роботи в лабораторії органічного синтезу.						
Тема 1.	14			4		10

Тема 2.	28			8		20
Разом за змістовим модулем 1	42			12		30
Змістовий модуль 2. Синтези з побудовою вуглецевого скелету молекул.						
Тема 3.	18			8		10
Тема 4.	18			8		10
Тема 5.	28			8		20
Тема 6.	18			8		10
Разом за змістовим модулем 2	82			32		50
Змістовий модуль 3. Синтези з одержанням і перетворенням функціональних груп.						
Тема 7.	28			8		20
Тема 8.	28			8		20
Разом за змістовим модулем 3	56			16		40
Усього годин	180			60		120

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Правила техніки безпеки та пожежної безпеки в хімічній лабораторії (первинний інструктаж). Хімічне лабораторне устаткування, прилади, загальні і спеціальні прийоми роботи в лабораторіях органічного синтезу.	4
2.	Синтез аніліну. Виділення екстракцією і ідентифікація отриманого аміну.	8

3.	Синтез бензойної кислоти.	8
4.	Методи конденсації за участю карбонільних сполук. Синтез бензіліденацетофенону (халкону).	8
5.	Методи відновлення органічних сполук. Синтез бензилового спирту	8
6.	Перегрупування органічних сполук. Отримання α -D-глюкопіранози.	8
7.	Синтез бензіліденаніліну.	8
8	Синтез 1,5-дифеніл-3-(4-амінофеніл)-2-піразоліна гідрохлорида.	8
	Усього годин	60

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Техніка безпеки в лабораторії. Правила поводження з отруйними і їдкими речовинами. Правила роботи з вогнебезпечними речовинами. Правила при роботах, які можуть супроводжуватися вибухами або викидами речовин. Правила поводження зі склом.	10
2.	Підбір розчинника для перекристалізації. Знебарвлення гарячих насичених розчинів. Перекристалізація речовини з леткого розчинника. Газорідинна хроматографія. Рідинна хроматографія. Фізико-хімічні методи ідентифікації органічних сполук: мас-спектрометрія, ІЧ-спектроскопія, спектроскопія ЯМР.	20
3.	Синтези з побудовою вуглецевого скелету молекул утворенням зв'язків карбон–карбон в реакціях з кадмій- та купруморганичними сполуками.	10
4.	Синтези з побудовою вуглецевого скелету молекул використанням карбаніонів, стабілізованих сусідніми атомами фосфору або сульфуру або двома атомами сульфуру.	10
5.	Декарбоксілювання кислот, адуктів з малеїновим ангідридом. Використання вільно-радикальних реакцій – реакцією Гомберга-Бахмана, виходячи із перексидних сполук, фотохімічними перетвореннями арилйодидів, олефінів, карбонових кислот, фотолізом діазоalkanів, реакцією Кольбе.	20
6.	Синтези з побудовою вуглецевого скелету молекул перегрупуванням з розщепленням карбонового скелету, перегрупування з перебудовою карбонового скелету.	10

7.	Класичні методи введення функціональних груп. Нітрузування. Хлорметилування. Окиснення перманганатом, хромовим ангідридом, хромовою сумішшю, азотною кислотою, гіпохлоридами, хлоратами, персульфатами, надкислотами, сполуками плюмбуму (IV) та ін. Сульфування насичених аліфатичних сполук сульфатним ангідридом, хлористим сульфурилом, сумішшю оксида сульфуру (IV) та хлору.	20
8.	Трансформація функціональних груп. Заміна функціональних груп унаслідок реакцій обміну, заміщення, гідролізу та приєднання.	20
	Разом	120

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено

10. Методи навчання

1. Репродуктивний – лабораторні заняття.
2. Частково-пошуковий (евристичний) – самостійна робота.

11. Методи контролю

1. **Усний метод контролю** використовується у захисті лабораторних робіт і включає оформлення звіту про виконання роботи (згідно інструкції до лабораторної роботи) та його усний захист, що вимагає знання теоретичного матеріалу, знання порядку виконання дослідів, правил техніки безпеки, контролю за виконанням роботи. **Самоконтроль** – відповіді на контрольні запитання до лабораторних робіт і тем самостійної роботи.
2. **Письмовий контроль** знань здійснюється у формі письмових робіт (15 хв.) за теоретичним матеріалом, проводиться з метою активізації систематичної роботи студентів; залікова робота.
3. **Лабораторно-практичний контроль** знань і умінь студентів (лабораторні роботи виконуються індивідуально і оцінюються з урахуванням рівня підготовки до роботи, виконання аналізів та якості отриманих результатів) здійснюється у формі письмової перевірки (залікова робота) знання теоретичного матеріалу, перевірки знання порядку виконання дослідів, правил техніки безпеки, контролю за виконанням роботи та перевірки оформлення звітів у лабораторному журналі.
4. **Тестовий контроль** здійснюється для поточного контролю знань студентів за темами самостійної роботи.
5. **Підсумкова оцінка** виставляється за результатами всіх елементів контролю. Умовою отримання залікової оцінки є виконання і захист всіх лабораторних робіт та успішне проходження всіх методів контролю.

Завдання для поточного контролю знань і умінь студентів

1. Завдання органічного синтезу.
2. Електрофільні частинки (алкілюючі реагенти, карбонільні сполуки,
3. електрофільні Нітроген–Карбонові реагенти, алкени, карбени) у реакціях з нуклеофілами.
4. Нуклеофільні частинки (реактиви Гриньяра та інші металорганічні
5. реагенти, стабілізовані карбаніони, алкени, арени та гетарени).
6. Взаємний вплив атомів в молекулі.
7. Утворення і стабільність проміжних частинок.
8. Кислотно-основні властивості органічних сполук.
9. Класифікація реакцій в органічній хімії.
10. Загальна характеристика реакцій нуклеофільного заміщення. Приклади нуклеофільних субстратів і реагентів.
11. Механізм бімолекулярного нуклеофільного заміщення.
12. Механізм мономолекулярного нуклеофільного заміщення.
13. Стереохімія реакцій нуклеофільного заміщення.
14. Фактори, що впливають на механізм і швидкість нуклеофільного заміщення (структура субстрату, активність реагенту).
15. Фактори, що впливають на механізм і швидкість нуклеофільного заміщення (природа заміщаються груп, вплив розчинників і каталізаторів).
16. Нуклеофільне заміщення в алкілгалогеніді.
17. Нуклеофільне заміщення гідроксильної групи в спиртах (основні реакції, умови).
18. Нуклеофільне заміщення гідроксильної групи в спиртах (загальна схема реакції, каталіз кислотами, найважливіші побічні реакції).
19. Загальна характеристика реакцій нуклеофільного заміщення у sp^2 -гібридного атома вуглецю.
20. Реакція етерифікації.
21. Гідроліз складних ефірів.
22. Реакції ацилювання спиртів, фенолів та амінів.
23. Механізм реакцій електрофільного заміщення в ароматичних сполуках.
24. Вплив замісників на реакційну здатність ароматичних сполук.
25. Узгоджена і неузгоджена орієнтація.
26. Реакції електрофільного заміщення (нітрування, сульфування).
27. Реакції електрофільного заміщення (галогенування, алкілювання, ацилювання).
28. Будова діазосполук.
29. Реакція діазотування (механізм, умови).
30. Побічні реакції при діазотуванні і методи їх запобігання.
31. Реакції діазосполук з виділенням азоту
32. Реакції діазосполук, що йдуть без виділення азоту
33. Реакція азосполучення.
34. Азобарвники: азо-гідразонна таутомерія.
35. Будова карбонільних сполук.

36. Відновлення сполук за карбон-карбоновим зв'язком.
37. Відновлення спиртів.
38. Відновлення карбонільних груп в альдегідах і кетонах.
39. Відновлення карбонових кислот і їх похідних.
40. Відновлення азотовмісних органічних сполук.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання та самостійна робота			Залік	Сума
Сума балів за лабораторні роботи	Сума балів за контрольні роботи	Загальна сума балів за тестове оцінювання	50	100
20	20	10		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Робоча навчальна програма курсу.
2. Підручники в бібліотеці – обмежена кількість.
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
4. Типові запитання для поточного контролю знань та заліку.

14. Рекомендована література

Базова

1. Лабораторный практикум по синтезу промежуточных продуктов и красителей: учеб. пособие для вузов/ Под ред. А. В. Ельцова. –Л.:Химия, 1985.
2. Органикум. Практикум по органической химии. В 2 т. – М.: БИНОМ, 2008.
3. Бюлер К., Пирсон Д., Органические синтезы. В 2 т. – М.: Мир, 1973.
4. Коста А.Н., Общий практикум по органической химии. – М.: Химия. 1965.
5. Лабораторный практикум по синтезу промежуточных продуктов и красителей: учеб. пособие для вузов/ Под ред. А. В. Ельцова. –Л.:Химия, 1985.
6. Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С., Лабораторные работы в органическом практикуме. – М.: Химия, 1974.
7. Гаттерман Л., Виланд. Практические работы по органической химии. – М.: ГНТИ, 1948.
8. Гинзбург О.Ф., Петров А.А. Лабораторные работы по органической химии. – М.: Высшая школа, 1974.
9. Гитис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В. Практикум по органической химии. – М.: Высшая школа, 1991.
10. Вейганд-Хильгетаг Ф.Х.Г. Методы эксперимента в органической химии. – М.: Химия, 1968.
11. Шарп Дж., Госни И., Роули А. Практикум по органической химии. – М.: Мир, 1993.
12. Bittner C., ets, OrganicSynthesisWorkbook II. – Wiley-VCH.: Weinheim, 2001.

Допоміжна

1. Кери Ф, Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. т. 2. – М.:Химия, 1981.
2. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1981.
3. Общая органическая химия, под ред. акад. Н.К.Кочеткова. – М.: Химия, 1981.
4. Агрономов А.Е. Избранные главы органической химии. – М.: издание московского университета, 1975.
5. Эфрос Л.С., Горелик М.В. Химия и технология промежуточных соединений. – Л.: Химия, 1980.
6. Горелик М.В., Эфрос Л.С. Основы химии технологии ароматических соединений. – М.:Химия, 1992.
7. Ворожцов Н.Н. Основы синтеза промежуточных красителей и продуктов – М.: Госхимиздат, – 1956.
8. Фирц-Давид Г.Е., Л. Бланже Л. Основные процессы синтеза красителей – М.: Госхимиздат, 1957.
9. Лисицин В.Н. Химия и технология промежуточных продуктов. М.: Химия. 1987.

10. Родионов В.М., Богословский Б.М., Федорова А.М. Лабораторное руководство по химии промежуточных полупродуктов и красителей. – М.: ГНТИ, 1948.
11. Мищенко Г.Л., Вацуро К.В. Синтетические методы органической химии. – М.:Химия. 1992.
12. Лернер И.М., Гонор А.А., Славачевская Н.М., Берлин А.И. Указатель препаративных синтезов органических соединений. Л.: Химия, 1982.
13. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. – М.: Мир, 1999.

