

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
Інститут природничих наук  
Кафедра неорганічної та фізичної хімії

«Затверджено»

Проректор з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ (Чобанюк В. М.)

«\_\_\_» січня 2012 р.

Є.Р.Лучкевич

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**  
**курсу «МЕТОДИ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ»**  
для студентів напрямку «Хемія»

Затверджено

на засіданні науково-методичної  
ради Інституту природничих наук  
(протокол №1 від 12.01.2012р.)

Голова ради \_\_\_\_\_

(професор Грицуляк Б.В.)

«12» січня 2012р.

Затверджено

на засіданні

кафедри неорганічної та фізичної  
хімії (протокол №5 від 15.12.2011р.)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(професор Сіренко Г.О.)

«12»січня 2012р.

УДК 547.(075.8)

**Лучкевич Є.Р.** Навчальна програма курсу «Методи органічного синтезу». – Методична розробка. – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2012. – 12 с.

Репрезентовано навчальну програму курсу «Методи органічного синтезу». Програма містить теоретичну частину та програму практичних та лабораторних занять.

Навчальна програма призначена для підготовки студентів за спеціальністю «Хемія» в університетах класичного типу. Літ. джерел 25.

**Рецензент**

*Тарас Т.М.* – кандидат хімічних наук, доцент катедри неорганічної і фізичної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

© Катедра неорганічної та фізичної хемії  
Прикарпатського національного  
університету імені Василя Стефаника  
© Лучкевич Євген Романович

## Передмова

Поглиблене вивчення органічної хімії передбачає практичне засвоєння методів синтезу сполук різної природи. У той час як органічна хімія розглядає розгляд перетворень через призму субстрату, у методах органічного синтезу основна увага приділена реагенту, його реакційній здатності та впливу на параметри проведення реакції. Успішне введення в органічну молекулу певних замісників і, у кінцевому варіанті, синтез певних органічних сполук, вимагає теоретичних знань та практичних навиків щодо параметрів проведення синтезу як в лабораторних, так і у промислових умовах.

Програма курсу містить перелік основних питань з методів синтезу органічних сполук, які необхідні майбутнім фахівцям з хемії, і призначена для студентів третього курсу спеціальності «Хемія» (6 семестр). Основний матеріал викладений у лекціях і засвоюється на лабораторних роботах. Вивчення курсу завершується заліком. До заліку допускається студент, який виконав усі лабораторні роботи і вчасно їх захистив. Для захисту робіт необхідно мати оформлені у відповідності до вимог звіти, у яких викладено хід виконання дослідів, пояснення результатів роботи та висновків з отриманих результатів, та знати відповіді на контрольні запитання, що знаходяться в інструкції до лабораторної роботи.

## **Теоретична частина**

### **Розділ 1**

#### **1. Класифікація органічних реакцій**

1.1. Класифікація за напрямком реакції.

Реакції приєднання (A). Реакції відщеплення (E). Реакції заміщення (S).

1.2. Класифікація за природою реагента.

Реагенти радикальні та йонні (нуклеофільні, електрофільні та радикальні).

1.3. Класифікація за кількістю молекул, які приймають участь у стадії, що визначає швидкість реакції.

Мономолекулярні і бімолекулярні реакції. Вплив порядку реакції на її швидкість.

1.4. Технічна класифікація методів синтезу.

Поняття про основний органічний синтез, тонкий органічний синтез. Реакції, які використовуються для препаративних синтезів. Реакції, які використовуються для вивчення механізмів органічних реакцій. Нові синтетичні методи. Пошук оптимального шляху синтезу органічної сполуки.

#### **2. Реакції сульфатування**

2.1 Вплив замісника на характер заміщення.

Статистичні, динамічні і кінетичні фактори. Характер заміщення в дизаміщених похідних бензену (узгоджена та неузгоджена орієнтація). Орієнтація заміщення в нафталені.

2.2. Практика проведення реакції сульфатування.

Сульфування бензену. Сульфування толуену. Сульфування амінів. Сульфування фенолів. Сульфування хлоро- та нітробензенів. Сульфування нафталену. Сульфування 2-нафтолу. Сульфування алканів.

#### **3. Реакція нітрації**

3.1 Нітрування парафінів.

3.2. Нітрування олефінів.

### 3.3. Нітрування ароматичних сполук.

Нітрування бензену. Нітрування толуену (методи синтезу вибухових речовин). Нітрування хлоробензену. Нітрування гідроксисполук. Нітрування ароматичних амінів. Нітрування нафталену і нафталенсульфонових кислот.

## 4. Реакції нітрозування

4.1. Нітрозування аліфатичних сполук.

4.2. Нітрозування ароматичних сполук.

Нітрозування фенолів. Нітрозування вторинних і третинних ароматичних амінів.

## 5. Реакції галогенування

5.1. Хлорування аліфатичних сполук.

5.2. Хлорування ароматичних сполук.

Хлорування бензену. Хлорування заміщених бензену. Ізомеризація хлорпохідних ароматичних сполук.

5.3. Бромовання та йодування.

5.4. Реакції введення флуору.

## 6. Реакції відновлення

6.1. Реакції гідрування оксигеновмісних сполук.

Гідрування аліфатичних спиртів. Відновлення альдегідів і кетонів. Гідрування ароматичних оксигеновмісних сполук.

6.2. Відновлення нітросполук.

Відновлення аліфатичних нітросполук. Відновлення ароматичних нітросполук. Відновлення залізом в середовищі електроляту. Відновлення металами в кислому середовищі. Відновлення сульфідами. Відновлення металами в лужному середовищі. Каталітичне відновлення воднем.

## 7. Заміщення сульфогрупи

7.1. Реакція лужної топки.

Синтез фенолу та 2-нафтолу.

7.2. Заміщення сульфогрупи аміногрупою і хлором.

7.3. Заміщення сульфогрупи атомом гідрогену.

### **8. Заміщення атомів галогену**

8.1. Реакції нуклеофільного заміщення галогену в аліфатичних сполуках.

8.2. Заміна галогену в ароматичних сполуках

### **9. Взаємне заміщення аміно- і гідроксигруп.**

9.1. Кислотний гідроліз аміносполук.

9.2. Гідроліз аміносполук дією гідрогенсульфітів.

9.3. Перетворення ароматичних гідроксисполук в амінопохідні.

### **10. Реакція діазотування і перетворення діазосполук.**

10.1 Кислотно-основні перетворення діазосполук.

10.2 Хімічні перетворення діазосполук.

Реакція азосполучення. Відновлення діазосполук з утворенням арилгідразинів. Заміщення діазогрупи на: гідроген і алкоксигрупу; гідроксигрупу; атоми галогену; гетероатоми; нітро- та сульфогрупи; арильний залишок. Діазосполуки аліфатичного ряду.

### **11. Реакції алкілування**

11.1. Алкілування ароматичних сполук в ядро.

11.2. N-алкілування ароматичних амінів.

11.3. Алкілування фенолів.

11.4. Алкілування парафінів.

### **12. Ацилювання**

12.1 С-ацилювання.

12.2. N-ацилювання.

12.3. Реакція етерифікації.

### **13. Окиснення**

13.1. Реакції окиснення зі збереженням скелету атомів карбону.

13.2. Реакції окиснення зі зміною ланцюга атомів карбону.

Отримання гідроксисполук. Окиснення первинних і вторинних спиртів та альдегідів. Гетерогенне-каталітичне окиснення в паровій фазі.

### **14. Реакції конденсації**

14.1. Реакції конденсації, що не призводять до утворення нових циклів.

14.2. Реакції конденсації з утворенням нових циклів.

### **15. Перегрупування.**

15.1. Секстетне перегрупування біля атома карбону.

15.2. Перегрупування біля атома нітрогену.

15.3. Перегрупування біля атома оксисену.

### **16. Реакції за участі металоорганічних сполук.**

16.1. Реакції за участі металоорганічних сполук.

Реакції магнійорганічних сполук як електрофільних, нуклеофільних та радикальних реагентів.

## Практична частина

### Перелік лабораторних робіт

1. Синтез 1,4-фенілендіаміну з бензену.

Синтез нітробензену → аніліну → ацетаніліду → 4-нітроацетаніліду → 1,4-фенілендіаміну.

2. Синтез антранілової кислоти з фталевого ангідриду.

Синтез фталамінової кислоти → антранілової кислоти → саліцилової кислоти.

3. Синтез 4-аміноазобензену з аніліну.

Синтез діазоамінобензену → 4-аміноазобензену гідро хлориду → 4-аміноазобензену.

Синтез піразолантрону.

Синтез антрахінонілдіазоній сульфату → антрахінонгідразин-N,N-дисульфонату калію → піразолантрону.

4. Синтез діазооксиду з 2-нафтолу.

Синтез 1-нітросо-2-нафтолу → бісульфітної сполуки нітрособетанафтоляту → 1-аміно-2-нафтол-4сульфонової кислоти → діазооксиду.

5. Синтез фенолу та йодобензену з аніліну.

6. Синтез люмінору червоно-фіолетового з бензальдегіду.

Синтез діазобензену → фенілгідразину гідро хлориду → фенілгідразину, бензальацетофенону → 1,3,5-трифенілпіразолону.

7. Синтез ізовалеріанової кислоти, бензойної кислоти, 1,4-нафтохінону.

8. Синтез брометану з етилового спирту.

Синтез бромистого етилу → етиламіну.

9. Синтез ацетилсаліцилової кислоти.

10. Отримання жирних карбонових кислот та їх етерів з олійних рослин.

Отримання олії → омилення олії → виділення кислот.



## **Вимоги до заліку**

Оцінювання студентів проводиться за накопичувальною системою. Максимальна кількість балів, які студент може набрати впродовж навчального семестру складає – 100 балів. Підсумкова оцінка обчислюється як сума поточного оцінювання (до 50 балів) і оцінки за складання заліку (до 50 балів)

Поточне оцінювання складається як сума оцінок за виконання лабораторних робіт і включає перевірку готовності студента до проведення лабораторної роботи, оцінку отриманих результатів синтезу та захисту лабораторної роботи.

Студенти, які не виконали лабораторних робіт і за результатами поточного оцінювання набрали менше 25 балів до заліку не допускаються.

Залік проходить як контрольна письмова робота, яка включає два теоретичні питання, розв'язок контрольного завдання щодо реалізації схеми перетворення вихідної сполуки до отримання кінцевого продукту та умов проведення певних стадій процесу.

За необхідності уточнення результатів оцінювання або за вимогою студента, іспит може бути доповнений співбесідою.

### Рекомендована література

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., Вацура 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.

14. Мандельштам Т.В., Стратегия и тактика органического синтеза. – Л.: Издательство Ленинградского ун-та, 1989.
15. Органикум. Практикум по органической химии. В 2 т. – М.: БИНОМ, 2008.
16. Бюлер К., Пирсон Д., Органические синтезы. В 2 т. – М.: Мир, 1973.
17. Коста А.Н., Общий практикум по органической химии. – М.: Химия, 1965.
18. Лабораторный практикум по синтезу промежуточных продуктов и красителей: учеб. пособие для вузов/ Под ред. А. В. Ельцова. –Л.:Химия, 1985.
19. Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С., Лабораторные работы в органическом практикуме. – М.: Химия, 1974.
20. Гаттерман Л., Виланд., Практические работы по органической химии. – М.: ГНТИ, 1948.
21. Гинзбург О.Ф., Петров А.А., Лабораторные работы по органической химии. – М.: Высшая школа, 1974.
22. Гитис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В., Практикум по органической химии. – М.: Высшая школа, 1991.
23. Вейганд-Хильгетаг Ф.Х.Г., Методы эксперимента в органической химии. – М.: Химия, 1968.
24. Шарп Дж., Госни И., Роули А., Практикум по органической химии. – М.: Мир, 1993.
25. Bittner C., ets, Organic Synthesis Workbook II. – Wiley-VCH.: Weinheim, 2001.

