

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 «АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК»**  
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 543.8.(031)

**Лучкевич Є.Р.** Навчальна програма курсу «Аналіз органічних сполук». – Методична розробка. – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2011. – 12 с.

Репрезентовано навчальну програму курсу «Аналіз органічних сполук». 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 14.

#### **Рецензент**

*Верста О.М.* – кандидат технічних наук, доцент кафедри 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

Інструментальні методи дозволяють проводити багаточисельні аналізи, які недоступні хімічним методам. Разом з тим хімія розвивається настільки швидко, що навіть при наявності найновіших інструментальних методів аналізу, хімічні методи не тільки зберігають своє значення, але і продовжують розвиватися.

Високий рівень знань з аналізу органічних сполук забезпечує майбутньому фахівцю можливість найкращого засвоєння наступних дисциплін професійного спрямування та кваліфікованого вирішення питань, пов'язаних зі швидко зростаючим прогресом теоретичних досліджень, синтезом нових хімічних сполук і розширенням можливостей їх застосування, потребами новітніх технологій. На прикладі фірм-виробників видно, що кількість персоналу, зайнятого традиційними методами аналізу значно перевищує чисельність персоналу, які обслуговують фізико-хімічні методи аналізу.

Програма курсу містить основних питань з органічної хімії, які необхідні майбутнім фахівцям з агрономії, і призначена для студентів першого курсу спеціальності «Хемія» (7 семестр). Основний матеріал викладений у лекціях, засвоюється на практичних заняттях та лабораторних роботах. Вивчення курсу завершується іспитом. До іспиту 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.

До іспиту допускається студент, який за результатами поточного оцінювання набрав щонайменше 25 балів, виконав усі лабораторні роботи і вчасно їх захистив. У білеті міститься не менше чотирьох запитань, на які студенту слід дати письмову відповідь. У разі тестових завдань, кількість запитань повинна бути не меншою 25.

## Теоретична частина

### 1.Визначення фізичних констант і характеристик

1.1. Визначення вологи. Визначення вологи летких сполук. Метод Діна і Старка. Визначення за методом Фішера. Визначення вологи методом сушки і зважування.

1.2. Визначення золи. Сульфатна зола. Залишок після спалювання і прокалювання.

1.3. Визначення температури плавлення.

1.4. Визначення температури кипіння. Визначення фракційного складу.

1.5. Визначення температури затвердіння.

1.6. Визначення питомої ваги. Визначення питомої ваги за допомогою аерометра, пікнометра. Вага Вестфаля.

1.7. Визначення розчинності.

1.8. Визначення в'язкості. Визначення абсолютної або динамічної в'язкості. Визначення відносної або кінематичної в'язкості. Визначення умовної в'язкості.

1.9. Тонкошарова хроматографія. Препаративна ТШХ. Аналітична ТШХ.

1.10. Основи спектрального аналізу. Методи визначення однієї речовини. Метод порівняння оптичних густин стандартного і розчину, який аналізується. Метод визначення за середнім значенням молярного коефіцієнта світлопоглинання. Метод градуувального графіка. Метод добавок. Аналіз багатокomпонентних забарвлених систем. Фотоколориметричний аналіз двохкомпонентних систем. Спектральний аналіз двохкомпонентних систем спектри, яких не накладуються. Спектральний аналіз двохкомпонентних систем спектри, яких частково накладуються. Спектральний аналіз двохкомпонентних систем спектри, яких накладуються. Спектрофотометричне титрування.

1.11. Потенціометричне титрування.

1.12. Визначення температури спалаху і запалювання (займання).

1.13. Визначення молекулярної маси. Пряме визначення пониження тиску пари. Кріоскопічний метод. Ебуліоскопічний метод. Камфорний метод (метод Раста). Ізотермічна перегонка.

1.14. Рефрактометрія. Визначення показника заломлення.

2.15. Визначення питомого обертання площини поляризації світла.

2.16. Кінетичні методи визначення фізико-хімічних констант.

## 2. Елементний аналіз

2.1. Якісний аналіз. Визначення карбону і гідрогену. Якісне визначення нітрогену, сульфуру і галогенів методом Лассеня.

2.1.1. Визначення нітрогену. Утворення берлінської блакиті. Утворення поліметинового барвника. Утворення роданідів.

2.1.2. Визначення сульфуру. Утворення сполуки з нітропрусидом натрію. Якісна реакція Фоля. Утворення сульфідів свинцю. Утворення сульфатів.

2.1.3. Визначення галогенів. Утворення галогенідів аргентуму. Роздільне визначення галогенів. Проба Бейльштейна. Визначення флуору.

2.1.4. Визначення фосфору.

2.2. Кількісне визначення елементів.

2.3.1. Кількісне визначення нітрогену. Метод Кьельдаля. Визначення нітрогену в нітро-, нітросо-, азо-, гідразо- і азоксисполуках методом Кьельдаля.

2.3.2. Кількісне визначення сульфуру. Визначення сульфуру в важколетких органічних сполуках за Лібихом-Дю-Менилем. Визначення сульфуру в легколетких органічних реакціях. Визначення сульфуру окисленням перманганатом калію (метод Мельникова).

2.3.3. Кількісне визначення галогенів. Визначення хлору і броду методом окислення біхроматом калію (метод Бобінь'ї-Шавану). Визначення галогена методом окислення перекисом натрію (метод Прингсгейма). Визначення галогена за Степановим. Визначення хлору в

боковому ланцюзі ароматичних сполук (метод Шульце). Визначення галогену методом спалювання речовини в атмосфері кисню (метод Шонігера)

### **3. Аналіз функціональних груп.**

4.1. Визначення гідроксильної групи. Методи, які базуються на естерифікації. Некаталітичні методи ацетилювання. Естерифікація фталевим ангідридом. Естерифікація піромелітовим діангідридом. Визначення гідроксильної групи в присутності первинних і вторинних амінів. Реакції, які дозволяють розділити первинні, вторинні і третинні спирти. Реакція окислення. Окислення перманганатом калію та хромовою сумішшю за Бекманом. Реакція з реактивом Неслера. Реакція з сукцинімідом. Виявлення вторинних спиртів. Хроматографічні методи.

4.2. Багатоатомні спирти. Проба з реактивом Неслера. Проба з йодом. Реакція з йодистою кислотою (реакція Малапрада). Виявлення гліколей в присутності гліцерину. Хроматографія на папері. Тонкошарова хроматографія. Кількісне визначення йодометричним методом.

4.3. Визначення гідроксильних груп кислотного характеру (еноли, феноли, нітроалкоголі). Якісні реакції на феноли. Утворення фенолятів. Кольорові реакції, реакція з хлоридом феруму(III). Реакція з діазосполуками. Реакція з 4-аміноантипірином. Індифенольні реакції. Реакції з  $\alpha$ -нітрозо- $\beta$ -нафтолом. Реакції з монохлороцтовою кислотою. Бромовання фенолів.

4.4. Визначення карбонільної групи. Утворення оксимів. Приєднання бісульфіту. Утворення гідразонів. Методи, які базуються на окисненні іонами аргентуму. Меркурометричний метод визначення. Метод, який базується на утворенні основ Шиффа. Якісні реакції з альдегідами. Реакція з фуксином. Реакція Анжелі-Ріміні. Реакція з діазобензолсульфо кислотою. Якісні реакції з кетонами. Реакція з мета-динітробенzenом. Утворення бромнітрозосполук. Виявлення  $\alpha,\beta$ -ненасичених кетонів дією концентрованої сульфатної кислоти. Конденсація з альдегідами.

4.5. Визначення карбонових кислот і їх похідних. Визначення карбонових кислот. Визначення амінокислот. Визначення солей карбонових кислот. Визначення естерів. Методи, які базуються на омиленні. Колористичний метод. Визначення кислотного числа. Визначення числа омилення. Визначення ангідридів кислот.

4.6. Визначення алкоксигруп. Ацидиметричне визначення. Визначення оксіалкенових груп. Визначення слідів поліоксіалкенів. Нефелометричний метод визначення слідів поліоксіетиленових сполук.

4.7. Визначення епоксидних груп.

4.8. Визначення органічних пероксидів. Колометричне визначення слідових кількостей пероксидів.

4.9. Визначення ненасичених вуглець-вуглецевих зв'язків. Методи, які базуються на бромованні. Бромовання в органічних розчинниках. Бромовання бромом у водному розчинні броміду калію. Визначення йодного числа. Визначення сполук ацетиленового ряду.

4.10. Визначення аміногрупи. Пряме титрометричне визначення. Титрування у воді. Аналіз ароматичних амінів. Якісні реакції аміногрупи. Виявлення основ за Файглем. Утворення солей. Ацилювання. Реакція з фенілізотіоцинатом. Виявлення первинних аліфатичних амінів. Реакція з хлораніліном. Реакція Риміні. Реакція з 2,4-динітрохлорбензолом. Реакції, які дозволяють розрізнити первинні, вторинні і третинні аміни. Виявлення вторинних аліфатичних амінів у вигляді дитіокарбамата нікеля. Виявлення третинних аліфатичних амінів. Кольорова реакція з лимонною кислотою. Виявлення первинних ароматичних амінів. Діазотування і азосполучення. Реакція з розчином фурфуролу в льодяній оцтовій кислоті. Реакція з п-диметиламінобензальдегідом. Виявлення вторинних ароматичних амінів. Реакція з нітритною кислотою. Кількісне визначення аміногрупи. Пряме титрометричне визначення. Титрометричне визначення у воді. Титрометричне визначення в оцтовій кислоті. Аналіз ароматичних амінів.

4.11. Визначення азо-, нітро-, нітросо- і діазогруп. Відновлення солями металів. Ванометричне визначення. Якісні реакції на алифатичні нітросполуки. Реакція з нітритною кислотою. Реакція з розчином хлориду феруму(III). Виявлення первинних нітроалканів. Виявлення вторинних нітроалканів. Якісні реакції на ароматичні нітросполуки. Відновлення в нейтральному розчині. Відновлення феруму(II) гідроксиду. Відновлення цинку в соляній кислоті. Визначення солей діазонію. Газометричний метод. Методи, які базуються на азосполученні. Визначення слідів діазосполук. Визначення сполук четвертинного амонія.

4.12. Визначення сульфонових сполук.

4.13. Принципи розробки аналітичних методів.

4.14. Використання функціонального аналізу для ідентифікації органічних сполук.



## **Практична частина**

### **Перелік лабораторних робіт**

1. Визначення вологи. Метод Діна і Старка. Визначення вологи методом сушки і зважування. Визначення вологи методом Діна і Старка.
2. Методи визначення питомої ваги і питомого обертання площини поляризації світла.
3. Аналіз амінів. Визначення вмісту основного продукту в п-аміноацетаніліді. Визначення вмісту ЕХТ-кислоти за аміногрупою. Визначення вмісту основного продукту в Клеве кислоті. Визначення масової частки амінів у 6-нітро-4-сульфо-2-амінофенолів. Визначення масової частки 4-нітроаніліну в технічному продукті. Визначення вмісту основної речовини в етилендіаміні. Визначення амоніаку і амінів в суміші етанол амінів.
4. Метод тонкошарової хроматографії.
5. Потенціометричне титрування. Визначення концентрації антранілової кислоти. Визначення вмісту І-кислоти. Визначення константи кислотності бензойної кислоти за певної температури. Визначення константи кислотності п-сульфобензолдіазонію
6. Основи спектрального аналізу. Метод порівняння оптичних густин стандартного і розчину, який аналізується. Метод градувального графіка.
7. Визначення йодних чисел і вмісту ненасичених вуглеводнів. Визначення йодного числа. Аналіз олефінів.
8. Визначення кислотного числа. Визначення простих поліефірів. Визначення складних поліефірів.
9. Визначення числа омилення. Визначення естерів.
10. Визначення гідроксильного числа.

### **Практичні заняття**

1. Обчислення вмісту вологи у відсотках за методом сушки і зважування та перегонкою з бензолом.
2. Контрольна робота за фізико-хімічними параметрами якості органічних речовин.
3. Контрольна робота за елементним аналізом. Обчислення показників кількісного аналізу функціональних груп (кислотного, гідроксильного, йодного та нітритного числа, числа омилення).

## **Вимоги до іспиту**

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 іспит (до 50 балів)

Поточне оцінювання включає контрольну роботу (модуль 1), яка оцінюється з розрахунку 25 балів, та підсумкової оцінки за практичний курс, який оцінюється з розрахунку 25 балів.

Студенти, які за результатами поточного оцінювання набрали менше 26 балів до іспиту не допускаються.

Іспит може проходити як тестове завдання або як контрольна письмова робота. Якщо іспит проходить як тестове завдання, кількість запитань повинна бути щонайменше 25. Кількість балів за правильний розв'язок тестів вказується для кожного завдання.

Якщо іспит проходить у режимі контрольної роботи, кількість запитань кількість запитань повинна бути чотири і більше. Кожне питання оцінюється за десятибальною шкалою, а сумарна оцінка перераховується з розрахунку отримання суми балів до 50.

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

### Рекомендована література

1. Сиггиа С., Ханна Дж.Г. Количественный органический анализ по функциональным группам. – М.: Химия, 1983. – 672с.
2. Ешворт М.Р.Ф. Титриметрические методы анализа органических соединений. – М.: Химия, 1972. –510 с.
3. Кодовская К.И. и др. Технический анализ. – М.: Высшая школа, 1979. – 476 с.
4. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. – М.: Химия, 1975. – 359 с.
5. Шрайнер Р. И др. Идентификация органических соединений. – М.: Мир, 1983.
6. Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ. – Ленинград: Химия, 1981. – 622с.
7. Установление структуры органических соединений физическими и химическими методами. – М.: Химия, 1967 – 800 с.
8. Черонис Н.Д., Ма Т.С., Микро- и полумикрометоды органического функционального анализа. – М.: Химия, 1973. – 576 с.
9. Мазор Л., Методы органического анализа. – М.: Мир, 1967. – 584 с.
10. Байерман К., Определение следовых количеств органических веществ. – М.: Мир, 1987. – 462 с.
11. Айвазов Б.В., Практическое руководство по хроматографии. – Москва.: Высшая школа. 1968. – 245 с..
12. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография. Т.1. – М.: Мир, 1981. – 435 с.
13. Под ред. Венкатарамана К., Аналитическая химия синтетических красителей.– Л.: Химия, 1979 – 574 с..
14. Хроматография на бумаге. Ред. Хайс И.М., Мацек К. Пер. с чешск. под ред.. Запрометова М.Н., – М., Изд. иностр. мет., 1962 – 460 с.



