

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

Докторська школа імені родини Юхименків

---

Структуризація співпраці щодо аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України

**НАЗВА ДИСЦИПЛІНИ: Методи досліджень структури та властивостей полімерних сполук**

I. Цикл професійної підготовки.

1.3. Нормативні дисципліни

ВИКЛАДАЧ:

Мамуня Є.П., д.ф-м.н., професор

Розроблено: Інститут хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України

Рябов С.

Гудзенко Н.

Кобрина Л.

Ткаченко І.

Лобко Є.

Ушакова Г.О.

Колесник І.С.

Демченко В.

Бабкіна Н.

Мамуня Є.

**Опис курсу:** Основний курс висвітлює сучасні методи досліджень хімічних речовин, дає змогу ознайомитись із теоретичною базою Спектральних, Структурних, Термофізичних методів аналізу. Курс зосереджено в основному на застосуванні основних методів досліджень для вивчення будови різних типів органічних сполук і полімерів. Освоєння курсу стане підґрунтям для формування глибокої теоретичної підготовки у аспірантів, дасть можливість отримати та оволодіти навичками практичної роботи (підготовки зразків, проведення експерименту, інтерпретації отриманих результатів, оформлення матеріалів для статей, доповідей, тез конференцій)

**Мета курсу:** Засвоєння аспірантами базових знань і понять про основні методи досліджень хімічних речовин. Ідентифікація та аналіз експериментальних даних органічних і полімерних сполук різними методами дослідження.

# МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ СПОЛУК

Кількість ECTS кредитів: 4

Статус курсу: нормативна

Кількість годин:

Загальна: 120

Лекції: 10

Лабораторно-практичні: 42

Самостійна робота: 68

Вид підсумкового контролю: іспит

## ПЛАН КУРСУ:

Розділ 1: Спектральні методи аналізу

Тема 1: Інфрачервона Фур'є спектроскопія (ІЧ)

Тема 2: Ультрафіолетова та видима спектроскопія (УФ-вид)

Тема 3: Спектроскопія ядерно-магнітного резонансу (ПМР, ЯМР)

Тема 4: Діелектрична релаксаційна спектроскопія (ДРС)

Розділ 2: Структурні методи дослідження

Тема 1: Рентгеноструктурний аналіз (широко- та малокутове розсіювання рентгенівських променів)

Розділ 3: Хроматографічні методи аналізу

Тема 1: Гель-проникна хроматографія (ГПХ)

Тема 2: Афінна хроматографія

Розділ 4: Електрокінетичні методи аналізу

Розділ 5: Термофізичні методи аналізу

Тема 1-4: Методи динамічної сканувальної калориметрії (ДСК), термогравіметричного аналізу (ТГА), термомеханічного аналізу (ТМА) та динамічного механічного аналізу (ДМА)

# РОЗДІЛ 1: СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

## ТЕМА 1: ІНФРАЧЕРВОНА ФУР'Є - СПЕКТРОСКОПІЯ (ІЧ)

### КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН

0,5 лекції \* 2 години = 1 година;

2 практичні заняття \* 3 год = 6 годин

### КОРОТКИЙ ОПИС ТЕМИ КУРСУ

ІЧ спектроскопія є одним із найбільш потужних аналітичних методів, яка часто використовується у фундаментальних і прикладних дослідженнях, а також для контролю виробничих процесів. Зараз найактивніше використовують ІЧ фур'є- спектроскопію, яка є наслідком оригінального синтезу нових досягнень в оптиці, механіці, електроніці, в лазерній та обчислювальній техніці. Метод ІЧ-фур'є спектроскопії поглинання та відбивання дає можливість одержати найбільш повну інформацію про будову і склад аналізованої речовини. Вивчення теоретичних та практичних основ ІЧ фур'є - спектроскопії дадуть підґрунтя для засвоєння практичних навичок з інтерпретацією відповідних спектрів і їх використання для встановлення складу і будови хімічних сполук. В даному розділі велика увага буде приділятися практичним роботам. Значне місце матиме підготовка та розгляд зразків різного типу: тверді речовини, рідкі та в'язкі зразки, орієнтовані плівки. Детально будуть розглянуті та ідентифіковані зразки різних видів органічних сполук та полімерів.

### МЕТА

Вивчення курсу передбачає надання аспірантам теоретичних знань з ІЧ спектроскопії з Фур'є перетворенням. Аспіранти також отримають практичні знання щодо застосування методів ідентифікації органічних і полімерних сполук та інтерпретації ІЧ-спектрів.

### РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Після засвоєння курсу пошукачі здобудуть наступні **знання**:

1. Мають формулювати основні принципи ІЧ фур'є – спектроскопії.
2. Повинні визначати методи та етапи підготовки зразків для різних приставок ІЧ фур'є – спектроскопії.
3. Вміти визначати основні спектральні смуги поглинання зразків.

**та навички:**

1. Інтерпретувати ІЧ-спектри та відносити основні спектральні смуги поглинання.
2. Вирішувати конкретні завдання з використанням ІЧ фур'є – спектроскопію
3. Проводити пошук в електронній бібліотеці ІЧ-спектрометра.

**МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

- пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний - лекції у вигляді презентації;
- дослідницький метод – практичні заняття;
- дискусійний метод – семінарські заняття;
- дистанційний метод - пошукачі самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують дії пошукового характеру.

**МЕТОДИ ПЕРЕРВІРКИ ЗНАНЬ**

Іспит проводиться у вигляді семінарського виступу, де пошукач у вигляді презентації представляє свої дослідження з використанням ІЧ фур'є – спектроскопії.

**КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Гудзенко Наталія Василівна, к.х.н., доцент, с.н.с. відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів Інституту хімії високомолекулярних сполук НАНУ,  
Харківське шосе, 48, 02160 Київ, Україна

E-mail: [n.hudzenko@gmail.com](mailto:n.hudzenko@gmail.com), [gudn@bigmir.net](mailto:gudn@bigmir.net)

Тел. (роб.): (+380 44) 292-02-43

Тел. (моб.): (+380 97) 579-48-50

**Область інтересів:**

Функціоналізовані рідкі каучуки, азо- та пероксидні ініціатори радикальної полімеризації, біополімерні композиційні матеріали на основі відновлюваної рослинної сировини, рослинні модифікатори для полімерних покриттів; дослідження структури та властивостей композиційних полімерних матеріалів за допомогою методів ІЧ-спектроскопії, ДСК, ТГА.

## **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Базові знання органічної, фізичної, аналітичної хімії та хімії високомолекулярних сполук. Оперувати різними комп'ютерними програмами. Мати навички роботи в лабораторії.

### **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

**Лекція.** Інфрачервона Фур'є-спектроскопія:

1. Можливості Фур'є-спектроскопії та її переваги порівняно з традиційною спектроскопією.
2. Поняття про валентні та деформаційні коливання.
3. Фундаментальні переходи в коливальних спектрах хімічних сполук;
4. Залежність коливальних спектрів від хімічної будови молекул.
5. Вибір оптимальних умов реєстрації ІЧ-спектрів
6. Найважливіші характеристичні смуги поглинання в області основних частот коливань органічних та полімерних сполук.

### **Практичні завдання**

1. Інтерпретація ІЧ-спектрів для стандартних органічних та полімерних сполук.
2. Спектр-1.
3. Спектр-2.
4. Спектр-3.
5. Дослідження зразків, що знаходяться
  - а) у твердому
  - б) у рідкому,
  - в) у плівках,
6. Аналіз спектральних кривих.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

1. Необхідні умови для виникнення ІЧ-спектру молекули. Поняття про валентні та деформаційні коливання.
2. Залежність положення смуги поглинання від кратності зв'язку на прикладі вуглеводнів.
3. Залежність положення смуги поглинання від кратності зв'язку на прикладі карбонільних сполук.
4. Фактори, що впливають на інтенсивність смуги поглинання. Навести приклади.
5. Залежність інтенсивності смуги поглинання від кратності зв'язку.

6. Особливості поглинання амідів карбонових кислот.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ ТА ІНТЕРНЕТ ДЖЕРЕЛ**

1. Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Second Edition / Brian C. Smith .- Taylor & Francis, 2011.- 207 p.

2. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications / B. Stuart .- John Wiley & Sons, 2004.-203p.

3. Fourier Transform Infrared Spectrometry, Second edition / Peter R. Griffiths and James A. de Haseth:, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, 2007

4. Fourier Transform Infrared Spectrometry (2nd ed.) / Griffiths, P.; de Haseth, J. A. Wiley-Blackwell. – 2007.

5. Fourier Transform Infrared Spectrometry, 2nd ed. // edited by P. R. Griffiths and J. A. De Haseth Wiley-Interscience.- New York, 1986. Google Scholar.

6. Spectrometric identification of organic compounds // RM Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, D.L. Bryce. – 2014.

7. Ferraro J.R. / Practical Fourier transform infrared spectroscopy: industrial and laboratory chemical analysis. - 2012 - books.google.com/

8.

<https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/virttxtjml/Spectrpy/InfraRed/infrared.htm/>

9. <http://www.bio-rad.com/en-us/product/ir-spectral-databases>.

## **РОЗДІЛ 1: СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

### **ТЕМА 2: УФ-ВИДИМА СПЕКТРОСКОПІЯ**

#### **КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН**

0,5 лекції \* 2 години = 1 година;

2 практичні заняття \* 3 год = 6 годин

#### **КОРОТКИЙ ОПИС ТЕМИ КУРСУ**

Даний курс має за мету поглибити знання аспірантів стосовно основних принципів УФ-видимої спектроскопії, детально познайомити їх із обладнанням (УФ-спектрометром), а також із застосуванням даного методу для вивчення і моніторингу широкого кола сполук в області органічної, полімерної та фармацевтичної хімії, а також практичного використання набутих знань у деяких областях індустрії.

Ультрафіолетова спектроскопія - розділ спектроскопії, що вивчає і досліджує спектри поглинання і відбиття в УФ-області спектру, тобто від 400 нм до 10 нм.

УФ- та видима абсорбційна спектроскопія базується на вимірюванні ступеню ослаблення інтенсивності променя світла після його проходження через зразок або після відбиття від поверхні певного зразка. Вимірювання абсорбції (поглинання) може відбуватися на одній довжині хвилі, або у певному спектральному діапазоні. Багато молекул поглинають ультрафіолет або видиме світло. Поглинання світла у розчині підвищується і при цьому одночасно відбувається ослаблення інтенсивності променя.

Поглинання ( $A$ ) прямо пропорційне довжині шляху промінню, що проходить через зразок ( $b$ ), і концентрації ( $c$ ) абсорбуючого зразка. Закон Бугера-Ламберта-Бера, який описує цей процес, стверджує, що  $A = \epsilon bc$ , де  $\epsilon$  – константа пропорційності, або молярний коефіцієнт абсорбції.

Для багатьох хімічних сполук характерні сильні смуги поглинання в УФ-області, що створює переваги використання ультрафіолетової спектроскопії в спектральному аналізі. Різні молекули абсорбують опромінювання при різних довжинах хвилі. Спектр поглинання містить число полос, які відповідають певним структурним групам досліджуваної молекули. Наприклад, абсорбція карбонільної групи ацетону спостерігається в УФ-області при тій же довжині хвилі, що і для диетилкетону.

Цей метод дозволяє відслідковувати кінетику хімічної реакції та її швидкість при вимірюванні спектрів поглинання через певні проміжки часу.

Константа рівноваги  $K_p$  може бути також розрахована за допомогою УФ-спектрометричного методу. Після визначення оптимальних довжин хвиль для всіх компонентів (реагентів), які знаходяться у стані рівноваги, можна моніторити реакцію до досягнення її рівноважного стану і визначати концентрації реагуючих речовин при їх раніше зафіксованих довжинах хвиль. Так,  $K_p = [\text{Продукти реакції}] / [\text{Вихідні реагенти}]$ .

## **МЕТА**

Мета курсу – надати аспірантам знання з теорії УФ-спектроскопії та практичні навички, необхідні для роботи на УФ-спектрометрі, інтерпретації УФ-спектрів, що дасть змогу ідентифікувати досліджувані органічні та інші сполуки.

## **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Після опанування курсу УФ-видима спектроскопія аспіранти набудуть такі знання та навички:



1. Мають формулювати основні принципи УФ-видимої спектроскопії
2. Повинні вміти готувати зразки для вимірювань у розчині та твердому стані
3. Вміти працювати із УФ-спектрометром та відповідними комп'ютерними програмами
4. Аналізувати та інтерпритувати спектри органічні та інших сполук

#### **МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ**

Лекції, семінари, практичні заняття та дискусії

#### **МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Самостійна робота із відповідною літературою по темі, дискусії на колоквіумах, консультації із викладачем, підготовка презентацій.

#### **МЕТОДИ ПЕРЕРВІРКИ ЗНАНЬ**

Іспит проводиться у формі семінару з персональними презентаціями кожного аспіранту. Перед іспитом аспіранти мають подати короткі індивідуальні звіти по свої темі дисертації.

#### **КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Рябов Сергій Володимирович, доктор хімічних наук, професор, завідувач відділу модифікації полімерів Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України  
Харківське шосе 48, 02160 Київ, Україна,

E-mail: [Sergii.Riabov@gmail.com](mailto:Sergii.Riabov@gmail.com)

тел. (+380 44) 559 36 95

факс: (+380 44) 292 40 64

#### Область інтересів:

Супрамолекулярна та полімерна хімія; Хімія циклодекстринів (розробка комплексів включення, синтез функціоналізованих циклодекстринів та полімерів на їх основі); Функціоналізовані полімери: Природні полімери (хітозан, целюлоза, крохмаль) та їх композити; Біодеградабельні полімери, їх модифікація та характеристикація.

#### **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Базові знання з органічної хімії, полімерної хімії та УФ-спектроскопії.

## **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

**Лекція.** УФ-видима спектроскопія (введення та принципи).

1. Визначення УФ-випромінювання.
2. Принципи УФ-видимої спектроскопії.
3. Спектри поглинання та закони поглинання (Absorbance laws).
4. Типи переходів, хромофорний ефект, правило Woodward-Feiser, ефекти розчинника.
5. Інструментарії та застосування.

**Самостійна робота** пов'язана з вирішенням певних завдань стосовно використання методу УФ-спектроскопії, які допоможуть аспірантам у їх дослідницькій роботі. Крім того, для атестації по темі курсу необхідно представити презентації на практичному занятті по обраній темі.

### **Практичні заняття**

1. Робота із УФ-спектрофотометром, підготовка зразків для проведення експериментів, та оволодіння комп'ютерним софтом.
2. Інтерпретація УФ-спектрів - спочатку простих органічних молекул, а згодом складних молекулярних об'єктів.
3. Коротка презентація стосовно теоретичних і практичних аспектів УФ-спектроскопії, та її використання в індустріальній сфері.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

1. Визначення функціональних груп.
2. Детектування домішок у основній речовині.
3. Якісний аналіз.
4. Кількісний аналіз.
5. Прості сполуки, що не містять хромофорів.
6. Лікарські препарати з хромофорними реагентами (Drugs with chromophoric reagents).
7. Таутомерна рівновага.
8. Електронні переходи: включаючи  $\pi$ ,  $\sigma$ , та  $n$  електрони, та переходи з переносом заряду електронів.

## **НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ**

1. Advantage in UV/Visible Spectroscopy  
<https://www.agilent.com/cs/library/>

2. Ultraviolet and Visible Spectroscopy (S. Kumar)  
[www.uobabylon.edu.iq/.../publication\\_11\\_8282\\_250.pdf](http://www.uobabylon.edu.iq/.../publication_11_8282_250.pdf)
3. Basic UV-Vis Theory, Concepts and Applications - ResearchGate  
<https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id...>
4. UV-Visible spectroscopy  
[web.iitd.ac.in/~sdeep/Electronic.pdf](http://web.iitd.ac.in/~sdeep/Electronic.pdf)
5. <http://www.chemguide.co.uk/analysis/uvvisible/theory.html>

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David Kiemle // Spectrometric Identification of Organic Compounds, 7th Edition, Wiley, 2005, 512 p.
2. Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David J. Kiemle, David L. Bryce Spectrometric Identification of Organic Compounds, 8th Edition, John Wiley & Sons, 2014, 464 p.
3. Tony Owen // Fundamentals of modern UV-visible spectroscopy, Agilent Technologies, 2000.
4. Subodh Kumar // Spectroscopy of Organic Compounds, Guru Nanak Dev University, 2006.
5. The Royal Society of Chemistry // Ultraviolet/visible spectroscopy, Unilever, 2011.

## **РОЗДІЛ 1: СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

### **ТЕМА 3: СПЕКТРОСКОПІЯ ЯДЕРНО-МАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ**

#### **КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН**

1 лекція \* 2 години = 2 година;

1 практичне заняття \* 3 год = 3 годин;

**Опис курсу:** Тема курсу – огляд принципів спектроскопії ядерного магнітного резонансу (ЯМР) з високою роздільною здатністю та її застосування в органічній і полімерній хімії. Курс буде зосереджено в основному на використанні ЯМР спектроскопії для вивчення будови різних типів органічних сполук і полімерів. Також ця тема буде напрямлена на формування практичних навичок, пов'язаних з оцінкою даних ЯМР спектроскопії, а саме

інтерпретації ЯМР спектрів. Тема спектроскопії ЯМР пов'язана з набуттям знань щодо підготовки зразків для зняття одновимірних (1D) ЯМР спектрів, таких важливих понять як хімічний зсув та спіл-спінова взаємодія. Основні поняття ЯМР спектроскопії будуть продемонстровані на прикладі реальних  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  та  $^{19}\text{F}$  ЯМР спектрів органічних молекул і макромолекул. Крім того, коротко обговорюватимуться різні техніки зняття двохвимірних (2D) ЯМР спектрів та ЯМР спектрів сполук в твердому стані.

**Мета курсу:** Метою теми є надання теоретичних та практичних знань і навичок стосовно ЯМР спектроскопії, необхідних для інтерпретації спектрів ЯМР та ідентифікації за їх допомогою різних органічних сполук.

### **Завдання курсу:**

- оволодіти основними аспектами (поняттями) спектроскопії ядерного магнітного резонансу (ЯМР)
- продемонструвати практичні аспекти підготовки зразків для проведення спектроскопії ЯМР
- впізнавати та пояснювати прості спектральні дані ЯМР
- вміти працювати з програмами для інтерпретування спектрів ЯМР
- використовувати ЯМР дані у професійній діяльності

### ***1. Лекція. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу:***

1. Загальний вступ до спектроскопії ЯМР
2. Одновимірна  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопія: хімічний зсув, інтегрування і спіл-спінова взаємодія
3.  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектроскопія (чутливість, хімічний зсув, спіл-спінова взаємодія)
4. Інші техніки та застосування ЯМР спектроскопії ( $^{19}\text{F}$  ЯМР спектроскопія, твердофазна ЯМР спектроскопія, двовимірна ЯМР спектроскопія)

### ***2. Лабораторне заняття.***

1. Практичні вправи: інтерпретація  $^1\text{H}$  ЯМР спектрів і прогнозування відповідних спектрів на основі теоретичних знань для типових органічних молекул
2. Автоматичне прогнозування (моделювання) ЯМР спектрів із використанням програмного забезпечення.
3. Кожен аспірант робить (10-15)-хв презентацію по обраній темі. За кожною презентацією іде 5-хв період запитань і відповідей.

### **3. Самостійна робота.**

Розв'язок певних завдань з ЯМР спектроскопії, які можуть допомогти аспірантам у їхній дослідницькій роботі. Крім того, завершення теми вимагає представлення доповідей на запропоновані конкретні теми.

#### **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Аспіранти, які успішно засвоїли тему "Спектроскопія ядерно-магнітного резонансу", оволодіють наступними **знаннями**:

1. про основні принципи техніки ЯМР спектроскопії;
2. про процедуру підготовки зразка для одновірної рідинної ЯМР спектроскопії;
3. про процеси, що відповідальні за хімічний зсув сигналу та його мультиплетність;

#### **та навичками:**

1. вміти аналізувати різну інформацію про структуру молекул із  $^1\text{H}$  і  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектрів;
2. вміти інтерпретувати спектри ЯМР  $^1\text{H}$  та  $^{13}\text{C}$  простих органічних сполук;
3. вміти використовувати дані ЯМР спектроскопії для вирішення конкретної фізико-хімічної проблеми;
4. бути в змозі використовувати певні спеціальні комп'ютерні програми для роботи з ЯМР спектрами.

**Методи навчання** (матеріали для вивчення, прочитання, опанування):

- пояснювально-ілюстративний – лекції, дискусії, презентації, демонстративний матеріал;
- дослідницький – робота з науковою літературою для висвітлення наукових проблем та питань, набуття практичних навичок роботи в лабораторії з розв'язанням поставленої задачі.

#### **Бали**

Остаточний бал складається з балів за темою дисципліни (60%) та балів за блок результатів виконання плану дослідження (40%).

#### **Мова викладання**

Українська

## КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Ткаченко Ігор Михайлович, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів Інституту хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України,

48 Харківське шосе, 02160 Київ, Україна.

E-mail: tkachenko\_im@i.ua

Тел (роб): (+380 44) 291 02 88

Тел (моб.): (+38097) 993-73-38

### Область інтересів:

Дизайн, синтез та характеристика нових фторованих мономерів і полімерів з контрольованою структурою та функціональністю; азовмісні полімери та поліедральні олігосилсесквіоксани; матеріали з низькими діелектричними втратами, фоточутливі, нелінійні оптичні, рідкокристалічні та газорозділювальні матеріали.

### **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Загальні знання з органічної хімії та спектроскопії.

### **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

**Лекція.** Спектроскопія ядерно-магнітного резонансу:

1. Загальні відомості про ЯМР спектроскопію.
2.  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопія: хімічний зсув, інтегральна інтенсивність та спін-спінова взаємодія).
3.  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектроскопія (чутливість, хімічний зсув, спін-спінова взаємодія).
4. Інші види ( $^{19}\text{F}$  ЯМР, твердофазна ЯМР, 2D ЯМР) та застосування ЯМР спектроскопії.

*Під час лекції студент повинен вибрати одну зі запропонованих тем презентацій.*

**Самостійна робота** пов'язана з вирішенням певних завдань по темі ЯМР спектроскопії, які допоможуть аспірантам у їх дослідницькій роботі. Крім того, для атестації по темі курсу необхідно представити презентації на практичному занятті по обраній темі.

### **Практичне заняття:**

1. Практичні завдання: інтерпретація спектрів  $^1\text{H}$  ЯМР та прогнозування  $^1\text{H}$  ЯМР спектрів для типових органічних молекул.
2. Спектральне прогнозування спектрів  $^1\text{H}$  ЯМР за допомогою спеціального комп'ютерного забезпечення.

3. Доповідь у вигляді презентації (10-15 хв) на обрану тему. Після кожної презентації протягом 5 хв відбувається обговорення (запитання та відповіді) теми.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

### **Список орієнтовних тем:**

1. Хімічні зсуви типових домішок в ЯМР спектрах: розчинники та інші органічні речовини.
2. АТР і DEPT техніки в  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектроскопії.
3. Двовірна ЯМР спектроскопія: кореляційна спектроскопія COSY.
4. Двовірна ЯМР спектроскопія: ядерна спектроскопія з ефектом Оверхаузера (NOESY та ROESY) і повна кореляційна спектроскопія TOSCY.
5. Твердофазна ЯМР спектроскопія.
6. ЯМР в медицині та біології.
7.  $^{19}\text{F}$  ЯМР спектроскопія.

### **Список питань та робочих проблем (деякі приклади)**

1. Які дані можна отримати зі  $^1\text{H}$  ЯМР спектра з інтеграцією?
2. Які сигнали, мультиплетність (с, д, т ...) ви очікуєте спостерігати в спектрі  $^1\text{H}$  ЯМР хлоретану  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ?
3. Скільки сигналів ви очікуєте побачити в спектрі  $^1\text{H}$  ЯМР 2-бромпропану  $(\text{CH}_3)_2\text{CHBr}$ ?
4. Спектр  $^1\text{H}$  ЯМР сполуки **X** містить синглет, триплет і квартет. Яка з наступних сполук може бути **X** –  $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCHCl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{CHClCHClCH}_3$ ?

### **Джерела для ознайомлення:**

#### *Освітні ресурси*

1. UC Davis Nuclear Magnetic Resonance Facility  
<http://nmr.ucdavis.edu/useful-links/>
2. Tools for NMR spectroscopists  
<https://www.nmrdb.org>
3. Spectral Database for Organic Compounds, SDBS.  
[http://sdb.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre\\_index.cgi](http://sdb.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi)

#### *Література*

1. Гюнтер Харальд. *Введение в курс спектроскопии ЯМР*. Рипол Классик, 1984.

2. Дероум Э. *Современные методы ЯМР для химических исследований*. М: Мир, 1992.
3. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. *Спектрометрическая идентификация органических соединений*. М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
4. Keeler James. *Understanding NMR spectroscopy*. John Wiley & Sons, 2011.
5. Claridge Timothy DW. *High-resolution NMR techniques in organic chemistry*. Vol. 27. Elsevier, 2016.
6. Ning, Yong-Cheng. *Interpretation of organic spectra*. John Wiley & Sons, 2011.
7. Bovey, Frank. *High resolution NMR of macromolecules*. Elsevier, 2012.
8. Kwan Eugene E. and Shaw G. Huang. "Structural elucidation with NMR spectroscopy: practical strategies for organic chemists." *European Journal of Organic Chemistry* 2008, 16 (2008): 2671-2688.
9. <http://www.chem.ucalgary.ca/courses/350/Carey5th/Ch13/ch13-nmr-1.html>

## **РОЗДІЛ 1: СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

### **ТЕМА 4: ДІЕЛЕКТРИЧНА РЕЛАКСАЦІЙНА СПЕКТРОСКОПІЯ (ДРС)**

#### **КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН**

1 практичне заняття \* 3 год = 3 годин;

#### **КОРОТКИЙ ОПИС ТЕМИ КУРСУ**

Діелектрична релаксаційна спектроскопія (ДРС) є одним з основних методів дослідження діелектричних матеріалів, напівпровідників, електро- та йонопровідних матеріалів (таких як протон-провідні мембрани, йонні рідини, електроліти, паливні елементи тощо), а також релаксаційних властивостей матеріалів.

#### **МЕТА**

Опанування аспірантами понять про застосування методу ДРС для характеристики провідності (електронної, йонної) та релаксаційних властивостей матеріалів різної природи.

#### **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

- аспіранти здобудуть практичні навички роботи з обладнанням (імпеданс метр, міст змінного струму та інші), обробки та аналізу даних ДРС;

У результаті успішного засвоєння теми аспіранти здобудуть наступні **знання**:

1. про основні принципи та методики ДРС;



2. про можливе застосування ДРС.

**та навички:**

1. Вміти підготовки зразків до вимірювання;
2. Використовувати спеціальне обладнання (імпедансний спектрометр, міст змінного струму);
3. Проводити обробку даних та проведення аналізу.

**МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ**

Лабораторне заняття (пробопідготовка зразків, реєстрація спектрів ДРС, обробка отриманих даних, аналіз результатів).

**МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

- пояснювально-ілюстративний – презентації, демонстративний матеріал;
- дослідницький – набуття практичних навичок роботи з обладнанням, обробки та аналізу даних.

**МЕТОДИ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ**

Робота на лабораторній роботі – 10 балів (всього 50 балів). Іспит у вигляді опитування.

**КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Лобко Євгенія Володимирівна, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник відділу фізики полімерів Інституту хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України,

48 Харківське шосе, 02160 Київ, Україна.

E-mail: lobko\_zhenia@i.ua

Тел (роб): (+380 44) 291 02 11

Тел (моб.): (+38067) 387 87 31

Область інтересів:

Синтез полімерних композитів з вуглецевими та металевими нанонаповнювачами з електро- та теплопровідністю, механічною міцністю, ефективним екрануванням та поглинанням електромагнітного випромінювання. Синтез полімерів з металорганічними

сполуками з фотолюмінесцентними характеристиками. Синтез та дослідження каталізаторів і мембран для паливних елементів.

### **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Базові знання з неорганічної та органічної хімії, хімії високомолекулярних сполук.

### **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

**Лабораторна практика.** Діелектрична релаксаційна спектроскопія

1. Дослідження електричних та діелектричних властивостей матеріалів за допомогою ДРС.

2. Підготовка зразків до аналізу.

3. Реєстрація спектрів ДРС.

4. Обробка даних, в тому числі розрахунків рівня провідності зразків, діелектричної сталої, тангенсу діелектричних втрат та інше. Аналіз отриманих даних.

5. Дослідження релаксаційних характеристик матеріалів за допомогою ДРС.

Реєстрація спектрів ДРС в температурно-частотному діапазоні. Обробка даних. Аналіз релаксаційних переходів в матеріалах.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Broadband Dielectric Spectroscopy / Ed. by F. Kremer, A. Schönhal. – Springer, 2003. – 729 p.

2. Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications / Ed. by Evgenij Barsoukov and J. Ross Macdonald. – Wiley Interscience, 2nd Edition, 2005. - 616 p.

## **РОЗДІЛ 2: СТРУКТУРНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **ТЕМА 1: РЕНТГЕНОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ (ШИРОКО- ТА МАЛОКУТОВЕ РОЗСПІВАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОМЕНІВ)**

#### **КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН**

1 лекція\*2 години = 2 години;

1 практичне заняття \* 3 год = 3 годин

#### **КОРОТКИЙ ОПИС ТЕМ КУРСУ**

Цей курс охоплює сучасні методи дослідження структури матеріалів, у тому числі полімерів. Основна увага буде приділена наступним методам: широко- і малокутовому

розсіюванню рентгенівських променів (ШКРРП і МКРРП). Рентгенографічні методи забезпечують потужні способи вивчення структури матеріалів і часто використовуються для фундаментальних і практичних досліджень. В даний час методи ШКРРП і МКРРП широко застосовуються для вивчення структури різних матеріалів, таких як полімери, нанокompозити, наповнювачі неpolімерної природи. Курс містить як теоретичні основи рентгеноструктурного аналізу, так і застосування методів ШКРРП і МКРРП для вивчення відповідної структури матеріалів. Знайомство з основними закономірностями вивчення структури хімічних сполук, полімерних матеріалів, композитів і нанокompозитів методами широко - і маловугільного розсіювання рентгенівських променів.

### **МЕТА КУРСУ**

Вивчення курсу передбачає надання аспірантам теоретичних знань про методи рентгеноструктурного аналізу, знайомство з принципами і підходами кожного методу дослідження, з структурними характеристиками, які можуть бути виміряні кожним з цих методів. Аспіранти також отримають практичні знання щодо застосування методів рентгеноструктурного аналізу, а також придбають навички роботи з обладнанням за кожним методом дослідження та вміння аналізувати отримані експериментальні дані.

### **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Після закінчення вищевказаного курсу студенти матимуть такі **знання**:

1. Знати основні принципи методів рентгеноструктурного аналізу (ШКРРП і МКРРП), структурні характеристики які можуть бути визначені кожним з цих методів.
2. Визначити такі структурні параметри, як період Бреґга, відносний рівень кристалічності, розмір кристалітів, період чергування в просторі (об'ємі полімерів) областей гетерогенності однакової локальної електронної густини, розмір областей гетерогенності (методика Руланда) та інші характеристики матеріалів, у тому числі полімерів, нанокompозитів та їх складових.

#### **і навички:**

1. Interpret small-angle X-ray scattering profiles and wide-angle X-ray diffractograms;
2. Widely used methods of wide- and small-angle X-ray scattering for solving specific problems.

### **МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

1. Пояснення з ілюстрацією-інформативний виклад (лекція).

2. Методи дослідження-практичні заняття з обладнанням, аналіз даних обробки.
3. Дистанційний метод-студенти самостійно вивчають наукову літературу, проводять спостереження, тестування та пошук відповідної інформації.

## **ІСПИТ**

Іспит проводиться у формі семінару. Кожен аспірант представляє свою дослідницьку роботу (презентація Power Point), пояснюючи результати, отримані одним з структурних методів.

## **КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Викладач – Валерій Демченко, к.ф.-м.н., старший науковий співробітник,  
Відділ модифікації полімерів

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України,  
Харківське шосе, 48, 02160, Київ, Україна  
E-mail: dvaleriy1@ukr.net,  
Тел.: (+380) 44 291 02 19,  
Мобільний тел.: (+380) 96 558 23 17

## Область інтересів:

Вивчення структури, фізико-механічних та антимікробних властивостей функціональних нанокompatитів на основі поліелектролітних комплексів різної хімічної будови та наночастинок металів (зокрема, срібла, міді та заліза). Формування нанокompatитів здійснюється шляхом відновлення іонів металів у поліелектроліт-металічних комплексах з використанням різних методів відновлення (зокрема, хімічного відновлення, хімічного відновлення під дією фізичних полів, термохімічного відновлення).

## **ВИМОГИ**

Основні знання фізичної хімії, фізики та хімії полімерів, фізико-хімії композиційних матеріалів. Робота з програмним забезпеченням для ПК. Досвід роботи на лабораторному обладнанні.

## **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАХОДІВ**

Лекція. Рентгеноструктурний аналіз (ШКРРП і МКРРП):

1. Метод ширококутного розсіювання рентгенівських променів. Рівняння Брегга, методологія визначення:

а) адитивні рентгенівські дифракційні криві та їх порівняння з експериментальними;

б) відносний рівень кристалічності (по Метьюзу);

в) розмір кристалітів (метод Шеррера).

2. Метод малокутового розсіювання рентгенівських променів:

а) період чергування в просторі (об'ємі полімерів) областей гетерогенності однакової локальної електронної густини;

б) ефективний розмір областей гетерогенності (методика Руланда);

Практичне навчання:

1. Інтерпретація профілів ШКРРП і МКРРП стандартних хімічних речовин і полімерів.

2. Експериментальне дослідження зразків, що знаходяться в наступному стані:

а) тверде тіло;

б) рідина;

в) порошок.

3. Аналіз кривих ШКРРП і МКРРП хімічних сполук і полімерних матеріалів.

#### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Класифікація рентгенівських методів дослідження полімерів. Рентгенооптична схема цих методів.

2. Розрахунок адитивних рентгенівських дифрактограм матеріалів.

3. Визначення періоду Брегга, відносного рівня кристалічності (по Метьюзу); розміру кристалітів (за методом Шеррера).

2. Розрахунок періоду чергування в просторі (об'ємі полімерів) областей гетерогенності однакової локальної електронної густини; розмір областей гетерогенності (методика Руланда).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. V. I. Shtompel' and Yu. Yu. Kercha, Structure of Linear Polyurethanes (Naukova dumka, Kiev, 2008) [in Russian].
2. Porod G. General theory / G. Porod // Small-angle x-ray scattering /Ed. by O. Glatter, O. Kratky. – London : Acad. Press, 1982. – P. 17–51

3. Demchenko V., Riabov S., Rybalchenko N., Goncharenko L., Kobylinskyi S., Shtompel' V. X-ray study of structural formation, thermomechanical and antimicrobial properties of copper-containing polymer nanocomposites obtained by the thermal reduction method, Eur. Polym. J., 2017, 96: 326–336.

### **РОЗДІЛ 3: ХРОМАТОГРАФІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

#### **ТЕМА 1: ГЕЛЬ-ПРОНИКНА ХРОМАТОГРАФІЯ (ГПХ)**

#### **КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН:**

1 лекція\*2 години = 2 години;

1 практичне заняття \* 3 год = 3 годин;

#### **КОРОТКИЙ ОПИС ТЕМИ КУРСУ**

Метою даного курсу є вивчення основних принципів та області застосування гелі-проникної хроматографії (ГПХ). Курс описує основні принципи ГПХ як сучасного методу для розділення сполук різної молекулярної маси, а також дослідження їхніх молекулярно-масових характеристик, зокрема середньочислової, середньомасової, середньов'язкісної маси, та молекулярно-масового розподілу (індексу полідисперсності). Основними напрямками при вивченні курсу будуть: принципи ГПХ, принципи розділення сполук, інструменти ГПХ, підготовка зразка, інтерпретація результатів.

#### **МЕТА**

Метою курсу є вивчення основ методу ГПХ, що дозволить обирати необхідні інструменталі рішення та умови проведення аналізу для вирішення проблем, пов'язаних з дослідженням молекулярно-масових характеристик полімерів.

#### **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Після завершення курсу “Гель-проникна хроматографія” студенти набудуть таких **знань:**

1. Основні принципи та інструменти ГПХ
2. Вибір відповідного обладнання для розділення полімерів та дослідження їхніх молекулярно-масових характеристик
3. Інтерпретація результатів

#### **навичок:**

1. вибір обладнання та пробопідготовка

2. застосування ГПХ для розв'язання реальних задач
3. визначення молекулярно-масових характеристик, а саме  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ ,  $M_v$ , PDI за допомогою ГПХ.

### **МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ**

Лекції, презентації, обговорення.

### **МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Самостійна робота, робота під керівництвом викладача.

### **МЕТОДИ ПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ**

Іспит складається у вигляді семінарського заняття, яке включає розв'язання індивідуального завдання з характеристизації обраної полімерної речовини.

### **КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Губіна Анастасія, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник відділу фізики полімерів Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України,  
Харківське шосе, 48б 02160 Київ, Україна  
E-mail: zurako@ukr.net  
Tel.: (+380 44) 291 02 11  
Mobile: (+38050) 313-45-87

### Область інтересів:

Біодеградабельні полімери, їх модифікування та характеристизація, синтез та дослідження наночастинок.

### **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Основи колоїдної хімії та хімії високомолекулярних сполук.

### **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

**Лекція.** Гель-проникна хроматографія:

1. Основні принципи ГПХ
2. Обладнання і пробопідготовка
3. Основні характеристики, які можна одержати за допомогою методу
4. Особливості і практичні рекомендації

*Протягом лекції студенти мають обрати одну із запропонованих тем для підготування презентації.*

**Самостійна робота** включає виконання завдань щодо підбора обладнання та умов експерименту для визначених сполук.

#### **Практичні заняття.**

1. Практичні завдання: вибір хроматографічної колонки, розчинника, стандартів для аналізу полімера, або його розділення з гомологами.
2. Представлення доповідей на обрану тему.

#### **КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

##### **Теми доповідей:**

1. Пробопідготовка
2. Вибір колонок
3. FIPA (Flow Injection Polymer analysis)
4. ГПХ протеїнів
5. ГПХ у водних розчинах

##### **Приклади питань**

1. Що робити, якщо протеїн не можна детектувати за допомогою УФ?
2. Як довжина колонки впливає на розділення компонентів?
3. Чи впливає кількість зразка на розділення? Яку кількість зразка необхідно вводити для аналізу?
4. Чому ГПХ колонки мають різний розмір зерна?
5. Яка різниця між розділенням і чутливістю метода?

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Data Reduction in Multidetector Size Exclusion Chromatography, Y Brun J. Liq. Chrom & Rel. Technology, 21 (13), 1979 - 2015 (1998).
2. "Polymer Handbook", J. Brandrup, E.H. Immergut: John Wiley & Sons Publisher.
3. Modern Size-Exclusion Liquid Chromatography, W.W. Yau, J.J. Kirkland, D.D. Bly John Wiley & Sons, Inc., New York, 1979.
4. Molecular Biomethods Handbook, Ralph Rapley, John M. Walker, Springer, 1998
5. Sigma-Aldrich Gel Filtration  
[https://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/docs/Sigma-Aldrich/General\\_Information/1/ge-gel-filtration.pdf](https://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/docs/Sigma-Aldrich/General_Information/1/ge-gel-filtration.pdf)



## РОЗДІЛ 3: ХРОМАТОРГАФІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

### ТЕМА 2: АФІННА ХРОМАТОГРАФІЯ

#### КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН:

1 практичне заняття \* 3 год = 3 годин;

#### КОРОТКИЙ ОПИС ТЕМИ КУРСУ

Практичні основи афінної хроматографії охоплює всю практичну теорію про афінну хроматографію та пов'язані з нею методи, включаючи особливості різних типів колонок, вибір сорбентів та елюентів, типи нанесення дослідних зразків, аналіз даних. Афінна хроматографія є методом сепарації, що базується на специфічній взаємодії між іммобілізованим лігандом та його зв'язувальним партнером. Приклади включають антитіло / антиген, фермент / субстрат та фермент / інгібітор, взаємодію гормонів / рецепторів. Ця тема курсу наповнена прикладами проведення даної хроматографії та практичними порадами, що повною мірою достатньо для самостійного виконання головних етапів проведення афінної хроматографії в лабораторії, включає в себе протокол для проведення лабораторної роботи, контрольні питання та відповіді в кінці теми.

#### МЕТА

Формування базових знань для проведення афінної хроматографії. Цей курс призначений для аспірантів, які мають базові знання з хімії та біохімії, і хотіли би посилити їх до практичних навичок у галузі промислової та медичної афінної хроматографії.

#### РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Після закінчення вищевказаного курсу аспіранти матимуть такі **знання**:

1. Мають формулювати основні практичні рекомендації щодо проведення афінної хроматографії (АфХ) ;
2. Вміти обирати та використовувати різні ліганди для АфХ;
3. Повинні засвоїти різні методики АфХ у промисловості та медицині;
4. Дізнаються про принципи та компоненти АфХ для очищення білків.

#### та навички:

1. Зможуть самостійно обирати сорбенти для афінної хроматографії;
2. Очищати специфічні білки за допомогою афінної хроматографії;
3. Розробляти та готувати колонки (або смужки) для афінної хроматографії.

## **МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ**

Навчальна лабораторія, безпосереднє спілкування із студентами в аудиторії.

## **МЕТОДИ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ**

Контроль знань проводиться у формі семінару. Кожний аспірант представляє свою дослідницьку роботу (презентація Power Point), описуючи результати, отримані при проведенні афінної хроматографії.

## **КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Ушакова Галина Олександрівна, доктор біологічних наук, професор, зав. каф. біофізики та біохімії Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, 49010 Дніпро, Україна

E-mail: ushakova\_g@ukr.net

Тел. моб.: (+ 38 067) 6323613

### Область інтересів:

Специфічна взаємодія між антигеном та антитілом, ферментом і субстратом, рецептором і лігандом, або білком та нуклеїновою кислотою, різні формати колонок та смужок для афінної хроматографії, очищення специфічних білків за допомогою хроматографії, діагностичні комплекти на основі афінної хроматографії, застосування хроматографій у нейрохімії.

## **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Основні знання з органічної, фізико-аналітичної, полімерної хімії, біохімії, хімії білків, спектроскопії. Володіння ПК та програмним забезпеченням. Досвід роботи в хімічній та біохімічній лабораторії.

## **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

**Лабораторна робота** (Практичний тренінг): Практичні основи афінної хроматографії

Протокол для лабораторної роботи включає всю інформацію для підготовки колонки з гепарин-сефарозою для афінної очистки гепарин зв'язувальних білків з екстракту мозку щурів.

## **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. Основні принципи вибору сорбенту для афінної хроматографії нейроспецифічних білків
2. Вплив іонної сили та рН для зв'язування та елюції в афінній хроматографії
3. Основні характеристики мікросмужок для афінної хроматографії в медицині.
4. Афінна хроматографія для промислових цілей

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Affinity Chromatography Handbook  
[https://research.fhcrc.org/content/dam/stripe/hahn/methods/biochem/Affinity\\_Chromatography\\_Handbook-Specific\\_Groups\\_of\\_Biomolecules.pdf](https://research.fhcrc.org/content/dam/stripe/hahn/methods/biochem/Affinity_Chromatography_Handbook-Specific_Groups_of_Biomolecules.pdf)
2. Stranska R, Gysbrechts L, Wouters J, Vermeersch P, Bloch K, Dierickx D, Andrei G, Snoeck R. Comparison of membrane affinity-based method with size-exclusion chromatography for isolation of exosome-like vesicles from human plasma. *J Transl Med.* 2018 Jan 9;16(1):1. doi: 10.1186/s12967-017-1374-6.
3. King SL, Joshi HJ, Schjoldager KT, Halim A, Madsen TD, Dziegiel MH, Woetmann A, Vakhrushev SY, Wandall HH. Characterizing the O-glycosylation landscape of human plasma, platelets, and endothelial cells. *Blood Adv.* 2017 Feb 23;1(7):429-442. doi: 10.1182/bloodadvances.2016002121.
4. Li Z, Kim J, Regnier FE. Mobile Affinity Sorbent Chromatography. *Anal Chem.* 2018 Jan 9. doi: 10.1021/acs.analchem.7b03117.
5. Mikel P, Vasickova P, Kralik P. One-plasmid double-expression His-tag system for rapid production and easy purification of MS2 phage-like particles. *Sci Rep.* 2017 Dec 13;7(1):17501. doi: 10.1038/s41598-017-17951-5.
6. Tkach VL, Ushakova GA, Lepekhin EA. [Isolation and purification of a membrane hyaluronate-binding protein from embryonic human brain]. *Ukr Biokhim Zh* (1978). 1998 Sep-Oct;70(5):69-74.

## **РОЗДІЛ 4: ЕЛЕКТРОКІНЕТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

### **КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН:**

1 практичне заняття \* 3 год = 3 годин;

### **КОРОТКИЙ ОПИС ТЕМИ КУРСУ**

Тема присвячена електрокінетичним методам аналізу, таким як електрофорез, електроосмос, вимірювання потенціалів осадження і протікання. Електрокінетичні явища визначити як явища, пов'язані з тангенціальним рухом рідини, що прилягає до зарядженої поверхні. Їх вивчення є однією з класичних галузей колоїдної науки та електрокінетики, що була розроблена у тісному зв'язку з теоріями електричного подвійного шару та електростатичних поверхневих сил.

Вивчення теоретичних основ та практичних аспектів електрокінетичних методів аналізу забезпечить аспірантів відповідною основою для розуміння, а також навчального досвіду, який буде корисним для інтерпретації даних електрокінетичних властивостей поверхні. Велику увагу буде приділено практиці. Навчальні завдання включають вимірювання потенціалу протікання поверхні мембрани у різному діапазоні рН.

### **МЕТА**

Метою теми є отримання знань та практичних навичок щодо електрокінетичних методів аналізу та забезпечення інтерпретації електрокінетичних характеристик поверхні.

### **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Після закінчення вищевказаного курсу студенти матимуть такі **знання**:

1. Мають формулювати основні принципи електрокінетичних методів аналізу;
2. Повинні вивчати методи та методики вимірювання електрокінетичних характеристик дисперсних систем

#### **та навички:**

1. Вміти вимірювати потенціал протікання поверхні;
2. Аналізувати електрокінетичні методи для вирішення практичних завдань;
3. Аналізувати та інтерпретувати дані електрокінетичних методів аналізу.

### **МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ**

- пояснення з ілюстрацією - інформативне представлення;
- метод дослідження - практичні вправи, аналіз та обробка даних;
- дистанційне навчання - студенти самі навчаються за допомогою наукової літератури, проводять спостереження і шукають відповідну інформацію.

### **МЕТОДИ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ**

Екзамен проводиться у вигляді семінару.

## **КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Колесник Ірина Сергіївна, кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри хімії Національного університету «Києво-Могилянська академія»,

2, вул. Сковороди, 04700 Київ, Україна

E-mail: i\_kolesnik@yahoo.com

Тел. моб.: (+380 99) 743-16-87

### Область інтересів:

Новітні системи доставки лікарських засобів: мікрокапсули, гідрогелі, полімерні міцели; функціоналізовані природні полісахариди; мембрани з додатковими властивостями та їхні характеристики.

## **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Основні знання з органічної, аналітичної, фізичної хімії та хімії поверхні. Робота з програмним забезпеченням. Досвід роботи в хімічній лабораторії.

## **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

### **Практичний тренінг**

1. вимірювання  $\zeta$ -потенціалу протікання полімерних мембран залежно від значення рН.
2. Аналіз та інтерпретація отриманих результатів.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

1. Електрокінетичні явища: електрофорез, потенціал осідання, електроосмос, потенціал протікання, потоковий струм, електрокапілярність, електроакустичні ефекти.
2. Подвійний електричний шар та моделі подвійного електричного шару.
3. Електрокінетичний потенціал, потенціал протікання.
4. Механізм утворення заряду на твердих поверхнях.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Measurement and interpretation of electrokinetic phenomena / [A.V. Delgado, F. González-Caballero, R.J. Hunter et al.] // Journal of Colloid and Interface Science. – 2007. – Vol.309. – P. 194–224.
2. Electrical phenomena at interfaces and biointerfaces / Edited by H. Ohshima, 2012. – New Jersey: Willey, 850 p.

3. Use of electrophoretic mobility and streaming potential measurements to characterize electrokinetic properties of ultrafiltration and microfiltration membranes / [L. Ricq, A. Pierre, J.-C. Reggiani et al.] // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 1998. – Vol. 138, Is. 2–3. – P. 301-308.

## **РОЗДІЛ 5: ТЕРМОФІЗИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

### **ТЕМА 1-4: МЕТОДИ ДИНАМІЧНОЇ СКАНУВАЛЬНОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ (ДСК), ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ (ТГА), ТЕРМОМЕХАНІЧНОГО АНАЛІЗУ (ТМА) ТА ДИНАМІЧНОГО МЕХАНІЧНОГО АНАЛІЗУ (ДМА)**

#### **КІЛЬКІСТЬ КОНТАКТНИХ ГОДИН:**

1 лекція\* 2 години = 2 години;

4 практичні заняття \* 3 год =12 годин

#### **КОРОТКИЙ ОПИС РОЗДІЛУ КУРСУ**

Цей розділ охоплює сучасні методи дослідження структури та теплофізичних властивостей матеріалів, включаючи полімери. Основний акцент буде зосереджений на наступних методах: диференціальній скануючій калориметрії (ДСК), термогравіметричному аналізі (ТГА), термічному механічному аналізі (ТМА) та динамічному механічному аналізі (ДМА).

Термофізичні методи забезпечують потужні способи вивчення фундаментальних властивостей матеріалів і часто використовуються для фундаментальних та практичних досліджень, а також для управління різноманітними виробничими процесами. В даний час методи ДСК, ТГА, ТМА та ДМА широко застосовуються для вивчення різних матеріалів, таких як полімери, композитні сполуки та їх складові неpolімерного характеру.

Курс містить як теоретичні основи теплофізики, так і застосування методів теплофізичних досліджень для вивчення відповідних властивостей матеріалів. Також, курс включає використання термофізичних методів для дослідження полімерів, композиційних матеріалів та їх компонентів неpolімерного характеру. Під час курсу студенти будуть ознайомлені з принципами кожного з термофізичних методів. Студентам буде надано пояснення про можливості кожного методу, вказуючи на те, яка інформація про структуру та властивості різних матеріалів може бути визначена за допомогою цих методів.

## **МЕТА**

Вивчення курсу передбачає надання аспірантам теоретичних знань з термофізичних методів, знайомство з принципами та підходами кожного методу дослідження, з можливостями методів та обсягом наукових даних, які можна визначати за допомогою кожного теплофізичного методу. Аспіранти також отримають практичні знання щодо застосування методів теплофізичних досліджень, а також набудуть навички в роботі з обладнанні за кожним методом дослідження та здатність аналізувати отримані експериментальні дані.

## **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Після закінчення вищевказаного курсу аспіранти матимуть такі **знання**:

1. Мають формулювати основні принципи теплофізичних методів дослідження, які структурні, фізико-механічні характеристики матеріалів можуть бути встановлені кожним з методів.

2. Повинні визначати такі термофізичні параметри, як склування, плавлення, термостійкість, температурне розширення, модуль пружності та інші характеристики різних матеріалів, включаючи полімери, композити та їх складові.

3. Вміти вибирати діапазони температур та/або частот дослідження, пояснювати різницю між динамічним та статичним методами,

### **та навички:**

1. Розпізнавати обладнання для кожного термофізичного методу.

2. Аналізувати експериментальні дослідження, виділяти окремі функції та представляти їх у графічній формі.

## **МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

- пояснення з ілюстраціями - інформативна презентація (лекція).
- метод дослідження - практичні вправи з обладнанням, аналіз даних обробки.
- Дистанційний метод - студенти самі навчаються, працюючи з науковою літературою, роблять огляди, випробовують і шукають відповідну інформацію.

## **МЕТОДИ ПЕРЕРВІРКИ ЗНАНЬ**

Іспит проводиться у формі семінару. Кожен аспірант представляє свою дослідницьку роботу (презентація у Power Point), описуючи результати, отримані одним із теплофізичних методів.

## **КОРОТКА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

Мамуня Євген Петрович, доктор фіз.-мат. наук, професор, провідний науковий співробітник, відділу полімерних композитів Інституту хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України,

Харківське шосе 48, 02160 Київ, Україна

E-mail: [umatunya@ukr.net](mailto:umatunya@ukr.net)

Тел. роб.: (+380 44) 559-37-22

Тел. моб.: (+380 98) 722-04-01

### Область інтересів:

Полімерні композити та нанокompозити, теплофізичні та електрофізичні властивості полімерних матеріалів, механічні характеристики композиційних матеріалів, методи дослідження вищезазначених властивостей.

Бабкіна Наталія Валентинівна, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник відділу фізико-хімії полімерів Інституту хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України,

Харківське шосе 48, 02160 Київ, Україна

E-mail: [nabab1906@ukr.net](mailto:nabab1906@ukr.net)

Тел. роб.: (+380 44) 291-02-30

Тел. моб.: (+380 98) 273 02 50

### Область інтересів:

В'язкопружні властивості сумішей лінійних полімерів, взаємопроникних полімерних сіток, органо-неорганічних полімерних систем, армованих композиційних матеріалів. Демпферні властивості полімерів.

## **НЕОБХІДНІ ЗНАННЯ ДЛЯ СЛУХАЧІВ КУРСУ**

Базові знання фізичної хімії, фізики та хімії полімерів, фізико-хімії композиційних матеріалів. Володіння програмним забезпеченням ПК. Досвід роботи з лабораторним обладнанням.

## **ПЕРЕЛІК ТЕМ І ЗАНЯТЬ**

**Лекція.** Термофізичні методи аналізу:



1. Основні поняття принципів теплофізичних методів дослідження.
2. Термічні переходи в полімерів та неполімерних матеріалах.
3. Короткі характеристики методів дослідження ДСК, ТГА, ТМА та ДМА.
4. Методи підготовки зразків для кожного теплофізичного методу.

### **Практичний тренінг:**

1. Метод ДСК. Проведення дослідження вибраного матеріалу для визначення температурного переходу плавлення. Випробування термореактивного полімеру (наприклад, епоксидної смоли) для ідентифікування області температури склування. Оцінювання параметрів склування та плавлення, обчислення ступеня кристалічності.

2. Метод ТГА. Дослідження певного матеріалу в діапазоні температур 20-700 °С, встановлення області термічного руйнування, швидкості термічного розкладання, значень залишків коксу, розрахунок вмісту термостійкого компонента у випадку дослідження композитних матеріалів.

3. Метод ТМА. Випробування термореактивного або термопластичного матеріалу в режимі проникнення та режимі теплового розширення. Окреслення області переходів склування та плавлення зразку. Вимірювання коефіцієнта теплового розширення. Встановлення термічної стійкості матеріалу під навантаженням.

4. Метод ДМА. Дослідження в'язкопружних властивостей пружного матеріалу у широкому діапазоні температур. Визначення модуля пружності, коефіцієнта механічних втрат, отримання спектру температурних переходів, пов'язаних з молекулярною структурою матеріалу.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

1. Термічні переходи в деяких твердих тілах, полімерах, композитах. Визначення переходу склування, аналіз параметрів вітрифікації. Ідентифікування переходу плавлення. Аналіз характеристик процесу плавлення.

2. Температурний діапазон та умови навколишнього середовища вимірювань ТГА. Виявлення області термічного руйнування та швидкості термічного розкладання.

3. Температура та область напруги при вимірюваннях. Крива ТМА та диференціальна (ДТМА) крива, виділення теплових переходів. Режими (проникнення та розширення) пристрою, призначення кожного режиму. Обчислення коефіцієнта теплового розширення.

4. В'язкопружні властивості матеріалів у широкому діапазоні температур. Визначення модуля пружності, коефіцієнту механічних втрат. Встановлення зв'язку між спектром температурних переходів та молекулярною структурою полімерного матеріалу.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Godovsky Yu.K. Thermophysics of polymers. – Moscow, Chemistry, 1982. – 280
2. Hatakeyama T., Quinn F.X. Thermal analysis. Fundamentals and applications to polymer science. - Willey: N-Y, 1995, 158 p.
3. Thermal analysis of rubbers and rubbery materials. Eds.: N.R. Choudhury, P.P. De, N.K. Dutta. - Smithers: Shawbury, UK, 2010, 216 p.
4. Thermal analysis of polymers. Fundamental and applications. Eds.: J.D. Menczel, R.B.Prime. - Willey: Hoboken, 2009, 385.
5. Metal, ceramic and polymeric composites for various uses. Ed.: J. Cuppoletti. – InTech, Rijeka, 2011, 682 p.
6. John D. Ferry. Viscoelastic properties of polymers. - Third Edition. John Wiley and Sons, New York (1980), 641 p.
7. Michael P. Sepe. Dynamic mechanical analysis for plastics engineering. - Plastics Design Library, Norwich, NY (1998) 189 p.