

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

Затверджено
Вченою радою фізичного факультету
«___»_____201__р.

Протокол №___
Голова вченої ради, декан

Проф. Макарець М.В.

Фізичний факультет
Кафедра молекулярної фізики

Доктор фізико-математичних наук,
Професор Булавін Леонід Анатолійович

Викладачі, що ведуть лабораторні заняття:
Професор Булавін Леонід Анатолійович

НЕЙТРОННА СПЕКТРОСКОПІЯ КОНДЕНСОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

для магістрів 2-го курсу фізичного факультету
групи спеціалізації „Медична фізика” та „Молекулярна фізика”
спеціальності 8.070100

Затверджено
кафедрою молекулярної фізики
«___»_____201__р.

Протокол №
Завідувач кафедри

Проф. Булавін Л.А.

Вступ

Дисципліна «Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ» для студентів фізичного факультету є вибірковою дисципліною за вибором вищого навчального закладу для спеціалізацій «молекулярна фізика» та «медична фізика», що читається у четвертому семестрі в обсязі 2 кредитів (72 години), в тому числі лекцій 17 годин, лабораторних робіт 17 годин і 38 годин самостійної роботи. Закінчується заліком у четвертому семестрі.

Метою і завданням навчальної дисципліни «Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ» є оволодіння сучасними експериментальними та теоретичними методами досліджень структури та динаміки конденсованого середовища.

Предмет навчальної дисципліни «Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ» включає теорію розсіяння нейтронів, теорію конденсованого середовища та експериментальні дані про властивості конденсованих середовищ, які можуть бути отримані за допомогою нейтронної спектроскопії.

Вимоги до знань та вмінь.

Студент повинен знати:

1. Основні механізми взаємодії нейтронів з речовиною.
2. Нейтронний метод дослідження конденсованого стану.
3. Теорію розсіяння нейтронів.
4. Експериментальні дані про властивості кристалів, полімерів і рідин, отримані за допомогою нейтронної спектроскопії.
5. Узагальнений частотний спектр рідини.

Студент повинен вміти:

1. Логічно і послідовно формулювати основні принципи і закони розсіяння нейтронів в конденсованому середовищі.
2. Аналізувати експериментальні дані по розсіянню нейтронів з метою отримання інформації про структуру та динаміку молекул в м'якій матерії та кристалах.
3. Порівнювати експериментальні дані по розсіянню нейтронів з відповідними теоретичними розрахунками та результатами комп'ютерного експерименту.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.

Нормативно-навчальна дисципліна «Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня магістр за спеціалізаціями молекулярна фізика та медична фізика. Вона спирається на знання, отримані студентом, в рамках базових курсів з молекулярної фізики, статистичної фізики та термодинаміки, оптики, атомної та ядерної фізики, спецкурсів „Фазові переходи” та „Флуктуації та динаміка молекул в конденсованому середовищі”. У свою чергу, цей предмет є основою для проходження переддипломної практики та виконання магістерських за тематикою кафедри молекулярної фізики.

Система контролю знань та умови складання іспиту.

Навчальна дисципліна «Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ» оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 2 модулів. Результати навчальної діяльності студентів оцінюється за 100-бальною шкалою.

Форми поточного контролю: оцінювання результатів виконання та захисту лабораторних робіт та домашніх самостійних завдань. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за виконання лабораторних робіт і домашніх завдань в одному модулі, дорівнює **20 балам**. Наприкінці кожного змістовного модулю проводиться контроль знань у вигляді **модульної письмової контрольної роботи**. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за модульну контрольну роботу, дорівнює **10 балам**.

Підсумковий модульний контроль знань студента проводиться у формі заліку, під час якого може бути отримана максимальна кількість балів – **40 балів**.

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка складається з семестрової модульної та екзаменаційної оцінок і дорівнює **100 балам**.

Підсумкова оцінка з дисципліни у балах 100-бальної шкали переводиться у **двобальну** (національну шкалу):

За 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою
60 – 100	Задовільно
35 – 59	Незадовільно
1 – 34	

При цьому, кількість балів відповідає оцінці:

1 – 34 – „незадовільно” з обов’язковим повторним вивченням дисципліни;

35 – 59 – „незадовільно” з можливістю повторного складання;

60 – 100 – „задовільно”.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	семінари/ лаборант., практичні	самоств. робота	інші форми контр.
Змістовий модуль 1					
1	Нейтронні дослідження структурних фазових переходів	2	2	5	
2	Нейтронні дослідження молекулярних кристалів	2	2	5	
3	Нейтронні дослідження полімерів і біополімерів	2	2	4	
4	Нейтронні дослідження обертального руху молекул в твердих тілах	2	2	4	
МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА					
Оцінка за модульну контрольну роботу					
Оцінка за виконання домашніх завдань					
Змістовий модуль 2					
5	Теорія розсіяння нейтронів у рідинах. I	2	2	4	
6	Теорія розсіяння нейтронів у рідинах. II	1	1	4	
7	Експериментальні результати дослідження розсіяння нейтронів в рідинах	2	2	4	
8	Коллективні збудження в класичних одноатомних рідинах	2	2	4	
9	Нейтронні дослідження магнітних рідин	2	2	4	
МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА					
Оцінка за модульну контрольну роботу					
Оцінка за виконання домашніх завдань					
ЗАЛІК					
Оцінка за залік					
ВСЬОГО		17	17	38	

Загальний обсяг 72 год., в тому числі:
лекції – 17 год.
лабораторні роботи – 17 год.
самостійна робота – 42 год.

ТЕМАТИЧНО – ЗМІСТОВНА ЧАСТИНА КУРСУ

Змістовий модуль 1

Лекція 1. Нейтронні дослідження структурних фазових переходів.

Нейтронні методи дослідження структурних фазових переходів. Порівняння нейтронних та рентгенівських методів. Пружне та непружне розсіяння. Експериментальні методи. Кореляція та розмірність в реальному та оберненому просторі. Порядок та флуктуації. М'які моди. Критичне уповільнення. Власний вектор і параметр порядку. Експериментальні результати.

Лабораторна робота 1. Вивчення нейтронних дифрактометрів.

Завдання для самостійної роботи (5 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [2]

Лекція 2. Нейтронні дослідження молекулярних кристалів.

Моделі динаміки ґратки в молекулярних кристалах. Динаміка ґратки дихлорбензолу. Некогерентне розсіяння нейтронів. Густина фононних станів, внутрішньомолекулярні коливання. Торсіонний рух молекул і спектроскопія тунелювання. Вимірювання густини фононних станів методами оптичної спектроскопії.

Лабораторна робота 2. Вивчення спектрометрів по часу прольоту.

Завдання для самостійної роботи (5 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [2]

Лекція 3. Нейтронні дослідження полімерів і біополімерів.

Модель ізольованого ланцюга. Дослідження полімерів за допомогою некогерентного розсіяння нейтронів. Поліетилен. Поліоксиметилен. Біополімери.

Лабораторна робота 3. Вивчення селекторів швидкостей.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [2]

Лекція 4. Нейтронні дослідження обертального руху молекул в твердих тілах.

Обертання та потенціальні бар'єри обертання. Функція розсіяння. Обертальні перескоки та обертальна дифузія при високих температурах. Метод фіксованого „вікна”. Низькотемпературні експерименти. Квантові обертання.

Лабораторна робота 4. Нейтронна оптика дифракційних систем.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.

2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [2]

Матеріал, що винесений на самостійне вивчення

1. Методи проведення дифракційного експерименту.
2. Дифракційні експерименти на імпульсних реакторах.
3. Динаміка кристалів, що містять водень.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке структурні фазові переходи?
2. Що таке критичне уповільнення?
3. Що таке параметр порядку?
4. Які існують моделі динаміки ґратки в молекулярних кристалах?
5. Що таке густина фононних станів?
6. Модель поліетилену як ізольованого ланцюга.
7. Як за допомогою розсіяння нейтронів можна досліджувати біополімери?
8. Розсіяння нейтронів в рідких кристалах?
9. Що таке метод фіксованого „вікна”?

Змістовий модуль 2

Лекція 5. Теорія розсіяння нейтронів у рідинах. I.

Кореляційні функції Ван Хофа. Енергетичні моменти закону розсіяння. Флуктуаційно-дисипаційна теорема. Розсіяння нейтронів на гармонічних кристалах. Розсіяння нейтронів на ангармонічних кристалах.

Лабораторна робота 5. Вивчення кристалічних спектрометрів нейтронів.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [3]

Лекція 6. Теорія розсіяння нейтронів у рідинах. II.

Загальні властивості класичних рідин. Інтерференційні ефекти. Гаусівське наближення. Функція розподілу частот. Найпростіші динамічні моделі рідини..

Лабораторна робота 6. Структурні дослідження немагнітних систем. Фонони.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [3]

Лекція 7. Експериментальні результати дослідження розсіяння нейтронів в рідинах.

Експеримент з розсіяння нейтронів на воді. Рідкий водень. Рідина, що містять водень. Гліцерин. Когерентне розсіяння на рідких металах. Рідкий натрій. Рідкий аргон. Рідкий бром.

Лабораторна робота 7. Структурні дослідження немагнітних систем. Магнони.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [3]

Лекція 8. Колективні збудження в класичних одноатомних рідинах.

Колективні моди. Колективні змінні. Узагальнена гідродинаміка. Когерентне розсіяння непровідних рідин. Когерентне розсіяння рідких металів. Порівняння різних систем. Кореляція поперечного потоку. Проблеми і перспективи.

Лабораторна робота 8. Аналіз експериментальних даних по розсіянню нейтронів молекулами.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [3]

Лекція 9. Нейтронні дослідження магнітних рідин.

Ферофлюїди. Склад та фізичні властивості магнітних рідин. Нейтронні дослідження структури та теплофізичних властивостей ферофлюїдів.

Лабораторна робота 9. Аналіз експериментальних даних по розсіянню нейтронів у ферофлюїдах.

Завдання для самостійної роботи (4 год.)

1. Вивчення матеріалу лекції.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.

Література [1]

Матеріал, що винесений на самостійне вивчення

1. Експериментальні дані з розсіяння нейтронів в молекулярних рідинах, які містять водень.
2. Експериментальні дані з розсіяння нейтронів в іонно-електронних рідинах.
3. Порівняння молекулярних та іонно-електронних розчинів.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке кореляційна функція Ван-Хова?
2. Флуктуаційно-дисипативна теорема.
3. Гаусове наближення в теорії розсіяння нейтронів.
4. Що таке функція розподілу частот в рідині?
5. Що таке магнітні рідини?
6. Які властивості розчинів фулеренів у полярних та неполярних розчинниках?
7. Як впливають нанотрубки на стисливість молекулярних рідин?
8. Які результати мало кутового розсіяння нейтронів про величину агрегатів в рідинних сумішах з фулеренами?

Питання до заліку

Контрольні питання та завдання до I-го і II-го модулів одночасно є питаннями до заліку.

Рекомендована література

1. Адаменко І.І., Булавін Л.А. Фізика рідин та рідинних систем. – К.: АСМІ, 2006.
2. Динамические свойства твердых тел и жидкостей. Исследования методом рассеяния нейтронов. / Под ред. С. Лавси и Т. Шпрингера. – М.: Мир, 1980.
3. Рассеяние тепловых нейтронов / Под ред. П. Игелстаффа. – М.: Атомиздат, 1970.
4. Булавін Л.А., Кармазіна Т.В., Клепко В.В., Слісенко В.І. Нейтронна спектроскопія конденсованих середовищ. – К.: Академперіодика, 2005.