

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

Затверджено
Вченою радою фізичного факультету
«___»_____2010 р.

Протокол №___
Голова вченої ради, декан

Проф. Макарець М.В.

Фізичний факультет
Кафедра молекулярної фізики

Кандидат фізико-математичних наук,
асистент Сенчуров Сергій Павлович

Викладачі, що ведуть лабораторні заняття:
ас., к.ф.-м.н. Сенчуров С.П.,
ас., к.ф.-м.н. Мороз К.О.,
доц., к.ф.-м.н. Вербінська Г.М.,
проф., д.ф.-м.н. Булавін Л.А.,
к.ф.-м.н. Актан О.Ю.
к.ф.-м.н. Лазаренко М.М.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ В МЕДИЧНІЙ ФІЗИЦІ

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

для студентів 4 курсу фізичного факультету групи спеціалізації
«Медична фізика»
спеціальності 6.070100

Затверджено
кафедрою молекулярної фізики
«___»_____2010 р.

Протокол №
Завідувач кафедри

Проф. Булавін Л.А.

Вступ

Дисципліна «Експериментальні методи дослідження в медичній фізиці» для студентів фізичного факультету є вибірковою дисципліною за вибором вищого навчального закладу для спеціалізації «медична фізика», що читається у 7-8 семестрах в обсязі 6 кредитів (216 годин), в тому числі 99 годин аудиторних (лабораторних) занять і 117 годин самостійної роботи. Закінчується заліком у 7 та 8 семестрах.

Метою і завданням навчальної дисципліни «Експериментальні методи дослідження в медичній фізиці» є оволодіння сучасними експериментальними фізичними методами, з яких можна отримати інформацію щодо поведінки систем як здорового людського організму, так і змін в ньому, викликаних захворюваннями. При цьому, використовуючи описані експерименти, привити студентам навички експериментальної роботи з медико-біологічними об'єктами.

Предмет навчальної дисципліни «Експериментальні методи дослідження в медичній фізиці» - це експериментальні реологічні, включаючи акустичні, термодинамічні, оптико-спектроскопічні та діелектричні методи досліджень медико-біологічних систем різного рівня структурної організації.

Вимоги до знань та вмінь.

Студент повинен знати:

1. Основні відомості про реологічні властивості медико-біологічних об'єктів та принципи методів їх експериментального дослідження.
2. Основні закони, моделі теорії в'язко-пружності в застосуванні до медико-біологічних систем.
3. Теорію крутильного маятника та акустичного інтерферометра.
4. Теорію неньютонівських рідин, фізичні принципи методів віскозиметрії медико-біологічних систем.
5. Застосування принципів фізики фазових переходів до вивчення медико-біологічних систем.
6. Теорія скейлінгу: визначення критичних індексів.

Студент повинен вміти:

1. Застосовувати методи дослідження реологічних властивостей (зокрема, диференційний метод крутильних коливань) до вивчення *in vitro*: механізму структурних та фазових перетворень сполучних тканин, фізичного механізму регенерації сполучної тканини (у випадку загоєння ран), фізичного механізму взаємодії ферментів із сполучною тканиною, механізму дії антикоагулянтів (типу гепарину тощо) на ендотелій, кінетики згортання крові.
2. Застосовувати метод акустичного інтерферометра до дослідження структури волосся людини та впливу термообробки та ПАР на релаксаційні властивості кератинових біополімерів (на прикладі волосся).
3. Користуватися програмами розрахунку критичних індексів.
4. Інтерпретувати результати оптико-спектроскопічних експериментів по вивченню властивостей медико-біологічних систем. Визначати з цих експериментів характеристики медико-біологічних систем.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.

Нормативно-навчальна дисципліна «Експериментальні методи дослідження в медичній фізиці» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр та магістр за спеціалізацією медична фізика. Вона спирається на знання, отримані студентом, в рамках базових курсів з молекулярної фізики, статистичної фізики та термодинаміки, оптики, атомної та ядерної фізики та в рамках спеціальних курсів за спеціалізацією медична фізика. У свою чергу, цей предмет є підґрунтям для вивчення таких дисциплін як «Сучасні проблеми медичної фізики», «Основи молекулярної біофізики», «Фізика функціональних систем організму людини», «Додаткові розділи медичної фізики», а також дає знання та вміння з експериментальних методів дослідження, необхідних для проходження науково-виробничої, науково-дослідної та переддипломної практик, для виконання бакалаврських та магістерських робіт за тематикою кафедри молекулярної фізики в рамках спеціалізації медична фізика.

Система контролю знань та умови складання заліку.

Навчальна дисципліна «Експериментальні методи дослідження в медичній фізиці» оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 2 модулів. Результати навчальної діяльності студентів оцінюється за 100-бальною шкалою.

Форми поточного контролю: оцінювання виконання та захисту лабораторних робіт, самостійних завдань, контрольних робіт. При виставленні балів за модульний контроль враховуються:

- якість виконання та оформлення лабораторних робіт; знання та розуміння матеріалу відповідної теми при захисті кожної лабораторної роботи;
- ступінь активності студента при виконанні і захисті лабораторних робіт;
- якість самостійної роботи студента при виконанні відповідних завдань для самостійної роботи та розробці проблемних тем.

Оцінювання знань провадиться за такою схемою:

Модуль I

– Виконання та здача лабораторних робіт – 40 балів

– Виконання самостійних завдань – 30 балів;

Залік 30 балів;

Модуль II

– Виконання та здача лабораторних робіт – 40 балів

– Виконання самостійних завдань – 30 балів;

Залік 30 балів;

Підсумковий модульний контроль знань студента проводиться у формі заліку. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за залік в одному модулі, дорівнює **30 балам**.

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка складається з оцінок за виконання та здачу лабораторних робіт, самостійних завдань та оцінки за залік і дорівнює **100 балам**.

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

За 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою
60 – 100	Зараховано
35 – 59	Незараховано
1 – 34	

При цьому, кількість балів відповідає оцінці:

1 – 34 – «не зараховано» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;

35 – 59 – «не зараховано» з можливістю повторного складання;

60 – 100 – «зараховано».

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Тема заняття	Кількість годин			
		лекції	семінари/ лаборант., практичні	самост. робота	інші форми контр.
Змістовий модуль 1					
ВСТУПНЕ ЗАНЯТТЯ. Предмет і метод курсу.					
РЕОЛОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ					
1	Диференційний метод крутильних коливань		11	12	
2	Інтерферометричний метод дослідження властивостей біополімерних волокон		10	12	
3	Акустичні методи дослідження рідинних систем		10	11	
4	Дослідження реологічних властивостей рідинних систем		10	11	
5	Дослідження P-V-T властивостей рідинних систем		10	11	
	Оцінка за лабораторні роботи Оцінка за виконання самостійних завдань				
ЗАЛІК					
Змістовий модуль 2					
ОПТИКО-СПЕКТРОСКОПІЧНИЙ, ТЕПЛОФІЗИЧНИЙ ТА ДІЕЛЕКТРИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ					
6	Оптичні методи дослідження критичних властивостей речовини		10	12	
7	Застосування методів інфрачервоної спектроскопії до дослідження медико-біологічних об'єктів (на прикладі волосся)		9	12	
8	Дослідження випаровування та конденсації розчинів ДНК у воді оптичним методом		9	12	
9	Теплофізичні методи досліджень медико-біологічних об'єктів		10	12	
10	Діелектричні методи досліджень медико-біологічних об'єктів		10	12	
	Оцінка за лабораторні роботи Оцінка за виконання самостійних завдань				
ЗАЛІК					
	ВСЬОГО		99	117	

Загальний обсяг 216 год., в тому числі:
 лабораторні роботи – 99 год.
 самостійна робота – 117 год.

ТЕМАТИЧНО – ЗМІСТОВНА ЧАСТИНА КУРСУ

Змістовний модуль 1

Предмет і метод курсу. Особливості постановки та інтерпретації фізичного експерименту з медико-біологічними об'єктами. Вибір зразків, що моделюють ті чи інші системи людського організму. Загальні принципи постановки експерименту, аналізу результатів із використанням фундаментальних законів фізики.

РЕОЛОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Реологічні дослідження біосистем. Крутильний маятник – прилад для дослідження реологічних властивостей медико-біологічних об'єктів. Диференційний метод крутильних коливань – метод дослідження реологічних властивостей медико-біологічних об'єктів. Застосування диференційного методу крутильних коливань для дослідження сполучних тканин та згортання крові.

Теорія акустичного інтерферометра. Звук у суцільному середовищі. Застосування акустичного інтерферометричного методу для дослідження структури біополімерних волокон на прикладі людського волосся. Дослідження впливу поверхнево-активних речовин на акустичні властивості волосся. Напівфеноменологічна теорія релаксації. Застосування акустичного інтерферометричного методу для дослідження релаксаційних властивостей волосся.

Акустичні методи дослідження рідинних систем. Методи визначення коефіцієнтів поглинання ультразвуку.

Методи дослідження реологічних властивостей рідинних систем. Теорія віскозиметрії. Теорія капілярного віскозиметра: розрахунок поправок до в'язкості. Методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу.

Методи дослідження термодинамічних параметрів рідинних систем.

Лабораторна робота 1. Диференційний метод крутильних коливань (11 год.)

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

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

Література [1-3, 9, 15-21]

Лабораторна робота 2. Інтерферометричний метод дослідження властивостей біополімерних волокон (10 год.)

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

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

Література [1-3, 6-9, 14, 17-21]

Лабораторна робота 3. Акустичні методи дослідження рідинних систем (10 год.)

Завдання для самостійної роботи (11 год.)

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

Література [1, 4-9, 13, 14]

Лабораторна робота 4. Дослідження реологічних властивостей рідинних систем (10 год.)

Завдання для самостійної роботи (11 год.)

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

Література [1-5, 17-21]

**Лабораторна робота 5. Дослідження P-V-T властивостей рідинних систем (10 год.)
Завдання для самостійної роботи (11 год.)**

1. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення
Література [1-5, 9, 22]

Змістовний модуль 2

***ОПТИКО-СПЕКТРОСКОПІЧНИЙ, ТЕПЛОФІЗИЧНИЙ ТА
ДІЕЛЕКТРИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ***

Інфрачервона спектроскопія медико-біологічних об'єктів Природа поглинання світла речовиною. Закони поглинання світла. Основні положення теорії ІЧ-спектроскопії. Коливальна спектроскопія як метод дослідження структури біосистем різного рівня організації. Методика одержання спектрів твердих, рідких і газоподібних речовин. Електромагнітний спектр. Взаємодія речовини з електромагнітним випромінюванням. Спектральні ділянки. Одиниці виміру. Умови виникнення ІЧ-спектра молекули.

Теорія коливальних спектрів Елементи теорії коливальних спектрів. Коливання двохатомних молекул у наближенні гармонічного осцилятора. Фундаментальні переходи у коливальних спектрах біосистем. Спектри комбінаційного розсіювання (СКР). Природа СКР. Правило альтернативної заборони. Коливання багатоатомних молекул. Нормальні коливання, їх число. Коливальні спектри трьохатомних лінійних молекул Вироджені коливання. Резонанс Фермі. Інтенсивність ІЧ-спектрів.

Експериментальна апаратура для дослідження інфрачервоних спектрів. Спектрофотометри. Методика приготування зразків для експериментальних досліджень ІЧС. Інтерпретація експерименту. Інфрачервоні спектри людського волосся, обробленого поверхнево-активними речовинами.

Низькочастотні спектри комбінаційного розсіювання світла медико-біологічних об'єктів як відображення конформаційних коливань біологічних макромолекул (ДНК, РНК, білків). Приготування зразків в експерименті по КРС медико-біологічних об'єктів. Методика вимірювання, математичної обробки та інтерпретації низькочастотних спектрів КРС медико-біологічних об'єктів. Підхід моделі чотирьох мас для описання низькочастотних спектрів КРС ДНК.

Особливості теплофізичних методів дослідження медико-біологічних об'єктів.

Застосування діелектричного експерименту до вивчення медико-біологічних об'єктів.

Метод розрахунку діелектричної проникності іон-гідратного шару двоспиральних полінуклеотидів.

Лабораторна робота 6. Оптичні методи дослідження критичних властивостей речовини (10 год.)

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

1. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення
Література [1, 4, 9-13]

Лабораторна робота 7. Застосування методів інфрачервоної спектроскопії до дослідження медико-біологічних об'єктів (на прикладі волосся)(9 год.)

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

1. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.
2. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення
Література [1-3, 9-13, 19-21]

Лабораторна робота 8. Дослідження випаровування та конденсації розчинів ДНК у воді оптичним методом (9 год.)

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

3. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.
4. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення
Література [1, 4, 5, 9, 22]

Лабораторна робота 9. Теплофізичні методи досліджень медико-біологічних об'єктів (10 год.)

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

5. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.
6. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення
Література [1-5, 9, 19-22]

Лабораторна робота 10. Діелектричні методи досліджень медико-біологічних об'єктів (10 год.)

Завдання для самостійної роботи (12 год.)

7. Оформлення звіту з виконаної лабораторної роботи.
8. Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення
Література [1-5, 9, 21]

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

РЕОЛОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

1. Способи реєстрації коливань в крутильному маятнику.
2. Чим відрізняються момент інерції, крутильний момент та полярний момент інерції зразка?
3. Розрахунок похибки визначення крутильної жорсткості.
4. Аналіз напруженого стану, що виникає в зразкові при застосуванні методу крутильних коливань.
5. Запишіть вираз для максимального значення дотичного напруження в зразкові, який піддано скручуванню.
6. Вимоги, яким повинен задовольняти зразок, що моделює поведінку сполучної тканини
7. Опишіть мікроскопічний механізм регенерації сполучної тканини.
8. Охарактеризуйте якісні зміни в колагенових структурах при дії препарату лідаза.
9. Механізми впливу антикоагулянтів на ендотелій судинних стінок.
10. Охарактеризуйте склад та основні функції крові.
11. Роль фібриногену в механізмі згортання крові.
12. Виведення рівняння для відносного об'єму, зайнятого фібриновою сіткою, при умові одновимірного росту зародків.
13. Фізичний зміст фрактальної розмірності фібринових утворень.
14. Спосіб визначення фрактальної розмірності фібринового клубка.
15. Охарактеризуйте структурну організацію волосся людини як біополімеру.
16. Аналіз ролі дисульфідних зв'язків в утворенні кератинових структур.
17. Структурні параметри кератинової спіралі.

18. Поширення акустичних хвиль у біоволокнах.
19. Визначення з акустичного експерименту коефіцієнту поглинання звуку.
20. Рівняння руху в'язкопружного середовища.
21. Фізичний зміст комплексних модулів у реологічному рівнянні в'язкопружного середовища
22. Дисперсійне рівняння для звукових хвиль у волокнах.
23. Принцип роботи акустичного інтерферометра.
24. Модель дворівневого релаксатора.
25. Визначення кількості релаксаторів з акустичного експерименту.
26. Механізми релаксаційних процесів, що відбуваються у волоссі, в акустичному експерименті?
27. Фізичний механізм дії поверхнево-активних речовин (ПАР) на волосся.
28. Порівняйте результати експерименту, отримані методами крутильних коливань та акустичного інтерферометра, за впливом ПАР на структуру волосся.
29. Розрахунок енергії дисульфідного зв'язку за акустичними експериментальними даними.
30. Методи розрахунку приростів ентропії та ентальпії для ізотермічних процесів.
31. Теорія скейлінгу визначення критичних індексів.

ОПТИКО-СПЕКТРОСКОПІЧНИЙ ТЕПЛОФІЗИЧНИЙ ТА ДІЕЛЕКТРИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

1. Природа поглинання світла речовиною.
2. Закон Бугера-Ламберта.
3. Інтервал частот (або довжин хвиль), які характеризують інфрачервону область випромінювання.
4. Нормальні коливання.
5. Розрахуйте частоти нормальних коливань для лінійної трьохатомної молекули.
6. Правила відбору при інтерпретації інфрачервоних спектрів.
7. Принцип роботи ІЧ-спектрофотометра.
8. Частоти, при яких спостерігаються нормальні коливання амідної групи.
9. Використання ІЧ-спектрів для визначення міри впорядкованості α -спіралі кератину.
10. Пояснення явища комбінаційного розсіяння світла з точки зору класичної механіки
11. Пояснення явища комбінаційного розсіяння світла з точки зору квантової механіки.
12. Характеристика структури молекули ДНК.
13. Вплив води та протиіонів на формування подвійної спіралі ДНК.
14. Особливості приготування зразків водних розчинів ДНК для експерименту з КРС.
15. Підгрунття методики вимірювань низькочастотних спектрів комбінаційного розсіяння біоб'єктів.
16. Методика згладжування спектрів КР при математичній обробці.
17. Загальні риси феноменологічних моделей конформаційних коливань ДНК.
18. Характеристика основних мод низькочастотного спектру молекули ДНК.
19. Графічне зображення різних типів конформаційних коливань молекули ДНК.
20. Вплив протиіонів лужних металів на конформаційні коливання молекули ДНК.
21. За допомогою формули для частоти власних коливань гармонічного осцилятора оцініть частоту іон-фосфатних коливань ДНК у випадку протиіонів натрію, вважаючи, що діелектрична проникність іон-гідратного шару дорівнює 2,3, константа Маделунга дорівнює 1,29, рівноважна відстань між протиіоном та фосфатною групою 2,8 Å, а параметр відштовхування 0,328 Å.

Рекомендована література

1. Булавін Л.А., Гаврюшенко Д.А., Сисоєв В.М. Молекулярна фізика: Підручник. – К.: Знання, 2006. – 568 с.
2. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф., Свечнікова О.С. Фізика полімерів: Навч. посібник – К: ВПЦ «Київський університет», 2004. – 130 с.
3. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф. Фізична механіка полімерів: Навч. посібник – К: ВЦ «Київський університет», 1999. - 226 с.
4. Адаменко І.І., Булавін Л.А. Фізика рідин та рідинних систем: Підручник – К: «АСМІ», 2006. – 560 с.
5. Адаменко І.І., Булавін Л.А. Експериментальні та теоретичні методи дослідження молекулярної структури рідин: Навч.посібник. – К: РВЦ «Київський університет», 1998. – 76 с.
6. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф., Момот А.І. Фізика ультразвукової діагностики в медицині. – К: «АСМІ», 2004. – 76 с.
7. Bulavin L.A., Zabashta Yu.F. Ultrasonic Diagnostics in Medicines: Physical Foundations. – Boston, USA: VSP, 2007. – 528 p.
8. Эльпинер И.Е. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. – М.: Физматгиз, 1963. – 420 с.
9. Волькенштейн М.В. Молекулярная биофизика. - М.: Наука, 1975. - 616с.
10. Лебедева В.В. Техника оптической спектроскопии. – М: Изд-во МГУ, 1986. – 352 с.
11. Кэри П. Применения спектроскопии КР и РКР в биохимии. – М: Мир, 1985. – 272 с.
12. Погорелов В.Є. Комбінаційне розсіяння світла: Навчальний посібник. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2004. – 135 с.
13. Грибов Л.А. Введение в молекулярную спектроскопию. - М: Наука, 1976. – 400 с.
14. Ноздрев В.Ф., Федорищенко Н.В. Молекулярная акустика. – М: Высшая школа, 1974. - 288 с.
15. Зенгер В. Принципы структурной организации нуклеиновых кислот. - М.: Мир, 1987. – 584 с.
16. Луговской Э.В., Молекулярные механизмы образования фибрина и фибринолиза.- К: Наукова думка, 2003. – 219 с.
17. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. - К: Наукова думка, 1972.- 501 с.
18. Ферри Д. Вязкоупругие свойства полимеров. – М.: Издательство, 1963. –535 с.
19. Фрайфелдер Д. Физическая биохимия. – М.: Мир. – 1980. – 584 с.
20. Ленинджер А. Основы биохимии в 3-х томах: Т.1. /Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. - 367 с.
21. Аш Ж. и др. Датчики измерительных систем – в 2х кн. – М: Мир, 1992.
22. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. – М: Мир, 2002. – 461 с.
23. Перепечко И.И. Акустические методы исследования полимеров. – М: Химия, 1973. – 296 с.