

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра біологічної і медичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика макромолекул

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки 0702 Прикладна фізика

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності 8.070204 Біофізика, 7.070205 Медична фізика

(шифр і назва спеціальності (тей))

спеціалізації _____

(назва спеціалізації)

Факультету радіофізичний, фізико-технічний

(назва факультету)

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Харків – 2009

Фізика макромолекул Робоча програма навчальної дисципліни для студентів
(назва навчальної дисципліни)

за напрямом підготовки 0702 Прикладна фізика, спеціальністю 8.070204 Біофізика, 7.070205 Медична фізика, „___” _____, 200__.- __ с.

Розробники: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади).
Горбенко Галина Петрівна, д.ф.-м.н., професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. “ ___ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедрою _____

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ ___ ” _____ 20__ р

Схвалено методичною комісією

Протокол № ___ від. “ ___ ” _____ 20__ р.

“ ___ ” _____ 20__ р. Голова _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань _____ (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки <u>0702 Прикладна фізика</u> (шифр і назва)		
Модулів – 3	Спеціальність (професійне спрямування): _____ (назва)	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		4-й	-й
Загальна кількість годин - 108		Семестр	
		7-й	-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента - 3	Освітньо-кваліфікаційний рівень:	54 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		54 год.	год.
		ІНДЗ: год.	
Вид контролю:			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 1 : 1

для заочної форми навчання -

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета курсу полягає у поглибленому вивченні теоретичних моделей полімерних ланцюгів, ознайомленні з сучасними уявленнями про термодинамічні, гідродинамічні та електростатичні властивості біополімерів.

Завдання курсу – опанувати методи знаходження конформаційних параметрів ідеальних та реальних полімерних ланцюгів, конформаційного аналізу біополімерів, розрахунку термодинамічних параметрів взаємодії макромолекул з лігандами.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: структурно-динамічні особливості білків і нуклеїнових кислот, механізми їх конформаційних переходів.

вміти: застосовувати моделі полімерних ланцюгів для визначення структурних параметрів біополімерів, аналізувати конформаційну поведінку білків та нуклеїнових кислот в залежності від експериментальних умов.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Моделі біополімерів

Тема 1. Основні поняття фізики макромолекул (ступінь полімеризації, гнучкість, лінійна пам'ять, об'ємні взаємодії, ідеальний ланцюг, конформації та конфігурації макромолекул).

Тема 2. Моделі ідеальних полімерних ланцюгів. Вільно-зчленований ланцюг. Функція розподілу імовірностей для вектора, що з'єднує кінці вільно-зчленованого ланцюга. Гауссові клубки. Функція Максвелла. Середня, середньоквадратична та найбільш імовірна відстані між кінцями вільно-зчленованого ланцюга. Розмір і форма гауссових клубків. Радіус інерції гауссового клубка. Радіус інерції вільно-зчленованого ланцюга. Густина гауссового клубка. Ланцюг с фіксованими валентними кутами та вільним обертанням. Характеристичне відношення. Ланцюг с фіксованими валентними кутами і загальмованим внутрішнім обертанням. Формула Тейлора. Формула Бреслера-Френкеля.

Тема 3. Реальні ланцюги та поворотно-ізомерна модель. Конформаційний аналіз полімерних ланцюгів. Статистичний сегмент. Персистентна довжина. Середньоквадратична відстань між кінцями персистентного ланцюга. Радіус інерції персистентного ланцюга.

Тема 4. Моделі полімерного ланцюга, що враховують об'ємні взаємодії. Модель бусинок. Решіткова модель. Основні поняття теорії об'ємних взаємодій в полімерних системах. Тета-температура. Режими гарного та поганого розчинників. Коефіцієнт набухання макромолекули. Віріальні коефіцієнти.

Модуль 2. Конформаційні переходи біополімерів

Тема 5. Конформаційні переходи в полімерних ланцюгах. Перехід клубок – глобула. Фазовий перехід глобула – клубок. Глобулярний стан ДНК. Глобулярний стан білка. Розплавлена глобула. Динаміка білкової структури.

Тема 6. Спіральні структури біополімерів. Теорія переходу спіраль – клубок. Поняття конформаційної статистичної суми макромолекули. Модель переходу спіраль–клубок типу “застібка-блискавка”. Типи вторинної структури білків.

Тема 7. Конформаційні переходи в нуклеїнових кислотах. Конформації ДНК та РНК в кристалі та у розчині. Плавління нуклеїнових кислот.

Модуль 3. Фізичні властивості біополімерів

Тема 8. Термодинамічні властивості розчинів макромолекул. Режими розведеного, напів-розведеного та концентрованого розчинів. Решіткова теорія полімерного розчину. Термодинамічні характеристики полімерних розчинів (ентропія розчину, ентропія змішування, внутрішня енергія, вільна енергія).

Тема 9. Гідродинамічні властивості полімерних ланцюгів. Характеристична в'язкість розчинів макромолекул. Фактор форми. Коефіцієнт тертя та коефіцієнт седиментації.

Тема 10. Електростатичні властивості макромолекул у розчині. Теорія Дебая-Хюккеля. Константи іонізації амінокислот. Довжина Дебая.

Тема 11. Взаємодія макромолекул з лігандами. Модель Ленгмюра. Макроскопічні та мікроскопічні константи рівноваги.. Модель зв'язування ліганда з центрами кількох типів. Кооперативне зв'язування. Енергія взаємодії між центрами зв'язування. Коефіцієнт Хілла.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Моделі біополімерів												
Тема 1. Основні поняття фізики макромолекул	2	2										
Тема 2. Моделі ідеальних полімерних ланцюгів.	12	10										
Тема 3. Реальні ланцюги та поворотно-ізомерна модель.	6	6										
Тема 4. Моделі полімерного ланцюга, що враховують об'ємні взаємодії.	8	8										

Разом за модулем 1	28	28											
Модуль 2. Конформаційні переходи біополімерів													
Тема 5. Конформаційні переходи в полімерних ланцюгах.	3	3											
Тема 6. Спіральні структури біополімерів.	2	2											
Тема 7. Конформаційні переходи в нуклеїнових кислотах.	5	4				1							
Разом за модулем 2	10	10											
Модуль 3. Фізичні властивості біополімерів													
Тема 8. Термодинамічні властивості розчинів макромолекул.	6	6											
Тема 9. Гідродинамічні властивості полімерних ланцюгів.	3	3											
Тема 10. Електростатичні властивості макромолекул у розчині.	3	3											
Тема 11. Взаємодія макромолекул з лігандами.	4	4											
Разом за модулем 3	16	16											
Усього годин	54	54											

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Характеристики статистичного клубка.	4
2.	Кутовий розподіл сегментів в клубку.	3
3.	Метод перетворення координат. Матриця косинусів кутів.	3
4.	Матричний метод знаходження статистичної суми.	2

5.	Статистична сума для ідеального полімерного ланцюга у зтискаючому зовнішньому полі.	3
6.	Полімерний ланцюг у зтискаючому зовнішньому полі.	3
7.	Глобулярний стан полімерного ланцюга.	3
8.	Теорія Флорі.	3
9.	Закон Гука для ідеального ланцюга.	3
10.	Механізми гнучкості полімерного ланцюга.	3
11.	Флуктуаційна теорія розчинів полімерів.	4
12.	Поняття фрактальної розмірності.	2
13.	Діаграма станів полімерного розчину.	2
14.	Гіпотеза скейлінгу.	2
15.	Діаграми Рамачандрана.	2
16.	Фолдінг білка.	5
17.	Гіпотеза скейлінгу.	2
18.	Моделі адсорбції.	5
	Разом	54

10. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

11. Методи контролю

Контрольні роботи, домашні завдання.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума	
Модуль 1				Модуль 2				Модуль 3				40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			
5	5	5	6	6	6	6	5	5	6	5			

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	

50-59	Е		
1-49	FX	незадовільно	не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Моделі полімерних ланцюгів / Навчально-методичний посібник / Укладач: Горбенко Г.П. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2007.- 68 с.
2. Моделі адсорбції / Методичні вказівки / Укладач: Горбенко Г.П. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2007.- 40 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах.- М.- Наука.-1964.- 719 с.
2. Бреслер Е.Е., Ерусалимский Б.Л. Физика и химия макромолекул.- М.- Наука.- 1965
3. Бирштейн Т.М., Птицын О.Б. Конформации макромолекул.- М.-Наука.-1964
4. Флори П. Статистическая механика цепных макромолекул.-М.-Мир.- 1971.
5. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров.- М.- Химия.- 1965.
6. Волькенштейн М.В. Конфигурационная статистика полимерных цепей.- М.-Л.- Изд-во АН СССР .- 1959.
7. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул.- М.- Наука.- 1989.-342 с.
8. Кантор Ч., Шиммел П. Биофизическая химия. (Т.2, 3) М.- Мир.
9. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров.- Л.- Химия.- 1990.- 430 с.
- 10.Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул.- М.- Изд-во МГУ.- 1985.- 190 с.
- 11.Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров.- М.- Мир.- 2000.- 192 с.
- 12.Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Физика в мире полимеров.- М.: Наука, 1989.
- 13.Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. О нерешенных проблемах в статистической физике макромолекул.- 1985.- 51 с.
- 14.Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка.- М.: Наука.- 1982.-176 с.
- 15.Климонтович Ю.Л. Статистическая физика.- М.: Наука, 1982.
- 16.Майер Дж., Гепперт-Майер М. Статистическая механика.- М.: Мир, 1980.

Допоміжна

1. Лившиц И.М., Гредескул С.А., Пастур Л.А. Введение в теорию неупорядоченных систем.- М.: Наука, 1982.
2. Займан Дж. Модели беспорядка.- М.: Мир, 1982.- 592 с.
3. Де Жен П. Идеи скейлинга в физике полимеров.- М.: Мир, 1982.- 368 с.
4. Паташинский А.З., Покровский В.Л. Флуктуационная теория фазовых переходов.- М.: Наука, 1982.
5. Перепечко И.И. Введение в физику полимеров.- М.: Химия, 1978.- 319 с.
6. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. - М.: Высшая школа.- 1983.- 392 с.

7. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления.- М.: Мир.- 1973.- 429 с.
8. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей.- М.-Л.: Наука.- 1975.- 424 с.
9. Готлиб Ю.Я., Даринский А.А., Светлов Ю.Е. Физическая кинетика макромолекул.- Л.: Химия.- 1986.- 272 с.
10. Аскадский А.А., Матвеев Ю.И. Химическое строение и физические свойства полимеров.- М.: Химия.- 1983.- 248 с.
11. Нестеров А.Е., Липатов Ю.С. Термодинамика растворов и смесей полимеров.- Киев: Наук. думка.- 1984.- 300 с.
12. Эскин В.Е. Рассеяние света растворами полимеров.- М.: Наука.- 1973.- 352 с.

15. Інформаційні ресурси

1. http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/
2. <http://www.biophysj.org/>
3. <http://www.physics.nyu.edu/>
4. <https://www.researchgate.net/>
5. www.nd.edu/~aasztalo/Protein_Physics01.ppt
6. www.nature.com/horizon/proteinfolding/