

Федеральное государственное автономное образовательное
Учреждение высшего профессионального образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по образовательной деятель-
ности
Минзарипов
20__ г.



ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Диффузия и релаксация в сложных системах»

Цикл СД.ДС.Ф.12

Специальность: 010701.65 - Физика

Принята на заседании кафедры физики молекулярных систем

(протокол № 1 от "9" сентября 2014 г.)

Заведующий кафедрой физики молекулярных систем

(Signature) (В.Д. Скирда)

Утверждена Учебно-методической комиссией института физи-
ки КФУ

(протокол № 7 от "11" сентября 2014 г.)

Председатель комиссии

(Signature) (Д.А. Таюрский)

Рабочая программа дисциплины « Диффузия
и релаксация в сложных системах »

Предназначена для студентов 5 курса,
по специальности: Физика 01.07.01.65
(Название специальности)

АВТОР: Пименов Г.Г., Савинков А.В.

КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ: в рамках дисциплины «Диффузия и релаксация в сложных системах» рассматриваются особенности диффузии в многокомпонентных системах, устанавливается связь между различными коэффициентами диффузии, вводится понятие однородного и неоднородного распределений времен корреляции и их влияние на затухание поперечной и продольной магнитной релаксации в методе ЯМР.

1. Требования к уровню подготовки студента, завершившего изучение дисциплины « Диффузия и релаксация в сложных системах »
наименование дисциплины

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- уметь устанавливать связь между различными коэффициентами диффузии и самодиффузии и методами их измерения
- самостоятельно устанавливать природу распределения времен корреляции молекулярной подвижности из релаксационных и диффузионных измерений метода ЯМР

2. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах).

Форма обучения - очная

Количество семестров 1

Форма контроля:

1 семестр - экзамен

№	Виды учебных занятий	Количество часов	
		1 семестр	2 семестр
1.	Всего часов по дисциплине	190	
2.	Самостоятельная работа	64	
3.	КСР	36	
3.	Аудиторных занятий	90	
	в том числе лекций	54	
	семинарских (или лабораторно-практических)	36	

3. Содержание дисциплины.

3.1. ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ
МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Всего часов
СД,ДС.Ф.12	Диффузия и релаксация в сложных системах	190

3.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов		
		лекции	(лаб.- практ.) занятия	самостоя- тельная работа
1	Законы диффузии. Определение коэффициентов взаимной, внутренней диффузии, самодиффузии и связь между ними. Коэффициент взаимной диффузии разбавленных растворов полимеров и гидродинамические свойства макромолекул. Экспериментальные методы определения коэффициентов диффузии в разбавленных растворах. Обобщенная концентрационная зависимость коэффициентов самодиффузии и диффузии. Определеие коэффициентов самодиффузии методом ЯМР.	16	6	14
2	Седиментация в разбавленных растворах. Определение молекулярной массы методом ультрацентрифуги. Теория диффузии Коэна-Тенбалла и теории свободного объема.	4		4
3	Понятие мембран, их классификация. Мембранные методы разделения смесей: диффузия через сплошные и пористые мембраны, ультра-фильтрация, обратный осмос, диализ и гемодиализ. Математическое описание диффузии в мембранах. Законы диффузии, Стационарный и нестационарный перенос в плоской пластине. Коэффициенты растворимости и проницаемости. Диффузия при ограниченных объемах внешней среды. Диффузия при наличии сорбции. Многослойные, армированные, гетерогенные и дисперсионные мембраны.	6		10
4	Причины появления спектров времен корреляции в сложных системах. Учет спектра времен корреляции в методе ЯМР. Модель Воснера как простейший пример спектра, обусловленного механизмом движения. Спад свободной индукции (ССИ) с учетом спектров времен корреляции двух типов (по "образцу" и по "движению").	5	6	8
5	Особенности ЯМ-релаксации протонов жесткоцепных полимеров на примере нитратов целлюлозы (НЦ) в растворе. Невозможность применения известных из диэлектрических измерений функций распределения типа Фуосса-Кирквуда. Природа биений на ССИ нитроцеллюлозы в растворе и связь их с жидкокристаллическим состоянием по данным ЯМР, рассеяния света и X-лучей. Аномальные температурные зависимости времени поперечной релаксации T_2 молекул растворителя в растворах НЦ и гелях агарозы и желатины. Применение двухфазной и трехфазной модели для объяснения этих зависимостей.	8	6	10
6	Спектры ЯМР высокого разрешения в жидкостях. Спектрометры ЯМР ВР.	7	8	10
7	ЯМР в твердых телах. Спектрометры ЯМР широких линий.	8	10	8
	Итого часов:	54	36	64

Основная литература

1. Волькенштейн М.В. Биофизика. - 2012. Прикладная физика. - Издательство "Лань". - Физика. - Издательство "Лань" Электронно-библиотечная система.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3898
2. Рубин А.Б. БИОФИЗИКА: В 2 т. Т. 1 : Теоретическая биофизика: Учебник , МГУ (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова). 2004. Биология. Экология | Издательство "Лань" Электронно-библиотечная система.
[/http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10122](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10122)
3. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости / Федотов М.А. – 2010. – ISBN: 978-5-9221-1202-4. – 384 стр. – Издательство «Физматлит». Электронно-библиотечная система.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2151

Дополнительная литература

1. Основы квантовой механики : Учебник / Блохинцев Д.И. – 2014. – 672 стр. – Издание 7-ое. – ISBN: 978-5-8114-0554-1. – Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=619
2. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. – М. : Логос, 2013. – 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469025>

Интернет ресурсы

1. Современные виды томографии. Учебное пособие. \ М.Я. Марусина, А.О. Казначеева.– СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.
http://books.ifmo.ru/book/218/sovremennye_vidy_tomografii/_uchebnoe_posobie..htm
2. Маклаков А.И., Скирда В.Д., Фаткуллин Н.Ф. Самодиффузия в растворах и расплавах полимеров PDF
<http://www.twirpx.com/file/229436/>
3. К. А. Ильясов, Количественное измерение диффузии in vivo методом магнитно-резонансной томографии, Учен. зап. Казан. гос. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки, 2011, том 153, книга 1, 17–37.,
www.mathnet.ru/links/7f62fa172e1fc4eb32ebc4ad0c3bc923/uzku901.pdf
4. Список статей в УФН по теме, <http://ufn.ru/ru/pacs/42.62.Fi/>.
5. Статья в электронной физической энциклопедии,
http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1896.html

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. ЯМР в твердых телах. Запись спектров полимеров на спектрометре ЯМР широких линий.
2. Расчет второго момента малых молекул и макромолекул, используя понятие магнитной неэквивалентности ядер.
3. Запись спектров высокого разрешения ЯМР жидкостей на спектрометре **Тесла**. Расшифровка и обработка полученных спектров.
4. Измерение коэффициентов самодиффузии в сложных многокомпонентных системах на ЯМР-диффузомере.
5. Снятие ИК-спектров полимеров на двухлучевом спектрометре ИКС-22. Приготовление объектов и обработка спектров.
6. Определение теплоты растворения полимеров и смачивания пористых сред с помощью калориметра ДАК-1.

Описание лабораторных работ имеется на кафедре.

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

Билет №1

1. Явление ЯМР и измеряемые величины в методе ЯМР.
2. Теория диффузии Коэна-Тенбалла.

Билет №2

1. Теоретическое вычисление второго момента линии ЯМР.
2. Весовой метод измерения коэффициентов диффузии.

Билет №3

1. Связь спада свободной индукции (ССИ) с формой линии поглощения ЯМР и ее моментами.
2. ЯМ-релаксация растворителя и полимера в концентрированных растворах нитроцеллюлозы и зависимость ее от степени нитрации.

Билет №4

1. Коэффициенты внутренней и взаимной диффузии и связь между ними
2. Форма линии поглощения ЯМР для двухспиновых системы.

Билет №5

1. Влияние движения на диполь-дипольное взаимодействие и второй момент линии поглощения ЯМР, примеры с бензолом и полиарилатом.
2. Влияние однородного и неоднородного распределений времен корреляции на форму спадов свободной индукции.

Билет №6

1. Влияние изотропного движения молекул на форму спада свободной индукции.
2. Коэффициент диффузии в разбавленных растворах полимеров и его измерение.

Билет №7

1. Основы теории времен продольной и поперечной магнитной релаксаций для двухядерной молекулы в жидкостях.
2. ЯМР высокого разрешения в жидкостях.

Билет №8

1. Модель Восснера – пример однородного распределения времен корреляции.
2. ЯМ-релаксация жидкостей в пористых средах.

Билет №9

1. Времена релаксации T_1 и T_2 для многоядерных молекул и с учетом однородного распределения времен корреляции.
2. Метод ультрацентрифуги для измерения коэффициента диффузии и молекулярной массы.

Билет №10

1. ЯМ-релаксация в двухфазных системах, особенности температурных зависимостей времен T_1 и T_2 при наличии обмена между фазами.
2. Связь между коэффициентами внутренней диффузии и самодиффузии.

Билет №11

1. Особенности температурных зависимостей времен T_1 и T_2 растворителя в гелях агарозы и желатины.
2. Неоднородное распределение времен корреляции, пример логнормального распределения.

Контроль остаточных знаний: качественное знание всех экзаменационных вопросов