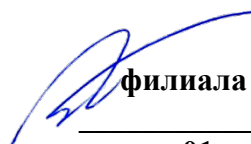


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
филиала МГУ в г.Дубне
/ Э.Э. Боос /
«01» сентября 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Необратимые процессы в мягком веществе

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Фундаментальная и прикладная ядерная физика

Форма обучения: Очная форма обучения

Дубна 2024 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки программы магистратуры 03.04.02 «Физика».

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

1. доктор физ.-мат. наук, Холмуродов Холмирзо Тагойкулович, почасовик МГУ

Руководитель магистерской программы:

Доктор физ.-мат. наук, академик РАН Г.В. Трубников, по совместительству заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Аннотация к рабочей программе дисциплины

В курсе содержатся базовые знания о современных теоретических методах, применяемых в физике конденсированного состояния вещества, необратимых процессов в мягком веществе. В рамках курса студенты познакомятся с одним из наиболее эффективных методов в теории многих тел – методом двухвременных функций Грина. Во время курса студентам демонстрируется приложение этого метода на примере основных математических моделей к необратимым процессам в мягком веществе. Курс является обязательной Дисциплиной магистерской программы

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование в биофизике» реализуется на 2-ом курсе в 3-ем семестре магистратуры и входит в состав профессионального блока вариативной части.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Курсы математического анализа, разделы теоретическая механика, электродинамика и квантовая механика из курса теоретической физики.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

| Компетенции | Результаты обучения |
|-------------|--|
| ПК-2 | <p><u>Знать</u> разделы ядерной физики и физики конденсированного состояния, вычислительной математики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами и методами информационных технологий исследования при решении научных задач в области описания процессов в мягком веществе.</p> |
| МПК-3 | <p><u>Знать</u> основные математические методы описания процессов в мягком веществе.</p> <p><u>Уметь</u> использовать основные методы для описания процессов в мягком веществе.</p> <p><u>Владеть</u> практическими умениями математики и программирования, необходимыми для успешного описания и анализа процессов в мягком веществе.</p> |

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе: 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

| № темы | | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | | | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|---------------|---|---|--------|----------|---|------------------------|---|
| | | Всего часов | Лекции | Семинары | Учебно-практические занятия (лабораторные или практические занятия) | Самостоятельная работа | |
| 1 | Фазовые переходы в мягком конденсированном веществе | 10 | 2 | 2 | | 6 | Оп |
| 2 | Переход жидкость-стекло | 14 | 4 | 4 | | 6 | КР |
| 3 | Коллоидные системы | 14 | 4 | 4 | | 6 | КР |
| 4 | Полимеры | 14 | 4 | 4 | | 6 | Оп |
| 5 | Жидкие кристаллы | 14 | 4 | 4 | | 6 | Оп |
| | Промежуточная аттестация | 6 | | | | 6 | экзамен |
| ИТОГО: | | 72 | 18 | 18 | | 36 | |

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

Вопросы по теории:

1. Гомогенная нуклеация – основные понятия.
2. Основы теории Адама-Гиббса стеклования.
3. Модель идеальной полимерной цепочки.
4. Переход нематик-изотропная жидкость, теория Майера-Заупе

Задачи:

1. Пусть кристаллическая структура твердого тела задана кубической решеткой, а межмолекулярный потенциал взаимодействия равен:

Найдите a – равновесное расстояние между узлами, ε – глубину потенциальной ямы, и получите выражение для модуля Юнга системы (в рамках модели, рассмотренной в Глав).

2. Пусть вязкость и время релаксации системы описываются законом Фогеля-Фульчера-Таммана с энергией активации $A/R=710\text{K}$ и параметром $T_0=50^\circ\text{C}$. Ответьте на вопросы:
 - a. Во сколько раз отличается время релаксации жидкости при $T=100^\circ\text{C}$ и $T=140^\circ\text{C}$?
 - b. Пусть при эффективном времени эксперимента $\tau_{\text{eff}}=1000\text{c}$ получена температура стеклования $T_g=101.4^\circ\text{C}$. Какая температура стеклования будет получена при $\tau_{\text{eff}}=10^5\text{c}$?
 - c. При тех же условиях, какое время эксперимента должно быть, чтобы получить T_g на 10 градусов выше T_0 ?
3. Для раствора коллоидных частиц в воде рассчитайте толщину диффузного слоя для добавок соли в 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} и 10^{-2} моль/дм³.
4. Для полистирола со степенью полимеризации 10^4 и 10^5 , и шага цепи $a=0.67\text{nm}$. Рассчитайте:
 - a. Среднеквадратичный радиус клубка полистирола в расплаве.
 - b. Среднеквадратичный радиус клубка полистирола в разбавленном растворе, с параметром взаимодействия $\chi=0$.

Вопросы к экзамену:

1. Фазовые переходы. Регулярный раствор.
2. Спинодальный распад. Нуклеация.
3. Релаксация переохлажденной жидкости – основные выражения и характерные свойства.
4. Формулы Аррениуса и Фогеля-Фульчера-Таммана. Классификация стеклообразующих систем.
5. Теория Адама-Гиббса стеклования.
6. Микроскопические теории стеклования.
7. Силы взаимодействия коллоидных частиц. Типы коллоидных систем.
8. Теория ДЛФО. Устойчивость коллоидных систем.
9. Кинетическая теория нуклеации и агрегации наночастиц.
10. Строение и классификация полимеров.
11. Статистические модели полимерных цепочек.
12. Идеальная полимерная цепь.
13. Вязкоупругие свойства полимерных расплавов
14. Типы жидких кристаллов
15. Теория Майера-Заупе.
16. Переход в системе идеальных стержней. Теория Онзагера

6.2. Шкала и критерии оценивания

| Результат освоения дисциплины | Критерии оценивания знаний, умений и навыков | | | |
|-------------------------------|--|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | 2/ не зачтено | 3/ зачтено | 4/ зачтено | 5/ зачтено |
| Знания | Отсутствие знаний | В целом успешные, но не | В целом успешно, но | Успешные и систематические знания |

| | | систематическое знание | содержащее отдельные пробелы знания | |
|--------|---|---|---|--|
| Умения | Отсутствие умения применять фундаментальных и актуальных проблем. | В целом успешное, но не систематическое умение применять знания | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания | Успешное и систематическое умение применять знания |
| Навыки | Отсутствие/фрагментарные навыки в решении задач | В целом успешные, но не систематические навыки в решении задач | В целом успешные, но содержащее отдельные пробелы навыки в решении задач | Успешные и систематические навыки в решении задач |

7. Ресурсное обеспечение

Основная литература

1. В.Л. Аксенов, Т.В. Тропин, Лекции по теории конденсированного состояния, ФФ МГУ – 2020.
2. Клеман М., Лаврентович О. Д. Основы физики частично упорядоченных сред, М.: ФИЗМАТЛИТ – 2007.

Дополнительная литература

1. R.A.L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford UP, 2002.
2. J.N. Israelachvili, Intermolecular and Surface Forces, Academic Press - 2011.
3. П. де Жен, Физика жидких кристаллов, Москва: Мир - 1977.
4. А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов, Статистическая физика макромолекул, М.: Наука - 1989.
5. А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов, Полимеры и биополимеры с точки зрения физики, ИД Интеллект - 2010.
6. П. Флори, Статистическая механика цепных молекул, Мир - 1971.
7. Т.В. Тропин, Ю.В.П. Шмельцер, В.Л. Аксенов, Современные аспекты кинетической теории стеклования, Успехи Физических Наук. 186 (2016) 47–73.
8. J.W.P. Schmelzer, I.S. Gutzow “Glasses and the Glass Transition”, Wiley-VCH, Germany - 2011.

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия;
2. Программы пакета MS Office: Microsoft Word и Microsoft PowerPoint или аналоги;
3. Интерактивная среда разработки CodeBlocks;

4. Программное обеспечение Origin Pro v.4 от OriginLab и выше

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика», курс может быть прочитан в обычной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.

8. Язык преподавания: русский