**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Многомерная кинетическая теория фазовых переходов первого рода

Multidimensional Theory of the First Order Phase Transitions

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 003676

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Формирование у студентов, обучающихся по учебному плану кафедры статистической физики, представления о фазовых переходах первого рода; выработка навыков построения теории сложного физического явления. Знакомство с общими и специфическими свойствами различных метастабильных состояний вещества при фазовых переходах жидкость-пар, твердое тело-расплав и т.п.; формулировка универсальных закономерностей распада метастабильных фазовых состояний; изучение основных элементов классического описания процесса нуклеации.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Обучающиеся должны знать основные положения статистической физики и физической кинетики.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Прослушав курс, студенты должны: - знать основные черты фазовых переходов первого рода, свойства и способы создания метастабильного состояния вещества,  
- знать принцип построения в рамках классической теории нуклеации кинетического уравнения для функции распределения частиц стабильной фазы по размерам,  
- понимать значение термодинамики при описании эволюции ансамбля частиц новой фазы в метастабильной системе,  
- уметь находить стационарное и равновесное решения кинетического уравнения, вычислять скорость нуклеации,  
- знать описание процесса установления стационарного режима нуклеации.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

консультации

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 3 | 23 | 7 | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 6 |  | 32 |  | 11 | 2 |
|  | 2-100 | 10-25 | 2-100 |  |  |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 23 | 7 | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 6 |  | 32 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 3 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

1. Одномерное кинетическое уравнение Фоккера-Планка в теории фазовых переходов первого рода. Граничные условия к уравнению. 2 часа

2. Многомерное кинетическое уравнение Фоккера-Планка в теории фазовых переходов первого рода. 2 часа (2 часа)

3. Термодинамически неустойчивая и термодинамически устойчивые переменные состояния зародыша стабильной фазы. Неоднозначность выбора этих переменных. 2 часа

4. Метод полного разделения переменных в многомерной кинетической теории фазовых переходов первого рода. 2 часа (2 часа)

5. Термодинамически и кинетически неустойчивая и кинетически устойчивые переменные состояния зародыша стабильной фазы. 2 часа

6. Многомерное стационарное состояние околокритических зародышей стабильной фазы. Стационарная скорость многомерного фазового перехода первого рода. 2 часа (2 часа)

7. Формулы для средних стационарных значений термодинамически устойчивых переменных и произведений этих переменных при заданном значении термодинамически неустойчивой переменной. 2 часа

8. Общее решение многомерного кинетического уравнения в области околокритических зародышей при естественных для кинетики фазовых переходов первого рода граничных условиях. 2 часа

9. Спектр времен установления многомерного стационарного состояния околокритических зародышей. 2 часа (2 часа)

10. Аналитическое нахождение собственных значений и собственных векторов силовой матрицы в случае двумерной кинетической теории фазовых переходов первого рода. 2 часа (2 часа)

11. Приложение теории к кавитации и к распаду пересыщенного газом раствора. 2 часа (2 часа)

12. Приложение теории к двухкомпонентной нуклеации. Роль сернокислотного пара в конденсации пара воды в атмосфере Земли. 2 часа (2 часа) 13. Приложение теории к кинетике растворения и кристаллизации ядер конденсации в ансамбле капель. 2 часа (2 часа) 14. Двумерное кинетическое уравнение теории нуклеации на растворимых ядрах. 2 часа 15. Разделение устойчивых переменных и установление двумерного равновесного распределения капель на дне потенциальной ямы работы образования капли. 2 часа 16 . Разделение устойчмвой и нейстойчивой переменных и выход на равновесное и стационарное ракспределения в окрестности седловой точки работы образования капли на стадии растворения. 2 часа

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Обязательная и дополнительная литература

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Обязательная и дополнительная литература

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Оценке отлично соответствует 5 баллов.

Оценке хорошо соответствует 4 балла.

Оценке удовлетворительно соответствует 3 балла.

Оценке неудовлетворительно соответствует 1 или 2 балла.

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Примерный перечень вопросов к экзамену по курсу

1. Одномерное кинетическое уравнение Фоккера-Планка в теории фазовых переходов первого рода. Граничные условия к уравнению.

2. Многомерное кинетическое уравнение Фоккера-Планка в теории фазовых переходов первого рода.

3. Термодинамически неустойчивая и термодинамически устойчивые переменные состояния зародыша стабильной фазы. Неоднозначность выбора этих переменных.

4. Метод полного разделения переменных в многомерной кинетической теории фазовых переходов первого рода.

5. Термодинамически и кинетически неустойчивая и кинетически устойчивые переменные состояния зародыша стабильной фазы.

6. Многомерное стационарное состояние околокритических зародышей стабильной фазы. Стационарная скорость многомерного фазового перехода первого рода.

7. Формулы для средних стационарных значений термодинамически устойчивых переменных и произведений этих переменных при заданном значении термодинамически неустойчивой переменной.

8. Общее решение многомерного кинетического уравнения в области околокритических зародышей при естественных для кинетики фазовых переходов первого рода граничных условиях.

9. Спектр времен установления многомерного стационарного состояния околокритических зародышей.

10. Аналитическое нахождение собственных значений и собственных векторов силовой матрицы в случае двумерной кинетической теории фазовых переходов первого рода.

11. Приложение теории к кавитации и к распаду пересыщенного газом раствора.

12. Приложение теории к двухкомпонентной нуклеации. Роль сернокислотного пара в конденсации пара воды в атмосфере Земли.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

учёная степень кандидат физико-математических наук

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

не требуется

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

аудитории на 10 человек

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

доска, мел

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

нет

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

нет

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

1 коробка мела

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика. Изд-во "Наука", 2002, М.  
2. Куни Ф.М., Мелихов А.А. Теорет. и матем. физика. 1989, т.81, N2, С.247-262.  
3. Куни Ф.М., Мелихов А.А., Новожилова Т.Ю., Терентьев И.А. Теорет. и матем. физика, 1990, т.83, N 2, С.274-290.  
4. Куни Ф.М., Мелихов А.А., Новожилова Т.Ю., Терентьев И.А. Химическая физика, 1990, т.9, N 10, С.1414-1426.  
5. Мелихов А.А., Курасов В.Б., Джикаев Ю.Ш., Куни Ф.М. Химическая физика, 1990, т.9, N 12, С. 1713-1722.  
6. Мелихов А.А., Курасов В.Б., Джикаев Ю.Ш., Куни Ф.М. ЖТФ, 1991, т.61. N 1, С.27-34.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1.Гринин А.П., Куни Ф.М. Теорет. и матем. физика, 1990, т.80, N 3, С418-434.  
2.Гринин А.П., Куни Ф.М. Вестник ЛГУ, 1989, сер.4, вып.2, N 11.  
3.Куни Ф.М., Мелихов А.А., Новожилова Т.Ю., Терентьев И.А Вестник ЛГУ. 1990, Сер.4. Вып.3. № 18, с82-86.   
4.Куни Ф.М., Мелихов А.А., Коньков П.А. Вестник ЛГУ. 1990, Сер.4. Вып.3. № 18, С8-14.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

**Раздел 4. Разработчики программы**

Куни Федор докт докт профессор   
Максимилианович   
Новожилова канд доц доцент novotat@inbox.ru   
Татьяна Юрьевна 8(812)428-43-03