

Теория фазовых переходов

Лекторы:
Андрей Волотка



Язык:
Русский

Трудоемкость:
4 з.е.

Форма контроля:
Экзамен

Образовательная программа:
Теоретическая и экспериментальная физика
8 семестр

Пререквизиты:
Квантовая механика
Статистическая физика
Физика твердого тела
Математическая физика
Квантовая теория поля

| Лекции (ак.час)* | Практические занятия (ак.час) | Лабораторные занятия (ак.час) |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 32 | 32 | |
| *1 академический час = 45 минутам | | |

Курс посвящен избранным главам физики конденсированного состояния, в частности описанию критической термодинамики систем, физики сверхпроводимости, ферромагнетизма и др. Большое внимание уделено фазовым переходам второго рода, современное описание которых осуществляется при помощи методов теоретико-полевой ренормализационной группы. Переходы второго рода наблюдаются в окрестности критической точки, а демонстрируемая здесь физика обладает широчайшим спектром необычных свойств, включая критический скейлинг и универсальность. Вообще, фазовые переходы обычно возникает из-за взаимодействия большого количества частиц в системе и не возникает в системах, которые слишком малы, т. е. только в так называемом термодинамическом пределе, о чем подробно будет проговорено в рамках настоящего курса. Предлагаемые цикл лекций позволит бакалаврам старших курсов получить представление о современной теории критического поведения, а также существенно расширить свои знания по физике конденсированного состояния в целом.

Содержание курса

8 семестр

Теория фазовых переходов

Структура курса

| Разделы | Лекции (ак. ч.) | Практика (ак. ч.) |
|---|--------------------|----------------------|
| 1. Введение | | |
| Основные понятия теории критического поведения, классификация фазовых переходов, рассмотрение конкретных примеров фазовых переходов. | 6 | 6 |
| 2. Теория среднего поля для нужд критического поведения | | |
| Дается описание теории Ландау, первой теории фазовых переходов. Описываются численные результаты, даваемых теорией. Обсуждаются ее недостатки и причины расхождения с результатами экспериментов. | 6 | 6 |
| 3. Масштабная инвариантность | | |
| Вывод уравнения масштабной инвариантности. Описание способов решения уравнения Эйлера. | 4 | 4 |
| 4. Ренормализационная группа | | |
| Вывод уравнения ренормгруппы, получения уравнения на критический скейлинг. Вычисление критических индексов. | 4 | 4 |
| 5. Теория среднего поля для заряженной плазмы | | |
| Преобразование Хаббарда-Стратоновича. Получение RPA действия методом среднего поля | 4 | 4 |
| 6. Ферромагнетизм Стонера | | |
| Уравнение для параметра порядка, решение для нулевой температуры. | 4 | 4 |
| 7. Механизм перехода системы в сверхпроводящее состояние | | |
| Механизм перехода системы в сверхпроводящее состояние | 4 | 4 |

Рекомендуемые ресурсы

1. Васильев А. Квантовополевая ренормгруппа в теории критического поведения и стохастической динамике. — ПИЯФ, Санкт-Петербург, 1998.
2. Zinn-Justin J. Quantum Field Theory and Critical Phenomena. — Clarendon Press, Oxford, 1989, 1993, 2002.
3. Ма Ш. Современная теория критических явлений. — М., Наука, 1983.
4. Altland A., Simons B.D. - Condensed Matter Field Theory (2010, CUP).

Политика оценивания

Оценочные средства дисциплины: расчетные задания, устный экзамен.

Оценка формируется по результатам сдачи устного экзамена: от 90 до 100 – «отлично», от 74 до 90 – «хорошо», от 60 до 74 – «удовлетворительно».

Тип самостоятельных заданий

Примерный перечень вопросов к экзамену:

Среднее поле для заряженной плазмы. Преобразование Хаббарда-Стратоновича. Получение RPA действия методом среднего поля.

Ферромагнетизм Стонера. Уравнение для параметра порядка, решение для нулевой температуры.

Сверхпроводимость. Уравнение для параметра порядка.

Мода Голдстоуна. Механизм Андерсона Хиггса, возникновение массы калибровочного поля (электромагнитного) в сверхпроводящей фазе.

Масштабная инвариантность, критический скейлинг, поведение системы в окрестности фазового перехода второго рода, уравнение ренормгруппы.

Примеры расчетных заданий:

- расчетная работа по выводу уравнений ренормгруппы;
- расчетная работа по вычислению констант перенормировки;
- расчетная работа по вычислению критических индексов;
- расчетная работы по вычислению тензорных структур;
- расчет работа по нахождению индексов в рамках среднего поля.